

кривой распределения температуры по ширине горячих пятен. С ростом скорости скольжения по поверхности трения число пятен с высокой интенсивностью теплового излучения растет, что приводит к снижению числа фиксируемых пятен, имеющих T_b менее 1000–1200 °С.

УДК 621.793

УПРОЧНЕНИЕ – ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ГАЗОТЕРМИЧЕСКИМ НАПЫЛЕНИЕМ С ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ

М. А. БЕЛОЦЕРКОВСКИЙ, В. А. КУКАРЕКО

Институт механики и надежности машин НАНБ

Производилась оценка возможности повышения поверхностных свойств покрытий, напыленных «холодными» методами, путем последующей химико-термической обработки. Термодиффузионное насыщение покрытий, нанесенных распылением проволоки из стали Св-08 газопламенным методом и активированной электродуговой металлизацией, осуществлялось двумя методами: борированием и карбонитрированием в порошковых смесях, помещенных в контейнеры с плавким затвором. Металлографические исследования показали, что после борирования при температуре 2120 К со стороны поверхности покрытия образуется нетравящийся слой, толщина которого в первые 3,5–4 ч возрастает практически пропорционально времени обработки и после 4 ч для покрытий, полученных активированной металлизацией, достигает величины 320–340 мкм. В наблюдаемом слое отсутствуют четкие границы между частицами распыленной проволоки, которые хорошо видны на шлифах покрытий до ХТО и состоят, в основном, из окислов. Можно предполагать, что в процессе термодиффузионного борирования окисные пленки между частицами восстанавливаются. Микротвердость поверхности борированного покрытия составляет 13–15 ГПа, что указывает на возможное наличие боридов FeB и Fe₂B. В борированном слое изменяется характер пористости напыленного покрытия; поры увеличиваются в размерах и меняют свои формы, что свидетельствует об интенсивных диффузионных процессах, проходящих в покрытии при ХТО.

Отмечено, что продолжительность борирования зависит от исходной пористости покрытия. Установлено, что время изотермической выдержки, необходимое для образования борированного слоя толщиной 300 мкм на газопламенных покрытиях пористостью 12–15 % меньше в среднем на 15 мин, чем для образования слоя такой же толщины на покрытиях пористостью 9–10 % и на 20 мин меньше для покрытий, полученных активированной металлизацией (пористость около 5 %).

Процесс карбонитрирования газотермических покрытий требует более длительной изотермической выдержки, и при температуре 920 К за 6 ч толщина слоя, насыщенного азотом и углеродом, составила 100–120 мкм. Между модифицированным слоем и ненасыщенным покрытием наблюдается нетравящаяся переходная зона толщиной около 40 мкм, в которой не видны границы между частицами, что может быть связано с гомогенизацией состава на этом участке. Микротвердость этой зоны значительно ниже микротвердости модифицированного слоя, но в два раза превосходит микротвердость напыленного покрытия.

Рентгеноструктурным анализом установлено, что основными фазами, составляющими модифицированный слой, являются цементит Fe₃C с гексагональной решеткой и Fe₃N с орторомбической решеткой.

Прочность сцепления газопламенных покрытий до обработки составляла, в среднем, 24,1 МПа, после борирования – 34,2 МПа, после карбонитрирования – 39,4 МПа. Это можно объяснить релаксацией внутренних напряжений в покрытиях, гомогенизацией химического состава в зоне, близкой к основному металлу, а также восстановлением окислов на поверхности основы и возможной взаимодиффузией в системе «покрытие – подложка».

Триботехнические испытания борированных покрытий показали, что их износостойкость значительно выше износостойкости покрытий до ХТО. Это обусловлено прежде всего наличием на испытываемой поверхности твердых фаз FeB и Fe₂B. Аналогичные данные получены и для карбонитрированных покрытий, высокая износостойкость которых обусловлена наличием твердых фаз Fe₃N и Fe₃C. Средняя интенсивность изнашивания карбонитрированных образцов в процессе испытаний составила 6,8 мкм/км, что значительно ниже, чем у закаленной стали 45 (11,5 мкм/км).