

Задание по материаловедению 24-25 группы 17.04.2020

Учебник можно найти в интернете

[Материаловедение | а. м. адаскин, в. м. зуев](#)

academia-moscow.ru>ftp_share...fragments/fragment...

Адашкин А. М. **Материаловедение** (металлообработка) : учеб. пособие для. ... © Адашкин А. М., Зуев В. М., 2008 © Образовательно-издательский центр «Академия», 2012 ISBN 978-5-4468-0032-2 ©

1. Прочитайте и сделайте **Конспект**.
2. Готовые задания присылайте на электронную почту

Химико - термическая обработка. Условия нагрева и охлаждения при термической обработке.

Объемная закалка с последующим отпуском не может обеспечить работоспособности детали в условиях повышенного изнашивания в сочетании с ударными нагрузками. Для этого одновременно необходимы высокие значения и твердости, и ударной вязкости.

Поверхностное упрочнение – это обеспечивает высокую твердость поверхности детали и, износостойкость при вязкой сердцевине.

Поверхностное упрочнение осуществляется методами **химико – термической обработки (ХТО)**, сочетающими химическое и тепловое воздействие с целью изменения химического состава, структуры и свойств поверхностного слоя, а так же **поверхностной закалкой**.

Изменение химического состава происходит за счет диффузии в поверхностный слой различных элементов.

В результате ХТО достигается высокая износостойкость детали за счет повышения твердости поверхностного слоя, при сохранении вязкой сердцевины. Достигается коррозионная стойкость. Поверхностная закалка осуществляется нагревом на заданную глубину только поверхностного слоя, поэтому при последующем охлаждении закаливается только этот слой, а не все сечения детали. При сопротивлении ударным нагрузкам обеспечивается вязкой сердцевиной.

Химико - термическая обработка.

Химико - термическая обработка – это процесс поверхностного насыщения деталей различными элементами путем их диффузии из внешней среды.

Процесс ХТО состоит из трех стадий:

1. *Диссоциации*, которая заключается в распаде молекул и образовании активных атомов диффундирующего элемента.
2. *Адсорбции* – осаждение активных атомов диффундирующего элемента на поверхности.
3. *Диффузии* – проникновение насыщенного элемента вглубь металла.

Толщина диффузионного слоя зависит от температуры, продолжительности выдержки и концентрации диффундирующего элемента на поверхности детали (рис. 5.22)

Скорость диффузии и толщина слоя возрастает с повышением температуры и длительности процесса ХТО.

В промышленности широко применяют виды ХТО:

- цементацию,
- азотирование,
- нитроцементацию (цианирование),
- диффузную металлизацию.

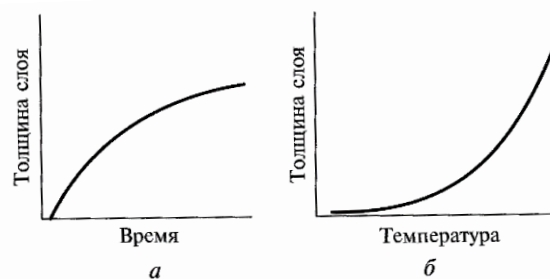


Рис. 5.22. Зависимость толщины диффузионного слоя от параметров процесса:
а – времени; б – температуры насыщения

Цементация.

Цементация – процесс диффузного поверхностных слоев стальных деталей углеродом.

Цементацию проводят для *низкоуглеродистых сталей* (0,25 - 0,3% С) которые называют *цементируемыми*.

Это доэвтектоидные стали, их структура в равновесном состоянии (отожженном) – феррит и перлит. Твердость и прочность этих сталей низкие, а пластичность и ударная вязкость высокие. Они практически не закаляются.

Цементацию проводят в **карбюризаторах**, средах, содержащих углерод, при 900 – 950 °С. Скорость насыщения составляет 0,1 мм/ч.

Концентрация С в цементованном слое убывает от поверхности к сердцевине детали. В связи с этим после медленного охлаждения в структуре слоя можно различить три зоны: заэвтектоидную, эвтектоидную, доэвтектоидную со структурами соответственно П+Ц₁₁; П и П + Ф. За эффективную величину цементованного слоя принимают глубину до структуры доэвтектоидной стали, состоящую примерно из 50 % феррита и 50 % перлита (с содержанием до 0,4 – 0,45 % С)

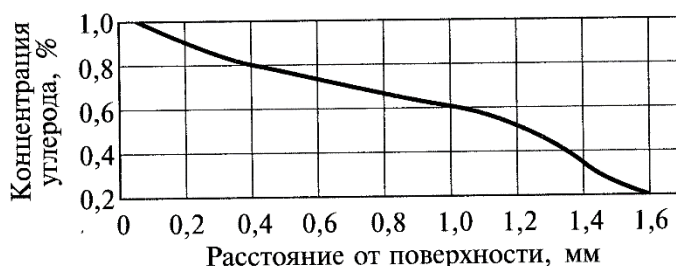


Рис. 5.23. Изменение концентрации углерода в цементованном слое

Применяют две технологии цементации: твердую и газовую.

Твердая цементация осуществляется в карбюризаторе, содержащем активированный древесный уголь (70%) и порошки: ВаСО₃ (25%) для интенсификации процесса и СаСО₃ (5%) для предотвращения спекания угольных гранул. Детали укладывают рядами в стальные сварные или чугунные ящики (контейнеры). Дно ящика и каждый ряд деталей засыпают слоем карбюризатора. Ящик закрывают крышкой, герметизируют соединение огнеупорной глиной, а затем помещают в печь. Углерод древесного угля взаимодействует с кислородом воздуха, имеющегося в цементационном ящике, и углекислым барьером, образуя оксид углерода СО: ВаСО₃ + С → ВаО + 2СО, который диссоциирует с образованием атомарного углерода 2СО → СО₂ + С_{ат}. Образующийся атомарный углерод адсорбируется на поверхности стальных деталей и диффундирует вглубь, растворяясь в аустените.

Недостатки технологии: невозможность регулировать степень насыщения поверхности деталей углеродом, а так же более низкую скорость цементации по сравнению с газовой, поскольку необходимо время для прогрева контейнеров и смеси.

Достоинства технологии: применяется в условиях единичного и мелкосерийного производства, отличается простотой выполнения, не требует специального оборудования.

Газовая цементация.

Применение: для серийного и более масштабного производства.

Она осуществляется в среде газов, содержащих С. Наиболее часто используют карбюризатор, состоящий из смеси метана CH_4 (природный газ) и оксида углерода CO , при диссоциации которых образуется атомарный углерод: $\text{CH}_4 \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{C}_{\text{ат}}$; $2\text{CO} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{C}_{\text{ат}}$

Достоинства: позволяет обеспечить заданную концентрацию С в слое, механизации. И автоматизацию процесса. Процесс занимает меньше времени.

Цементация создает выгодное распределение С по сечению детали, но не обеспечивает получение высокой твердости и износостойкости поверхности деталей.

Упрочнение поверхностного слоя достигается следующей после цементации термической обработкой: закалки и низкого отпуска ($160 - 180^\circ\text{C}$).

Применяют различные технологии закалки в зависимости от требований к прочности поверхностного слоя и сердцевины деталей (рис. 5.24).

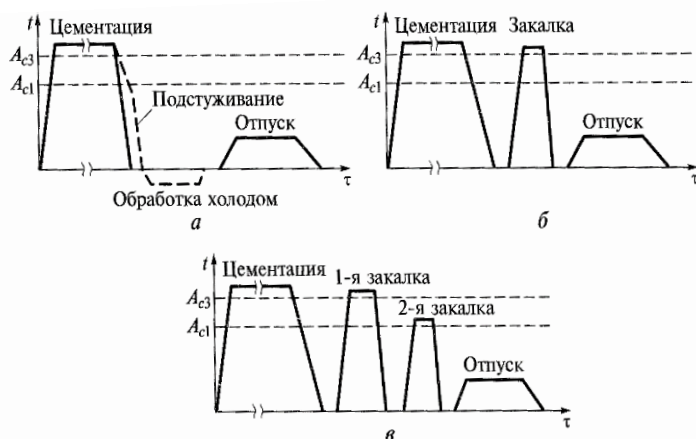


Рис. 5.24. Технологии цементации и последующей термической обработки:
а — закалка от цементационного нагрева с подстуживанием; б — одинарная закалка; в — двойная закалка

Для деталей, от которых требуется только поверхностная твердость, а прочие механические свойства не лимитируют работоспособности, закалку выполняют от температуры цементационного нагрева. Технология может быть реализована только при газовой цементации. Деталь, извлеченную из печи, охлаждают на воздухе до закалочной температуры (подстуживают), а затем окончательно охлаждают в закалочной среде (рис. 5.24 а). Подстуживание позволяет снизить термические закалочные напряжения.

Достоинство: технология экономична и легко подвергается автоматизации.

Недостатки: сталь имеет крупнозернистое строение и пониженные прочность и ударную вязкость.

Наиболее распространенная технология — закалка деталей дополнительным нагревом после их охлаждения от температуры цементации до цеховой (рис. 5.24 б). В результате перекристаллизации измельчается зерно не только цементованного слоя, но и частично сердцевины, потому что при закалке от таких температур сердцевина подвергается неполной закалке..

Тяжелонагруженные детали, для которых необходимы высокая прочность и ударная вязкость сердцевины, после цементации подвергают двойной закалке (рис.5.24 в).

Первая закалка выполняется от температуры выше точки A_{c3} . Структура сердцевины при этом проходит полную перекристаллизацию и становится мелкозернистой. Но при этом на поверхности образуется структура крупноигльчатого мартенсита пониженной прочности.

Вторая закалка выполняется от температуры несколько выше точки A_{c1} ($750 - 780^\circ\text{C}$) для измельчения зерна цементованного слоя, перегретого при первой закалке.

Недостаток технологии: повышенное коробление деталей в результате двойной закалки.

Структура сердцевины зависит от состава стали.

Для деталей из углеродистых сталей — это феррит и перлит; легированных — сорбит, троостит или низкоуглеродистый мартенсит от уровня легирования стали.

Применение:

Цементации подвергают детали, работающие в условиях повышенного изнашивания и динамических нагрузок (зубчатые колеса, червяки, кулачки, распределительные валики)

Цементации может подвергаться не вся поверхность изделия. Участки не подлежащие цементации, защищают гальваническим омеднением либо специальными обмазками.

Типичный технологический процесс изготовления детали, упрочняемой цементацией и последующей термообработкой:

- заготовительная операция;
- предварительная механическая обработка (включая шлифование)
- защита участков детали, которые не следует упрочнять;
- цементация;
- низкий отпуск;
- финишная обработка (шлифование).

Азотирование - это насыщение поверхности стали азотом. Процесс осуществляется в среде аммиака в интервале температур 480 – 560⁰С.

Применяют: для среднеуглеродистых легированных сталей, содержащих Cr, Mo, V, Al, потому что углеродистые стали при азотировании практически не упрочняются (рис. 5.25) Азот образует с легирующими элементами устойчивые нитриды, которые придают азотированному слою высокую твердость. Наибольшую твердость имеют нитриды алюминия.

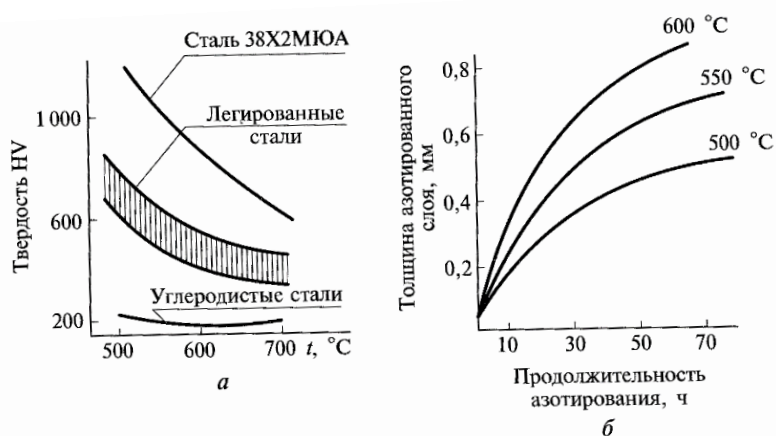


Рис. 5.25. Влияние параметров азотирования на твердость (а) и толщину азотированного слоя (б)

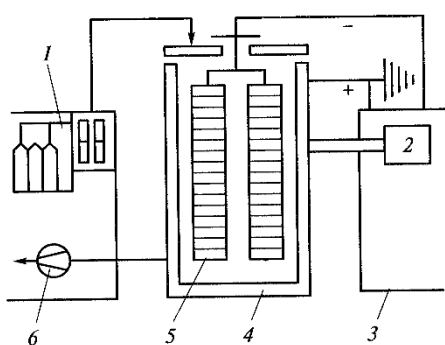


Рис. 5.26. Схема установки ионного азотирования:

1 — система подачи газа; 2 — прибор, регулирующий температуру; 3 — блок электропитания; 4 — вакуумный контейнер; 5 — детали; 6 — вакуумный насос

азота. При ударе ионов о катод выделяется теплота, за счет которой происходит разогрев поверхности детали. При этом растворимость азота в железе повышается, и он диффундирует в деталь.

Достоинства: меньшая продолжительность процесса, более высокое качество азотированного слоя, пониженная хрупкость слоя.

Перед азотированием детали подвергают термической обработке, состоящей из закалки и высокотемпературного отпуска. При этом достигается высокая ударная вязкость. Затем производят механическую обработку, включая шлифование, придающую окончательные размеры изделию.

Процесс азотирования ведут при температурах 500 – 520⁰С. Получают слой толщиной до 0,5 мм за 24 – 90 ч. Толщина слоя тем больше, чем дольше идет процесс (рис. 5.25 б). Это объясняется слабой диффузией азота вследствие низкой температуры проведения процесса. Для ускорения процесса применяют двухступенчатое азотирование. В начале температура 500 -520⁰С, а затем при 540 -560⁰С – ускоряет процесс в 1,5 – 2 раза и сохраняет высокую твердость азотированного слоя. Дальнейшее повышение температуры снижает твердость (рис. 5.16 а)

Ионное азотирование. Детали помещают в вакуумную камеру (рис. 5.26) Между катодом (деталью) и анодом (вакуумный контейнер) возбуждается тлеющий разряд в среде газа, содержащего атомы и ионы азота. При этом к поверхности детали устремляется поток положительно заряженных ионов

Азотирование может быть окончательной обработкой в технологическом процессе изготовления деталей. Участки, не подлежащие азотированию, защищают тонким слоем олова, нанесенным электролитическим методом, или жидким стеклом.

Типичный технологический процесс изготовления деталей, упрочняемых азотированием:

1. Заготовительная операция
2. Предварительная механическая обработка
3. Улучшение (закалка + высокий отпуск)
4. Окончательная механическая обработка, включая шлифование
5. Защита участков детали, которые не следует упрочнять
6. Азотирование
7. Доводка (при необходимости)

Достоинства: очень высокая твердость поверхности, сохранение твердости при нагреве свыше 500°C , коррозионная стойкость слоя.

Недостатки: малая глубина слоя, это определяет слабое сопротивление высоким контактными нагрузкам – твердый слой может продавливаться в мягкую сердцевину. Наблюдается весьма резкий перепад твердости от упрочненного слоя к неупрочненному, являющийся концентратом напряжений.

Применение: азотированию подвергают детали, определяющие точность оборудования, от которых требуется весьма высокая износостойкость: гильзы координатно – расточных станков, шпиндели шлифовальных станков, гильзы цилиндров, а так же некоторые виды режущего (метчики) и штампового (вытяжные пуансоны) инструмента.

Нитроцементация и цианирование.

Нитроцементация и цианирование называют процессы диффузионного насыщения поверхностных слоев стальных изделий одновременно углеродом и азотом.

Нитроцементация осуществляется в газовой среде, цианирование – в жидкой среде.

Преимущества нитроцементации: более низкие температуры процесса не вызывают рост аустенитного зерна и большие деформации. Нитроцементации из-за малых деформаций обычно подвергают детали сложной конфигурации, изготавливаемые из цементуемых сталей.

Нитроцементацию широко используют в автомобильной и автотракторной промышленности. Остаточный аустенит обеспечивает хорошую прирабатываемость трущихся деталей.

Цианирование выполняется в растворах солей, содержащих в качестве источника углерода и азота цианогруппу CN: цианида натрия NaCN , желтой кровяной соли $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ и некоторых других.

Цианирование проводят путем погружения изделия в ванну, которая наполнена раствором. Толщина получаемого слоя зависит от температуры процесса и его продолжительности (рис. 5.27)

Виды цианирования:

1. Высокотемпературное
2. Среднетемпературное
3. Низкотемпературное

Высокотемпературное цианирование:

проводят при температуре $930 - 950^{\circ}\text{C}$. Детали охлаждают на воздухе, а затем подвергают закалке и низкому отпуску. Глубина слоя: $0,5 - 2$ мм за $1,5 - 6$ ч. Применяют: вместо цементации для ответственных деталей машин из цементуемых сталей, работающих в условиях повышенного износа.

Среднетемпературное цианирование:

проводят при температуре $820 - 860^{\circ}\text{C}$ в течение $30 - 90$ мин. Получают слой небольшой глубины. Затем идет закалка и низкий отпуск.

Применяют для упрочнения мелких деталей.

Низкотемпературное цианирование:

проводят при температуре $520 - 700^{\circ}\text{C}$ в течение $0,5 - 3$ ч. Применяют для деталей, работающих в условиях повышенного изнашивания: втулок, зубчатых колес небольших размеров, штоков клапанов автомобильных двигателей, инструментов из быстрорежущих сталей.

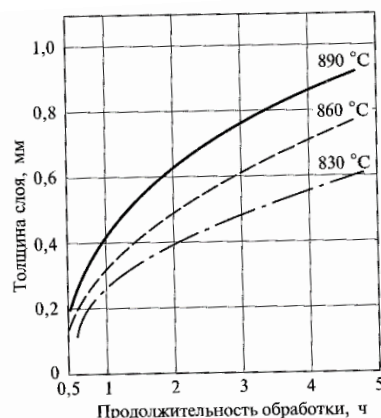


Рис. 5.27. Зависимость толщины цианированного слоя от времени и температуры обработки

Преимущества цианирования: меньшая продолжительность процесса, более высокая износостойкость упрочненного слоя, меньшие деформации и коробление, возможность упрочнения только части детали, погруженной в ванну.

Недостатки цианирования: высокая токсичность и стоимость цианистых солей.

Диффузная металлизация – это процесс диффузного насыщения поверхностных слоев стали металлами.

Алитирование – процесс насыщения поверхности стали алюминием, который проводят при 900 – 1000 °С в течение 3 – 12 ч.

В результате стали приобретают высокую окислительную стойкость и коррозионную стойкость в атмосфере и ряде агрессивных сред.

Алиту подвергают: трубы, инструмент для литья цветных сплавов, чехлы термопар, детали газогенераторных машин.

Хромирование – поверхностное насыщение хромом, которое проводят для повышения коррозионной стойкости, кислотостойкости и окислительной стойкости. Хромирование средне – и высокоуглеродистых сталей повышает твердость и износостойкость. Толщина слоя 0,015 -0,02 мм за 6 -15 ч.

Применяют для пароводяной арматуры, клапанов, вентилях, а так же деталей работающих в агрессивных средах.

Разработаны технологии титанирования (насыщение титаном) и цинкования (насыщение цинком) стальных деталей.