

4. Пантелеенко, А.Ф. Лазерное модифицирование плазменно-напыленных покрытий / Пантелеенко А.Ф. // Прикладные проблемы оптики, информатики, радиофизики и физики конденсированного состояния: Сборник докладов II Международной научно-практической конференции. Минск, 27-28 февраля 2013. - С. 231-233.

5. Пантелеенко, А.Ф. Композиционные покрытия, полученные высокоэнергетическими методами./ А.Ф. Пантелеенко, О.Г. Девойно // Перспективные материалы и технологии. Коллективная монография. Под ред. В.В. Клубовича. – Витебск: Изд-во УО «ВГТУ», 2013 г. – Гл. 28. – С. 587–607.

УДК 669

Перспективы применения ионно-плазменного азотирования в производстве

Студентки гр.104210 Лущик М.Э, Савич А.Ю.
Научный руководитель – Пантелеенко А.Ф.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Целью настоящей работы является рассмотрение перспективы использования ионно-плазменного азотирования по сравнению с другими видами химико-термической обработки.

Основной задачей увеличения срока эксплуатации деталей, которые составляют структурное единство механизмов агрегата, является повышение их качества. Одним из вариантов решения данной задачи является использование достижений в области упрочнения поверхности. Благодаря современным энергосберегающим и экологически безопасным технологиям термической и химико-термической обработки обеспечивается объемное и поверхностное упрочнение конструкционных материалов [2].

Одной из предлагаемых технологий, отвечающих современным требованиям, является ионно-плазменное азотирование. ИПА – эффективный метод упрочняющей химико-термической обработки деталей обеспечивающий диффузионное насыщение поверхностного слоя стали (шестерен, зубчатых венцов, конических и цилиндрических шестерен, вал-шестерен, шнеков экструдеров, валов, прямозубых, пресс-форм, муфт сложной геометрической конфигурации и др.) , чугуна(пресс-формы, валы, шестерни и др.) азотом в азотно-водородной плазме при температуре 400 – 600°C, титана и титановых сплавов при температуре 800 – 950°C в азотной плазме. Процесс диффузионного насыщения управляем, контролируется расход и концентрация каждого из компонентов газовой смеси N_2+H_2+Ar , давление в рабочей камере и температура процесса. Может быть оптимизирован в зависимости от конкретных требований к глубине слоя и твердости поверхности, обеспечивая тем самым стабильное качество обработки.

Принцип действия ИПА заключается в том, что в разряженной (200 – 1000 Па) азотсодержащей газовой среде между катодом, на котором располагаются обрабатываемые детали, и анодом, в качестве которого служат стенки вакуумной камеры, возбуждается аномальный тлеющий разряд, образующий активную среду (ионы, атомы, возбужденные молекулы). Это обеспечивает формирование на поверхности изделия азотированного слоя, состоящего из внешней – нитридной зоны и располагающейся под ней диффузионной зоны.

В сравнении с широко используемыми способами упрочняющей химико-термической обработки стальных деталей, такими, как цементация, нитроцементация, цианирование и газовое азотирование в печах, метод ИПА имеет ряд преимуществ:

- более высокая поверхностная твердость азотированных деталей;
- отсутствие деформации деталей после обработки и высокая чистота поверхности;
- повышение предела выносливости и увеличение износостойкости обработанных деталей;

- более низкая температура обработки (400-600 °С), благодаря чему в стали не происходит структурных превращений;
- возможность обработки глухих и сквозных отверстий;
- сохранение твердости азотированного слоя после нагрева до 600-650 °С;
- возможность получения слоев заданного состава;
- возможность обработки изделий неограниченных размеров и форм;
- обеспечение полной экологической безопасности;
- повышение культуры производства;
- снижение затрат на расход электроэнергии и газовых сред;
- уменьшенное процентное содержание брака [1].

Свойства азотированного слоя в большой степени определяются его структурой, которая сформировалась в процессе насыщения стали азотом, и превращениями, происходящими в аустените и феррите при охлаждении. Структурный состав поверхностных слоёв состоит из α -фазы (N-феррит), α' -фазы (N-мартенсит), γ' -фазы (Fe_4N) и ε -фазы (Fe_2N). Отличительной чертой микроструктуры азотированного слоя после ионного азотирования является наличие в слое мелкодисперсной очень прочной ξ -фазы. Благодаря наличию в слое этой фазы поверхностная твёрдость азотируемых деталей выше почти на HV 200.

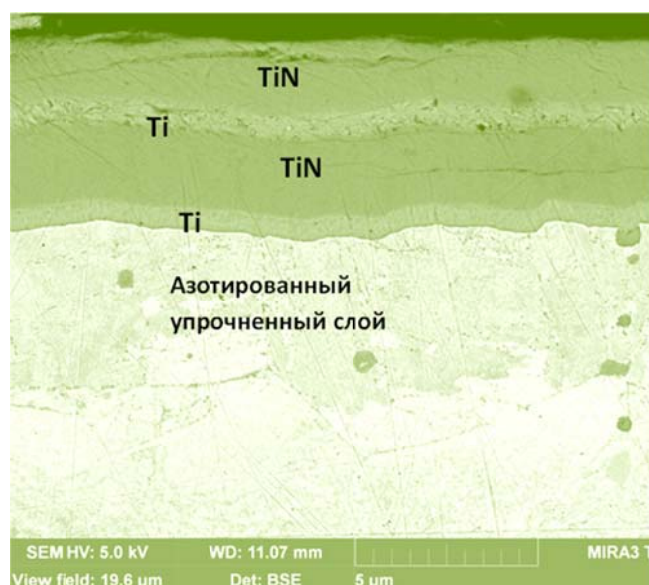


Рисунок 1 – Микроструктура поперечного сечения стали 20X13 после ионно-плазменной модификации (азотирование + покрытие), поле обзора 19,6 мкм

В результате ИПА возможно получение диффузионного слоя с развитой нитридной зоной, обеспечивающей высокую сопротивляемость коррозии и высокие триботехнические свойства для деталей, работающих на износ.

ИПА позволяет существенно снизить коробление и деформацию деталей при сохранении шероховатости поверхности в пределах $Ra=0,63 \dots 1,2$ мкм, что позволяет в подавляющем большинстве случаев использовать ИПА как финишную обработку.

Правильно подобранный режим ионно-плазменного азотирования позволит добиться желаемого качества деталей, которое станет залогом надёжности и долговечности.

Список использованных источников

1. Зинченко, В.М. Инженерия поверхности зубчатых колес методами химико-термической обработки / В.М. Зинченко – М.: Изд. МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. – 303 с.

2. Арзамасов, Б.Н. Химико-термическая обработка металлов в активизированных газовых средах / Б.Н. Арзамасов – М.: Машиностроение, 1979. - 407 с.

УДК 669.295

Азотирование титана и его сплавов

Студенты группы 104210 Шевцов А.Ю. Савич А.Ю.
Научный руководитель – Ткаченко Г.А.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Титановые сплавы нашли широкое применение в современной авиационной промышленности. Это было достигнуто за счет его уникальных механических свойств. Малый удельный вес и высокая прочность (особенно при повышенных температурах) титана и его сплавов делают их весьма ценными авиационными материалами. В области самолетостроения и производства авиационных двигателей титан все больше вытесняет алюминий и нержавеющей сталь.

Однако помимо многих своих положительных качеств титан и его сплавы имеют и отрицательные стороны: обладают низкой износостойкостью, высокой склонностью к налипанию, большим коэффициентом трения в паре практически со всеми материалами.

Эти недостатки титановых сплавов ограничивают их применение для изготовления деталей, работающих на трение. Так, например, если болт и гайку сделать из какого-либо титанового сплава, то болтовое соединение оказывается неразъемным.

Легированием и термической обработкой не удастся существенно повысить антифрикционные свойства титановых сплавов. В связи с этим были предприняты попытки устранить этот недостаток титановых сплавов химико-термической обработкой. Наибольшие успехи были достигнуты при азотировании и оксидировании.

Для химико-термической обработки титана и его сплавов неприемлемы те среды, которые обычно используют при обработке сталей, особенно водородсодержащие газы и их смеси, из-за значительного наводороживания металла до уровня достаточного для развития водородной хрупкости. Так, в частности азотирование проводят не в аммиаке, а в чистом азоте тщательно очищенном от кислорода и влаги.

В соответствии с диаграммой состояния Ti-N (рисунок 1) в процессе азотирования титана при температурах ниже 882 °С на поверхности образуется тонкий слой нитрида титана, а ниже его обогащенный N слой (рисунок 1) α -твердого раствора. Толщина нитридного слоя составляет 4 – 20 мкм, а микротвердость равна $(12-16) \cdot 10^3$ МПа.

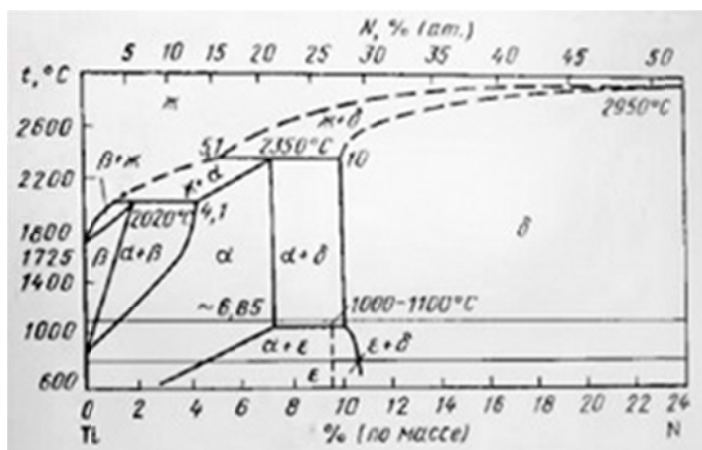


Рисунок 1 – Диаграмма состояния системы Ti – N