ArtemPech. Технология закалки металла в печи

дата публікації: 2019.09.26

Для придания стали определенных эксплуатационных качеств на протяжении многих десятилетий проводится термообработка. Сегодня, как и несколько столетий назад, закалка стали предусматривает нагрев металла и его последующее охлаждение в определенной среде. Температура нагрева стали под закалку должна быть выбрана в соответствии с составом металла и механическими свойствами, которые нужно получить. Допущенные ошибки при выборе режимов закалки приведут к повышению хрупкости структуры или мягкости поверхностного слоя. Именно поэтому рассмотрим способы закалки стали, особенности применяемых технологий, а также многие другие моменты.

Какой бывает закалка метала?

Для чего нужна закалка стали знали еще древние кузнецы. Правильно выбранная температура закалки стали позволяет изменять основные эксплуатационные характеристики материала, так как происходит преобразование структуры.

Закалка – термообработка стали, которая сегодня проводится для улучшения механических качеств металла. Процесс основан на перестроении атомной решетки за счет воздействия высокой температуры с последующим охлаждением.

Технология закалки стали позволяет придать недорогим сортам металла более высокие эксплуатационные качества. За счет этого снижается стоимость изготавливаемых изделий, повышается прибыльность налаженного производства.

Основные цели, которые преследуются при проведении закалки:

- Повышение твердости поверхностного слоя.
- Увеличение показателя прочности.
- Уменьшение пластичности до требуемого значения, что существенно повышает сопротивление на изгиб.
- Уменьшение веса изделий при сохранении прочности и твердости

Существуют самые различные методы закалки стали с последующим отпуском, которые существенно отличаются друг от друга. **Наиболее важными режимами нагрева можно назвать:**

- Температуру нагрева.
- Время, требующееся для нагрева.
- Время выдержки металла при заданной температуре.
- Скорость охлаждения.

Изменение свойств стали при закалке может проходить в зависимости от всех вышеприведенных показателей, но наиболее значимым называют температуру нагрева. От нее зависит то, как будет происходить перестроение атомной решетки. К примеру, время выдержки при закалке стали выбирается в соответствии с тем, какой прочностью и твердостью должно обладать зубчатое колесо для обеспечения длительной эксплуатации в условиях повышенного износа.

При рассмотрении того, какие стали подвергаются закалке стоит учитывать, что температура нагрева зависит от уровня содержания углерода и различных примесей. Единицы закалки стали представлены максимальной температурой, а также временем выдержки.

При рассмотрении данного процесса изменения основных эксплуатационных свойств следует учитывать нижеприведенные моменты:

Закалка направлена на повышение твердости. Однако с увеличением твердости металл становится и более хрупким.

На поверхности может образовываться слой окалины, так как потеря углерода и других примесей у поверхностных слоев больше, чем в середине. Толщина данного слоя учитывается при расчета припуска, максимальных размеров будущих деталей.

Выполняется закалка углеродистой стали с учетом того, с какой скоростью будет проходить охлаждение. При несоблюдении разработанных технологий может возникнуть ситуация, когда перестроенная атомная решетка перейдет в промежуточное состояние. Это существенно ухудшит основные качества материала. К примеру, охлаждение со слишком большой скоростью становится причиной образования трещин и различных дефектов, которые не позволяют использовать заготовку в дальнейшем.

Процесс закалки сталей предусматривает применение камерных печей, которые могут нагревать среду до температуры 800 градусов Цельсия и поддерживать ее на протяжении длительного периода. Это позволяет продлить время закалки стали и повысить качество получаемых заготовок. Некоторые стали под закалку пригодны только при условии нагрева среды до температуры 1300 градусов Цельсия, для чего проводится установка иных печей. Отдельная технология разрабатывается для случая, когда заготовка имеет тонкие стены и грани. Представлена она поэтапным нагревом.

Полную закалку используют обычно для сталей и деталей, которые не подвержены растрескиванию или короблению.
Зачастую технология поэтапного нагрева предусматривает достижение температуры 500 градусов Цельсия на первом этапе, после чего выдерживается определенный промежуток времени для обеспечения равномерности нагрева и проводится повышение температуры до критического значения. Холодная закалка стали не приводит к перестроению всей атомной сетки, что определяет только несущественное увеличение эксплуатационных характеристик.

Как ранее было отмечено, есть различные виды закалки стали, но всегда нужно обеспечить равномерность нагрева. В ином случае перестроение атомной решетки будет проходить так, что могут появиться серьезные дефекты.

Методы предотвращения образования окалины и критического снижения концентрации углерода

Назначение закалки стали проводится с учетом того, какими качествами должна обладать деталь. Процесс перестроения атомной сетки связан с большими рисками появления различных дефектов, что учитывается на этапе разработки технологического процесса.

Даже наиболее распространенные методы, к примеру, закалка стали в воде, характерно появления окалины или существенного повышения хрупкости структуры при снижении концентрации углерода. В некоторых случаях закалка стали проводится уже после финишной обработки, что не позволяет устранить даже мелкие дефекты. Именно поэтому были разработаны технологии, которые снижают вероятность появления окалины или трещин. Примером можно назвать технологию, когда закалка стали проходит в среде защитного газа. Однако сложные способы закалки стали существенно повышают стоимость проведения процедуры, так как газовая среда достигается при установке печей с высокой степенью герметичности.

Более простая технология, при которой проводится закалка углеродистой стали, предусматривает применение чугунной стружки или отработанного карбюризатора. В данном случае сталь под закалку помещают в емкость, заполненную рассматриваемыми материалами, после чего только проводится нагрев. Температура закалки несущественно корректируется с учетом созданной оболочки из стружки. Технология предусматривает обмазывание емкости снаружи глиной для того, чтобы избежать попадание кислорода, из-за чего начинается процесс окислений.

Температура нагрева стали при термообработке
Как ране было отмечено, термообработка предусматривает и охлаждение сталей, для чего может использоваться не только водяная, но, к примеру, и соляная ванная. При использовании кислот в качестве охлаждающей жидкости одним из требований является периодическое раскисление сталей. Данный процесс позволяет исключить вероятность снижения показателя концентрации углерода в поверхностном слое. Чтобы провести процесс раскисления используется борная кислота или древесный уголь. Также не стоит забывать о том, что процесс раскисления сталей приводит к появлению пламя на заготовки во время ее опускания в ванную. Поэтому при закалке, закалкой сталей с применением соляных ванн следует соблюдать разработанную технику безопасности.
Рассматривая данные методы термической обработки с последующим охлаждением следует отметить, что они существенно повышают себестоимость заготовки. Однако сегодня охлаждение в воде или закалка при заполнении камеры кислородом не позволяют повысить показатели свойств стали без появления дефектов.

Закалка стали — технологический процесс

Процедура охлаждения

Рассматривая все виды закалки стали стоит учитывать, что не только температура нагрева оказывает сильное воздействие на структуру, но и время выдержки, а также процедура охлаждения. На протяжении многих лет для охлаждения сталей использовали обычную воду, в составе которой нет большого количества примесей. Стоит учитывать, что примеси в воде не позволяют провести полную закалку с соблюдением скорости охлаждения. Оптимальной температурой воды, используемой для охлаждения закалённой детали, считают показатель 30 градусов Цельсия. Однако стоит учитывать, что жидкость подвергается нагреву при опускании раскаленных заготовок. Холодная проточная вода не может использоваться при охлаждении. Обычно используют воду при охлаждении для получения не ответственных деталей. Это связано с тем, что изменение атомной сетки в данном случае обычно приводят к короблению и появлению трещин. Закаливание с последующим охлаждением в воде проводят в нижеприведенных случаях:

- При цементировании металла.
- При поверхностной закалке.
- При простой форме заготовки.

Детали после финишной обработки подобным образом не охлаждаются.
Для придания нужной твердости заготовкам сложной формы используют охлаждающую жидкость, состоящую из каустической соды, нагреваемой до температуры 60 градусов Цельсия. Стоит учитывать, что закаленное железо при использовании данной охлаждающей жидкости приобретает более светлый оттенок. Специалисты уделяют внимание важности соблюдения техники безопасности, так как могут выделяться токсичные вещества при нагреве рассматриваемых веществ.

Процесс закалки стали

Тонкостенные детали также подвергаются термической обработке. Закалочное воздействие с последующим неправильным охлаждением приведет к тому, что концентрация углерода снизиться до критических значений. Выходом из сложившейся ситуации становится использование минеральных масел в качестве охлаждающей среды. Используют их по причине того, что масло способствует равномерному охлаждению. Однако попадание воды в состав масла становится причиной появления трещин. Поэтому заготовки должны подвергаться охлаждению при использовании масла с соблюдением мер безопасности.
Рассматривая назначение минеральных масел в качестве охлаждающей жидкости следует учитывать и некоторые недостатки этого метода:
Соблюдая режимы нагрева можно создать ситуацию, когда раскаленная заготовка контактирует с маслом, что приводит к выделению вредных веществ.
В определенном интервале воздействия высокой температуры масло может загореться.

Подобный метод охлаждения позволяет выдержать требуемую твердость, измеряемую в определенных единицах, а также избежать появления трещин в структуре, но на поверхности остается налет, удаление которого также создает весьма большое количество проблем. Само масло со временем теряет свои свойства, а его стоимость довольно велика.

Какие именно жидкости используют для охлаждения стали?

Вышеприведенная информация определяет то, что жидкость и режим охлаждения выбираются в зависимости от формы, размеров заготовки, а также того, насколько качественной должна быть поверхность после закалки. Комбинированным методом охлаждения называется процесс

применения нескольких охлаждающих жидкостей. Примером можно назвать закалку детали сложной формы, когда сначала охлаждение проходит в воде, а потом масляной ванне. В этом случае учитывается то, до какой температуры на каком этапе охлаждается металл.

В зависимости от формы изделия, марки стали и нужного комплекса свойств применяют различные способы охлаждения при закаливании стали.
Закалка стали. Закалка металла. Виды закалки. Температура закалки. Закаливаемость. Прокаливаемость. Критический диаметр.

РЕЖИМЫ ЗАКАЛКИ СТАЛИ

1. Закалка в одном охладителе (V1).
Нагретую до нужной температуры деталь переносят в охладитель и полностью охлаждают. В качестве охлаждающей среды используют:
воду – для крупных изделий из углеродистых сталей;
масло – для небольших деталей простой формы из углеродистых сталей и изделий из легированных сталей.
Основной недостаток – значительные закалочные напряжения.
Термическая обработка металла. Термическая обработка металлов и сплавов. Виды термической обработки металлов. Виды термообработки.

2. Закалка в двух сферах или прерывистая (V2).
Нагретое изделие предварительно охлаждают в более резком охладителе (вода) до температуры ~ 3000С и затем переносят в более мягкий охладитель (масло).
Прерывистая закалка обеспечивает максимальное приближение к оптимальному режиму охлаждения. Применяется в основном для закалки инструментов
Недостаток: сложность определения момента переноса изделия из одной среды в другую.

3. Ступенчатая закалка (V3).
Нагретое до требуемой температуры изделие помещают в охлаждающую среду, температура которой на 30 – 50оС выше точки МН и выдерживают в течении времени, необходимого для выравнивания температуры по всему сечению. Время изотермической выдержки не превышает периода устойчивости аустенита при заданной температуре.
В качестве охлаждающей среды используют расплавленные соли или металлы. После изотермической выдержки деталь охлаждают с невысокой скоростью.
Способ используется для мелких и средних изделий.
Отжиг стали. Отжиг второго рода. Полный отжиг. Неполный отжиг. Полный и неполный отжиг. Изотермический отжиг.
Отжиг стали. Отжиг первого рода. Диффузионный отжиг. Отжиг рекристаллизационный. Отжиг для снятия напряжений.

4. Изотермическая закалка (V4).
Отличается от ступенчатой закалки продолжительностью выдержки при температуре выше МН, в области промежуточного превращения. Изотермическая выдержка обеспечивает полное превращение переохлажденного аустенита в бейнит.При промежуточном превращении легированных сталей кроме бейнита в структуре сохраняется аустенит остаточный.
Образовавшаяся структура характеризуется сочетанием
высокой прочности, пластичности и вязкости. Вместе с этим снижается деформация из-за закалочных напряжений, уменьшаются и фазовые напряжения.
В качестве охлаждающей среды используют расплавленные соли и щелочи.

Применяются для легированных сталей.
Нормализация стали. Температура нормализации стали. Процесс нормализации стали.

5. Закалка с самоотпуском.
Нагретые изделия помещают в охлаждающую среду и выдерживают до неполного охлаждения. После извлечения изделия, его поверхностные слои повторно нагреваются за счет внутренней теплоты до требуемой температуры, то есть осуществляется самоотпуск. Применяется для изделий, которые должны сочетать высокую твердость на поверхности и высокую вязкость в сердцевине (инструменты ударного действия: молотки, зубила).

ArtemPech
07403 Київська область, м Бровари
вул. Луценка (Богунського) 26В
Телефони: +38 097 16-11-701, +38 095 512-76-69
E-mail: artem-y@ukr.net
Сайт: artempech.com

Джерело: