

татов экспериментальных данных подтвердил результаты, полученные ранее: фазовый состав боридного слоя определяется интенсивной, а не экстенсивной концентрацией бора, которая характеризует мощность диффузионного источника, то есть фазовый состав боридного слоя определяется, главным образом, видом борсодержащего вещества в насыщающей среде, а не долей бора в ней.

Термодинамическое моделирование синтеза порошковых сред позволило установить вещества и их сочетания, которые при последующем проведении химико-термической обработки могут являться источниками атомов бора. Установлено, что такими соединениями в исследованных порошковых средах могут быть AlB_{12} , AlB_2 , CrB_2 , CrB , ZrB_2 , Ni_4B_3 , FeB .

Структуры диффузионных слоев, полученных из синтезированных сред на основе бора имеют характерное игольчатое строение, на легированных сталях ($4X5M\Phi C$, $X12M\Phi$ и др.) игольчатое строение значительно менее выражено. Толщина диффузионных слоев на углеродистых и легированных сталях в 1,2 - 1,8 раза превосходит толщину слоев, полученную на этих сталях из традиционных алюмотермических сред. При этом толщина диффузионных слоев на углеродистых сталях на порядок выше, чем на инструментальных.

Микротвердость полученных диффузионных слоев значительно выше и ее значения внутри каждой из фаз не постоянны, а меняются от минимальных до максимальных значений.

По результатам микрорентгеноспектрального анализа исследуемых диффузионных слоев на основе бора количество бора в ней изменяется в пределах от 8 до 35 %, что позволило высказать предположение о возможности образования в этих слоях высокобористых твердых растворов на основе решетки β -ромбического бора, либо соединения FeB_2 , имеющего гексагональную структуру типа B_{27} .

УДК 621.785.5

Карбонитрация в кипящем слое

Кухарева Н.Г., Петрович С.Н., Стасевич Г.В.

Белорусский национальный технический университет

Процесс термодиффузионной карбонитрации из порошковых сред достаточно широко применяется в промышленном производстве для повышения эксплуатационной стойкости металлорежущего инструмента и прессоштамповой оснастки. Снижение материалоемкости данного процесса упрочнения изделий может быть достигнуто использованием термодиффузионной обработки в кипящем слое.

Процесс термодиффузионной карбонитрации осуществляли при температуре 580 °С в течение 2 часов на сталях 4Х5МФС и Х12МФ из порошковых сред, содержащих оксиды хрома и алюминия, железистосинеродистый калий, уголь и бикарбонат натрия. Псевдоожигение достигалось использованием механической вибрации. Время прогрева порошковой засыпки и образцов до температуры проведения процесса (580 °С) составляло 3 минуты.

При вышеуказанных условиях на стали 4Х5МФС формировался диффузионный слой, состоящий из зоны карбонитридов толщиной ~ 16 мкм и следующей за ней диффузионной зоны толщиной 50 мкм. Поверхностная твердость составила 980 HV_{0,2}. Увеличение продолжительности процесса карбонитрации с 2 до 4 часов практически не повлияло на толщину поверхностной зоны карбонитридов: в обоих случаях она составляла около 16 мкм. Общая толщина диффузионной зоны при этом увеличилась соответственно с 50 до 100 мкм. Увеличение продолжительности процесса с 2 до 4 часов привело к увеличению поверхностной твердости стали 4Х5МФС, соответственно с 980 до 1100 HV_{0,2} и к более плавному изменению микротвердости по толщине карбонитридного слоя от поверхности к сердцевине образца.

На стали Х12МФ диффузионный слой также состоял из двух зон толщиной, соответственно, 15 и 45 мкм при продолжительности процесса насыщения равном 2 часа и, соответственно, 25 и 120 мкм при 4-х часовом процессе. Поверхностная твердость карбонитрированной стали Х12МФ не изменилась от увеличения времени насыщения и составила 1120 HV_{0,2}.

По данным анализа EDS содержание азота в поверхностной зоне карбонитрированного слоя на сталях 4Х5МФС и Х12МФ с повышением температуры и времени выдержки увеличивается.

Проведенные исследования показали, что структура и микротвердость карбонитридных слоев, формирующихся при обработке в кипящем слое, аналогичны слоям, формирующимся при традиционном печном нагреве.

УДК 621.785

Влияние циклических фазовых превращений на дисперсность конечной структуры

Ткаченко Г.А.

Белорусский национальный технический университет

Традиционная термоциклическая обработка с печным нагревом (скорость 5 °С/с) направлена на измельчение зерна стали и не имеет ограничений по количеству циклов. Мелкодисперсное строение получают много-