

Ионно-плазменное азотирование поверхности. Преимущества и недостатки метода

Студент гр.10405529 Кулагин М.Ю.
Научный руководитель Иваницкий Н.И.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Целью данной работы является рассмотрение преимуществ использования ИПА по сравнению с другими видами ХТО.

Основная задача заключается в увеличении срока эксплуатации детали за счёт повышения их качества. Одним из методов реализации данной задачи является использование современных методов упрочнения поверхности.

Стали после азотирования поверхности характеризуются повышенными износо- и коррозионной стойкостью, усталостными характеристиками. Ионное азотирование (ИА) является наиболее технологичным процессом химико-термической обработки.

Ионно-плазменное азотирование (ИПА) – это разновидность химико-термической обработки деталей машин, инструмента, штамповой и литейной оснастки, обеспечивающая диффузионное насыщение поверхностного слоя стали азотом. Суть ионно-плазменного азотирования заключается в том, что деталь обрабатывается в вакуумной камере концентрированным потоком ионов азота. Это обеспечивает формирование на поверхности изделия азотированного слоя, улучшающего поверхностные характеристики изделия (твёрдость, износостойкость). Технологическими факторами, влияющими на эффективность ионного азотирования, являются температура процесса, продолжительность насыщения, давление, состав и расход рабочей газовой смеси.

Для протекания процесса ИА между анодом (корпусом камеры или защитными экранами) и деталями, размещёнными на катоде, поддерживается аномальный тлеющий разряд. Рабочими газами в оборудовании производства ФТИ НАН Беларуси являются азот и аргон (из баллонов) и вырабатываемый электролизером водород.

ИПА позволяет избавиться от таких недостатков газового азотирования, как большая длительность и трудоёмкость процесса, повышенная хрупкость слоя, недостаточная контактная выносливость упрочнённого материала, нестабильность получаемых результатов. Наряду с экологичностью и экономичностью процесса, ИА позволяет получать диффузионные слои заданного состава и структуры, как с нитридной зоной на поверхности, так и без нее. В первом случае обеспечиваются высокая коррозионная стойкость и прирабатываемость трущихся поверхностей (для деталей, работающих на износ), во втором – сопротивление знакопеременным нагрузкам в условиях изнашивания при высоких давлениях (для режущего и штампового инструмента) [1].

В сравнении с цементацией, нитроцементацией, цианированием и газовым азотированием в печах, метод ИПА имеет следующие преимущества:

- Более высокая твёрдость поверхности;
- Высокая чистота поверхности;
- Снижение затрат электроэнергии и газовых сред;
- Экологичность;
- Более низкая температура обработки (до 600°C) из-за чего не происходит структурных превращений;
- Возможность применения после ТО из-за чего будут минимальные коробления.

Имеющиеся проблемы азотирования. Поверхностное упрочнение отверстий и углублений в деталях является достаточно сложной задачей в том числе с использованием потоков энергии электронов, ионов, плазмы, лазерного излучения. Проблема заключается в сложности организации проникновения таких потоков на «затенённые» участки

изделия. Делаются попытки решить задачу поверхностного упрочнения созданием малогабаритных источников (ионных, электроннолучевых, магнетронных) либо использованием оптических и электромагнитных систем отклонения потоков фотонов или частиц с размещением их внутри отверстий [1].

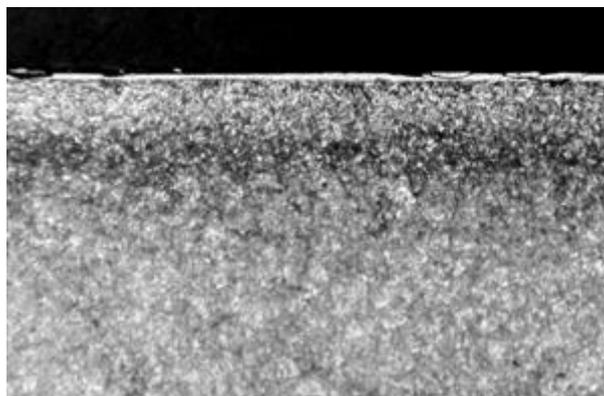


Рисунок 1 - Микроструктура азотированного слоя

При температурах азотирования, в стали могут образовываться следующие фазы: α -фаза – твердый раствор азота в $Fe\alpha$ (азотистый феррит), γ -фаза – твердый раствор азота в $Fe\gamma$ (азотистый аустенит), γ' -фаза – твердый раствор на основе нитрида железа Fe_4N и промежуточная ϵ -фаза – твердый раствор на основе нитрида железа $Fe_{2-3}N$. В общем случае формирование структуры диффузионного слоя азотируемой стали зависит от состава стали, температуры и длительности нагрева, а также скорости охлаждения после азотирования. При азотировании стали при $590^\circ C$ диффузионный слой состоит из трех фаз: ϵ , γ' и α . Микроструктура азотированного слоя стали выглядит примерно так, как показано на рисунке. Благодаря наличию в слое этих фаз твердость углеродистых сталей не превышает $350-500HV$, а легированных составляет $850-1200HV$.

Для определения строения диффузионного строения слоя используется диаграмма Fe-N.

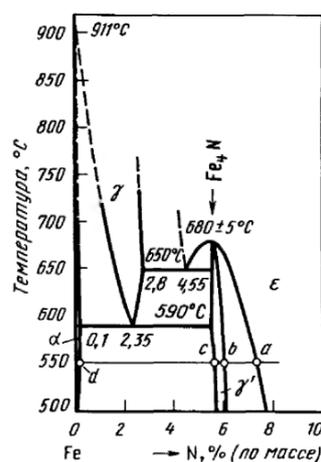


Рис 2 – диаграмма Fe-N

Исходя из всей перечисленной информации можно сделать вывод, что использование метода ИПА позволяет обеспечить высокую сопротивляемость коррозии и высокое сопротивление износу. Позволяет снизить коробления и деформацию детали, что позволяет использовать её как окончательный вид обработки. Процесс обработки изделия сокращается в 3-5 раз (для титановых сплавов в 5-10 раз). Поэтому с уверенностью можно заявить, что из-за всех

достоинств метода ИПА (экологичность, высокая чистота обработки поверхности, экономичность и т.д.) делают его весьма перспективным, но остаётся не решённым вопрос азотирования изделий сложной формы из-за чего сложно применять в массовом производстве.

Список использованных источников

1. Ионное азотирование поверхности отверстий в длинномерных изделиях из сталей / Поболь И.Л. // Вестник Брестского государственного технического университета. №4. 2019 – С. 25-30.
2. Арзамасов Б.Н. Химико-термическая обработка металлов в активизированных газовых средах / Москва: Машиностроение 1979.
3. М.И. Гольдштейн, С.В. Грачев, Ю.Г. Векслер Специальные стали – 2-е издание переработанное и дополненное – Москва 1999г.