

соответствующей температуре закалки детали охлаждаются газом. Тип используемого газа и необходимое давление зависят от детали (материал, форма), а также от требуемых результатов термообработки, и может выбираться заранее.

Это технология имеет ряд основных преимуществ:

- отсутствует окисление поверхности, уменьшаются припуски на металлообработку;
- светлая поверхность при термообработке легкоокисляемых металлов и сплавов, разрушается исходная оксидная пленка и не образуется новая;
- отсутствует обезуглероживание в поверхностном слое в условиях безокислительного нагрева;
- исключается водородное охрупчивание поверхности стали;
- дегазация из поверхностного слоя изделия как сопутствующий процесс при нагреве;
- деформация и коробление деталей минимальны;
- комбинированная термообработка в вакууме и защитной среде;
- обеспечивается чрезвычайно высокое качество термообработки;
- экологическая безопасность технологии.

Для термообработки металлов в вакууме можно применять электрические печи сопротивления или индукционные.

Вакуумная термическая обработка металлоизделий стала крайне необходимой технологией во многих отраслях промышленности как наиболее практичная и универсальная, а в ряде случаев безальтернативная технология.

УДК 669.58

Виды цементации

Студент гр. 10401113 Шуман А.Ю.
Научный руководитель – Вейник В.А.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Цементация – процесс поверхностного насыщения стали углеродом при температуре 900 – 950°С. Цементации подвергают малоуглеродистые и низколегированные стали (менее 0,2% например, стали 12ХНЗА, 18ХНВА и др.), реже легированные и высокоуглеродистые стали. Этот процесс с последующей термообработкой позволяет получить на деталях высокую поверхностную твердость (до НРС65), прочность и износостойкость при вязкой сердцевине. Оптимальное содержание углерода в цементированном слое 0,8...0,9%, но не более 1,2%. Толщина слоя 0,5...2,0 мм.

Цементацию проводят в газовой среде, в твердом карбюризаторе, жидкой среде и в различных пастах.

При твердой цементации детали загружают в ящики вместе с карбюризатором — веществом, содержащим углерод. Карбюризатором является смесь древесного угля с углекислыми солями (активаторами), вводимыми в количестве 20...40%. Добавление к углю углекислых солей (BaCO_3 , Na_2CO_3 , K_2CO_3) активизирует карбюризатор вследствие образования углекислого газа при разложении солей и реакции с углем ($\text{BaCO}_3 = \text{BaO} + \text{CO}_2$; $\text{CO}_2 + \text{C} = 2\text{CO}$).

Оптимальный размер твердых частиц карбюризатора составляет 3...5 мм. Цементационный ящик изолируют от внешней среды, промазывая швы и щели специальными огнеупорными обмазками, в помещают в печь, нагретую до 900...950° С.

Для газовой цементации используют различные газы, содержащие углерод: окись углерода, предельные углеводороды ($\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$) – метан, этан, пропан, бутан, природный газ и др. Газ готовится отдельно. Температура газовой цементации 920...950°С.

В процессе цементации достигается лишь выгодное распределение углерода по глубине поверхностного слоя детали. Поэтому для получения высокой твердости и износостой-

кости поверхностного слоя при вязкой сердцевине детали после цементации подвергают закалке (850...900°C) и низкому отпуску (180...200°C).

Цементированный слой детали после такой обработки имеет твердость HRCэ58...62, а сердцевина – порядка HRCэ 25...35. Цементация в жидких средах используется для упрочнения сталей на малую глубину, до 0,2 мм. Она осуществляется в расплаве солей 75 ...85% Na₂CO₃ и 10...15% NaCl с добавкой 6...10% карбида кремния (SiC); последний, взаимодействуя с содой, разлагается и выделяется атомарный углерод. Процесс ведется при температуре 815...850°C в зависимости от состава стали.

В последнее время имеются рекомендации о применении вакуумной цементации, проводимой при температуре 1040°C (нагрев. 45 мин, выдержка 32 мин, глубина слоя 1,25 мм) с последующей закалкой. Этот процесс имеет ряд преимуществ: высокая скорость цементации, хорошая чистота поверхности, нет внутреннего окисления, небольшой расход карбюризатора. Процесс обработки полностью автоматизирован.

Цементированные детали из легированных сталей после закалки рекомендуется подвергать обработке холодом (-40...-70°C) с последующим низким отпуском.

При обработке холодом продолжительность выдержки устанавливается не менее 2 ч. Обработка холодом проводится с целью завершения процесса превращения остаточного аустенита в структуре цементированного слоя в мартенсит, в результате чего повышаются твердость (HRCэ > 61) и износоустойчивость цементированного слоя и стабилизируются размеры деталей.

УДК 669.295

Ионное азотирование титана и его сплавов

Студент группы 104210 Шевцов А.Ю.

Научный руководитель – Ткаченко Г.А.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

В настоящее время эффективным способом модификации поверхности титана и его сплавов является химико-термическая обработка (ХТО), а именно – процесс азотирования. Недостатком газового азотирования является длительное время обработки (более 30 ч), и, кроме того, температура достигает 950...1470° С. Одним из путей интенсификации процесса азотирования является использование тлеющих разрядов в газе, что позволяет наряду с большой скоростью насыщения сплавов азотом получать целенаправленно контролируемую структуру поверхностного слоя при сохранении механических свойств материала с учетом конкретных условий эксплуатации изделий.

В разряженной газовой среде между катодом и анодом возбуждается тлеющий разряд, который ионизирует газ. Ионизация газа – процесс образования положительных или отрицательных ионов из электрически нейтральных частиц. Ионизация газовой среды характеризуется степенью ионизации, равной отношению концентраций заряженных частиц к концентрации нейтральных частиц.

Вольт-амперная характеристика газового разряда – это кривая, характер которой обусловлен большим числом факторов, основными из которых являются: давление, состав газа, материал катода, температура процесса, состояние поверхности, и конфигурация электродов.

Тлеющий разряд – это самостоятельный газовый разряд, отличающийся малой плотностью тока на катоде и большим катодным падением потенциала. Таким образом, ионная ХТО – это химико-термическая обработка в сильных электростатических полях, т. е. катодный процесс. Положительные ионы газа, ускоренные в области катодного падения потенциала, непрерывно бомбардируют поверхность катода и выбивают из него электроны.