

УПРОЧНЕНИЕ МЕТАЛЛОВ

Глава 1

КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ УПРОЧНЕНИЯ МЕТАЛЛОВ

Методы упрочнения металлов можно условно разделить на шесть основных классов (табл. 1). Методами одного класса осуществляются процессы различных типов.

Внешние условия протекания процессов неодинаковы: в газовой среде; в жидкости; в пасте; без использования или с использованием теплоты при нормальном, повышенном или высоком давлении; в низком, среднем или глубоком вакууме; в атмосфере водяного, водогазового или ионного пара; в контролируемых атмосферах экзогаза или эндогаза; в электропроводящей или диэлектрической среде; в среде с поверхностно-активными или абразивными свойствами; в магнитном, электрическом, гравитационном или термическом поле. Выбор сочетаний внешних условий и характеризует специфические особенности технологических процессов.

Любой экономически обоснованный метод упрочнения требует проверки типовой технологии в конкретных условиях для каждого вида упрочняемого изделия. Применяемость метода определяют по основным факторам, характеризующим внешние и внутренние условия эксплуатации упрочненных изделий и технико-экономические возможности использования метода в сложившихся условиях и в перспективном периоде. В каждом конкретном случае для каждого вида упрочняемого изделия на выбор и принятие обоснованного решения о целесообразности использования метода упрочнения влияет своя, специфическая, группа факторов. Наиболее полная оценка приемлемости метода для данных условий возможна в том случае, если рассматривается наиболее полное число факторов и связи между ними. С этой целью рационально изучить и классифицировать основные факторы, действующие в данных конкретных условиях.

Внедрение технологии упрочняющей обработки требует проведения большого комплекса подготовительных работ. В их числе – определение номенклатуры изделий, деталей и поверхностей, упрочнение которых целесообразно и необходимо; выбор наиболее эффективного, экономически оптимального метода упрочнения, его экспериментальная проверка в лабораторных условиях; подготовка материальной базы – приобретение и изготовление стандартизованного и нестандартизованного оборудования, различных приборов и инструментов; подготовка производственных помещений и коммуникаций; накопление основных и вспомогательных материалов;

1. Классификация методов упрочнения металла

Класс методов упрочнения	Метод	Типы процессов
1. Упрочнение созданием пленки на поверхности изделия	Осаждение химической реакции Электролитическое осаждение Осаждение твердых осадков из паров Напыление износостойких соединений	Химическое оксидирование, никелирование, сульфидирование, кадмирование, фосфатирование, нанесение упрочняющего смазочного материала, осаждение из газовой фазы Электролитическое хромирование, никелирование, никельфосфатирование, борирование, борохромирование, хромофосфатирование Электроискровое легирование, катодно-ионная бомбардировка, прямое электроннолучевое испарение, реактивное электроннолучевое испарение, электрохимическое испарение, термическое испарение тугоплавких соединений Плазменное напыление порошковых материалов, детонационное напыление, электродуговое напыление, лазерное напыление
2. Упрочнение изменением химического состава поверхностного слоя металла	Диффузионное насыщение	Химико-термическое нитрооксидирование, нитроцементация, цементация, карбонитрация, карбохромирование, азотирование, хромоазотирование, хромотитанирование, хромосилицирование, хромоалитирование, борохромирование, борирование, цианирование, сульфацирование, диффузионное хромирование, диффузионное никелирование, циркосилицирование, бороциркование, легирование маломощными пучками ионов
3. Упрочнение изменением структуры поверхностного слоя	Физико-термическая обработка Электрофизическая обработка Механическая обработка Наплавка легированного металла	Лазерная закалка, плазменная закалка Электроимпульсная обработка, электроконтактная обработка, электроэрозионная обработка, ультразвуковая обработка Упрочнение вибрацией, фрикционно-упрочняющая обработка, дробеструйная обработка, обработка взрывом, термомеханическая обработка, прокатывание, волочение, редуцирование, термопластическая обработка Наплавка газовым пламенем, электрической дугой, плазмой, лазерным лучом, пучком ионов
4. Упрочнение изменением энергетического запаса поверхностного слоя	Обработка в магнитном поле	Обработка: электроферромагнитная, в импульсном магнитном поле
5. Упрочнение изменением шероховатости поверхности	Электрохимическое полирование Обработка резанием Пластическое деформирование	Окунание в ванну (в струе электролита) Шлифование, суперфиниширование, хонингование Накатка, раскатка
6. Упрочнение изменением структуры всего объема металла	Термическая обработка при положительных температурах Криогенная обработка	Закалка: светлая, несквозная, сквозная, изотермическая, с самоотпуском, с подстуживанием, с непрерывным охлаждением и ступенчатая. Отпуск высокий и низкий Закалка с обработкой холодом от температуры закалки или охлаждение от нормальной температуры, термоциклирование

При всей условности такой классификации она позволяет выбрать принципиальные направления, процессы и методы упрочняющей обработки в зависимости от исходных требований к работоспособности изделия. В

необходимых случаях ею можно воспользоваться как инструментом для создания новых, оригинальных технологических процессов путем комбинирования и перемещения методов и условий выполнения известных способов.

Глава 2

УПРОЧНЕНИЕ ТЕРМИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Отжиг и нормализация сталей

Отжиг. Для получения структур, близких к равновесному состоянию, применяют отжиг – нагрев стали до заданной температуры, выдержку при ней и последующее медленное охлаждение. В процессе отжига улучшаются механические свойства и выравнивается химический состав стали, улучшается обрабатываемость ее на станках, уменьшаются остаточные деформации, осуществляется подготовка структуры стали для последующей термической обработки, изменяются свойства наклепанного металла. Поэтому отжиг как технологическая операция включается составной промежуточной частью в большинство комплексных технологических процессов упрочняющей обработки.

Проведение отжига способствует достижению заданных конечных свойств стали, упрочняемой другими методами обработки.

Различают следующие виды отжига: рекристаллизационный, полный, неполный; отжиг на зернистый перлит (сфероидизация); изотермический, низкотемпературный; диффузионный (гомогенизация).

Рекристаллизационный отжиг применяют для снятия наклепа холоднодеформированного металла. Нагрев при рекристаллизационном отжиге сталей марок У7, У8, У9, У10, У11, У12, У13, Х, 9ХС, ХВГ, 7ХЗ, ХВ4, 6ХВ2С осуществляют при температуре 670-700 °С; марок Х12, Х12М, Х12Ф1 – при 730-750 °С; марок Р18, Р9 – при 760-780 °С. Не более 1 ч детали выдерживают при температуре рекристаллизации.

Полный отжиг применяют для уменьшения твердости, снятия напряжений и исправления структуры послековки в случае неправильного нагрева для охлаждения технологической оснастки, изготовленной из доэвтектоидных и эвтектоидных сталей. В результате полного отжига происходит полная перекристаллизация металла, структура получается мелкозернистая с равномерным распределением перлита и феррита. При полном отжиге сталь нагревают до температуры, превышающей температуру, соответствующую точке A_{c3} (рис. 1) диаграммы железо-углерод (см. табл. 25), на 20-30 °С, выдерживают до полного прогрева, после чего охлаждают медленно до 600 °С, а затем – с любой скоростью.

Неполному отжигу подвергают доэвтектоидную сталь, прошедшую правильный режимковки. При этом сталь нагревают до температуры, находящейся между точками A_{c1} и A_{c3} , и выдерживают до полного прогрева.