

Э.И. ВРФАШ,
В.Б. ГОРБАЧЕВ,
В.А. ЧУСОВ

АЗОТИРОВАНИЕ В СРЕДЕ, ИОНИЗИРОВА-
ННОМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ КОРОННОГО
РАЗРЯДА

Технологические преимущества азотирования, связанные с низкой температурой процесса и заключающиеся в практически полном отсутствии коробления деталей, одновременно обуславливают и основной недостаток этого способа поверхностного упрочнения — его большую длительность.

В последние годы ведутся многочисленные работы по выявлению возможностей интенсификации процесса азотирования путем использования ультразвуковых колебаний, больших давлений, искрового, тлеющего разрядов и др.

Настоящая работа посвящена изучению азотирования в среде, ионизированной электрическим полем коронного разряда /I/.

Эта задача исследования входило:

- а/ установить влияние коронного разряда на степень диссоциации аммиака;
- б/ провести сравнительную качественную оценку твердости и износостойкости азотированного слоя, образованного с ионизацией и без ионизации насыщающей атмосферы.

При изучении действия разряда на степень диссоциации, с целью исключения каталитического влияния металла образцов на скорость распада, аммиак пропускался через незагруженный образцами муфель, соответственно нагретый до

температур 450 ; 550 ; 650^oC.

Сравнительная оценка твердости и распределения микротвердости по глубине слоя проводилась на образцах, изготовленных из сталей 38ХМЮА и 40Х, азотированных в течение 10 часов при температуре 550^oC, по обычной схеме процесса, а также в ионизированной среде при подаче на коронирующий электрод в одном случае положительного, а в другом – отрицательного по тенциалов. Обработанные образцы охлаждались вместе с печью. На рис. 1 приведены кривые влияния коронного разряда на скорость распада аммиака при различных температурах. Показано, что в интервале 450–550^oC под воздействием коронного разряда аммиак диссоциирует значительно быстрее, чем при обычном процессе. Установлено также, что с повышением температуры эффективность влияния разряда на степень диссоциации уменьшается и при 650–655^oC практически прекращается.

На рис.2 показана зависимость микротвердости от глубины азотированного слоя сталей 38ХМЮА и 40Х.

На основании приведенных данных можно сделать вывод, что наилучшим вариантом исследуемых схем процесса, следует считать азотирование в ионизированной среде при подаче на коронирующий электрод отрицательного потенциала /кривая 1/. При этом образуется слой, характеризующийся высокой микротвердостью и прочностью. При контроле по большой шкале скалывания краев отпечатков не наблюдалось.

У образцов, азотированных при подаче на электрод положительного потенциала /кривая 2/, а также обработанных без ионизации насыщающей атмосферы /кривая 3/, слой оказался менее твердым и в то же время более хрупким.

Объяснить это явление можно электростатическими ориентационными силами, возникающими между постоянно заряженной поверхностью образцов и адсорбируемыми на ней ионами азота и водорода.

Известно, что при нагреве металл теряет часть электронов и на его поверхности создаются участки, имеющие положительный заряд. Очевидно, в рассматриваемом нами случае этот недостаток электронов может быть возмещен за счет адсорбции на нагретой поверхности отрицательных ионов азота. Однако при этом необходимо учитывать, что в ряде случаев /например, при малой степени диссоциации аммиака/ ориентированная адсорбция отрицательных ионов азота может привести к увеличению плотности электронного слоя и созданию благоприятных условий для адсорбции положительно заряженных ионов водорода, который имея малый атомный радиус, легко диффундирует в металл, вызывая понижение пластических свойств и появление хрупкости азотированного слоя. Наличие на поверхности металла непродиффундировавших атомов водорода способствует образованию, так называемого двойного электрического слоя, затормаживающего адсорбцию ионов азота и последующую их диффузию в глубь металла. На основании этого можно сделать вывод, что для создания большей вероятности попадания отрицательных ионов на поверхность нагретого металла количество положительно заряженных ионов водорода, содержащихся в насыщающей атмосфере должно быть сведено до минимума. Достигнуть этого можно путем проведения процесса в ионизированной среде при подаче на коронирующий электрод отрицательного потенциала. В этом случае электроотрицательные ионы азота получают направленное движение от электрода к мишени ионизатора и рав-

номерно распределяясь по всему объему муфеля активно адсорбируются поверхностью и диффундируют в глубь металла, образуя твердые и достаточно прочные химические соединения — нитриды $/Fe_2N, Fe_4N/$.

Водород же, обладая в большинстве случаев электроположительными свойствами, располагается преимущественно в зоне коронирующего электрода и его вредное влияние на интенсивность формирования и качество слоя резко понижается.

С целью установления технико-экономической эффективности предложенной технологической схемы и определения целесообразности ее практического применения, приводились производственные испытания азотированных плунжерных пар насосов для перекачки жидкого кислорода. Сравнительным испытаниям подвергались пары, изготовленные из стали 38ХМДА, азотированные по обычной технологии $/2/$ и по разработанной нами схеме.

Результаты испытаний показали, что износостойкость пар, азотированных в ионизированной среде составила 3600—4000 часов, против 1440—2000 часов стойкости пар, обработанных по обычной технологии. При этом, после 2000 часов работы, у пар азотированных в ионизированной среде следов износа не обнаружено, давление сохранилось в пределах нормы $/150 \text{ кг см}^2/$, производительность насосов в сравнении с начальным периодом эксплуатации не снизилась.

Таким образом, практическая реализация выполненного исследования позволила увеличить межремонтный срок эксплуатации насосов в 2—2,5 раза. Если же при этом учесть, что цикл самого процесса азотирования сократился с 65 до 12—15 часов, то становится очевидной технико-экономическая перспективность предлагаемой технологии.

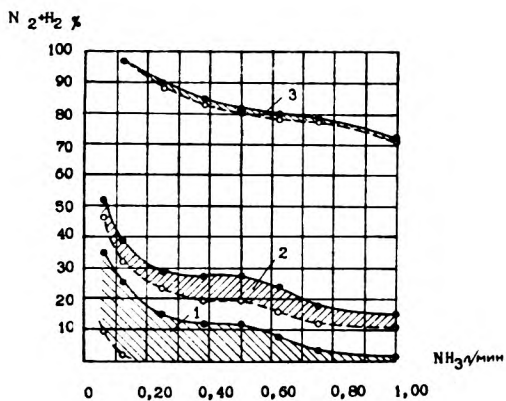
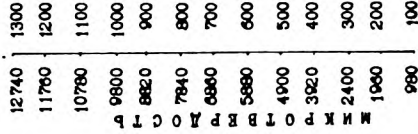


Рис. I. Влияние коронного разряда на скорость распада аммиака при различных температурах.

— с ионизацией газовой смеси;

- - - без ионизации.

1—450°C; 2—550°C; 3—550°C.

МН/мм^2 и кг/мм^2


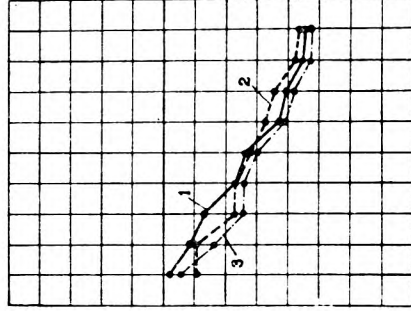
а).

Расстояние от поверхности в

Рис.2. Зависимость микротвердости

от глубины азотированного слоя стали

М м/с² в Г/см²



0,50

б).

Расстояние от поверхности в мм

а - сталь ЗХНМЛ; б - сталь 4СХ.

1 - при подаче на электрод отрицательного потенциала;

2 - при подаче на электрод положительного потенциала.

3 - без ионизации среды.

ВЫВОДЫ

1. Установлена принципиальная возможность азотирования в среде ионизированной электрическим полем коронного разряда.
2. Выявлено и объяснено влияние знака потенциала коронирующего электрода на скорость формирования и качество азотированного слоя.
3. На примере производственных испытаний плунжерных пар насосов для перекачки жидкого кислорода показано, что износостойкость слоя азотированного по предложенной технологии в 2-2,5 раза выше стойкости слоя, полученного при обычном азотировании.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гсрбачев В.Б., Вржач Э.И., Юцис Е.Т. Химико-термическая обработка металлов ионизацией газовой среды электрическим полем коронного разряда. "Информационный листок" ЦНТИ, Иркутск, 1970, № 290-291.
2. Ангельчук Д.Е., Трипчук Б.К. Исследование долговечности плунжерных пар для сжигания газов. "Кислородное и автогенное машиностроение", 1967, № 3.