

1. Узлов И.Г., Калмыков В.В., Гречная И.Я. и др. Влияние термической обработки на коррозионную стойкость технического железа // Защита металлов. 1998. Т. 34, № 5. С. 507–510.
2. Халдеев Г.В., Волынцев А.Б. Дислокационные ямки травления вблизи границ зерен железа // Металлы. 1984. № 3. С. 134–135.
3. Тарасова Н.В., Салтыков С.Н. Электрохимическое растворение железоуглеродистых сплавов с различными типами структуры при высокой анодной поляризации в сернокислой среде // Коррозия: материалы, защита. 2007. № 8. С. 18–22.

## ХИМИЧЕСКОЕ ОСАЖДЕНИЕ ИЗ ВОДНЫХ СРЕД ТОНКИХ ПЛЕНОК $\text{Cu}_2\text{S}$ ТИОАЦЕТАМИДОМ

*Туленин С.С., Марков В.Ф.*

Уральский федеральный университет  
620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19

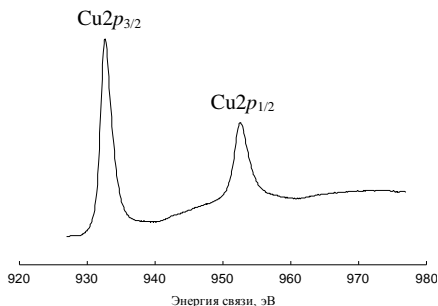
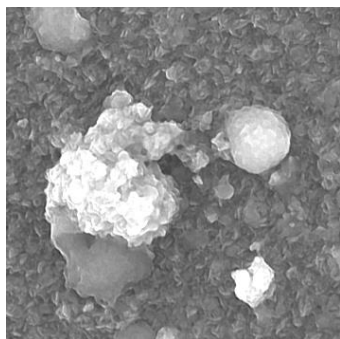
На сегодня сульфид меди(I) нашел широкое применение в областях микро- и оптоэлектроники в качестве диодов различного света, суперионных проводников, газовых сенсоров. Однако куда больший интерес к  $\text{Cu}_2\text{S}$  вызван использованием его при получении такого перспективного материала для солнечных преобразователей как  $\text{CuInS}_2$ . Метод химического осаждения из водных сред в значительной степени упрощает эту задачу, позволяя получать CIS совместным осаждением двух сульфидов  $\text{Cu}_2\text{S}$  и  $\text{In}_2\text{S}_3$ . Однако основной сложностью здесь остается подбор оптимальных условий и рецептов осаждения.

Ранее нами была показана возможность гидрохимического осаждения  $\text{In}_2\text{S}_3$  тиацетамидом. Базируясь на полученных результатах и теоретических данных термодинамических расчетов, была подобрана рецептура осаждения сульфида меди(I), содержащая соль меди  $\text{CuSO}_4$ , тиацетамид  $\text{CH}_3\text{CSNH}_2$  и гидроксиламин солянокислый  $\text{NH}_2\text{OH}\cdot\text{HCl}$ . Последний необходим для восстановления  $\text{Cu}^{2+}$  до  $\text{Cu}^+$ .

Осаждение пленок проводилось в термостатируемых условиях при 353 К в течение 90 мин в реакторах из молибденового стекла, в которые помещались держатели с подложками. Материалом подложки выступал ситалл. В результате экспериментов были получены слои темно-зеленого цвета толщиной до 300 нм по измерениям МИИ-4М.

Для определения состава и идентификации основных форм соединений в пленке была проведена рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФЭС). Она показала, что кислород и углерод присутствуют на поверхности в виде различных загрязнений, которые после

травления  $\text{Ag}^+$ -пучком на глубину 6 нм практически исчезают. Загрязнения и серповидная наноструктура пленки с размером агрегатов до 100 нм отчетливо видны на представленной микрофотографии.



Одновалентное состояние меди  $\text{Cu}^+$  как на поверхности, так и в объеме образцов, подтверждается формой  $\text{Cu}2p$  энергетического уровня. Согласно литературным данным энергию связи  $\text{O}1s$  оболочки кислорода в спектрах пленок можно отнести к наличию на поверхности сульфатионов и следам отсорбированной воды. Вычисленные значения  $\alpha$ -параметров дополнительно подтверждают формирование сульфида меди(I) в объеме пленок (1850.1 эВ) и оксидной (вероятно, и сульфатной) фазы меди(I) на поверхности (1849.4 эВ).

Рассчитанное содержание элементов после травления с учетом сечений фотоионизации составило: для меди 67.4 ат.%, для серы 28.6 ат.% и для кислорода 4 ат.%, что согласно литературным данным соответствует фазе  $\text{Cu}_2\text{S}$  с небольшой примесью кислорода.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 11-03-00063-а).*