

3. Palmquist, S. // *Jernkontorets Annaler.* – Швеция: 1957. – №5 (V. 141). – P. 300-307.
4. Твердость и хрупкость металлоподобных соединений / Г.В. Самсонов [и др.] // *Физика металлов и металловедение.* – 1959. – Т. 8. Вып. 4. – С. 622-630.
5. Многоязычный толковый словарь «Металлы: Строение, Свойства, Обработка» / Под ред. проф. В.Я. Кершенбаума, проф. Б.А. Прусакова. – М.: Издательский Центр «Наука И Техника», 1999. – 710 с.
6. Лахтин Ю.М., Арзамасов Б.Н. Химико-термическая обработка металлов. Учебное пособие для вузов. – М.: Металлургия, 1985. – 256 с.
7. Глазов, В.М. Микротвердость металлов / В.М. Глазов, В.Н. Вигдорович. – М.: Металлургиздат, 1962. – 224 с.
8. Химико-термическая обработка металлов и сплавов. Справочник / Г.В. Борисенко, Л.А. Васильев, Л.Г. Ворошнин; под ред. Л.С. Ляховича – М.: Металлургия, 1981. – 424 с.
9. Крукович, М.Г. Разработка теоретических и прикладных аспектов управления структурой и свойствами борированных слоев и их использование при производстве транспортной техники // Дисс. докт. техн. наук. – М.: МНИТ, ВНИИЖТ, 1995. – 416 с.
10. Григоров, П.К. Методика исследования хрупкости борированного слоя / П.К. Григоров, Б.Б. Катханов // Повышение надежности и долговечности деталей машин: труды НИИТМа. – Ростов-на-Дону: 1972. – Вып. XVI. – С. 97-99.

УДК 621.78.061

Вакуумная термообработка металлических изделий

Студентка гр. 104211 Шкут В.А.
Научный руководитель – Вейник В.А.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Термическая обработка в вакууме и методы вакуумной плавки сегодня широко используются для создания широкого спектра материалов, получение которых невозможно никаким другим способом. При термообработке в соляных ваннах и печах с окислительной или защитной атмосферой у обрабатываемых деталей на поверхности образуется либо пленка оксидов, либо окалина. В общепромышленных электропечах достаточно тяжело контролировать деформацию и коробление деталей по целому ряду причин:

- тепловой удар из-за погружения деталей в расплав солей,
- пластическая деформация при переносе металлоизделий в закалочный бак,
- коробление, возникающее при закалке в электропечах с защитной или окислительной атмосферой.

Для решения этой проблемы стали применять вакуумные электропечи сопротивления.

Вакуумные технологии незаменимы для производства специальных сплавов, которые не могут быть получены вне вакуума или инертной атмосферы вследствие их высокой окисляемости. Контролируемая атмосфера ограничивает формирование окисных неметаллических включений в расплаве.

Вакуумная термообработка металлических изделий быстроразвивающаяся технология машиностроения. Для проведения термообработки в термическом цехе партия деталей помещается в вакуумную печь. Вакуумная печь представляет собой камеру, работающую под давлением, оснащённую теплоизоляцией и системой нагрева. После загрузки камера вакуумируется так, что воздух удаляется из камеры, т.е. нет риска окисления деталей. Детали нагреваются в вакууме или конвективно. При конвективном нагреве, инертный газ, обычно азот, при давлении до 2 бар, подаётся в камеру после вакуумирования. Путём перемешивания газа во время нагрева достигается высокая равномерность температуры в деталях и садке, что снижает возможность появления короблений. После соответствующей выдержки при

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 НRCэ65), 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-