

ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА СТАЛИ: ВИДЫ ДИФФУЗИОННОЙ МЕТАЛЛИЗАЦИИ

Дилсабо Нормаматовна ЧОРИЕВА

доцент

Каршинский инженерно-экономический институт

Карши, Узбекистан

Аннотация

В статье приведены сведения об особенностях стали как металла, ее составе, видах оборудования, изготавливаемого из вторичной стали, мерах, принимаемых для повышения прочности стали, термической обработки, с описанием всех марок стали и уровней прочности.

Ключевые слова: цементация, материал, детали, сталь, углерод, технология, азотирование.

ПЎЛАТГА КИМЎВИЙ-ТЕРМИК ИШЛОВ БЕРИШ: ДИФФУЗИОН МЕТАЛЛИЗАЦИЯ ТУРЛАРИ

Дилсабо Нормаматовна ЧОРИЕВА

Доцент

Қарши муҳандислик-иқтисодиёт институти

Қарши, Ўзбекистон

Аннотация

Мақолада пўлатнинг таркиби, қайта ишланган пўлатдан қандай ускуналар ишлаб чиқарилиши, пўлатнинг мустаҳкамлигини ошириш бўйича кўриладиган чора-тадбирлар ҳамда пўлатнинг мустаҳкамлик даражаларининг тавсифлари билан бирга термик ишлов бериш ҳақида маълумотлар берилган.

Таянч сўзлар: цементация, материал, деталлар, пўлатлар, углерод, технология, азотлаштириш.

При химико-термической обработке (ХТО) происходит изменение химического состава металла или сплава с поверхности на определенную глубину.

Для изменения химического состава изделие нагревают в активной среде. Во время выдержки изделие диффузионно обогащается элементами из внешней среды. Можно выделить три одновременно протекающих процесса, обеспечивающих обогащение изделия элементами из внешней среды.

1. Образование химического элемента в активированном состоянии. Чаще всего выделение активного автоматного элемента происходит в результате различных реакций.

2. Адсорбция атомов поверхностью изделия. Адсорбция может быть физическая (благодаря действию вандерваальсовых сил притяжения) или химическая с возникновением сильных химических связей между адсорбируемыми атомами металлической поверхности детали.

3. Диффузия адсорбированных атомов от поверхности в глубь изделия.

Первый процесс (создание активной среды) можно регулировать, второй процесс (адсорбция) протекает быстро, а третий процесс (диффузия) – наиболее длительный, от него зависит глубина зоны и распределение в ней насыщающего элемента. Скорость диффузии в решетке железа различных элементов неодинакова. Если элемент образует с железом раствор внедрения, диффузия протекает намного быстрее, чем в случае образования раствора замещения. Растворы внедрения образуют, например, С, N, а растворы замещения Cr, Al, Si и др.

Кроме того, скорость диффузии сильно зависит от температуры – коэффициент диффузии экспоненциально растет с повышением температуры. Зависимость толщины диффузионного слоя от продолжительности выдержки носит обычно параболический характер, т.е. с течением времени скорость увеличения толщины слоя непрерывно уменьшается. В зависимости от того, каким элементом насыщают поверхностный слой, различают цементацию (насыщение углеродом, азотирование (насыщение азотом), нитро цементацию (комбинированное насыщение углеродом и азотом), диффузионную металлизацию (насыщение хромом, алюминием и др.).

При цементации осуществляется насыщение углеродом поверхностного слоя изделий из вязкой малоуглеродистой стали с 0,1..0,25% С. На поверхности должно получиться после насыщения 0,8...1% С. После цементации обязательно назначают термическую обработку, в результате которой на поверхности создается структура высокоуглеродистого

мартенсита (иногда с карбидами), который обеспечивает высокую твердость, износостойкость и выносливость поверхности при сохранении высокой вязкости сердцевины. Различают два основных вида цементации: в твердой и газовой средах.

Детали укладывают в металлические ящики и пересыпают карбюризатором, который состоит из древесного угля с добавками углекислых солей BaCO_3 , Na_2CO_3 . Ящик закрывают, щели замазывают огнеупорной глиной, ставят в печь и выдерживают при температуре 900-9500°C (структура стали должна быть аустенитной, т.к. углерод хорошо растворяется только в Fe_γ , т.е. выше точки Ac_3). За счет кислорода воздуха происходит неполное сгорание угля: $2\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}$.

На поверхности детали происходит разложение CO по реакции: $2\text{CO} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{C}$ атомарный.

Образующиеся атомы углерода адсорбируются поверхностью изделий. Углекислые соли в карбюризаторе активируют процесс, пополняя количество атомарного углерода, например, по схеме:



Глубина цементованного слоя обычно составляет 0,5÷1,5 мм. Цементация в твердом карбюризаторе – малопроизводительный процесс: на каждые 0,1-0,12 мм требуется 1 час выдержки.

Цель термической обработки – получить высокую твердость поверхностного слоя и вязкость сердцевины. После цементации в детали возникает структура перегрева (крупное аустенитное зерно), получающаяся из-за многочасовой выдержки при температуре цементации. Содержание углерода в сердцевине и на поверхности изделия разное, поэтому оптимальные температуры нагрева под закалку и для исправления структуры будут различные, в связи с этим для ответственных деталей после твердой цементации проводят двойную закалку.

При первой закалке нагревают до 850-900^oC (выше верхних критических точек для сердцевины и поверхностного слоя), чтобы произошла полная перекристаллизация аустенита с измельчением зерна и растворением цементитной сетки. Охлаждение проводят в масле или на воздухе (нормализация). Ускоренное охлаждение необходимо, чтобы в поверхностном слое цементит выделился не в виде сетки по границам зерен, а мелкими включениями. Таким образом, первая закалка назначается для измельчения зерна в сердцевине и устранения цементитной сетки на поверхности, но поверхностный слой при этом оказывается перегретым (крупнозернистым). Поэтому применяют вторую закалку (неполную) с температуры 760-780^oC, оптимальную для заэвтектоидной стали поверхностного слоя. После второй закалки цементованный слой состоит из мелкоигольчатого высокоуглеродистого мартенсита и глобулярных включений вторичного карбида.

Если сталь нелегированная, то из-за низкой прокаливаемости малоуглеродистой стали сердцевина остается сырая со структурой феррита и небольшого количества перлита.

В легированной стали сердцевина прокаливается насквозь, поэтому в сердцевине получается низкоуглеродистый, вязкий мартенсит. Для легированной стали чаще всего проводят одинарную закалку с температуры 850-870^oC. Природномелкозернистую сталь можно закалывать сразу с температуры цементации, предварительно подстуживая изделия до температуры 840-860^oC.

После закалки цементованные изделия всегда подвергают низкому отпуску (160-180^oC) для снятия закалочных напряжений.

После газовой цементации, когда время пребывания при высокой температуре сокращается в 1,5-2 раза, обычно проводят упрощенную термическую обработку: закалку с цементационного нагрева. В последнее время все шире применяется закалка ТВЧ с последующим самоотпуском.

Цементации подвергают качественные стали 08, 10, 15, 20, 25 и легированные 18ХГТ, 12ХНЗА, 18Х2Н4В и др. В легированных сталях после закалки в цементированном слое может находиться большое количество остаточного аустенита, который снижает твердость и некоторые другие свойства. Для устранения Ауст. иногда применяется обработка холодом или другая, более сложная, термообработка. Наличие остаточного аустенита приводит к нестабильности размеров, что недопустимо для точных деталей и измерительного инструмента. Цементованные детали после закалки имеют в поверхностном слое значительные остаточные напряжения сжатия, что приводит к повышению предела выносливости стали.

Недостатком цементации является повышение себестоимости деталей в 2,5-3 раза по сравнению с деталями, упрочненными закалкой ТВЧ, поэтому, где это возможно, цементацию устраняют, применяя другие стали с закалкой ТВЧ.

Азотированием стали называется процесс диффузионного насыщения поверхностного слоя стальных изделий азотом при нагревании их в среде, содержащей аммиак. Азотирование производят для повышения поверхностной твердости и износостойкости изделий или защиты их поверхностей от коррозии. Поэтому различают прочностное и декоративное (антикоррозионное) азотирование. При азотировании стали образуются следующие фазы: α - фаза – твердый раствор азота в α - железе; γ' – нитрид железа Fe_4N ; ϵ - нитрид Fe_3N . После медленного охлаждения с температуры азотирования в диффузионном слое фазы располагаются в следующей последовательности от поверхности к сердцевине: $(\epsilon + \gamma') \rightarrow (\gamma') \rightarrow (\alpha + \gamma')$ – сердцевина (сорбит или $\Phi + \Pi$). Аммиак при нагреве диссоциирует: $2NH_3 \rightarrow 6H + 2N$.

Технология процесса азотирования

1. Предварительная термическая обработка заготовки: закалка и высокий отпуск (улучшение) для получения повышенной прочности и

вязкости в сердцевине изделия. Структура после такой обработки – сорбит отпуска.

2.Механическая обработка деталей, включающая шлифование, с получением окончательных размеров изделия.

3.Защита участков, не подлежащих азотированию, тонким слоем олова, жидкого стекла или других веществ.

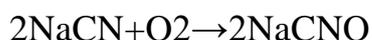
4.Азотирование.

5.Окончательная доводка изделия.

Азотированию подвергают гильзы цилиндров, шпиндели, ходовые винты, червяки, валики, втулки, шестерни, детали, работающие в условиях изнашивания в коррозионной среде. Азотирование применяется для повышения износостойкости и уменьшения схватывания трущихся деталей из титановых сплавов.

Азотирование в тлеющем разряде. Анодом является контейнер установки, а катодом – детали. Между ними возбуждается тлеющий разряд, и ионы газа, бомбардируя поверхность катода, нагревают ее до температуры насыщения. Атмосфера, где находятся детали, содержит азот. При этом ускоряются диффузионные процессы в 1,5 – 2 раза, отмечается незначительная деформация изделий, уменьшается продолжительность процесса.

Цианирование (нитроцементация). Диффузионное насыщение поверхностного слоя стальных изделий одновременно углеродом и азотом в газовой среде называется нитроцементацией, а в расплаве, содержащем цианистые соли – цианированием. И цианирование, и нитроцементация бывают высокотемпературные и низкотемпературные. При цианировании используют ванны с расплавленными цианистыми солями, например, NaCN с добавками солей NaCl, BaCl₂ и др. При цианировании от взаимодействия ванны с кислородом происходят реакции:





В качестве газовой среды при нитроцементации применяют смесь, состоящую из аммиака и науглероживающих газов (метан, эндогаз).

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Mamatov, F., Mirzaev, B., Mirzahodzhaev, S., Uzakov, Z., & Choriyeva, D. (2021). Development of a front plow with active and passive working bodies. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 1030, No. 1, p. 012164). IOP Publishing.

2. Mirzakhodjaev, S., Shodiev, K., Uralov, G., Badalov, S., & Choriyeva, D. (2021). Efficiency of the use of the active working body on the front plow. In E3S Web of Conferences (Vol. 264, p. 04047). EDP Sciences.

3. Mamatov, F., Ergashev, I., Mirzaev, B., Pardaev, X., & Chorieva, D. (2021, February). Research of the Penetration Process of the Frontal Plow. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1779, No. 1, p. 012002). IOP Publishing.

4. Aldoshin, N., Kurbanov, S., Abdullaev, A., Khujayev, A., & Choriyeva, D. (2021). Parameters of the angle-lift of the front plow for smooth, rowless plowing. In E3S web of conferences (Vol. 264, p. 04042). EDP Sciences.

5. Badalov S., Choriyeva D., Raxmatov D. PLUG FOR EVEN PLOWING WITHOUT A FURROW //Science and Innovation. – 2022. – Т. 1. – №. 8. – С. 638-640.

6. Choriyeva D. DESCRIPTION, DIDACTIC REQUIREMENTS AND CONDITIONS OF SUBJECTS THAT DEVELOP STUDENTS' CREATIVE ABILITIES RELATED TO GENERAL PROFESSIONAL SUBJECTS //Science and innovation. – 2022. – Т. 1. – №. B6. – С. 296-298.