

деталей. На рис. 2 представлены результаты замера толщины образцов после различных видов их обработки. После борирования их линейные размеры увеличиваются на 0,03...0,05 мм, а после боротитанирования — на 0,05...0,9 мм.

Анализ микроструктур и измерение микротвердости показали, что боротитанированные слои не имеют существенных преимуществ по твердости и износостойкости перед борированными. Кроме того, двойная обработка образцов из высокоуглеродистых сталей приводит к образованию трещин и сколов в диффузионном слое.

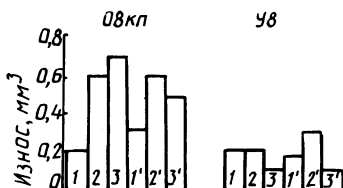


Рис. 3. Износостойкость сталей в зависимости от вида обработки

Исследование износостойкости сталей с диффузионными слоями проводили на машине Шкода—Савина при трении скольжения без смазочного материала. В качестве контртела использовали твердосплавный диск. На рис. 3 представлены результаты испытаний образцов из сталей после различных видов их обработки. Так, сталь 08кп после боротитанирования по всем схемам насыщения имеет более низкую стойкость, чем борированная. В то же время сталь У8 после обработки по схемам ($B_1 + TiO_2$) и ($B_{II} + TiO_2$) обладает в 2 раза большей износостойкостью, чем после однофазного или двухфазного борирования, что объясняется формированием на образцах зоны с более высокой микротвердостью, чем при борировании.

УДК 661.811.41.018.54

Г.М. ЛЕВЧЕНКО, канд. техн. наук,
А.В. ЛОМАКО (БПИ)

ПОЛУЧЕНИЕ БОРИДОВ КРЕМНИЯ МЕТОДОМ АЛЮМИНОТЕРМИИ

Анализ диаграммы системы кремний — бор приведен в работах [1, 2]. Установленными фазами в системе являются бориды SiB_4 и SiB_6 . Борид SiB_4 изоморфен B_4C с широкой областью гомогенности в сторону кремния — от 39,3 до 48 % (по массе) и отвечает формульному составу $SiB_{2,82...4}$. Борид SiB_6 также почти всегда точно отвечает формульному составу этой фазы. Температуры диспропорционирования боридов SiB_4 — 1870 °С, а SiB_6 — 1950 °С.

Бориды кремния характеризуются рядом ценных свойств: высокими жаро- и термостойкостью; способностью изделий, полученных из них обычными методами порошковой металлургии, спекаться на воздухе без изменения размеров; высокой прочностью как при комнатной, так и при повышенных температурах; прочностью и плотностью сплавов Si—B, сравнимыми с лучшими керметами; химической стойкостью в ряде агрессивных сред при комнат-

ной и высокой температурах; большим сечением захвата тепловых нейтронов, вследствие чего их применяют для изготовления регулирующих стержней и защитных устройств ядерных реакторов.

Методы получения боридов кремния можно условно разделить на два вида:

1) синтез из элементарных кремния и бора (спекание, сплавление, горячее прессование);

2) совместное восстановление кремния и бора из различных соединений (B_2O_3 , $Na_2B_4O_7$, SiO_2 и др.).

Наиболее широко применяется метод спекания в инертной атмосфере, реже — горячего прессования и сплавления. Методы синтеза требуют высокотемпературного оборудования и дорогостоящих порошков элементарного кремния и бора.

Из металлотермических методов известен магниетермический [3] и силикотермический [4]. Магниетермический требует инертной атмосферы и отмывки продукта SiB_4 от оксида магния. Из-за низкой термичности шихты и малой степени извлечения бора при восстановлении B_2O_3 кремнием выход готового продукта SiB_4 весьма незначителен, а отделить его от шлаковой фазы практически невозможно.

Все методы второй группы обеспечивают получение наиболее богатой кремнием фазы SiB_4 , но не SiB_6 .

С целью получения боридов SiB_4 и SiB_6 металлотермическим методом и снижения их стоимости был разработан алюмотермический метод с использованием B_2O_3 и SiO_2 классификации "ч" и алюминия марки ПА-4. Для увеличения термичности реакции восстановления в шихту вводился обезвоженный при 700...800 °С серноокислый кальций в соотношении $(CaSO_4 + Al) : (B_2O_3 + SiO_2 + A!) = 1 : 2$. Для снижения температуры начала реакции восстановления в шихту вводили 1...2 % NH_4Cl . При расчете шихт учитывали степень восстановления B_2O_3 и SiO_2 , равную соответственно 80 и 85 %, и летучесть субоксидов при температуре процесса.

Подготовленная для восстановления шихта массой 1000 г помещалась в тигель из спеченного кварца и уплотнялась. В процессе ее нагрева в шахтной печи реакция начиналась при 750...800 °С и протекала довольно бурно с выбросом части шлаковой фазы. Для предотвращения выбросов в камеру печи тигель накрывали керамическим конусом. По окончании реакции тигель извлекали и охлаждали на воздухе. Сформировавшийся слиток находился сверху шлаковой фазы и легко отделялся.

Слиток фазы SiB_4 состоял из явно выраженных и хорошо ограненных на изломе кристаллов. Слиток SiB_6 — плотный, с менее выраженным кристаллическим строением.

Правильность расчета шихт для получения боридов кремния подтвердил рентгеноструктурный фазовый анализ.

ЛИТЕРАТУРА

1. А р а б е й Б.Г. Взаимодействие в системе Si—B // Изв. АН СССР. Неорганические материалы. — 1979. — Т. 15. — № 9. — С. 1589—1592. 2. Л а м и х о в Л.К. Методы получения, свойства и применение тугоплавких сплавов системы Si—B // Металлотермические

методы получения соединений и сплавов. — Новосибирск, 1972. — С. 67—79. 3. Самсонов Г.В., Латышева В.П. К вопросу о химических соединениях бора с кремнием // Докл. АН СССР. — 1955. — № 105. — С. 499. 4. Ламихов Л.К., Неронов В.А., Самсонова Т.И. Внепечной силикотермический способ получения боридов кремния SiB_2 // Металлотермические методы получения соединений и сплавов. — Новосибирск, 1972. — С. 11—13.

УДК 621.785.5

Н.Г. КУХАРЕВА, канд. техн. наук,
А.М. ИСЛАМОВ (БПИ)

ХАРАКТЕР РАЗРУШЕНИЯ ДИФфуЗИОННЫХ ПОКРЫТИЙ ОБРАЗЦОВ ИЗ УГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ В НЕОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТАХ

Целью настоящей работы явилось изучение характера разрушения диффузионных покрытий на образцах из предварительно никелированных сталей 20 и У8 в 10%-х водных растворах серной, соляной и азотной кислот при введении в хромирующую среду кремния и молибдена.

Химико-термическую обработку образцов из предварительно никелированных сталей 20 и У8 осуществляли в хромирующей порошковой среде, а также в хромирующей среде с добавками кремния и молибдена. Измерение потенциалов питтингообразования осуществляли с использованием потенциодинамического метода исследования.

Изучение характера коррозионного разрушения покрытий после испытаний показало, что введение в насыщающую хромирующую среду добавок кремния и молибдена меняет в корне характер коррозионного разрушения, что подтверждается изменением потенциалов питтингообразования (табл. 1).

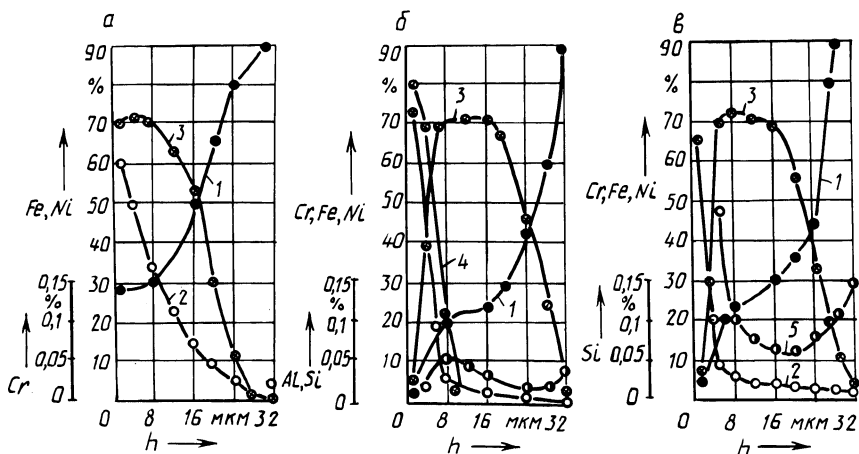


Рис. 1. Концентрационные профили распределения легирующих элементов на образцах из предварительно никелированной стали У8 после химико-термической обработки в насыщающих средах на основе:
а — Cr; б — Cr-Si; в — Cr-Si-Mo; 1 — Fe; 2 — Cr; 3 — Ni; 4 — Al; 5 — Si