

Оценку относительного изнашивания образцов осуществляли путем их взвешивания до и после испытаний, которые проводили в течение 50 ч при 760 оборотах вала в минуту. Испытания проходили в кислой ($pH = 1,5$) и основной средах ($pH = 10$).

Кинетика потери массы в кислой и основной средах во времени для чугуна ИЧХ28 с различным содержанием легирующих элементов показана на рис. 1, а и б соответственно. Сравнение полученных результатов показало, что в кислой среде изнашивание происходит примерно в 10 раз интенсивнее, чем в основной. Марганец и кремний ускоряют, а никель, алюминий и медь замедляют этот процесс в кислой среде. В основной среде только легирование никелем увеличивает износостойкость, остальные элементы снижают ее.

Таким образом, для высокохромистого чугуна, работающего в условиях интенсивного изнашивания в кислой среде, следует рекомендовать легирование никелем, медью и алюминием, а для работающего в основной среде — только никелем. Легирование марганцем в обоих случаях нежелательно.

УДК 621.785.5

Г.В.БОРИСЕНКО, канд.техн.наук,
Е.Ф.КЕРЖЕНЦЕВА, Л.П.БОКОВА (БПИ)

СВОЙСТВА ДИФфуЗИОННО-УПРОЧНЕННЫХ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СТАЛЕЙ

В работе исследовалось влияние диффузионного хромирования и бороалитирования на механические свойства и износостойкость инструментальных сталей У8, Х12Ф1 и 5ХЗВЗМФС.

Диффузионное насыщение осуществляли в пастах на основе предварительно восстановленных алюмотермических смесей следующего состава (массовая доля): хромирование — 30 % Al_2O_3 + 45 % Cr_2O_3 + 20 % Al + 5 % NH_4Cl ; бороалитирование — 46 % Al_2O_3 + 27 % B_2O_3 + 17 % Al + 10 % Na_3AlF_6 .

В качестве связующего для приготовления паст использовался гидролизированный этилсиликат.

Механические свойства (σ_B , δ , ψ) при статическом растяжении и ударную вязкость стали определяли при комнатной температуре по стандартным методикам.

Износостойкость при трении скольжения без смазочного материала исследовали на машине Шкода—Савина (нагрузка $P = 5$ Н). В качестве контртела использовали твердосплавный диск (скорость вращения диска 730 об/мин, время испытания 0,5 ч). Износ определяли по объему образовавшейся лунки.

Механические свойства и износостойкость определяли после типовой термообработки, принятой для данной марки стали.

Из полученных данных следует, что диффузионное хромирование снижает прочность, пластичность и вязкость инструментальных сталей. Отрицательное влияние хромирования на механические свойства, за исключением ударной вязкости, менее всего сказывается на стали Х12Ф1 в закаленном и низкоотпущенном состояниях.

Бороалитирование повышает прочность исследованных сталей на 3–5 %. Закономерности в изменении механических свойств с увеличением толщины диффузионных слоев не обнаружено.

Диффузионное хромирование повышает износостойкость инструментальных сталей в 5–6 раз, бороалитирование – в 10–12 раз.

Следует отметить, что износостойкость углеродистой стали У8 с карбидными покрытиями в 3 раза, а с боридными – почти в 10 раз выше по сравнению с износостойкостью высоколегированной стали Х12Ф1 после термообработки. Таким образом, в ряде случаев для изготовления штампового инструмента можно применять углеродистые стали с износостойкими диффузионными покрытиями.

УДК 539.219.3

Л.Г.ВОРОШНИН, д-р техн.наук,
Е.М.ХУСИД (БПИ)

ПРОЦЕССЫ ДИФфуЗИИ УГЛЕРОДА В ЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЯХ С ДИСПЕРСНЫМИ ЧАСТИЦАМИ КАРБИДОВ РАЗНОГО ТИПА

Основная особенность диффузионных процессов при цементации высоколегированных сталей состоит в том, что они сопровождаются карбидными превращениями дисперсных частиц. Ранее нами разработана математическая модель цементации низколегированной стали Fe–C–Me, когда в ее исходной структуре и диффузионном слое имеются только частицы легированного цементита [1, 2]. При этом для описания кинетики роста частицы использована ячеистая модель сплава. В данной работе эта модель дополнена кинетикой фазовых превращений дисперсных частиц в диффузионной зоне. Известны два механизма этого явления при термообработке: а) зародыши нового карбида возникают на поверхности частицы и растут, постепенно охватывая всю частицу; б) зародыши возникают в дефектных местах и растут, а частицы карбида старого типа постепенно растворяются. Второй механизм требует сильного пересыщения твердого раствора, что маловероятно при цементации легированных сталей с большим числом дисперсных частиц. Поэтому кинетика фазового превращения описывается на основе первого механизма.

При описании процессов диффузии при цементации сплава с дисперсными частицами используют две группы уравнений: 1) уравнения баланса массы каждого элемента вдоль диффузионной зоны с учетом обмена атомами между твердым раствором и дисперсными частицами; 2) уравнения изменения размера и состава частицы, расположенной на фиксированном расстоянии от насыщаемой поверхности.

Уравнение баланса массы:

$$\frac{\partial}{\partial t} [(1-V)\bar{C}_i + V\bar{C}_i^c] = \frac{\partial}{\partial x} [(1-V) \sum_{j=1}^2 \tilde{D}_{ij} \frac{\partial \bar{C}_j}{\partial x}], i = 1, 2, \quad (1)$$

где V – объемная доля частиц; $V = \frac{4}{3} \pi R^3 N$; R – радиус частицы; N – число