**1.10.21.Тема:Термическая и химикотермическая обработка сплавов.**

**Виды и режимы термической обработки.**

**1.Отжиг**

Отжиг – термическая обработка, заключающаяся в нагреве металла до определенных температур, выдержка и последующего очень медленного охлаждения вместе с печью. Применяют для улучшения обработки металлов резанием, снижения твердости, получения зернистой структуры, а также для снятия напряжений, устраняет частично (или полностью) всякого рода неоднородности, которые были внесены в металл при предшествующих операциях (механическая обработка, обработка давлением, литье, сварка), улучшает структуру стали.

Отжиг первого рода. Это отжиг, при котором не происходит фазовых превращений, а если они имеют место, то не оказывают влияния на конечные результаты, предусмотренные его целевым назначением. Различают следующие разновидности отжига первого рода: гомогенизационный и рекристаллизационный.

Гомогенизационный – это отжиг с длительной выдержкой при температуре выше 950єС (обычно 1100–1200єС) с целью выравнивания химического состава.

Рекристаллизационный – это отжиг наклепанной стали при температуре, превышающей температуру начала рекристаллизации, с целью устранения наклепаи получение определенной величины зерна.

Отжиг второго рода. Это отжиг, при котором фазовые превращения определяют его целевое назначение. Различают следующие виды: полный, неполный, диффузионный, изотермический, светлый, нормализованный (нормализация), сфероидизирующий (на зернистый перлит).

Полный отжиг производят путем нагрева стали на 30–50 °С выше критической точки, выдержкой при этой температуре и медленным охлаждением до 400–500 °С со скоростью 200 °С в час углеродистых сталей, 100 °С в час для низколегированных сталей и 50 °С в час для высоколегированных сталей. Структура стали после отжига равновесная, устойчивая.

Неполный отжиг производится путем нагрева стали до одной из температур, находящейся в интервале превращений, выдержкой и медленным охлаждением. Неполный отжиг применяют для снижения внутренних напряжений, понижения твердости и улучшения обрабатываемости резанием

Диффузионный отжиг. Металл нагревают до температур 1100–1200єС, так как при этом более полно протекают диффузионные процессы, необходимые для выравнивания химического состава.

Изотермический отжиг заключается в следующем: сталь нагревают, а затем быстро охлаждают (чаще переносом в другую печь) до температуры, находящейся ниже критической на 50–100єС. В основном применяется для легированных сталей. Экономически выгоден, так как длительность обычного отжига (13 – 15) ч, а изотермического отжига (4 – 6) ч

Сфероидизирующий отжиг (на зернистый перлит) заключается в нагреве стали выше критической температуры на 20 – 30 °С, выдержке при этой температуре и медленном охлаждении.

Светлый отжиг осуществляется по режимам полного или неполного отжига с применением защитных атмосфер ил в печах с частичным вакуумом. Применяется с целью защиты поверхности металла от окисления и обезуглероживания.

2.**Нормализация** – заключается в нагреве металла до температуры на (30–50) єС выше критической точки и последующего охлаждения на воздухе. Назначение нормализации различно в зависимости от состава стали. Вместо отжига низкоуглеродистые стали подвергают нормализации. Для среднеуглеродистых сталей нормализацию применяют вместо закалки и высокого отпуска. Высокоуглеродистые стали подвергают нормализации с целью устранения цементитной сетки. Нормализацию с последующим высоким отпуском применяют вместо отжига для исправления структуры легированных сталей. Нормализация по сравнению с отжигом – более экономичная операция, так как не требует охлаждения вместе с печью. Нормализация — вид термической обработки черных металлов, сходный с отжигом. Заключается в нагреве изделия и охлаждении его на спокойном воздухе. В зависимости от содержания углерода в сталях изделия при нормализации изделия из них приобретают различные свойства. Так, изделия из сталей с малым содержанием углерода становятся более мягкими и пластичными. С повышением содержания углерода в сталях после нормализации изделия из них становятся тверже, упруже. Для высокоуглеродистых сталей нормализация заменяет закалку.

**3.Закалка**

Закалка – это нагрев до оптимальной температуры, выдержка и последующее быстрое охлаждение с целью получения неравновесной структуры.

В результате закалки повышается прочность и твердость и понжается пластичность стали. Основные параметры при закалке – температура нагрева и скорость охлаждения. Критической скоростью закалки называется скорость охлаждения, обеспечивающая получение структуры – мартенсит или мартенсит и остаточный аустенит.

В зависимости от формы детали, марки стали и требуемого комплекса свойств применяют различные способы закалки.

Закалка в одном охладителе. Деталь нагревают до температуры закалки и охлаждают в одном охладителе (вода, масло).

Закалка в двух средах (прерывистая закалка) – это закалка при которой деталь охлаждают последовательно в двух средах: первая среда – охлаждающая жидкость (вода), вторая – воздух или масло.

Ступенчатая закалка. Нагретую до температуры закалки деталь охлаждают в расплавленных солях, после выдержки в течении времени необходимого для выравнивания температуры по всему сечению, деталь охлаждают на воздухе, что способствует снижению закалочных напряжений.

Изотермическая закалка так же, как и ступенчатая, производится в двух охлаждающих средах. Температура горячей среды (соляные, селитровые или щелочные ванны) различна: она зависит от химического состава стали, но всегда на 20–100 °С выше точки мартенситного превращения для данной стали. Окончательное охлаждение до комнатной температуры производится на воздухе. Изотермическая закалка широко применяется для деталей из высоколегированных сталей. После изотермической закалки сталь приобретает высокие прочностные свойства, то есть сочетание высокой вязкости с прочностью.

Закалка с самоотпуском имеет широкое применение в инструментальном производстве. Процесс состоит в том, что детали выдерживаются в охлаждающей среде не до полного охлаждения, а в определенный момент извлекаются из нее с целью сохранения в сердцевине детали некоторого количества тепла, за счет которого производится последующий отпуск.

4.**Отпуск**

Отпуск стали является завершающей операцией термической обработки, формирующей структуру, а следовательно, и свойства стали. Отпуск заключается в нагреве стали до различных температур (в зависимости от вида отпуска, но всегда ниже критической точки), выдержке при этой температуре и охлаждении с разными скоростями. Назначение отпуска – снять внутренние напряжения, возникающие в процессе закалки, и получить необходимую структуру.

В зависимости от температуры нагрева закаленной детали различают три вида отпуска: высокий, средний и низкий.

Высокий отпуск производится при температурах нагрева выше 350–600 °С, но ниже критической точки; такой отпуск применяется для конструкционных сталей.

Средний отпуск производится при температурах нагрева 350 – 500 °С; такой отпуск широко применяется для пружинной и рессорной сталей.

Низкий отпуск производится при температурах 150–250 °С. Твердость детали после закалки почти не изменяется; низкий отпуск применяется для углеродистых и легированных инструментальных сталей, для которых необходимы высокая твердость и износостойкость.

Контроль отпуска осуществляется по цветам побежалости, появляющимся на поверхности детали

### Химикотермическая обработка сплавов.

### 1.Диффузионная металлизация

Это поверхностное насыщение стали металлами.Возможно проведение в жидкой, твердой, газовой средах. Твердый метод предполагает использование порошков из ферросплавов. Жидкой средой служит расплав металла (алюминий, цинк и т. д.). Газовый метод предполагает использование хлористых металлических соединений.

[Металлизация](https://stankiexpert.ru/spravochnik/materialovedenie/metallizaciya.html) дает тонкий слой. Это объясняется малой интенсивностью диффузии металлов в сравнении с азотом и углеродом, так как вместо растворов внедрения они формируют растворы замещения.Такая химико-термическая операция производится при 900 — 1200°С. Это дорогостоящий и длительный процесс.Основное положительное качество — жаростойкость продуктов. Ввиду этого металлизацию применяют для производства предметов для эксплуатационных температур 1000 — 1200°С из углеродистых сталей.

По насыщающим элементам металлизацию подразделяют на алитирование (алюминием), хромирование, борирование, сицилирование (кремнием).

Первая химико-термическая технология придает материалу стойкость к окалине коррозии, однако на поверхности после нее остается алюминий. Алитирование возможно в порошковых смесях либо в расплаве при меньшей температуре. Второй способ быстрее, дешевле и проще.

Хромирование тоже увеличивает стойкость к коррозии и окалине, а также к воздействию кислот и т. д. У высоко- и среднеуглеродистых сталей оно также улучшает износостойкость и твердость. Данная химико-термическая операция в основном производится в порошковых смесях, иногда в вакууме.

Основное назначение борирования состоит в улучшении стойкости к абразивному износу. Распространена электролизная технология с применением расплавов боросодержащих солей. Существует и безэлектролизный метод, предполагающий использование хлористых солей с ферробором или карбидом бора.

Сицилирование увеличивает стойкость к коррозии в соленой воде и кислотах, к износу и [окалине](https://stankiexpert.ru/spravochnik/materialovedenie/zheleznaya-okalina.html) некоторых металлов.

**2.Науглероживание (цементация)**

Это насыщение поверхности стальных предметов углеродом. Данная операция улучшает твердость, износостойкость, а также выносливость поверхности материала. Нижележащие слои остаются вязкими.

Данная химико-термическая технология подходит для предметов из низкоуглеродистых сталей (0,25%), подверженных контактному износу и переменным нагрузкам.

Предварительно необходима механическая обработка. Не цементируемые участки покрывают слоем меди либо обмазками.

Температурный режим определяется содержанием углерода в стали. Чем оно ниже, тем больше температура. Для адсорбирования углерода и диффузии в любом случае она должна составлять 900 — 950°С и выше.

Таким образом, путем насыщения поверхности стальных деталей углеродом достигают концентрации данного элемента в верхнем слое 0,8 — 1%. Большие значения ведут к повышению хрупкости.

[Цементацию](https://stankiexpert.ru/spravochnik/materialovedenie/cementaciya-stali.html) осуществляют в среде, называемой карбюризатором. На основе ее фазы технологию подразделяют на газовую, вакуумную, пастами, в твердой среде, ионную.

При первом способе применяют каменноугольный полукокс, древесный уголь, торфяной кокс. С целью ускорения используют активизаторы и повышают температуру. По завершении материал нормализуют. Ввиду длительности и малой производительности данная химико-термическая технология используется в мелкосерийном выпуске.

Вторая технология предполагает использование суспензий, обмазок либо шликеров.

Газовую среду наиболее часто применяют при цементации ввиду скорости, простоты, возможности автоматизации, механизации и достижения конкретной концентрации углерода. В таком случае используют метан, бензол или керосин.

Более совершенный способ — вакуумная цементация. Это двухступенчатый процесс при пониженном давлении. От прочих методов отличается скоростью, равномерностью и светлой поверхностью слоя, отсутствием внутреннего окисления, лучшими условиями производства, мобильностью оборудования.

Ионный метод подразумевает катодное распыление.

Цементация — промежуточная химико-термическая операция. Далее осуществляют закалку и отпуск, определяющие свойства материала, такие как износостойкость, выносливость при контакте и изгибе, твердость. Главный недостаток — длительность.

**3.Азотирование**

Данным термином называют насыщение материала азотом. Этот процесс производят в аммиаке при 480 — 650°С.

С легирующими данный элемент формирует нитриды, характеризующиеся дисперсностью, температурной устойчивостью и твердостью.

Такая технология химико-термической обработки увеличивает твердость, стойкость к коррозии и износу.

Необходима предварительная механическая и термическая обработка для придания окончательных размеров. Не азотируемые фрагменты покрывают оловом либо жидким стеклом.

Обычно используют температурный интервал от 500 до 520°С. Это дает за 24 — 90 ч. 0,5 мм слой. Толщина определяется длительностью, составом материала, температурой.

[Азотирование](https://stankiexpert.ru/spravochnik/materialovedenie/azotirovanie-stali.html) приводит к увеличению обрабатываемых деталей вследствие возрастания объема верхнего слоя. Величина роста напрямую определяется его толщиной и температурным режимом.

При жидком способе применяют цианосодержащие, реже бесцианитные и нейтральные соли. Ионная химико-термическая операция отличается повышенной скоростью.

Азотирование подразделяют по целевым свойствам: им достигается или улучшение устойчивости к коррозии, либо повышение стойкости к износу и твердости.

**Цианирование, нитроцементация**

Это технология насыщения стали азотом и углеродом. Таким способом обрабатывают стали с количеством углерода 0,3 — 0,4%.

Соотношение между углеродом и азотом определяется температурным режимом. С его ростом возрастает доля углерода. В случае пересыщения обоими элементами слой обретает хрупкость.

На размер слоя влияет длительность выдержки и температура.

[Цианирование](https://stankiexpert.ru/spravochnik/materialovedenie/cianirovanie-stali.html) проводится в жидкой и газовой средах. Первый способ называют также нитроцементацией. Кроме того, по температурному режиму оба типа подразделяют на высоко- и низкотемпературные.

При жидком способе используют соли с цианистым натрием. Основной недостаток — их токсичность. Высокотемпературный вариант отличается от цементации быстротой, большими износостойкостью и твердостью, меньшей деформацией материала. [Нитроцементация](https://stankiexpert.ru/spravochnik/materialovedenie/nitrocementaciya.html) дешевле и безопаснее.

**Законспектировать вышеизложенный материал в тетради. Конспект сдать 4 октября 2021 г.**