

**Особенности структурообразования диффузионных азотированных слоев на сталях в условиях термоциклирования**

Ткаченко Г. А., Ковальчук А. В.

Белорусский национальный технический университет

Циклическое воздействие на материал позволяет сформировать в металлах и сплавах мелкодисперсную микроструктуру и напряженно-деформированное состояние, которые обеспечивают условия ускоренной диффузии атомов внедрения и замещения.

Кинетика роста диффузионного слоя в стационарном процессе насыщения зависит, прежде всего, от температуры насыщения. Повышение температуры (450 °С) на каждые 50 °С дает увеличение толщины слоя на 0,1 мм за равный промежуток времени. Однако приводит к значительному снижению твердости слоя до 800 HV 0.1 (700 °С) за счет коагуляции нитридов диффузионного слоя и карбидов металлической матрицы.

При циклическом нагреве интенсификация диффузии осуществляется благодаря иным механизмам. Исследование кинетики формирования слоя проводили на стали марки 40X по режиму термоциклического насыщения: нагрев до 550 °С с охлаждением до 300 °С, выдержка, количество теплосмен от 4 до 16.

Установлено, что диффузионное насыщение при количестве теплосмен менее 8 за 8 часов обработки, не оказывает значительного влияния на кинетику формирования слоя. Толщина слоя меньше на 0,05 мм, чем при стационарном процессе (0,2 мм).

Увеличение частоты теплосмен в единицу времени (от 8 и более) приводит к интенсификации диффузии, что обусловлено образованием растягивающих напряжений в слое, под действием которых происходит активное движение атомов в глубь металла. Толщина слоя больше на 10–20% от величины слоя, полученного в условиях стационарного насыщения.

Также не исключена причина интенсификации азотирования за счет периодического чередования циклов насыщения и «рассасывания» слоя. При интенсивном выделении азота из порошковой среды (550 °С) происходит насыщение, во время снижения температуры до 300 °С, создается значительный перепад концентраций на поверхности и в глубине металла для стимулирования диффузии.

Таким образом, интенсификация азотирования происходит за счет двухстадийности процесса: насыщение и рассасывание (деазотирование) при разной температуре циклического нагрева.