

О СПОСОБАХ БОРИРОВАНИЯ ПРЕСС-ИНСТРУМЕНТА

Известно, что наилучшие показатели работоспособности штампового инструмента достигаются при упрочнении газовым азотированием. Из ряда возможных процессов азотирования (классификация Ю.М. Лахтина и Я.Д. Когана [2]), представляет интерес низкотемпературное (т. е. ниже 591 °С – точки эвтектоидного превращения диаграммы $Fe - N$) азотирование, как оптимальное для штампового инструмента из достаточно легированных сталей 4X5B2ФС, 4X5МФС, 3X3М3Ф и др. Причем легирующие элементы (Cr , Mo , W и особенно V), вызывающие эффект вторичного (дисперсионного) твердения, способствуют сохранению высокой твердости металла сердцевины в процессе длительного нагрева инструмента.

Опыт азотирования всей номенклатуры горячештамповочного инструмента (матрицы, пуансоны, выталкиватели, протяжные кольца, клейма и др.) свидетельствует о том, что после азотирования его эксплуатационная стойкость повышается в 2–3 раза [1]. Однако для проведения азотирования всей номенклатуры горячештамповочного инструмента требуются значительные производственные мощности, причем практическое осуществление процесса зачастую лимитируется обеспечением баллонного аммиака, а также жаропрочным хромоникеливым литьем (реторты, корзины к печам типа США). Кроме того, лимитирующими факторами являются габариты рабочего пространства этих печей.

Таким образом, возникает необходимость изыскания альтернативных энергосберегающих процессов химико-термической обработки (ХТО), позволяющих повысить эксплуатационную стойкость инструмента, а также интенсификации процессов ХТО.

Борирование штампового инструмента машиностроительных заводов. Выявлена номенклатура инструмента, стойкость которого повышается после борирования. Известно, что отрицательным свойством борированного слоя является его повышенная хрупкость, что ограничивает применение борирования как в машиностроении, так и в инструментальном производстве. Однако в тех случаях, когда борированный слой работает в условиях безударного нагружения, абразивного изнашивания и т. п., его влияние на износостойкость трудно переоценить.

Установлено, что гидропрессовый борированный инструмент по стойкости не уступал азотированному. При этом в условиях глубокой прошивки стальных стаканов стойкость борированный пуансонов была на 25–30 % выше, чем азотированных. Таким образом, для значительной группы инструмента гидропрессовой штамповки (пуансоны прошивочные и протяжные, матрицы, выталкиватели) вопрос об альтернативе азотированию принципиально был решен в пользу борирования.

Учитывая трудности электролизного борирования, нами был опробован другой известный вариант жидкостного борирования – так называемое бестоковое [2].

Использование в расплаве технической буры порошка бора вместо карбида бора B_4C или бориды железа FeB позволило укоротить процесс борирования за счет его большой реакционной способности, а также снизить количество твердой фазы в ванне и уменьшить ее зашламленность. Для повышения жидкотекучести расплава в него добавляли небольшое количество хлоридов или фторидов щелочного металла.

Эксплуатационные испытания показали целесообразность применения борированных таким способом пуансонов горячей штамповки в условиях работы на гидравлических прессах, т. е. при плавном безударном нагружении инструмента. Так, стойкость прошивных и протяжных пуансонов при горячей штамповке заготовок типа «стакан» была не ниже, чем у азотированных, а в некоторых случаях – в 1,5 раза.

Проводили процесс бестокового жидкостного борирования в расплаве следующего состава: 73–78 % $Na_2B_4O_7$ (бура), 15–20 % $NaCl$, 5–7 % В (порошок черного бора). Расплав буры с порошком бора имеет хорошую жидкотекучесть, что способствует его значительно меньшему уносу из ванны, чем расплава с карбидом бора или расплава при электролизном борировании.

Развитием описанного выше бестокового процесса является более экономичный вариант – борирование в электродных соляных ваннах. Для него применяли расплав состава: 92–96,5 % $NaCl$; 2–5 % NaF ; 1,5–3 % В (порошок бора) [3]. Использование такого расплава позволяет проводить борирование безмуфельным способом, что особо важно в условиях дефицита жаропрочного никельсодержащего стального литья. Расплав находится непосредственно в огнеупорной кирпичной кладке соляной электропечи-ванны (типа СВС-100). Состав расплава является нейтральным по отношению к кирпичной кладке ванны и гарантированно не вызывает ее разъедания. Ванны такого типа работают практически на всех заводах. При этом нагрев расплава осуществляется внутренними электродами. В результате расход электроэнергии в несколько раз меньше, чем в тигельных ваннах с внешним обогревом. Этот процесс достаточно широко апробирован машиностроительными заводами, а также продан на патентно-лицензионных началах за рубеж [3].

Борирование крупного деформирующего инструмента. Габариты и значительный вес деформирующего инструмента металлургических заводов (эджерные валки колесопрокатных станков, крупные матрицы и пуансоны мощных гидропрессов и т. п.) не позволяют проводить описанные выше процессы жидкостного борирования – ванны таких габаритов просто невозможны.

Наибольший интерес представляет способ электроэрозионного борирования, которое особенно эффективно для повышения износостойкости и абразивной стойкости масштабных деталей.

Такой способ борирования поверхности не требует дополнительной обработки металла перед борированием, исключает использование высоких температур, а также редких и дорогостоящих реактивных материалов и может быть использован в качестве простого и неэнергоемкого [4].

Поверхность детали подвергают непрерывной электроэрозионной обработке борсодержащим электродом, выполненным в виде стержня, с получением упрочняющего покрытия, которое выполнено в виде одного или двух электроэрозионных слоев, в качестве материала электрода используют ферробор, при этом толщина наносимого покрытия составляет 0,12–0,15 мм.

Технология электроэрозионного борирования обладает рядом существенных достоинств:

- не требует специальной подготовки поверхностей, необходимо лишь полностью очистить их от грязи и полностью удалить следы жира и масла;
- обеспечивает высокую прочность сцепления слоя покрытия с основным материалом;
- не оказывает влияния на основную структуру металла;
- придает поверхностным слоям покрытия, требуемые эксплуатационные качества;
- повышает стойкость упрочненных изделий в 1,5–3 раза в сравнении с неупрочненными;
- исключает нагрев обрабатываемой поверхности;
- отличается простотой технологического процесса, малогабаритностью и транспортабельностью оборудования.

В качестве борсодержащего материала электрода используется ферробор.

Полученные ионы бора обладают хорошей проникающей способностью в кристаллическую решетку стали и чугуна, что является предпосылкой для создания достаточного по толщине диффузного слоя боридов на поверхности стальных изделий. Толщина слоя может регулироваться в зависимости от мощности разрядного импульса генератора электроэрозионной установки [5].

Этот метод позволяет четко идентифицировать бориды железа. Причем фазе Fe₂B соответствуют желтый и светло-коричневый цвета, а фазе FeB – сиреневый и бирюзовый цвета. Было установлено, что по предлагаемой технологии борирования стальных образцов сплошность боридного слоя составила около 100 %.

Микротвердость образцов с электроэрозионным покрытием в виде одного слоя ферробора, составила 58–65 HRC, а для образцов с двухслойным покрытием из ферробора составила 65–70 HRC (исходная – 40–37 HRC).

Наилучшие показатели по износо- и коррозионной стойкости деталей были достигнуты при 2-слойном электроэрозионном покрытии с общей толщиной покрытия, равной 0,15 мм, и обдуве электрода охладителем.

Выводы

1. Борирование является альтернативным процессом ХТО, позволяющим заменить азотирование для изделий, не испытывающих динамических нагрузок. Практически это широкая номенклатура пресс-инструмента.

2. Разработанный процесс электроискрового борирования позволяет упрочнять инструмент любых габаритов и массы [10].

3. Энергозатраты на электроискровое борирования в 10–15 раз ниже, чем в процессах ХТО с использованием электронагревательного оборудования.

Список использованной литературы

1. Файншмидт Е.М., Пегашкин В.Ф. Химико-термическая обработка инструмента горячей штамповки // МиТОМ. 2000. № 7. С. 10–14.

2. Соколов Г.В., Эпик А.П. Тугоплавкие покрытия. М.: Металлургия. 1973. 180 с.

3. А. с. № 779438. СССР. МКИ С 21 С 9/10. Расплав для борирования стальных деталей / Г.И. Беляева, Е.М. Файншмидт, Я.Б. Чернов.

4. Пат. 2421307 Российская Федерация, МПК В23Н 9/00, С23С 8/32. Способ электроэрозионного борирования поверхностей изделий из стали и чугуна / Астафьев Г.И., Файншмидт Е.М., Пегашкин В.Ф.

5. Пат. 83206 Российская Федерация, МПК В23Н 7/18. Генератор импульсов для электроэрозионной обработки / Астафьев Г.И., Файншмидт Е.М., Пегашкин В.Ф.