

Это обеспечит оптимальное сочетание прочности и пластичности проволоки для защитных покрытий при значительной интенсификации процесса диффузионного насыщения. Потенциальные возможности этого метода велики, что позволяет прогнозировать расширение работ в указанной области.

Литература

1. Ворошнин Л.Г. Теория и практика получения защитных покрытий с помощью ХТО/Л.Г. Ворошнин, Ф.И. Пантелеенко, В.М. Константинов. – Минск: ФТИ; Новополоцк: ПГУ, 1999. – 133 с.
2. Пантелеенко Ф.И. Самофлюсующиеся порошки и износостойкие покрытия из них. / Ф.И. Пантелеенко, С.Н. Любецкий–Мн.: БелНИИНТИ, 1991 – 59 с.
3. Контейнер для химико-термической обработки проволоки: пат. на полезную модель Респ. Беларусь № 695 – В.М. Константинов, А.С. Губанов, Ф.И. Пантелеенко, М.В. Семенченко Заявл. 19.12.01. Оpubл. 30.12.02.
4. Кидин И.Н. Электрохимико-термическая обработка металлов и сплавов / И.Н. Кидин [и др.]– М.: "Металлургия", 1978. – 320 с.
5. Семенченко М.В. Электро-химико-термическая обработка проволоки для защитных покрытий. / М.В. Семенченко: дисс... магистра техн. наук: 05.02.01. – ПГУ, 2003. – 70 с.
6. Федюкин В.К. Термоциклическая обработка металла и деталей машин / В.К. Федюкин, М.Е. Смагоринский. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1989. – 255 с.
7. Термоциклическая обработка сталей, сплавов и композиционных материалов/Под ред М.Х.Шорошова.– М.: «Наука», 1984.–187 с.
8. Гурьев, А.М. Химико-термоциклическая обработка (ХТЦО) сталей и сплавов / А.М.Гурьев, Л.Г. // Ворошнин Сборник научных трудов международной научно-практической конференции «Проблемы и перспективы развития литейного производства».– 2001. – Режим доступа: [http:// www.likeyka.boom.ru](http://www.likeyka.boom.ru). Дата доступа: 07.12.2005

УДК 621/793.14

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОЛИТНО-ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ НА ИЗМЕНЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ КОРРОЗИОННОСТОЙКИХ АУСТЕНИТНЫХ СТАЛЕЙ

Королёв А.Ю., Алексеев Ю.Г., Кособуцкий А.А., Фомихина И.В., Повжик А.А.

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Целью данной работы является исследование влияния режимов электролитно-плазменной обработки на структурные изменения в поверхностном слое обрабатываемого материала.

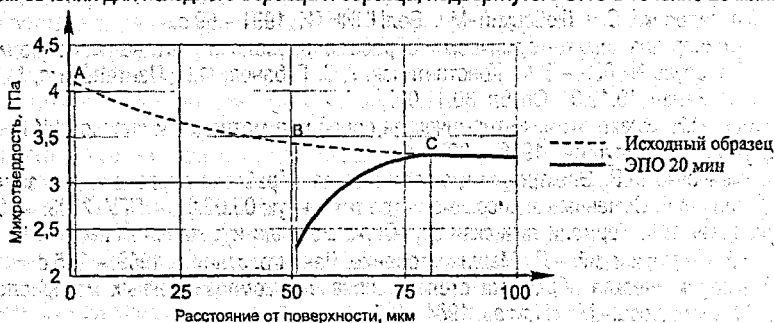
Метод обработки металлических изделий в электролитах при повышенных напряжениях постоянного тока - электролитно-плазменная обработка (ЭПО) широко используется для полировки поверхности деталей сложной формы. Исследованиям технологических режимов ЭПО для полирования различных металлических материалов посвящено большое количество исследований [1, 2]. Однако в них не в полной мере изучены вопросы состояния поверхностного слоя в процессе обработки.

В работе проведены исследования фазового состава, параметров тонкой структуры, параметров кристаллической решетки, металлографические и дюрметрические исследования поверхностных слоев образцов из коррозионностойкой стали 12Х18Н9, обработанных по технологии ЭПО.

Металлографические исследования образцов проводились на световом микроскопе "MeF-3" фирмы "Reichert" (Австрия); дюрометрические исследования – на микротвердомере "Micromet II" фирмы "Buehler-Met" (Швейцария) с нагрузкой 50 г. Исследования проводили на плоских деформированных образцах стали.

В результате ЭПО происходит снижение микротвердости поверхностного слоя. Толщина слоя, разупрочняемого в результате ЭПО, увеличивается от 5 мкм при времени обработки в 0,5 мин до 30 мкм при времени обработки 20 мин.

На рисунке 1 представлено распределение микротвердости поверхностного слоя в поперечном сечении для исходного образца и образца, подвергнутого ЭПО в течение 20 мин.



AB – величина слоя, удаляемого в течение 20 мин ЭПО (50 мкм),

BC – глубина разупрочненного слоя (около 30 мкм).

Рисунок 1 - Снижение микротвердости в результате ЭПО

Снижение микротвердости в поверхностном слое составило 1,1 ГПа по сравнению с исходным состоянием. Так, микротвердость в исходном состоянии составляет 3,4 ГПа, после 20 мин ЭПО – 2,3 ГПа.

В зависимости от продолжительности ЭПО меняется микроструктура поверхностного слоя с увеличением количества γ -фазы (рисунок 2).

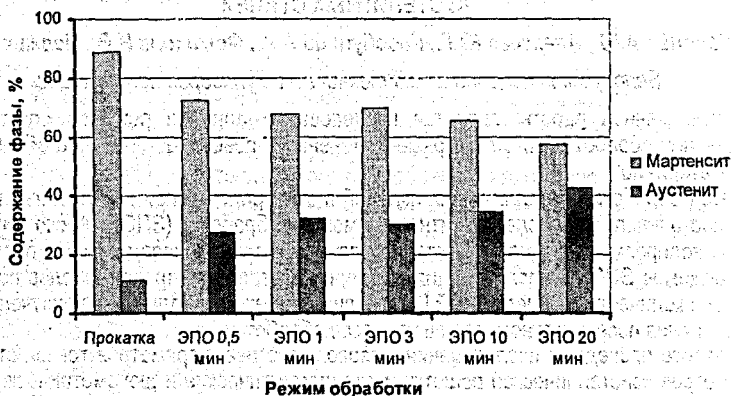


Рисунок 2. Изменение фазового состава поверхностного слоя в результате ЭПО

В исходном состоянии (прокатка со степенью обжатия 80%) в структуре материала преобладает мартенситная фаза (α -фаза) с содержанием 88,7%, содержание аустенитной фазы (γ -фазы) составляет 11,7%. В результате ЭПО в поверхностном слое происходит изменение фазового состава, сопровождающееся повышением содержания аустенитной фазы. Так, после 20 мин ЭПО в структуре поверхности образцов содержание γ -фазы составляет уже 42,6%.

При ЭПО изменяется преимущественная ориентировка α -фазы, которая меняет ориентацию в плоскости прокатки (110) на ориентацию в плоскостях (200) (211) при времени обработки от 0,5 до 10 мин. и переориентируется в плоскости (211) при обработке в течение 20 мин. Ориентировка γ -фазы со временем обработки не меняется.

Холодная пластическая деформация металлических материалов сопровождается ростом плотности дислокаций и, соответственно, остаточных напряжений [3]. Плотность дислокаций в кристаллах характеризуют числом дислокаций, пронизывающих единицу поверхности, выбранной внутри кристалла или суммарная длина всех линий дислокаций в единице объема. Наибольшая плотность дислокаций наблюдается в поверхностном слое обрабатываемого материала – в зоне контактного трения с деформирующим инструментом и сосредоточена на глубине 10-15 мкм.

По мере увеличения степени пластической деформации растет плотность дислокаций и меняется характер их распределения в кристаллах. При больших степенях деформации металлов плотность дислокаций может составлять до 10^{11} см⁻².

Проведены исследования с целью выявления влияния ЭПО на изменение плотности дислокаций в поверхностном слое материала. Пять образцов подвергались ЭПО с различной продолжительностью (от 0,5 до 20 мин).

Так как ЭПО воздействует на тонкие поверхностные слои, проводилась прецизионная вырезка исследуемого слоя толщиной 30 мкм с последующим односторонним механическим и электролитическим утонением. Для данного прецизионного препарирования применялось оборудование фирмы «Бюллер-Мет» (Швейцария).

Разрезка на тонкие пластины толщиной 0,3 – 0,5 мм осуществлялась на установке «Изомет», «Аккутом» с помощью алмазных дисков со скоростью 500 об/мин с водяным охлаждением.

Одностороннее механическое утонение проводилось на установке «Минимет». Исследуемые образцы обработанной поверхностью приклеивались к подвижному стержню приспособления установки. Сушились в течение 1 часа. Шлифовались последовательно на абразивных бумагах номеров: 120, 180, 240, 320, 400, 600, полировались – на бумажном круге с использованием алмазных полировочных паст зернистостью 7/5, 5/3, 3/2 мкм. Толщина образцов после механического утонения составляла 0,035 – 0,045 мм. Поверхность образцов после механического утонения имела зеркальный вид без глубоких рисок и царапин. Качество поверхности контролировалось с помощью металлографического микроскопа «Меф - 3» фирмы «Райхерд» (Австрия). Образцы отклеивались от подвижного стержня. Для снятия налета, полученного при механическом утонении, проводилась односторонняя электрополировка, при которой исследуемая поверхность защищалась лаком. После электрополировки лак снимали с поверхности растворением.

Значения параметров тонкой структуры определяли с помощью программы автоматизированного рентгеновского исследования «WinDif».

Для расчёта параметров тонкой кристаллической структуры выбирались линии двух порядков отражения от одной плоскости, которые для надежной регистрации имели достаточную интенсивность и не совпадали с другими отражениями [4].

На рисунке 3 представлена зависимость плотности дислокаций в поверхностном слое от продолжительности ЭПО.



Рисунок 3 - Изменение плотности дислокаций в результате ЭПО

Наиболее интенсивное снижение плотности дислокаций наблюдается в течение трех минут обработки. Это связано с удалением дефектного слоя толщиной 10-30 мкм с повышенной микротвердостью и плотностью дислокаций. Обработка продолжительностью более 10 минут не оказывает значимого влияния на изменение плотности дислокаций.

Исследование влияния ЭПО на изменение коррозионной стойкости поверхностного слоя проводили путём снятия анодных поляризационных кривых в потенциодинамическом режиме при скорости изменения потенциала 1 мВ/с в 0,9% растворе хлористого натрия (физиологический раствор).

На рисунке 4 представлена зависимость потенциала коррозии от продолжительности ЭПО. Максимальный потенциал коррозии достигается после ЭПО в течение трех минут. При дальнейшей обработке наблюдается значительное снижение коррозионной стойкости.



Рисунок 4 - Влияние ЭПО на изменение коррозионной стойкости поверхностного слоя.

Повышение коррозионной стойкости после ЭПО продолжительностью до 3 мин связано с удалением с поверхности дефектного слоя с повышенной плотностью дислокаций, включающего также карбиды, оксиды и продукты износа инструмента (рисунок 5). Кроме того, повышение коррозионной стойкости связано с увеличением количества α -фазы, более стойкой к коррозии, чем α -фаза.

ЭПО продолжительностью более 3 мин сопровождается образованием питтингов (рисунок 5), что приводит в результате к резкому снижению коррозионной стойкости поверхности.

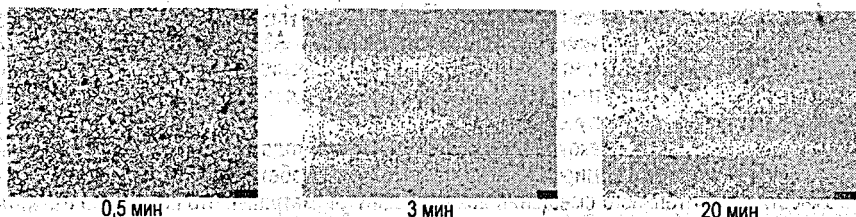


Рисунок 5. Структура поверхностного слоя после ЭПО (x100).

Вывод

Проведенные исследования позволили установить влияние режимов ЭПО на тонкую структуру материала, механизмы модификации поверхностного слоя, закономерности влияния параметров процесса ЭПО на свойства поверхности обрабатываемого материала. Установлено, что ЭПО способствует снижению плотности дислокаций, снижению микротвердости и изменению фазового состава поверхностного слоя. Кроме того, ЭПО продолжительностью до 3 мин способствует повышению коррозионной стойкости.

Литература

1. Плазменно-электролитическая анодная обработка металлов / Баковец В.В., Поляков О.В., Долговесова И.П. - Новосибирск: Наука.Сиб. отд-ние, 1991. -168с.
2. Исследование и внедрение технологии электролитно-плазменной обработки конструкционных сталей и алюминия / В.К. Станишевский, А.А. Кособуцкий, А.Э. Паршутто и др. // Отчет о НИР №01.88.0014649. - Минск. 1990. - 68 с.
3. Гуляев А.П. Металловедение. М.: Металлургия, 1978. 647 с.
4. Рентгенографический и электронно-оптический анализ. Учеб. пособие для вузов/С.С. Горелик, Ю.А. Скакова; Л.Н. Расторгуев. - М.: МИСИС, 2002. -360 с.

УДК 539.4.015.2

ЗАВИСИМОСТЬ ПРОЧНОСТИ КОМПОЗИТА ОТ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЕГО КОНТАКТИРУЮЩИХ ФАЗ

Кузёмкина Г. М., Шимановский А. О., Якубович О. И.

Белорусский государственный университет транспорта,
г. Гомель, Республика Беларусь

Постановка арматуры в матрицу композита дает возможность увеличения прочности и жесткости машиностроительных и строительных конструкций. Качества композитного материала в значительной степени зависят от свойств поверхностей сцепления его контактирующих фаз [1, 2]. В последние годы в мире большое внимание уделяется уточненным расчетам напряженно-деформированного состояния конструкций из композитных материалов. Среди программных комплексов, реализующих расчеты таких конструкций методом конечных элементов, наиболее известны ANSYS, NASTRAN, MARC [3 – 5].

На базе современных вычислительных комплексов решен ряд практических задач о деформировании железобетонных строительных конструкций. Например, в исследованиях Д. Качлакева и др. [10] выполнен расчет железобетонной балки с помощью программы ANSYS. Проведено сравнение расчетов с экспериментальными данными, причем отклонение значений напряжений и перемещений составило от 5 до 24%. Для укрепления конструкций авторы работы предлагают использовать армированные волокном полимеры, которые предотвращают развитие раскрытых трещин. В указанной статье также даны практические рекомендации по расчетам железобетонных конструкций в ANSYS.