

Калужский филиал ПГУПС

**Методическая разработка
по учебной дисциплине
Материаловедение**

программы подготовки специалистов среднего звена
по специальности СПО
23.02.06 Техническая эксплуатация
подвижного состава железных дорог.

Базовая подготовка

Тема: Термическая обработка стали и
чугуна.

Составил: преподаватель Кулешова Т.В.

Содержание.

- Примеры термической обработки некоторых инструментов и деталей.**
- Поверхностная термическая обработка стали.**
- Поверхностная закалка при контактном нагреве.**
- Поверхностная закалка токами высокой частоты (т.в.ч.).**
- Термическая обработка при отрицательных температурах (обработка холодом).**

Примеры термической обработки некоторых инструментов и деталей.

Термическая обработка сверл включает следующие операции:

- 1) подогрев в камерной печи до 550-600⁰С и окончательный нагрев в соляной ванне до температуры закалки; мелкие сверла из стали У10 можно нагревать в соляной ванне без предварительного подогрева; сверла особо мелких размеров при нагреве находятся в вертикальном положении;
- 2) для сверл диаметром больше 12 мм, изготовленных из стали У10, закалка в воде с переносом в масло, а для сверл диаметром меньше 12 мм из стали У10 или 9ХС, Х, ХВГ и др. - закалка в масле; погружать сверла в закалочную жидкость необходимо в строго вертикальном положении; вынимать сверла из масла следует при 150-200⁰С, когда масло дымит на поверхности сверл;
- 3) отпуск в масляной ванне при температуре 150-200⁰С в течение 1-2 часов;
- 4) очистка от масла.

Твердость рабочей части сверл после отпуска должна быть HRC 61-63.

Термическая обработка резцов состоит из ряда операций. Вначале резцы медленно нагревают в печи до 820-850⁰С. Окончательный нагрев до 1230-1300⁰С рекомендуется производить в соляной ванне. При этом в соляной ванне следует нагревать только рабочую часть резца (на расстоянии 20-30мм от режущей кромки). После нагрева охлаждение ведется в масле или в струе воздуха. Отпуск закаленных резцов (трехкратный) производится при температуре 560-580⁰С (см. рис. 1). Твердость резцов после отпуска должна быть HRC 63-66.

Зубила по условиям работы относятся к ударному режущему инструменту. Поэтому они должны обладать твердостью и достаточной вязкостью. Материалом для зубил служит сталь У8А. Термическая обработка их состоит из следующих операций: нагрева до температуры 760-780⁰С; охлаждение рабочей части зубила до 250⁰С в воде, извлечения зубила из ванны и зачистки его рабочей части от окалины; окончательного охлаждения после появления цвета побежалости (отпуск при 250-300⁰С).

Технологический процесс изготовления и термической обработки рабочих частей штампа-матриц и пуансов из стали марок Х12 и Х12М-состоит из следующих операций:

- 1)отжига заготовок;
- 2)предварительной механической обработки;
- 3)первой предварительной закалки в масле с 1000⁰С;
- 4)первого предварительного высокого отпуска при температуре 630-660⁰С;

5) окончательной механической обработки;

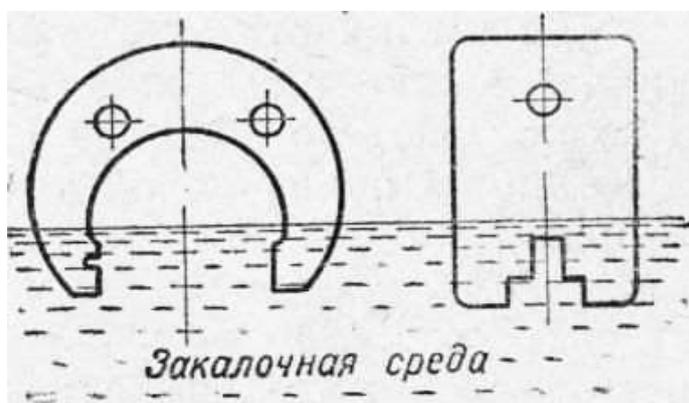
6) ступенчатого нагрева в камерных печах под закалку (сначала нагрев до $600-650^{\circ}\text{C}$ с выдержкой до полного нагрева; затем нагрев до $1050-1100^{\circ}\text{C}$ с выдержкой при этой температуре из расчетов $0,5$ минуты на каждый миллиметр толщины штампа и охлаждение в масле-части крупных штампов или на спокойном воздухе-части мелких штампов);

7) отпуска при температуре $450-550^{\circ}\text{C}$ в течение 2-4 часов;

8) шлифования.

Твердость деталей штампов для холодной штамповки должна быть в среднем HRC52-62.

Скобы и шаблоны, как правило, изготавливают из низкоуглеродистой стали и подвергают цементации на глубину $0,3-1,0$ мм в зависимости размеров инструмента. После цементации инструмент закаливают и отпускают (рис.1)



(рис.1)

Нагрев под закалку производят в камерных печах или в соляных и свинцовых ваннах до температуры $770-800^{\circ}\text{C}$. Охлаждают инструмент из стали марки 20 в воде, а из стали 20Х-в масле. Отпускают инструменты при температуре $150-180^{\circ}\text{C}$ в течение 2-3 часов. Инструмент сложной конфигурации из высокоуглеродистых и легированных сталей при нагреве в ваннах подогревают путем двухкратного или трехкратного погружения в расплавленную соль. Охлаждают скобы и шаблоны в горячем масле или в расплавленной соли, что значительно уменьшает степень деформации.

Уменьшение поводки достигают закалкой только рабочих поверхностей калибров. Многие заводы для стабилизации размеров обрабатывают измерительный инструмент холодом.

Чтобы уменьшить деформацию при закалке, калибры после отжига и предварительной механической обработки подвергают улучшению-закаливают с последующим высоким отпуском при $650-680^{\circ}\text{C}$. После улучшения калибры подвергают окончательной механической обработке с оставлением припуска на шлифование и доводку, затем нагревают до температуры закалки с предварительным подогревом до $600-670^{\circ}\text{C}$.

Нагрев под закалку производится в соляных ваннах. После выдержки при $820-850^{\circ}\text{C}$ калибры охлаждают до $200-150^{\circ}\text{C}$ с переносом в масло (для углеродистых сталей).

Калибры повышенной точности целесообразно после закалки обрабатывать холодом. Сразу же после закалки (или обработки холодом) калибры должны подвергаться отпуску, режим которого зависит от класса точности калибров. Отпуск калибров пониженных классов точности производится при 180°C в течение 2-3 часов, а калибров высоких классов точности - при $125-140^{\circ}\text{C}$ в течение 24-36 часов. После отпуска калибры шлифуют, а затем вторично отпускают при $220-250^{\circ}\text{C}$ в течение 2-4 часов, чтобы снять внутренние напряжения. Твердость калибров после термической обработки должна быть в пределах HRC 56-64.

Поверхностная термическая обработка стали.

В современной технике для многих деталей машин и инструментов требуется, чтобы они имели высокую поверхностную твердость, хорошо сопротивлялись истиранию и в то же время не были хрупки, не разрушались от ударных нагрузок. Термическая обработка, при которой детали закаливаются только с поверхности, а сердцевина остается вязкой,

называется *поверхностной закалкой*.

При поверхностной закалке наружные слои деталей нагреваются выше точки A_{C3} быстро, но на небольшую глубину, чтобы после закалки получить только поверхностную твердость.

Существует несколько способов нагрева деталей при поверхностной закалке: нагрев пламенем газовой горелки; токами высокой частоты по методу В.П.Вологодина; контактный нагрев по методу Н.В.Гевелинга и нагрев в электролите.

Поверхностный нагрев пламенем газовой горелки. Поверхностная закалка стали путем пламенного нагрева заключается в том, что поверхность детали нагревают пламенем перемещающейся ацетилено-кислородной горелки до температуры выше критической

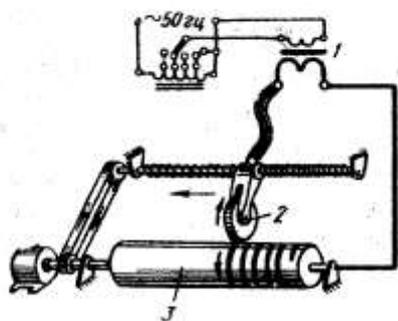


Рис. 47. Схема контактной закалки по методу Н. В. Гевелинга.

точки A_{C3} и быстро охлаждают струей холодной воды (рис.1).

Ацетилено-кислородное пламя имеет температуру $3100-3200^{\circ}\text{C}$ и очень быстро нагревает поверхность изделия до температуры закалки. Нижележащие слои стали не успевают прогреться до критической точки и потому не закаляются. Скорость движения горелки ограничивается определенными условиями и при закалке на глубину 4-6 мм равна от 50 до 150 мм/мин. Расстояние между горелкой и водяным душем от 5 до 40 мм.

Пламенную поверхностную закалку применяют главным образом, чтобы упрочить поверхность крупных стальных деталей.

Цилиндрические детали можно закалять на обычном токарном станке, в суппорте которого закреплена кислородно-ацетиленовая горелка. Закаливаемый вал устанавливается в центрах. Имеются также специальные станки для закалки коленчатых валов, осей, зубчатых колес и т.д. Способом пламенной закалки можно закалять все стали, применяющие обычную закалку, серый чугун, легированные хромоникелевые, хромомолибденовые чугуны и пр.

Твердость закаленных пламенем стальных изделий для разных сталей равна HRC 48-65.

Достоинства поверхностной закалки при нагреве ацетилено-кислородным пламенем: простота и низкая стоимость оборудования, отсутствие обезуглероживания и окисления.

Недостаток: трудность регулирования температуры нагрева и глубины закаленного слоя.

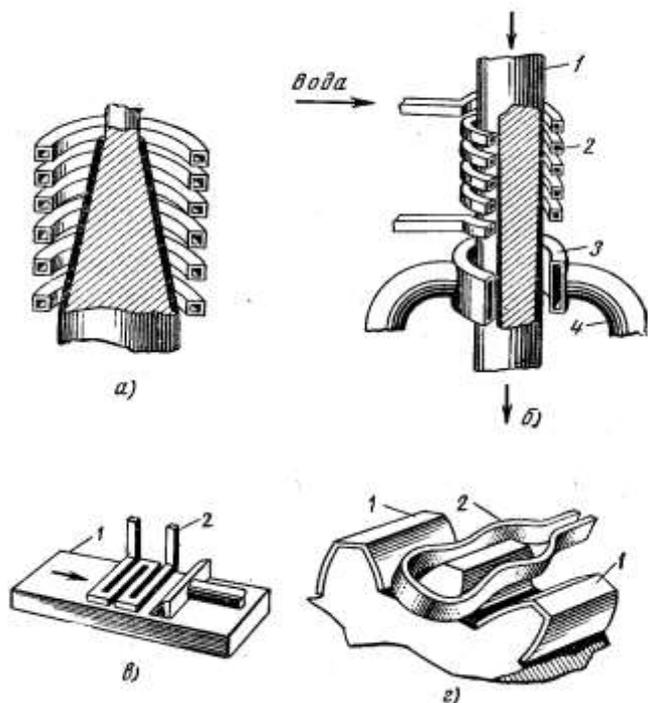
Поверхностная закалка при контактном нагреве. Этот метод заключается в том, что ток из сети 1 (рис.1) через понижающий трансформатор подводится к медным роликам 2, которые перекатываются по поверхности изделия 3 и нагревают его. Изделие при этом служит как бы сопротивлением, включенным в цепь. Вслед за роликами движется душевое устройство; в качестве охлаждающей жидкости обычно применяют воду. Для контактного нагрева поверхности по этому методу используют сварочные трансформаторы мощностью от 25-200квт. Скорость движения роликов 5-8 мм/сек при глубине закалки 2-3мм, напряжение 2-6в, плотность тока 350-550а на 1 мм ширины ролика (ролики применяют шириной 10-100мм). Ролики прижимаются к нагреваемой поверхности с силой 10-15кГ (100-150Н) на 1 мм ширины ролика. При необходимости увеличить глубину закалки уменьшают скорость движения роликов. Существует два способа контактной электрозакалки: закалка широким роликом по всей ширине обрабатываемой поверхности и ленточная термическая обработка. Закалка по всей ширине осуществляется медным роликом шириной 75-100мм; таким образом, закаливаются стыки рельсов, бандажи паровозов, шейки коленчатых валов, направляющие станины станков и т.п. Ленточную закалку применяют для цилиндрических поверхностей значительной длины. Контактная закалка менее производительна по сравнению с индукционной высокочастотной закалкой и, кроме того, многие фасонные изделия (например, зубчатые колеса) по своей конфигурации не могут быть закалены этим методом.

Поверхностная закалка токами высокой частоты (т.в.ч.). Такая закалка дает возможность в короткое время получить на изделии хорошо сопротивляющийся износу поверхностный слой при мягкой и вязкой сердцевине. Этот эффективный метод, получивший широкое распространение в нашей промышленности, разработан в 1935г. В.П.Вологдиным. При закалке нагреваемое изделие помещают внутрь медной спирали, по которой пропускается ток высокой частоты. Этот ток создает вокруг спирали сильное переменное магнитное поле, поэтому в стальном изделии индуктируются вторичные короткозамкнутые (вихревые) токи. Индукционные вихревые токи сосредоточены только на поверхности изделия и нагревают его на определенную глубину. Чтобы спираль первичного тока не нагревалась, ее делают из медно трубки, через которую пропускают воду. Такие спирали называют индукторами (возбудителями вторичного тока).

Индукторы могут иметь несколько витков (рис.2) или один, охватывающий нагреваемое изделие. При закалке некоторых участков индукторы делают в виде петель, рамок и т.д. в зависимости от конфигурации закаливаемого изделия.

При достаточной силе тока индуктируемый ток выделяет такое количество тепла, которое за 3-5 секунд нагревает поверхностный слой до закалочной температуры.

При закалке небольших деталей применяют *способ одновременной закалки* (рис.3). В этом случае вся поверхность закаливаемой детали находится в зоне действия индуктора и нагревается одновременно. Деталь в индукторе должна вращаться, т.к. в месте подвода шин к кольцу индуктора нагрев получается более слабым. По окончании нагрева реле времени отключает индуктор от генератора и включает водяной душ, который одновременно охлаждает всю деталь. Этот способ является высокопроизводительным, но его применение ограничивается мощностью генератора.



Детали значительной длины закаливаются непрерывно-последовательным способом, схема которого показана на рис. 1б.

Если необходимо закалить отдельные части детали, то целесообразно применять способ последовательной закалки. При этом способе закаливаемая поверхность нагревается и охлаждается по частям, например, каждый зуб зубчатого колеса (рис.1г) и т.п. Чтобы уменьшить внутреннее напряжение, детали сразу после закалки подвергают низкому отпуску в масляной ванне или в печи при температуре 150-250 °С, в зависимости от марки стали детали. Время выдержки при отпуске 1-3 часа.

Индукционный способ закалки обладает следующими преимуществами: можно получить закаленный слой глубиной от сотых долей миллиметра до 8-10мм, причем структура закаленного слоя получается мелкозернистой; регулировать время нагрева, толщину закаленного слоя и температуру нагрева для деталей любой конфигурации; автоматизировать процесс; обеспечивать очень большую производительность по сравнению с другими методами; предохранять поверхность от обезуглероживания и от окисления.

Способ индукционного нагрева т.в.ч. широко применяют в промышленности. В автотракторной промышленности его используют, например, для закалки коленчатых валов, кулачковых валиков, зубчатых колес и многих других деталей; в станкостроение этим методом закаливают зубчатые колеса, валики, оси, рейки, планки, направляющие станин и др.; в инструментальном производстве-метчики, плашки, калибры и др.

Термическая обработка при отрицательных температурах (обработка холодом). Сущность данного метода заключается в дополнительном, более полном превращении в мартенсит остаточного аустенита закаленной стали. Метод разработан советскими учеными А.П.Гуляевым, С.С.Штейнбергом и др. Обработку холодом применяют для сталей, содержащих не менее 0,6%С, и для легированных сталей, в структуре которых после закалки сохраняется значительное количество остаточного аустенита.

Обработку холодом проводят сразу после остывания закаленных изделий до комнатной температуры путем их погружения в среду, имеющую температуру ниже нуля. После выдержки изделия извлекают на воздух. Выдержку при обработке холодом определяют временем, необходимым для полного охлаждения всего изделия и выравнивания температур по сечению. Охлаждают изделие до отрицательных температур в смеси твердой углекислоты (сухой лед со спиртом, дающий охлаждение до -78°C) либо в жидком азоте (-196°C). Кроме того, применяют холодильные установки, позволяющие изменять температуру рабочей камеры в больших пределах. В результате обработки холодом за счет превращения остаточного аустенита в мартенсит повышаются твердость, износоустойчивость и стабилизируются размеры деталей.

Обработку холодом наиболее широко применяют в инструментальном производстве для повышения стойкости инструмента, в шарикоподшипниковой промышленности - для увеличения стабилизации шарикоподшипников и улучшения износа устойчивости цементированных деталей.

Литература.

1. Плошкин В.В. Материаловедение: учебник для СПО / В.В.Плошкин. 3-е изд., перераб. и доп.-М.: Издательство Юрайт.2017.-463с.-Серия:Профессиональное образование. ISBN 978- 5-534—02459-3
2. Бондаренко Г.Г. Материаловедение: учебник для СПО/ Г.Г. Бондаренко.-2-е изд.-М.: Издательство Юрайт.2017. 362с. Серия: Профессиональное образование. ISBN 978-5-534-00172-3
- 3.Власова И.Л. Материаловедение: учеб.пособие.-М.: ФГБУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2016.-129 с. ISBN 978-5-89035-922-3
5. Интернет-ресурсы: “Все о материалах и материаловедении”. Форма доступа: <http://materiall.ru>