

Summary

The possibility of modifying of nickel films by MoO_3 and polymolybdc acid has been demonstrated. The dependence of composition, structure, and surface morphology of Ni-MoO_3 composite on the deposition conditions and the characteristics of incorporated dispersed phase has been investigated. The correlation between the properties of MoO_3 composite (stability against corrosion, microhardness, friction coefficient) and the morphology of MoO_3 dispersed phase has been established.

УДК 534.2

**УПРОЧНЕНИЕ СТАЛЕЙ МЕТОДОМ
ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ИМПУЛЬСНОГО
НАГРУЖЕНИЯ**

Е.А. Дорошкевич, В.И. Овчинников, О.И. Коваль
БГНПК ПМ НАНБ НИИ импульсных процессов с ОП

В процессе выполнения исследований по динамическому нагружению и высокоскоростному соударению частиц порошка с металлическими преградами установлено, что наряду с кратерообразованием происходит объемная перестройка структуры, изменение химического, фазового состава обрабатываемого материала, механических свойств. Структурные изменения в металлической преграде (образце) происходят за счет ударноволнового нагружения и проникания сравнительно небольшой доли (~ 1-1,5%) микрочастиц, ускоренных энергией взрыва. Технология обработки металлов с использованием энергии взрыва не требует больших материальных, энергетических, временных затрат и является перспективной с точки зрения ресурсосбережения при обработке металлических материалов с целью их упрочнения и повышения физико-механических свойств.

В качестве модельных материалов металлических преград были выбраны сталь 10, сталь 40, сталь Р6М5. Выбор материалов обусловлен тем, что конструкционные стали имеют много общего и различаются содержанием перлита и феррита. Поэтому сравнение микроструктуры и механических свойств сталей 10 и 40 позволит в дальнейшем достаточно точно прогнозировать тенденции изменения структурных и прочностных параметров в результате динамического нагружения для всех конструкционных сталей. Новый композиционный материал на основе инструментальной стали Р6М5, полученный в результате взаимодействия между потоком микрочастиц SiC и стальной матрицей в процессе взрывного микролегирования, уже нашел практическое применение в качестве материала вставок для резцов соледобывающих комбайнов. С учетом этого дальнейшее исследование параметров материала, формируемого при динамическом микролегировании, позволит оптимизировать разработанный технологический процесс.

Образцы имели длину 100 мм и поперечное сечение диаметром 10 мм (сталь 10), 50 мм (сталь 40).

Динамическую обработку осуществляли по схеме [1] при следующих стандартных параметрах: средняя скорость частиц – 700 м/с; время воздействия ≈ 200 мкс. В качестве материала микрочастиц использовали порошок SiC фракции 63 - 70 мкм. Выбор фракции порошка обусловлен результатами исследований по оценке влияния фракционного состава микрочастиц на изменение структуры обрабатываемого материала и глубину проникания частиц в материал. Ранее было установлено, что при одинаковых параметрах обработки максимальная глубина проникания с изменением микроструктуры в конструкционной стали наблюдается при использовании порошка SiC фракции 63-70 мкм.

Исследование микроструктуры образцов показало, что воздействие потока частиц характеризуется значительной неоднородностью в зависимости от глубины проникания и расстояния от центра обработки. Наибольшая плотность канальных зон, как правило, наблюдается в центральной части преграды (диаметр 10 мм). Вблизи канальных зон присутствуют участки локализованной деформации (рисунок 1). Структурная неоднородность является причиной изменения и механических свойств. В таблице 1 приведены результаты измерения твердости по методу Бринелля (диаметр стального шарика 5 мм, нагрузка 250 кгс, время нагружения 15 сек.) для образцов из стали 40 и стали 10. Твердость исходного образца из стали 40 составляет 175 НВ, из стали 10 ~ 121 НВ.



Рисунок 1 - Микроструктура стали 40, подвергнутой динамическому микролегированию, $\times 2000$

Таблица 1 - Твердость образцов из стали 40 и стали 10, подвергнутых динамическому микролегированию

Глубина обработки, мм	Твердость НВ (центр образца)	Твердость НВ (расстояние от центра образца 20 мм)
сталь 40		
5	200	185
20	185	180
40	185	175
60	185	175
80	185	175
сталь 10		
5	163	-
20	145	-
40	145	-
60	145	-

Существенное повышение твердости до глубины ~ 20мм от поверхности при динамическом нагружении можно объяснить упрочнением за счет пластической деформации. В диапазоне глубин обработки 20-80 мм значение твердости практически не изменяется. Твердость образцов после динамического нагружения складывается из исходной твердости феррито-цементитной смеси и приращения твердости за счет объема металла с искаженной решеткой, которая пропорциональна суммарной площади поверхности раздела фаз. Таким образом, регистрируемое повышение твердо-

сти обработанного материала можно считать результатом увеличения поверхности раздела фаз за счет комплексного изменения микроструктуры:

- образования канальных зон;
- дробления зерен;
- измельчения феррито-цементитной смеси;
- формирования новых поверхностей раздела вблизи проникших частиц.

Структура исходного образца из стали 40 представляет собой пластинчатый перлит. На глубине 5 - 10 мм, т.е. в зоне максимального комплексного влияния процессов импульсной обработки (действие ударной волны и потока микрочастиц), материал имеет максимальную твердость и представляет собой сорбитообразный перлит. В диапазоне глубин обработки 20 - 80 мм зарегистрирован промежуточный уровень твердости, который соответствует структуре пластинчатого перлита (таблица 1, рисунок 1).

Динамическое легирование стали 10 приводит к более значительным изменениям твердости, чем для стали 40. Это, на наш взгляд, связано с тем, что в конструкционных сталях с феррито-перлитной структурой при приложении нагрузки деформация начинается в феррите, а перлитные колонии являются "барьерами" для такой деформации. В стали 10 количество перлитной составляющей меньше, чем в стали 40.

Натурные испытания износостойкости резцов со вставками из стали Р6М5, подвергнутой динамическому микролегированию, проведенные в г. Солигорске, показали, что разработанный материал обладает высокой эксплуатационной стойкостью (расход 5-6 резцов на 1000т добытой калийной руды, вместо 8 - 10 резцов). Износостойкость упрочненной инструментальной стали Р6М5 в 1,6-1,8 раза повышается по сравнению с аналогичной не обработанной. Исследования микроструктуры обработанной стали Р6М5 свидетельствуют о том, что одной из причин повышения износостойкости является образование структуры композиционного материала, упрочненного канальными зонами, играющими роль армирующих элементов. Упрочнение быстрорежущей стали Р6М5 осуществляется за счет введения в технологический процесс операции динамического микролегирования в сочетании с традиционной для Р6М5 термической обработкой.

Высокоскоростные импульсные методы обработки металлических материалов позволяют также получать поверхностные упрочненные слои толщиной 30-40 мкм (рисунок 2).

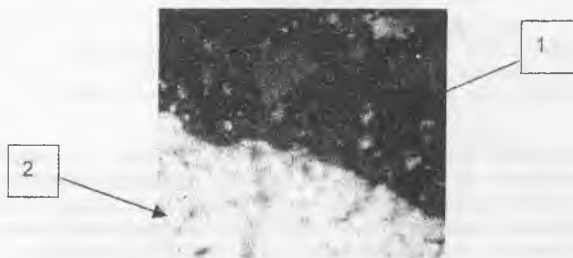


Рисунок 2 - Сталь 40, обработанная высокоскоростным потоком неидеальной плазмы, х 500; 1 - упрочненный поверхностный слой, 2 - сталь 40

Такой эффект достигается обработкой высокоскоростными потоками неидеальной плазмы, образующейся в результате взрыва и ионизации газообразующих веществ N и C при их одновременной диффузии в сталь, и позволяет получать ϵ - фазу карбонитридного характера (карбонитридной структуры Fe-N-C). Карбонитридная фаза, полученная при одновременной диффузии в сталь азота и углерода, по сравнению с чисто азотной обладает меньшей хрупкостью, повышенной твердостью (HV 400-450), высокими химической стойкостью и износостойкостью в 1,6-1,8 раза.

Список использованных источников

1. Динамическая перестройка структуры материалов. Коллективная монография под ред. С.М. Ушеренко – Минск НИИ ИП с ОП. – 2000. – 186с.

Аннотация

Представлены результаты исследования твердости и износостойкости композиционных материалов на основе сталей 10, 40, P6M5, полученных методом динамического микролегирования. Зарегистрировано повышение износостойкости упрочненной инструментальной стали P6M5 в 1,6-1,8 раза по сравнению с не обработанной. Предложен новый метод поверхностного упрочнения, заключающийся в обработке поверхности стальных изделий высокоскоростными потоками неидеальной плазмы, образующейся в результате взрыва и ионизации газообразующих веществ азота и углерода.

Summary

Results of hardness and wear resistance of composite materials on a basis steels 10, 40, P6M5, received by a dynamic doping method are submitted. Increase of wear resistance of strengthened tool steel P6M5 in 1,6-1,8 times in comparison with not processed is registered. The new method of surface hardening consisting in processing of a steel feedstock surface by high-speed flux of collisional plasma, formed as a result of explosion and is offered to ionization of gas-forming substances of nitrogen and carbon.

УДК 621.7.043

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЕРВОЙ И ВТОРОЙ СТАДИИ ПРОЦЕССА ФОРМООБРАЗОВАНИЯ СФЕРООБРАЗНЫХ ОБОЛОЧЕК

В.Г. Корткевич, С.В. Жигилий
Гомельский государственный технический
университет имени П.О.Сухого
Московский государственный технический
университет "МАМИ"

Проведение экспериментальных исследований выполнялось для разработки и обоснования рекомендаций по выбору технологических параметров формообразования сферообразных оболочковых деталей из листа, а также для оценки достоверности полученных теоретических результатов для различных точек деформируемой заготовки с учетом технологических параметров влияющих факторов теоретического анализа, проверки достоверности функциональных зависимостей, выражаемых формулами (таблица 1), полученными при теоретических исследованиях нового процесса [1,2,3]. Экспериментально исследовалось формоизменение сферообразных оболочек в процессах фрикционно-реверсивной вытяжки эластичным пуансоном по жесткой матрице (Рис 1а).