

Комбинированная технология получения диффузионных оксинитридных слоев на конструкционных сталях

Бердиев Ш.А.

Каршинский инженерно-экономический институт
Республика Узбекистан

При азотировании металлов и сплавов образуется многослойные диффузионные покрытия, состоящие из поверхностной нитридной зоны и зоны внутреннего азотирования, которые обеспечивает широкий диапазон физико-механических характеристик азотированных материалов. Причем строение поверхностного нитридного слоя зависит от потенциала насыщающей среды; составов азотирующего газа и азотируемого сплава.

Регулирование самого процесса азотирования проводят в основном по двум критериям: критерию качества – обеспечение необходимых эксплуатационных характеристик диффузионного слоя и критерию интенсивности – достижение наибольшей скорости формирования азотированного слоя [2].

В промышленных кратковременных технологиях азотирования получили распространение регулируемые процессы оксиазотирования на базе атмосфер аммиака, углеродо- и кислородосодержащими газами и др. с последующими оксидированиями в кислородосодержащих атмосферах [3].

Регулированием фазового состава и строения азотированного слоя в зависимости от азотного потенциала и состава насыщающей среды на поверхности обрабатываемых материалов формируют: зоны внутреннего азотирования (ЗВА); композиционные слои γ' -фаза +ЗВА или ϵ -фаза + γ' -фаза +ЗВА. Регулирование фазового состава и строения поверхностного оксидного слоя с получением необходимого оксиазотированного слоя с заданными эксплуатационными свойствами последующее оксидирование проводят в атмосфере воздуха, кислорода, паров воды и с добавками других кислородосодержащих компонентов.

В эксплуатационном плане каждая зона оксиазотированного слоя имеет определенные служебные характеристики.

В последнее время для поверхностного упрочнения деталей, работающих в коррозионной среде, на износ при малых контактных нагрузках, применяют оксинитридный слой состоящий из развитой нитридной зоны и тонкой поверхностной оксидной зоны, которые обеспечивает лучшие прирабатываемость трущихся поверхностей и сопротивление коррозии. Здесь предпочтение отдается подповерхностной нитридной зоне, состоящий из ϵ -фазы и γ' -фазы, желательнее получают ϵ -фаза с меньшим содержанием азота, имеющий карбонитридный или оксикарбонитридный характер.

Для деталей, работающих в условиях усталости, при повышенных температурах, при меняют оксинитридный слой с развитым диффузионным подслоем – ЗВА, а для инструментов, эксплуатирующихся в режиме динамичного износа и ударных нагрузок на поверхности формируют развитая высокопрочная ЗВА без хрупкого поверхностного нитридного слоя.

Формированием оксикарбонитридного покрытия на конструкционных сталях нитроцементацией и последующем кратковременным окислением в чистом кислороде получен слой с хорошими антифрикционными характеристиками, несклонным к схватыванию и одновременно обеспечивая лучшую прирабатываемости узла трения скольжения в начальный период износа [4].

Одним из конкурентноспособными гальваническим методом получения покрытия является двухстадийная технология регулируемого процесса оксиазотирования, заключающая газовое азотирование с последующем оксидированием в парах воды.

Известно, что нитриды имеют высокое сродство к кислороду. В работе [2] термодинамической оценкой взаимодействия железа и её нитридов с кислородом показано, что нитриды железа более активно взаимодействуют с кислородом, чем чистого железа (рисунок 1).

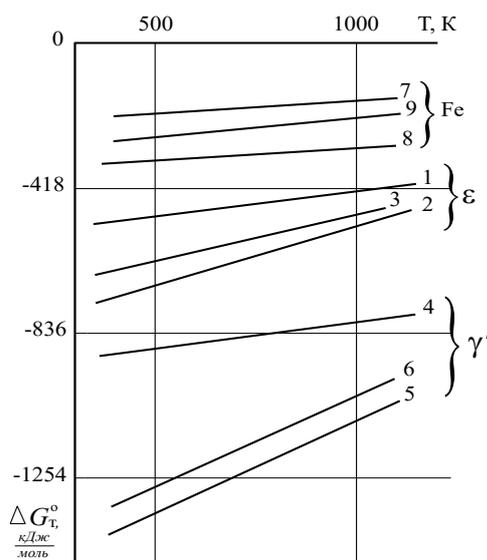


Рисунок 1 - Зависимость изобарно-изотермных потенциалов реакции окисления нитридов железа от температуры

Расчитанный изобарно-изотермный потенциал реакции образования оксидов при 500°C составляет $\Delta G_T^0 = 209-293$ кДж/моль, для $Fe_{2-3}N$ $\Delta G_T^0 = 481-711$ кДж/моль и для Fe_4N составляет $\Delta G_T^0 = 878-1463$ кДж/моль. Получающиеся оксинитридные зоны более пластичны, чем оксидные пленки Fe_2O_3 на матрице металла.

В процессе газового азотирования регулирование структуры азотированного слоя достигается повышением температуры и применением смешанных атмосфер за счет разбавления аммиака азотом, водородом, азотоводородными смесями, кислородом, воздухом и т.д. [3].

Регулирование строения азотированного слоя достигается изменением азотного потенциала атмосферы, поддерживая который на уровне предельной растворимости азота в той или иной фазе, можно формировать слои на основе ЗВА или композиционный слой с заданной нитридной фазой (рисунок 2).

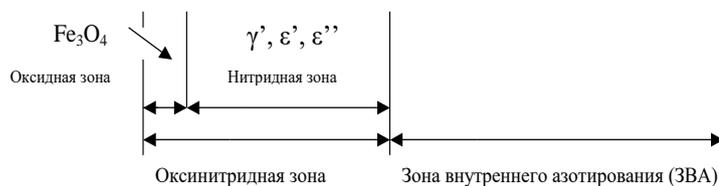


Рисунок 2 - Микроструктура оксинитридного слоя

Из фазового равновесия в системе «Fe-N» при азотировании в атмосфере разбавленного аммиака продуктами его предварительной диссоциации (рисунок 3) [3] видно, что регулирования фазового состава и строения нитридного слоя можно достичь изменением азотного потенциала среды в зависимости от температуры насыщения и состава разбавляемого продукта.

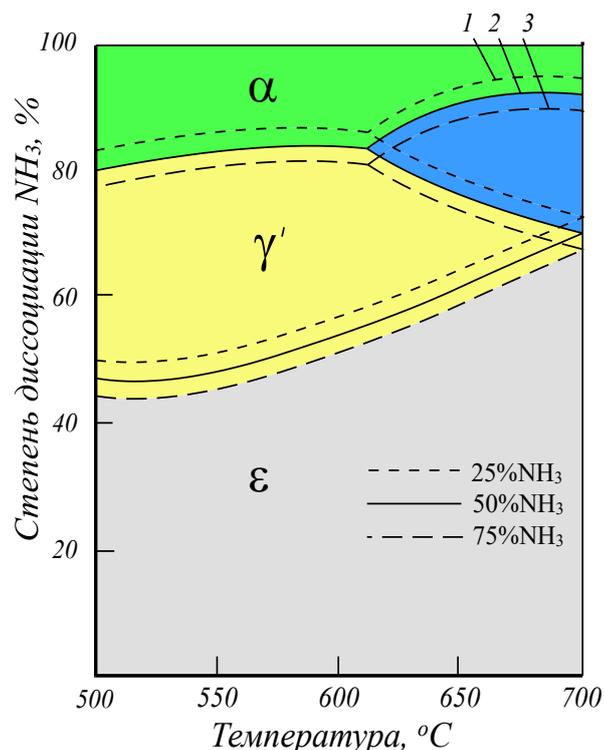


Рисунок 3 - Фазовые равновесия в системе Fe-N при азотировании в аммиаке с добавками его предварительной диссоциации: 1 - 25%NH₃; 2 - 50%NH₃; 3 - 75%NH₃

По технологической последовательности регулируемый процесс оксиазотирования проводится по двухстадийной схеме комбинированного процесса: азотирование в различных составах атмосферы аммиака, с получением необходимого азотированного слоя и последующее оксидирование в парах воды с формированием беспористой поверхностной зоны монооксида Fe₃O₄.

С целью замены гальванических способов получения покрытий на метизах и крепежных деталях была осуществлена технология оксиазотирования, заключающаяся в азотировании при 520-550°C продолжительностью 0,5 часа в атмосфере аммиака предварительной 50%ной его диссоциацией. Степень диссоциации при насыщении составляла $\alpha=85-90\%$, и последующее оксидирование проводили при той же температуре в течение 0,5 часа. Структура оксинитридного слоя состояла из ЗВА и оксидного слоя, состоящий из Fe₃O₄.

Список использованных источников

1. Лахтин Ю.М., Коган Я.Д. Азотирование стали. –М.: Машиностроение, 1976, 256 с.
2. Лахтин Ю.М., Коган Я.Д. Структура и прочность азотированных сплавов. – М., Металлургия, 1982, 176 с.
3. Лахтин Ю.М., Коган Я.Д., Шпис Г.-И., Бёмер З. – Металлургия, 1991, 320 с.
4. Евсеев Ю.К. Окисление карбонитридного слоя – новый экологически чистый способ ХТО стальных деталей. – Дисс. на соис. уч. ст к.т.н., -М.,1990, -172 с.
5. Крагельский И.В., Добычин М.Н., Камбалов В.С. Основы расчетов на трение и износ. – М., Машиностроение, 1977, 536 с.