

*к. т. н., доц. Ершов В.М.
(ДонГТУ, г. Алчевск, Украина)*

КАРБИДООБРАЗОВАНИЕ МЕТАЛЛОВ ПРИ ЭЛЕКТРОИСКРОВОМ НАУГЛЕРОЖИВАНИИ

Викладено результати фазового аналізу поверхневих шарів металів після науглецювання електроискровим методом. Показано вплив спорідненості до вуглецю на утворення карбідної фази металу.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.

Электроискровое легирование металлических деталей (ЭИЛ) получает все более широкое распространение в технологии машиностроения. Практикой показано, что легирование поверхности металлических изделий с помощью искрового разряда, повышает твердость и износостойкость деталей машин и механизмов [1].

Одним из методов электроискрового упрочнения поверхности стало ее науглероживание графитным электродом. При этом металл поверхности детали активно взаимодействует с углеродом, образуя твердые растворы, карбидные и нитридные фазы [2]. Природа этих фаз, формирующихся в условиях чрезвычайно высоких температур и давлений искрового разряда, изучена крайне слабо.

Здесь проблемным вопросом является оценка фазового состава поверхностного слоя, идентификация фаз и их связь с природой металлического материала детали.

Анализ исследований и публикаций.

Если массопереносу при искровом легировании посвящено наибольшее количество работ и монографий, то проблеме карбидообразования при ЭИЛ – считанные единицы.

Известно [3], что большинство практически важных легирующих элементов в сталях способны образовывать карбиды и нитриды. Однако сказать, какие именно карбиды будут образовываться при локальных экстремальных параметрах ЭИЛ, нельзя.

Можно ожидать появление необычных твердых растворов и дефектных карбидных фаз [4].

Постановка задачи.

Целью настоящей работы является изучение фазового состава поверхностных слоев ряда металлов после ЭИЛ графитовым электродом.

Изложение материала и его результаты.

Для исследования были выбраны образцы из следующих металлов: Al, Ti, Cr, Fe, Co, Ni, Mo, Ta, W. Пластинки металлов (20x20x5 мм) подвергали отжигу в вакууме, а затем шлифовали и производили ЭИЛ графитовым электродом на экспериментальной установке с ручным вибратором. Для всех образцов был использован один режим ЭИЛ: напряжение – 50 В, ток – 7-9 А, мощность разряда – 1 Дж, продолжительность нанесения покрытия – 5 мин/см².

После ЭИЛ, образцы рентгенографировали на дифрактометре ДРОН-1.5 в фильтрованном железном излучении трубки БСВ-8. На ленте потенциометра записывали дифрактограммы в области углов, где располагаются основные наиболее интенсивные аналитические линии фаз (30-60°2θ). Для идентификации фаз использовали справочную литературу [5,6].

Среди вышеназванных металлов, титан обладает наибольшим сродством к углероду, поэтому на дифрактограмме рис. 1а видно, что интенсивность линий α-Ti очень мала, а линии карбида TiC явно доминируют. Кроме того, в структуре обнаруживается и линия высокотемпературной модификации титана.

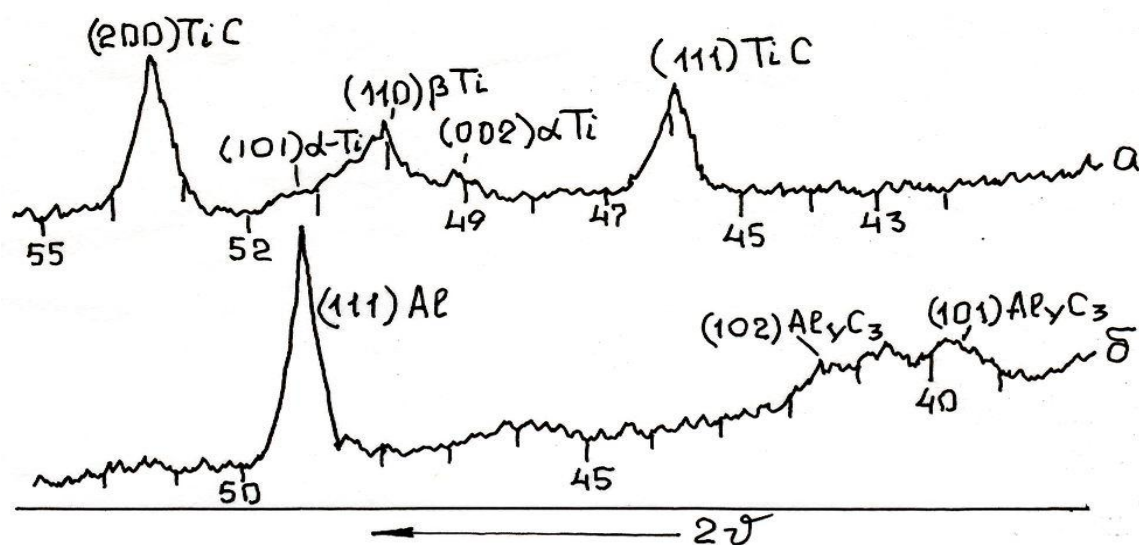


Рисунок 1.- Участок дифрактограммы титана (а) и алюминия (б) после ЭИЛ графитом.

Искровое науглероживание алюминиевого образца привело к образованию смеси кристаллов алюминия и карбида Al₄C₃ (рис.1б). Причем, на дифрактограмме видно, что линии карбидной фазы сильно раз-

мыты, а это однозначно свидетельствует о высокой дисперсности фаз слоя.

Дифрактограммы образцов армко-железа, подвергнутых искровому науглероживанию, содержат аналитические линии феррита, цементита и очень слабые линии остаточного аустенита. По-видимому ЭИЛ углеродом привел и частичной закалке науглероженной γ -фазы.

Динамическое науглероживание кобальта привело к полиморфному превращению α - β части слоя и получению при комнатной температуре смеси фаз (рис. 2а,б). Карбидной фазы на дифрактограммах науглероженного кобальта не обнаружено, но вблизи линии (111) β -фазы располагается весьма интенсивная линия неизвестной природы, требующая дальнейших исследований (рис.2б). Поиск дополнительных линий этой фазы на дифрактограмме не увенчался успехом.

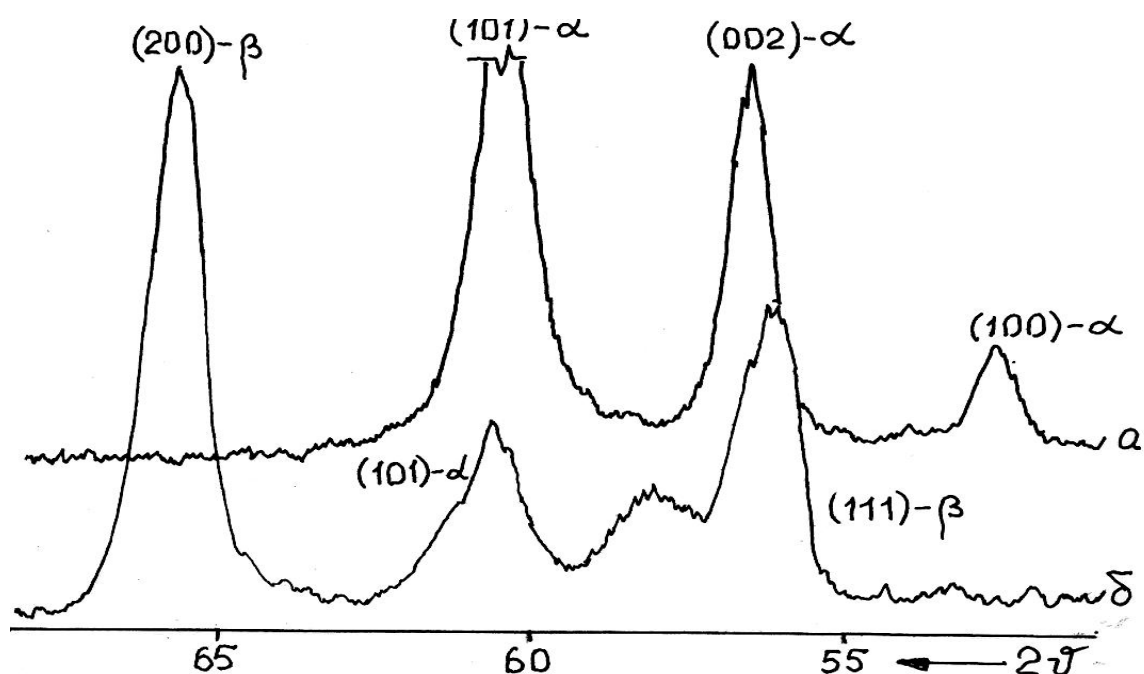


Рисунок 2. - Участок дифрактограмм кобальтового образца до науглероживания (а) и после ЭИЛ (б).

Динамическое науглероживание никелевого образца показало, что в поверхностном слое фиксируется смесь зерен чистого никеля и твердого раствора углерода на основе никеля. Как видно из данных рис. 3, непосредственно перед линиями (200) (рис.3а) и (311) (рис.3б) располагается широкая область дифракционной картины твердого раствора.

Присутствия дифракционных линий карбидных фаз в науглероженном никелевом образце не отмечено.

Рентгеновский анализ образца из хрома, прошедший ЭИЛ графитом, показал наличие только линий α -Cr и высокоуглеродистого карбида Cr_3C_2 . ЭИЛ углеродом тантала привело к получению в поверхностном слое смеси зерен чистого металла с карбидами Ta_2C и TaC , причем карбида TaC существенно больше, чем полукарбида Ta_2C (рис.4а).

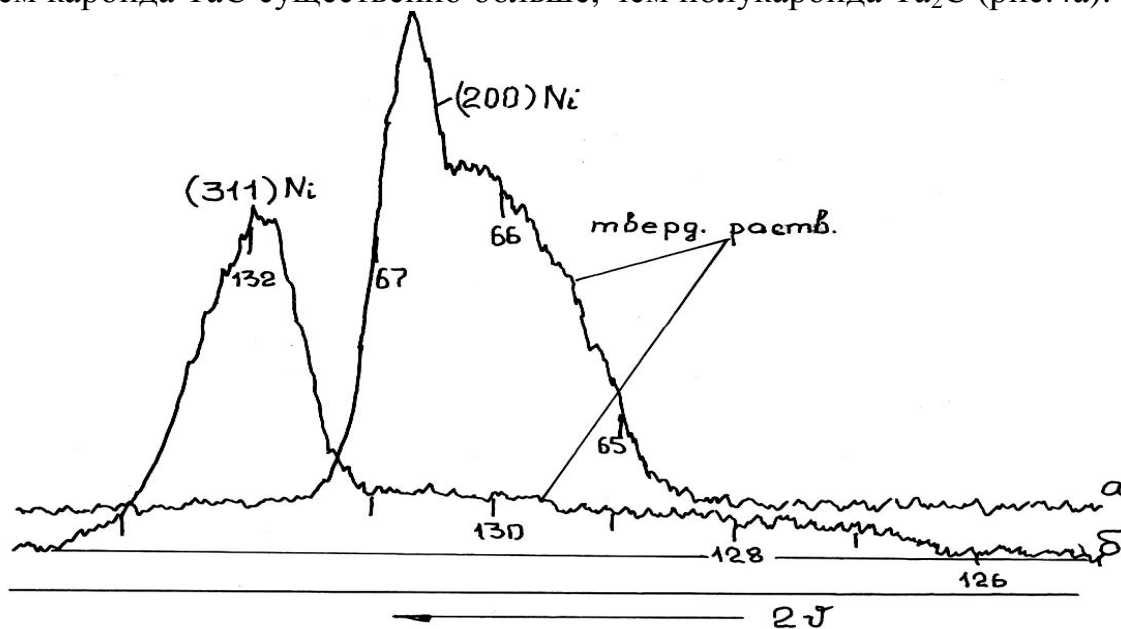


Рисунок 3.- Участок дифрактограмм линий (200) (311) никелевого образца после динамического науглероживания.

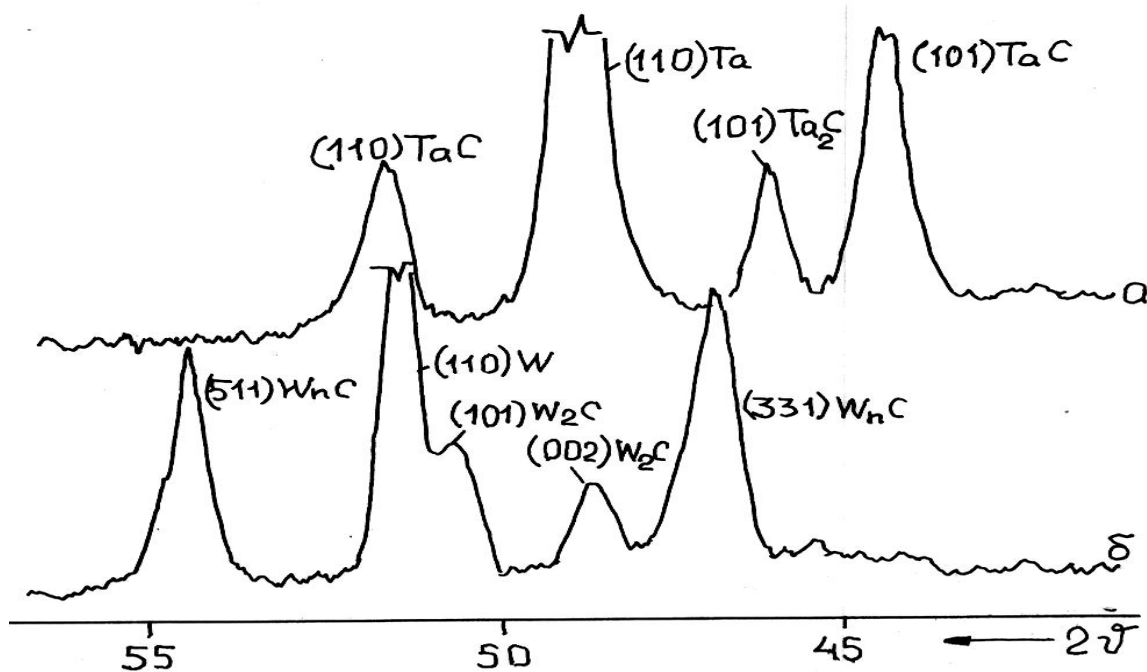


Рисунок 4.- Участок дифрактограмм образцов из тантала (а) и вольфрама (б) после ЭИЛ углеродом.

Динамическое науглероживание поверхностного слоя образца из вольфрама показало наличие в нем в кристаллов чистого вольфрама, карбида W_2C и неизвестной фазы, дифракционные линии которой очень интенсивны (рис. 4б). Учитывая большое сродство атомов вольфрама к углероду и крайне малую растворимость последнего в вольфраме, можно предположить, что линии неизвестной фазы принадлежат карбиду типа M_6C или $M_{12}C$. Возможно, из-за сравнительно малой концентрации ионов углерода в зоне искрового разряда и чрезвычайно малого времени вспышки, образоваться высокоуглеродистой карбидной фазе не представляется возможной, а малоуглеродистые карбиды вполне могут создаваться в этих условиях. Данное предположение требует дополнительных исследований.

Неизвестная фаза была обнаружена нами и в науглероженной поверхности образца из молибдена, причем дифракционная картина рассеяния рентгеновских лучей в точности повторяет участок рис.4б. Разница только в том, что все линии здесь смещены в сторону больших улов, а это несомненно связано с различием в параметрах решетки вольфрама и молибдена.

Выводы и направления дальнейших исследований.

Проведенное исследование показало, что наиболее активные металлы, имеющие большое сродство к углероду (титан), при ЭИЛ образуют устойчивые высокоуглеродистые карбидные фазы (TiC , TaC). Снижение сродства к углероду приводит к образованию малоуглеродистых карбидов типа W_2C , Mo_2C и других.

В том случае, если металл не имеет заметного сродства к углероду, но обладает определенной растворимостью последнего (Co, Ni), образуются твердые растворы переменной концентрации.

Дальнейшие исследования в данном направлении должны раскрыть природу неизвестных фаз, обнаруженных в данной работе.

Изложены результаты фазового анализа поверхностных слоев металлов после науглероживания электроискровым методом. Показано влияние сродства к углероду на образование карбидной фазы металла.

The results of phase analysis of surface metal layers after carbonization by electric-spark method were presented. The influence of affinity with carbon to formation of carbide phase of metal was shown.

Библиографический список.

1.Верхотуров А.Д. , Муха И.М. *Технология электроискрового легирования металлических поверхностей.* – К.: Тэхника. 1982. С. 181.

2.Самсонов Г.В., Верхотуров А.Д., Бовкун Г.А. *Электроискровое легирование металлических поверхностей.* – К.: Наукова думка, 1976. С. 219.

3.Григорович В.К. *Электронное строение и термодинамика сплавов железа.* – М.: Наука, 1970. - С. 202.

4.Иванов Г.П. *Технология электроискрового упрочнения инструментов и деталей машин.* – М.: Машигиз, 1961. - С. 303.

5.Миркин Л.И. *Справочник по рентгеноструктурному анализу поликристаллов.* – М.: Физматгиз, 1961. - С.863.

6.Миркин Л.И. *Рентгеноструктурный контроль машиностроительных материалов. Справочник.* – М.: Машиностроение, 1979. - С. 134.

*Рекомендовано к печати
к. т. н., проф. Луценко В.А.*