

*Сатывалдиева Г.Э., Сатывалдиев А.С., Кубанычбек к. Айзада*

**ГРАФИТТИН НАНОКУКУМДӨРҮН МЕТАЛЛДАР МЕНЕН  
ИНТЕРКАЛЯЦИЯЛОО**

*Сатывалдиева Г.Э., Сатывалдиев А.С., Кубанычбек к. Айзада*

**ИНТЕРКАЛИРОВАНИЕ НАНОПОРОШКОВ ГРАФИТА МЕТАЛЛАМИ**

*G.E. Satyvaldieva, A.S. Satyvaldiev, Kubanychbek k. Aizada*

**GRAPHITE NANOPOWDERS INTERCALATION WITH METALS**

УДК: 546.26-162

*Методами рентгенофазового анализа и электронной микроскопии показано, что при восстановлении металлов в присутствии продукта электроискрового диспергирования графита в спирте происходит образование нанодисперсных частиц металлов.*

**Ключевые слова:** графит, медь, серебро, электроискровое диспергирование, интеркалирование.

*Графитти спирте электр учкундук дисперстөө продуктасынын катышуусу менен металлдарды калыбына келтиргенде металлдардын нанодисперстүү бөлүкчөлөрү пайда болору рентген фазалык анализ жана электрондук микроскопия методдору менен көрсөтүлгөн.*

**Негизги сөздөр:** графит, жез, күмүш, электр учкундук дисперстөө, интеркаляциялоо.

*By the method of X-ray diffraction analysis and electron microscopy was shown that during reduction of metals in the presence of product of electro-spark dispersion of graphite in alcohol is formed nanosized metal particles.*

**Key words:** graphite, copper, silver, electro-spark dispersion, intercalation.

Среди веществ, обладающих 2D решеткой, графит занимает особое место вследствие своей способности к образованию множества интеркалированных соединений графита. Интеркалированные соединения графита обладают регулярной слоистой структурой, высокой анизотропией свойств, а также возможностью вариации составов интеркалированного слоя [1].

Наиболее известны акцепторные интеркалированные соединения с сильными кислотами  $H_2SO_4$  и  $HNO_3$ , на основе которых получают такие уникальные углеродные материалы как окисленный графит, пенографит и различные композиты многофункционального назначения. Неослабевающий интерес к фундаментальным и прикладным проблемам данного научного направления вызван не только многообразием областей применения ИСГ и их производных, но и потенциальными возможностями целенаправленного создания материалов с заданным сочетанием свойств [1].

Успешное решение прикладных задач невозможно без развития фундаментальных исследований. В связи с этим изучение закономерностей процессов образования и физико-химических свойств интеркалированных соединений графита, полученных из продуктов электроискрового диспергирования графита, является актуальной задачей, т.к. продукты электроискрового диспергирования графита представляют собой нанодисперсную систему [2].

Целью настоящей работы является изучение возможности интеркалирования продуктов электроискрового диспергирования графита металлами.

Интеркалирование металлами продукта электроискрового диспергирования графита в спирте проводился следующим образом. Определенное количество продукта электроискрового диспергирования графита в спирте добавляется в растворы солей меди или серебра с определенной концентрацией металлов. Соотношение графита и металлов в растворе составляло 1:3. Затем проводился восстановление металлов гидразином. В зависимости от природы восстанавливаемого металла процесс проводился в аммиачной (для меди) или нейтральной (для серебра) среде.

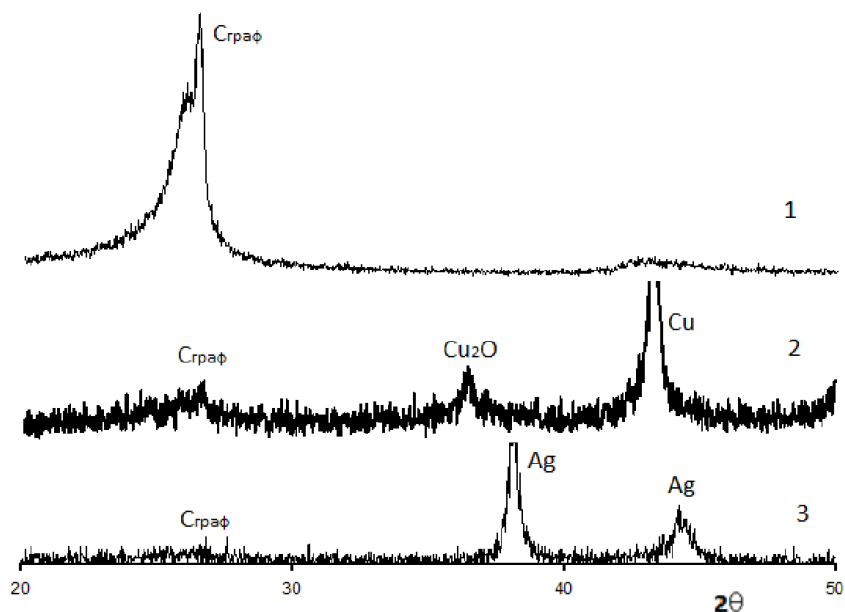
Определение фазового состава продукта электроискрового диспергирования графита и его интеркалированных соединений проводился методом рентгенофазового анализа. Дифрактограммы снимались на дифрактометре RINT-2500 HV на медном отфильтрованном излучении. Дисперсность продукта электроискрового диспергирования графита и его интеркалированных соединений изучали методом электронной микроскопии. Микрофотографии продуктов сняты на эмиссионном сканирующем электронном микроскопе JOEL JSM-7600F.

Ранее [3] нами методами рентгенофазового анализа и электронной микроскопии установлен фазовый состав и морфология исходного и интеркалированного серной кислотой в присутствии окислителя –  $KMnO_4$  продукта электроискрового диспергирования графита в воде.

На рисунке 1 представлены участки дифрактограмм исходного продукта электроискрового диспергирования графита в спирте и его продуктов интеркалирования металлами.

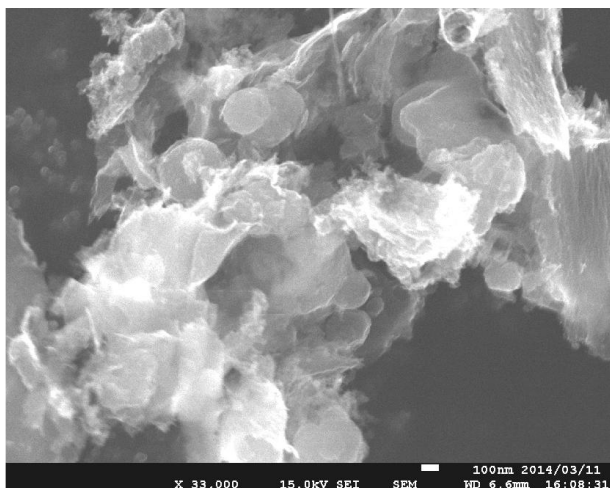
Сравнение дифрактограмм исходного продукта электроискрового диспергирования графита в спирте и его продуктов интеркалирования показывает, что действительно в составе продуктов интеркалирования металлами находятся соответственно медь и серебро. Линия на дифрактограмме, соответствующая к графиту, в продуктах интеркалирования проявляется очень слабо. На дифрактограмме продукта, интеркалированного медью, еще имеется линия, характерная для оксида меди  $Cu_2O$ .

На рисунках 2-4 представлены микрофотографии продуктов электроискрового диспергирования графита в спирте до и после интеркалирования металлами.

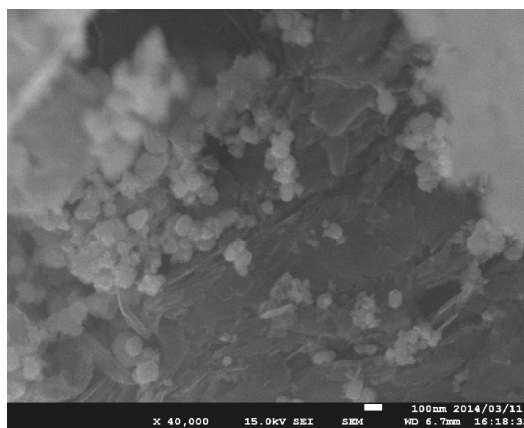


**Рис.1.** Участки дифрактограмм исходного продукта электроискрового диспергирования графита в спирте (1) и его продуктов интеркалирования медью (2) и серебром (3).

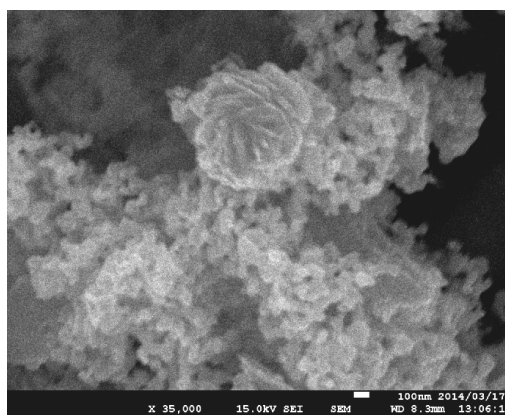
Анализ микрофотографий показывает, что при электроискровом диспергировании графита в спирте образуются продукты различной формы и дисперсности. На микрофотографии продукта электроискрового диспергирования графита в спирте хорошо видны нанодисперсные частицы сферической формы, а также частицы в виде пленок толщиной до 10 нм. При интеркалировании продукта электроискрового диспергирования графита в спирте металлами, металлы образуют нанодисперсные частицы с размерами менее 10 нм, которые находятся на поверхности высокодисперсных частиц графита в виде агрегатов (рис.3 и 4).



**Рис.2.** Микрофотография продукта электроискрового диспергирования графита в спирте.



**Рис.3.** Микрофотография продукта электроискрового диспергирования графита в спирте после интеркалирования медью



**Рис.4.** Микрофотография продукта электроискрового диспергирования графита в спирте после интеркалирования серебром.

Таким образом, методами рентгенофазового анализа и электронной микроскопии установлены фазовый состав и морфология металлов, интеркалированных в продукты электроискрового диспергирования графита в спирте. Показано, что восстановленные на графите частицы металлов с размерами менее 10 нм образуют агрегаты.

**Литература:**

1. Сорокина Н.Е., Никольская И.В., Ионов С.Г., Авдеев В.В. Обзоры. Интеркалированные соедине-

ния графита акцепторного типа и новые углеродные материалы на их основе // Изв. Академии наук, сер. хим., 2005, т.54, №8. - С.1699-1716.

2. Сорокина Н.Е., Авдеев В.В., Тихомиров А.С. и др. Композиционные наноматериалы на основе интеркалированного графита.- М.: МГУ, 2010.–50с.
3. Сатывалдиева Г.Э., Тойлубаев Э.К., Сатывалдиев А.С. Интеркалирование высокодисперсного порошка графита, полученного при электроискровом диспергировании графита в воде // Наука и новые технологии, 2014, №4. – С.165-167.

**Рецензент: к.х.н., доцент Жаснакунов Ж.К.**