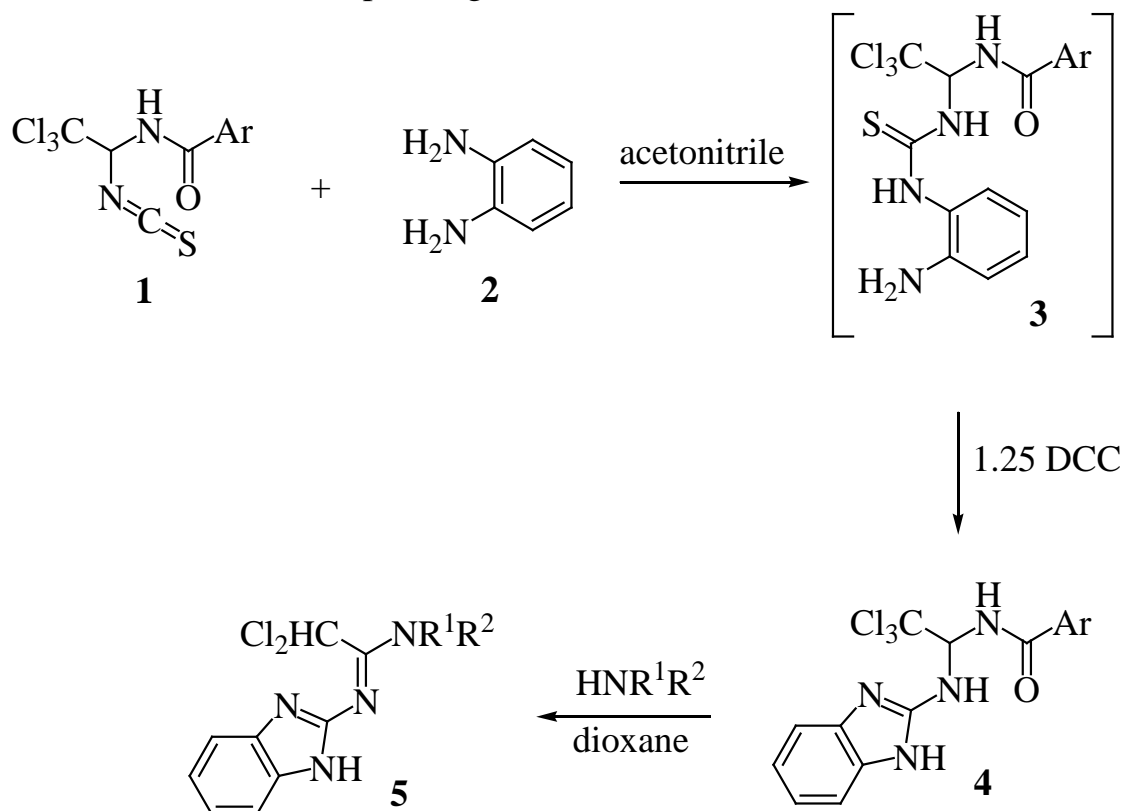


dehydrochlorination and substitution of the amide moiety to the aminogroup and with formation of the corresponding the *N*-benzimidazo-2,2-dichloroacetamidines.



Compound 5 has been prepared in acceptable yields and without special difficulties isolated from the reaction mixture.

The structures of the synthesized compounds have been fully characterized by IR, ^1H NMR, ^{13}C NMR, mass spectrometric data and elemental analysis.

УДК 542

СИНТЕЗ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ СИСТЕМЫ Cu-ZrO₂

Сачанова Ю.И., Сахненко Н.Д., Ведь М.В.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»,
г. Харьков, Украина*

Разработка методов получения материалов, обладающих уникальным комплексом физико-механических свойств, является актуальной научно-технической задачей. Решение этой задачи возможно путем создания композиционных тонкослойных систем, в которых гармонично совмещены свойства отдельных компонентов, часто имеющих различную природу. Особое место в технологии композиционных материалов занимает получение покрытий и фольги с повышенной твердостью и износостойкостью. Перспективным методом синтеза армированной фольги и композиционных

покрытий (КЭП) следует считать электрохимический [1], который позволяет гибко управлять составом материала, а, следовательно, и его свойствами. Повышение стойкости к ударным динамическим воздействиям актуально для материалов на основе меди [2], поскольку меднение используется в промышленности для получения функциональных покрытий, а также в качестве промежуточного слоя при нанесении многослойных систем. Применение в качестве армирующей фазы оксидов различных металлов (алюминия, циркония и др.) позволяет повысить прочностные характеристики покрытий, что обеспечивает длительную эксплуатацию деталей при работе в агрессивных средах в условиях высоких механических нагрузок. В предшествующих работах [3, 4] показано влияние содержания оксида алюминия в матрице меди и никеля на прочностные характеристики композитов. Учитывая уникальные свойства диоксида циркония, представляется важным исследование процесса получения покрытий и фольги с металлической матрицей на основе меди, армированных наноразмерным ZrO_2 .

Электролитическую фольгу и покрытия медью получали из пирофосфатного электролита состава (моль/дм³): пирофосфат калия 0,9–1,1; сульфат меди 0,4–0,6; лимонная кислота 0,08–0,12 при плотности тока: j_k – 2–3 А/дм², температуре 20–25 °С в течение 60–120 мин. Фольгу формировали на шлифованных полужках из нержавеющей стали Х18Н10Т с последующим отслаиванием; а покрытия – на стали Ст 3. Для получения армированной фольги и КЭП использовали золь диоксида циркония, содержащий 0,05–0,10 моль/дм³ дисперсной фазы, который добавляли к базовому электролиту в количестве 0,2–0,8 объема. Таким образом, содержание твердой фазы в растворе находилось в пределах 0,01–0,025 моль/дм³. Толщина фольги и покрытий в зависимости от времени осаждения колеблется в пределах 20–50 мкм.

Металлографический анализ образцов проводили с использованием просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ) на микроскопе ЭМ-200 при ускоряющем напряжении 125–175 кВ. Объекты для ПЭМ подготавливали путем предварительного электрохимического полирования исходных образцов на приборе ПТФ. Снимки были получены на светлом поле, а также с наведением темного поля для лучшей визуализации частиц диоксида циркония.

Испытания на растяжение композитов $Cu - ZrO_2$ проводили при комнатной температуре на машине для механических испытаний TIRAtest – 2300 при скорости нагружения 0,36 мм/мин. Определяли микротвердость, пределы текучести и прочности.

Концентрационные зависимости физико-механических характеристик фольги и покрытий от содержания твердой фазы имеют как монотонный, так и экстремальный характер (рис.1). При увеличении содержания диоксида циркония в электролите от 0,05 до 0,10 моль/дм³ микротвердость увеличивается от 250 до 780 МПа, предел текучести от 80 до 230 МПа при незначительном снижении пластичности. Причина такого поведения

компози́тов обусловлена включением в структуру металла частиц ZrO_2 , которые препятствуют движению дислокаций, что характерно для дисперсного механизма упрочнения по Оровану [5].

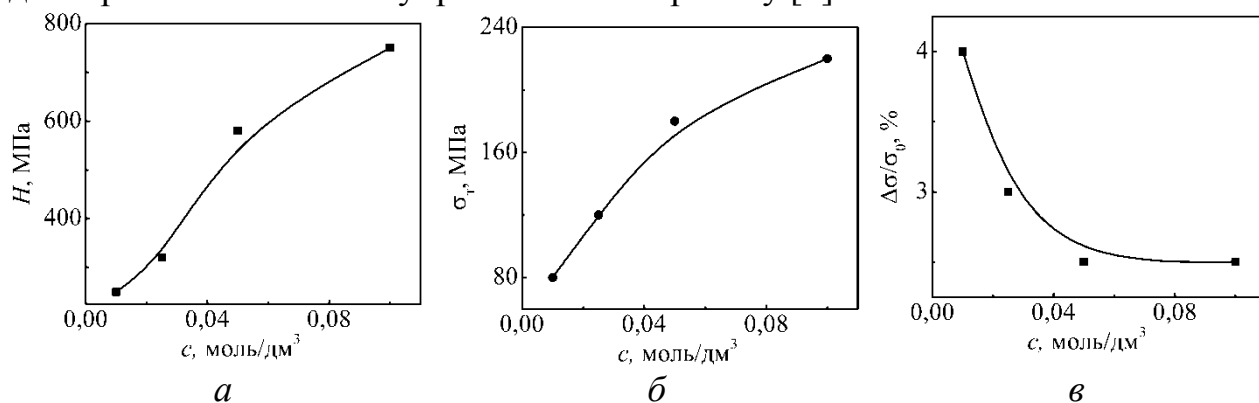


Рисунок 1 – Зависимость микротвердости H (а), предела текучести σ_T (б) и удельной релаксации (в) для $Cu-ZrO_2$ компози́тов от концентрации диоксида циркония в электролите.

Результаты исследований свидетельствуют, что введение даже незначительного количества наноразмерных частиц диоксида циркония в состав электролита значительно влияет на прочностные характеристики КЭП, поэтому концентрационные зависимости физико-механических параметров имеют нелинейный характер.

Полученные электронномикроскопические снимки свидетельствуют о включении в состав медной матрицы частиц упрочняющей фазы, а также позволяют судить об изменении размера зерна меди при наличии допанта. Так, средний размер зерна чистой меди составляет 5–7 мкм, а при получении медной фольги, армированной ZrO_2 , размер зерна меди уменьшается в 5–6 раз (рис.2), как это наблюдалось и в [3, 4]. Частицы допанта расположены как в зернах, так и по границам зерен, при этом сохраняется структура матрицы. До отжига оксид находится в аморфном состоянии и некогерентно связан с матричным металлом основы [6].

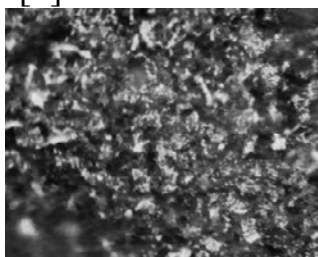


Рисунок 2 – Структура фольги $Cu-ZrO_2$. Концентрация дисперсной фазы в электролите 0,05 моль/дм³.

Следует отметить, что причиной специфических свойств компози́тов, содержащих в матрице наноструктурные частицы ZrO_2 , является увеличение границ раздела с уменьшением среднего размера зерна, что приводит к росту доли тройных стыков. Границы зерен носят неравновесный характер, обусловленный высокой плотностью дефектов границ зерен. Эта неравновесность характеризуется избыточной энергией и наличием дальнедействующих упругих напряжений. Границы зерен имеют

кристаллографічно упорядочене строєння, а источниками упругих полєв виступають зернограничні дислокації і їх комплекси. Нерівновесність границь зерен викликає виникнення високих напружень, в результаті цього і происходит значительне підвищення прочностних характеристик [6].

Електрохімічним методом отримані КЭП і фольга на основі мєди, арміровані двокидом цирконія, котрі мають підвищеними фізико-механічними властивостями по сравненію с їх монометалічними аналогами. Существенний ріст мікротвердості і предела текучесті покриттів обусловлені зменшенням розмірів зерен при армірованні основної матриці двокидом цирконія і збільшенням густоти дислокацій по границям зерен.

Список літератури:

1. Сайфуллин С.Р. Фізикохімія неорганічних полімерних і композиційних матеріалів / С.Р. Сайфуллин. – М. : Хімія, 1990. – 240 с.
2. Берлін А. А. Сучасні полімерні композиційні матеріали (ПМК) / А. А. Берлін // Соросівський освітній журнал. – 1995. – № 1. – С. 57–65.
3. Sakhnenko N. D. Electrodeposition and Physicomechanical Properties of Coatings and Foil of Copper Reinforced with Nanosize Aluminum Oxide / N. D. Sakhnenko, O. A. Ovcharenko, M. V. Ved' // Russian Journal of Applied Chemistry. – 2014. – Vol. 87. – No 5, pp. 596–600. DOI: 10.1134/S1070427214050103
4. Sakhnenko N. D. Electrochemical Synthesis of Nickel-Based Composite Materials Modified with Nanosized Aluminum Oxide / N. D. Sakhnenko, O. A. Ovcharenko, M. V. Ved' // Russian Journal of Applied Chemistry. – 2015. – Vol. 88. – No 2. – pp. 267–271. DOI: 10.1134/S1070427215020123
5. Колесов С.Н. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів / С.Н. Колесов, І.С. Колесов. – М. : Вища школа, 2004. – 518 с.
6. Трефілов В.И. Деформаційне упрочнення і руйнування полікристалічних металів / В.И. Трефілов. – К. : Наукова думка, 1987. – 248 с.

УДК 661.725.4+66.095.832.094.25+544.473

КАТАЛІТИЧНИЙ СИНТЕЗ НИЖЧИХ АЛІФАТИЧНИХ АМІНІВ

*Приходько О.В., Сова С.Б.,
Яценко Т.М., Білов В.В.*

*Державний вищий навчальний заклад
«Український державний хіміко-технологічний університет»,
м. Дніпропетровськ, Україна*

Аміни є найважливішими продуктами основного та тонкого органічного синтезу, які надзвичайно широко та з різними цілями застосовуються в