

*Студенты Лебедь А.В., Свирин Е.В.,
Письменный А.И.
канд. техн. наук доц. Еришов В.М.
(ДонГТУ, г.Алчевск, Украина)*

ФАЗОВЫЙ РЕНТГЕНОВСКИЙ АНАЛИЗ СЛОЕВ ЭЛЕКТРОИСКРОВОГО ЛЕГИРОВАНИЯ СТАЛИ

Наведено результати рентгенівського фазового аналізу поверхневих шарів електроискрового легування швидкорізальної сталі твердим сплавом.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.

Электроискровое легирование (далее ЭИЛ) быстрорежущих сталей твердыми сплавами широко используется в практике для увеличения твердости и износостойкости металлорежущего инструмента [1.2]. В то же самое время известно, что структура осаждаемых слоев изучена крайне слабо. Это касается как фазового состава поверхностных, так и подповерхностных слоев покрытия.

Особенно актуальным вопросом структурного анализа слоя является природа так называемого «белого слоя», обладающего наибольшей твердостью и износостойкостью.

Целью настоящей работы является изучение влияния режимов ЭИЛ на фазовый состав поверхностных слоев твердого сплава, осажденного на поверхность образцов быстрорежущей стали Р6М5.

Анализ исследований и публикаций. Еще в монографии Г.П.Иванова [1] и последующих работах сотрудников Г.В.Самсонова [2.3] было показано, что «белый слой» упрочненного слоя после ЭИЛ, состоит из высокодисперсных частиц карбидной фазы вольфрама, мартенсита и остаточного аустенита. Причем толщина «белого слоя» составляет 20 – 40% от общей толщины нанесенного покрытия и возрастает с увеличением энергии искрового разряда.

Чистовое легирование твердым сплавом проводится на мягких режимах, с энергией искрового разряда в 1 – 1.5 Дж, когда образуются достаточно плотные и гладкие покрытия.

В работах вышеназванных исследователей указывается на возможность образования нового карбида типа W_2C , вместо WC . Этот факт требует уточнения.

Постановка задачи. В настоящем исследовании ставится задача изучения фазового состава поверхностного слоя электроискрового легирования быстрорежущей стали Р6М6 твердым сплавом ВК8.

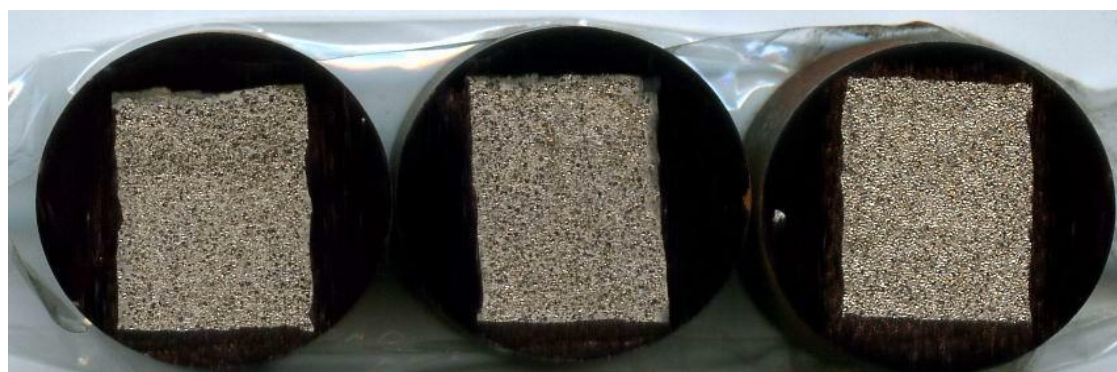
Изложение материала и его результаты. Для исследования были использованы цилиндрические образцы диаметром 20 мм и высотой 15 мм из стали Р6М5. Образцы прошли типовую термическую обработку: закалку от температуры $1210^{\circ}C$ и двухкратный отпуск по 1 часу при $560^{\circ}C$.

Термообработанные образцы подвергали шлифовке на глубину не менее 0.15 мм за 3 прохода, после чего на торцевую поверхность каждого образца наносили покрытие электроискровым методом.

Для электроискрового легирования использовали экспериментальную установку конструкции В.М. Ершова с ручным вибратором промышленной частоты. Установка ЭИЛ работала по RC-схеме и имела широкий спектр режимов нанесения покрытия: три значения опорного напряжения выпрямителя в 20, 50 и 100 В и набор конденсаторов различной емкости от 10 до 2000 мкФ, что в нашем случае позволяло регулировать энергию искрового разряда в широком диапазоне. Энергия разряда конденсатора рассчитывалась по формуле: $E = C U^2/2$, где C – емкость конденсатора; U – рабочее напряжение [2].

В нашей работе использовалась энергия разряда в 0.125, 0.5 и 1 Дж при рабочем напряжении в 50 В. Продолжительность нанесения покрытия составляла 5 минут на 1 см^2 поверхности образца.

Внешний вид поверхности образцов приведен на рис.1.



a

б

в

Рисунок 1 – Внешний вид поверхности образцов после нанесения покрытия твердым сплавом при энергии разряда в 0.125 (а), 0.5 (б) и 1 (в) Дж

После нанесения покрытия, образцы подвергались рентгенографированию на дифрактометре ДРОН – 1.5 в фильтрованном железном излучении трубки БСВ8. Дифракционная картина в интервале углов от 35 до 70° 2θ регистрировалась на ленте потенциометра ЭПП- 09. Образцы дифрактограмм приведены на рис.2

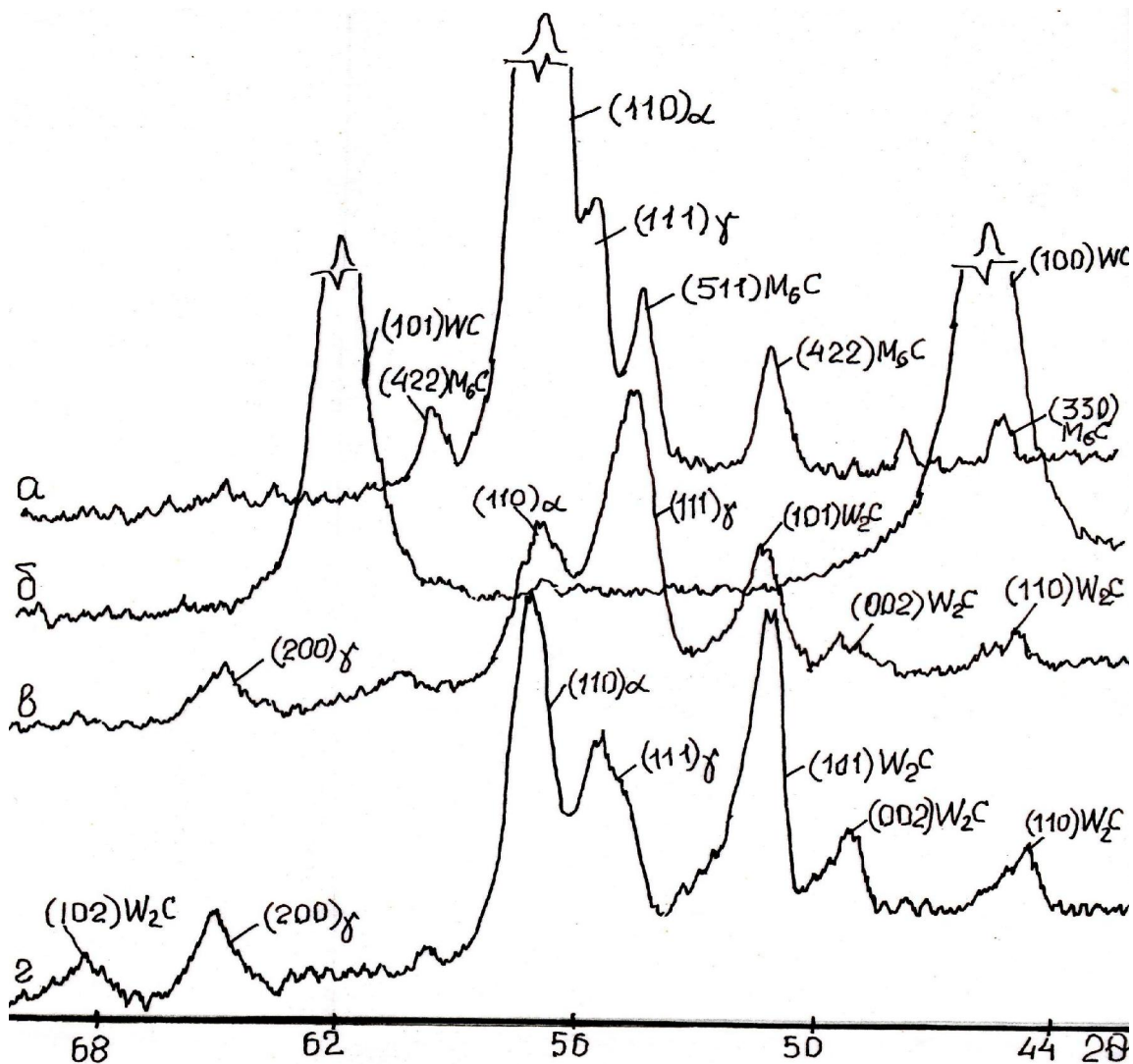


Рисунок 2 – Типичные дифрактограммы, снятые с поверхности исходного образца без покрытия (а), электрода из твердого сплава ВК8 (б), образцов с покрытием, при энергии разряда в 0.125 Дж (в) и энергии в 1 Дж (г)

Анализ дифрактограмм, полученных с поверхности исходных образцов перед покрытием, показал наличие мартенсита (линия (110)), остаточного аустенита (линия (111)) и карбида M_6C (несколько линий) (рис.2а). Дифракционная картина твердого сплава представлена силь-

ными линиями (100) и (101) карбида WC (рис.2б), а линий кобальтовой связи на дифрактограммах не обнаружено.

Фазовый состав покрытий всех образцов представлен сочетанием мартенситной, аустенитной и карбидной фаз. Причем карбидная фаза покрытия представлена полукарбидом W_2C , количество которого зависит от энергии искрового разряда (рис.2в,г). Очевидно, с увеличением энергии разряда, растет температура в зоне плавления анодной поверхности твердого сплава, что вызывает частичное выгорание углерода и трансформацию карбида в форму с большим содержанием вольфрама. При энергии в 1 Дж ЭИЛ дает наибольшую интенсивность линии (101) полукарбида (рис.2г). В то же время количество остаточного аустенита существенно уменьшается с ростом энергии разряда, а мартенситной фазы – возрастает.

Далее в исследовании проводился послойный анализ фазового состава покрытий всех образцов. Для этого применяли шлифовку покрытий алмазным инструментом, а глубину снятого слоя определяли индикаторным микрометром с ценой деления в 1 мкм.

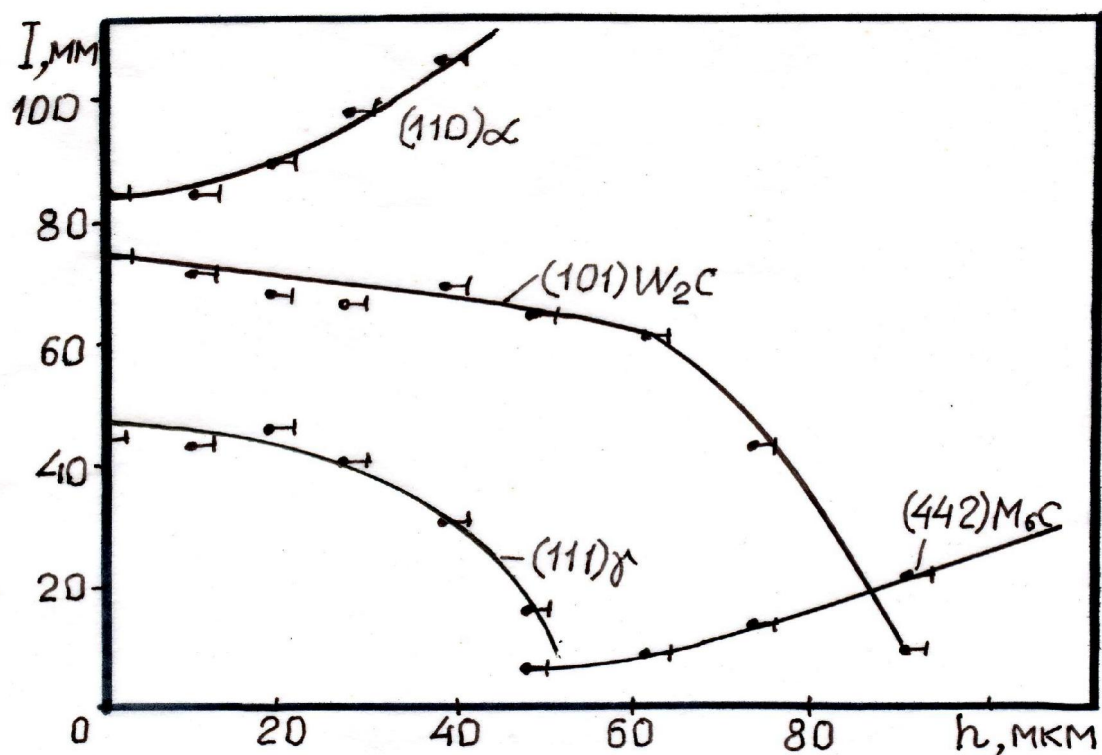


Рисунок 3 – Влияние глубины слоя (h) на интенсивность дифракционных линий мартенситной (α), аустенитной (γ) и карбидных фаз для образца с энергией разряда в 1 Дж..

У всех образцов обнаружилась одна и та же закономерность: с увеличением глубины слоя отмечается уменьшение интенсивности линий карбида W_2C и остаточного аустенита, а линий мартенситной фазы – увеличение. На рис.3 приведен пример зависимости интенсивности линий фаз от глубины слоя для образца с энергией разряда в 1 Дж. Здесь видно, что большое количество карбидной фазы в структуре сохраняется до глубины 70 – 75 мкм, после чего обнаруживается наиболее сильная линия (442) карбида быстрорежущей стали M_6C . На этой глубине и заканчивается упрочненный слой ЭИЛ. Но „белый слой” по данным рис.3 можно считать заканчивается на глубине 35 – 40 мкм, когда в слое фиксируется резкое снижение количества остаточного аустенита.

Оценка глубины „белого слоя” и общей глубины упрочненного слоя для образцов с энергией разряда в 0.125 и 0.5 Дж, показала существенно меньшие глубины: 10 и 25; 20 и 45 мкм, соответственно.

Выводы и направление дальнейших исследований.

Полученные результаты работы свидетельствуют о том, что при ЭИЛ твердым сплавом шлифованной поверхности быстрорежущей стали, происходят существенные изменения в фазовом составе, особенно в карбидной фазе. Высокая энергия разряда рождает в микрообластях экстремально высокие температуры и давления, что изменяет тип карбида и приводит к насыщению аустенита атомами вольфрама, кобальта и других элементов.

В дальнейших исследованиях необходимо провести анализ твердых растворов (аустенита и мартенсита) и установить зависимости их легированности от режимов ЭИЛ.

Приведены результаты рентгеновского фазового анализа поверхностных слоев электроискрового легирования быстрорежущей стали твердым сплавом.

The results of X-ray phase analysis of surface layers of electric-spark alloying of red-hard steel with hard alloy are presented.

Библиографический список.

- 1.Иванов Г.П. *Технология электроискрового упрочнения инструментов и деталей машин.* – М.: Машигиз, 1961, - 303 с.
- 2.Самсонов Г.В., Верхотуров А.Д., Бовкун Г.А *Электроискровое легирование металлических поверхностей.* – К.: Наукова думка, 1976, 219 с.
- 3.Верхотуров А.Д., Муха И.М. – *Технология электроискрового легирования металлических поверхностей.* – К.: Техника, 1982, 181 с.