

Жаснакунов Ж. К.

доцент

И. Арабаев атындагы Кыргыз мамлекеттик университети

Бишкек ш.

Бектурова Ч. Т.

магистрант

И. Арабаев атындагы Кыргыз мамлекеттик университети

Бишкек ш.

janarbek@mail.ru

Ag- Sn СИСТЕМАСЫНЫН НАНОКОМПОЗИТТЕРИН СИНТЕЗДӨӨ ЖАНА КАСИЕТТЕРИН ИЗИЛДӨӨ

Аннотация. Металлдарды бирге электр учкундук дисперстөөдөн Ag-Sn бинардык металл системасынын наноккомпозитин алуу үчүн колдонулган лабораториялык түзүлүштүн учкун разряды RC-генераторунун жардамы менен түзүлөт. Күмүш менен калайды сууда электр учкундук дисперстөөдөн Ag_3Sn катуу эритмесинин, металлдык β -Sn калайдын, калайдын I жана II валенттүү оксиддеринин нанобөлүкчөлөрү калыптанаары аныкталды. Наноккомпозиттин үлгүсүнүн өсүмдүктүн өнүмүнө жана өсүүсүнө тийгизген таасирин изилдөө үчүн буудайдын «Жигер» сортунун уруктары тандалып алынды. Суу чөйрөсүндө алынган күмүш менен калайдын наноккомпозити буудайдын өнүшүнө жана өсүүсүнө жетиштүү активдүүлүктөгү таасир көрсөттү. Күмүш менен калайдын наноккомпозитинин эритмесине чыланган буудайдын сабагынын жана тамырынын узундугу жана жоондугу, контролдук варианттагы буудайга салыштырганда жогору болду. Контролдук варианттагы өсүмдүктүн сабагы жана тамыры ичке, кыска жана алсыз болду. Суу чөйрөсүндө алынган күмүш менен калайдын наноккомпозитинин эритмесине чыланган уруктардын тамырынын өсүш узундугу, контролдук үлгүнүкүнө салыштырганда жогору болуп, эки жумада 11-13 см болгондугун жүргүзүлгөн тажырыйбалар көрсөттү. Электр учкундук дисперстөө методу менен суу чөйрөсүндө алынган Ag-Sn системасынын наноккомпозити, жогорку биологиялык активдүүлүккө ээ болот жана буудайдын өнүшүнө жана өсүүсүнө жетиштүү активдүү таасирин тийгизет. Контролдук вариантка салыштырганда буудайдын тамырынын узундугу жана жоондугу жетиштүү жогорулайт.

Негизги сөздөр: Электр учкундук дисперстөө, күмүш, калай, фазалык курам, наноккомпозит, буудай, бинардык металл системалары, биологиялык активдүүлүк, дифрактограмма, нанобөлүкчөлөр, электроддор.

Жаснакунов Ж.К.

доцент

Кыргызский государственный университет имени И. Арабаева

г. Бишкек

Бектурова Ч.Т.

магистрант

Кыргызский государственный университет имени И. Арабаева

СИНТЕЗ И ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ НАНОКОМПОЗИТОВ СИСТЕМЫ Ag-Sn

Аннотация. Для получения наноконпозитов бинарных металлических систем Ag-Sn при совместном диспергировании соответствующих металлов использована лабораторная установка, где искровой разряд создается с помощью RC-генератора. Установлено, что при совместном электроискровом диспергировании серебра и олова в воде, формируется наночастицы твердого раствора Ag_3Sn , металлического олова β -Sn и оксиды двухвалентного и трехвалентного олова. Для изучения влияния образца наноконпозита на всхожесть и роста растений выбраны семена пшеницы сорта «Жигер». Наноконпозиты серебра и олова полученные в среде воды достаточно активное влияние оказывает на всхожесть и рост пшеницы. По сравнению с контрольным вариантом значительно увеличивается длина и толщина корни побегов пшеницы замоченные в растворе наноконпозита серебра и олова. В контрольном варианте у растений наблюдается тонкие, короткие и слабые корни. Проведенные опыты показали, что длина корня всходов семян, обработанный раствором наноконпозита серебра и олова полученной в среде воды выше по сравнению с контрольным образцом и они достигали через 2 недели 11-13 см. наноконпозиты системы Ag-Sn, полученные методом электроискрового диспергирования в среде воды, обладают высокой биологической активностью и достаточно активно влияют на всхожесть и рост пшеницы. По сравнению с контрольным вариантом значительно увеличивается длина и толщина корни побегов пшеницы.

Ключевые слова: электроискровое диспергирование, серебро, олово, фазовый состав, наноконпозит, пшеница, бинарные металлические системы, биологическая активность, дифрактограмма, наночастицы, электроды.

Zhasnakunov Zh.K.

assistant professor

Kyrgyz State University named after I. Arbaev

Bishkek

Bekturova Ch.T.

Master's student

Kyrgyz State University named after I. Arbaev

Bishkek

janarbek@mail.ru

SYNTHESIS AND STUDY OF THE PROPERTIES OF NANOCOMPOSITES OF THE Ag-Sn SYSTEM

Annotation. To obtain nanocomposites of Ag-Sn binary metal systems with the joint dispersion of the corresponding metals, a laboratory installation was used, where a spark discharge is created using an RC generator. It has been established that with the joint electric spark dispersion of silver and tin in water, nanoparticles of the Ag_3Sn solid solution, β -Sn metal tin and oxides of divalent and trivalent tin are formed. To study the effect of a nanocomposite sample on the

germination and growth of plants, wheat seeds of the “Zhiger” variety were selected. Nanocomposites of silver and tin obtained in a water environment have a fairly active effect on the germination and growth of wheat. Compared to the control variant, the length and thickness of the roots of wheat shoots soaked in a solution of silver and tin nanocomposite increases significantly. In the control variant, plants have thin, short and weak roots. The experiments showed that the length of the root of seedlings treated with a solution of silver and tin nanocomposite obtained in a water environment is higher compared to the control sample and after 2 weeks they reached 11-13 cm. Nanocomposites of the Ag-Sn system obtained by electric spark dispersion in a water environment, have high biological activity and quite actively influence the germination and growth of wheat. Compared to the control variant, the length and thickness of the roots of wheat shoots increases significantly.

Keywords: electrospark dispersion, silver, tin, phase composition, nanocomposite, wheat, binary metal systems, biological activity, diffraction pattern, nanoparticles, electrodes.

Одной из задач современной химии является создание новых многофункциональных материалов, обладающих такими свойствами, как электропроводность, способность противостоять агрессивным внешним воздействиям, каталитическая активность. К числу подобного рода материалов можно отнести нанокompозитов бинарных металлических систем Ag-Sn [1].

Наиболее простым и дешевым способом получения нанокompозитов бинарных металлических систем является метод электроискрового диспергирования, который сочетает комплексное температурно-деформационное воздействие в процессе формирования нанообъектов с высокой технологичностью. Известно, что в процессе электроискровой обработки продукты эрозии образуются при высоких температурах, давлениях и скоростях охлаждения, что создает предпосылки для формирования энергонасыщенных высокодисперсных наночастиц с широким спектром структурных состояний и свойств [2].

Поэтому целью настоящей работы является получение и изучение свойств нанокompозитов бинарных металлических систем серебра и олова в условиях электроискрового диспергирования.

Для получения нанокompозитов бинарных металлических систем Ag-Sn при совместном диспергировании соответствующих металлов использована лабораторная установка, где искровой разряд создается с помощью RC-генератора. Искровой разряд получен при емкости конденсатора 2 мкф. Один из электродов представляет собой стержень из серебра, а вторым электродом является стержень из олова [3].

Продукты, полученные в условиях искрового разряда, находятся в составе твердой фазы, поэтому твердая фаза отделялась от жидкой декантации. Выделенный продукт промывается спиртом и затем высушивается в сушильном шкафу при 70-80⁰С.

Фазовый состав полученного продукта изучен методом рентгенофазового анализа. Дифрактограммы снимались на дифрактометре RINT-2500 HV (университет Кумамото, Япония) на медном отфильтрованном излучении.

Дифрактограмма продукта совместного электроискрового диспергирования серебра и олова в воде, показано на рис. а результаты расчета в таблице 1.

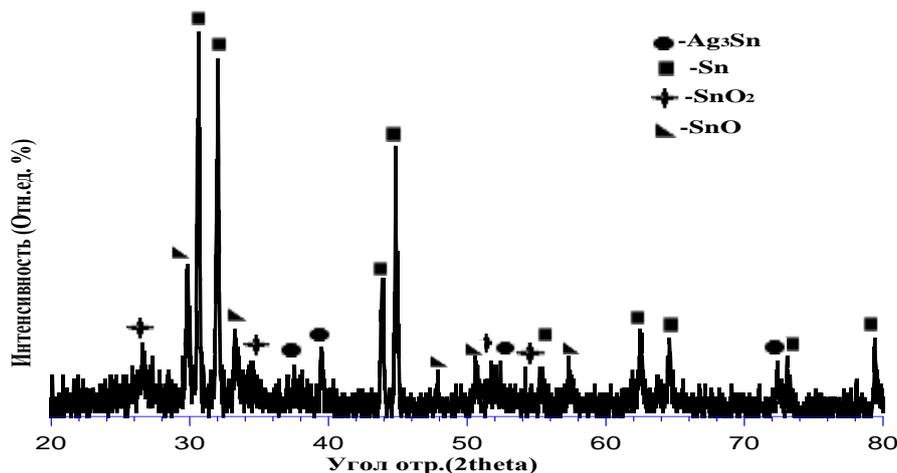


Рис.1. Дифрактограмма продукта совместного электроискрового диспергирования серебра и олова в воде

Результаты расчета дифрактограмм продуктов совместного электроискрового диспергирования серебра и олова в среде воды показывают, что, продукт состоит из наночастиц β -Sn, Ag_3Sn , а также в образце встречается оксиды двухвалентного SnO и четырехвалентного олова SnO_2 в незначительном количестве (Табл.1).

В системе Ag-Sn существуют твердые растворы на основе компонентов Ag и Sn в виде соединений ζ - (Ag_5Sn) и ϵ - (Ag_3Sn). Фаза ϵ - Ag_3Sn образуется по перитектической реакции $\text{Ж} + \zeta = \epsilon$ при температуре 480 °С и содержании -25% Sn (ат.), область гомогенности соответствует 23,7-25% (ат.) Sn. Эвтектика ϵ - $\text{Ag}_3\text{Sn} + \text{Sn}$ образуется при температуре 221°С и содержит 96,2% (ат.) Sn [4].

Таблица 1.

Результаты расчета дифрактограммы продукта совместного электроискрового диспергирования серебра и олова в воде.

№	Экспериментальные данные			Фазовый состав			
				β -Sn	γ - Ag_3Sn	SnO	SnO_2
	2 θ	d, Å	I	hkl	hkl	hkl	hkl
1	26,58	3,3534	19				202
2	29,78	3	38			202	
3	30,64	2,9177	100	200			
4	32,02	2,7951	93	101			
5	33,26	2,6936	23			004	
6	34,3	2,6143	13				004
7	37,56	2,3945	13		002		
8	39,52	2,2802	18		111		
9	43,88	2,0632	36	220			
10	44,86	2,0204	70	211			

11	47,9	1,899	12			122	
12	50,58	1,8045	15			220	
13	51,74	1,76676	14		112		
14	52,42	1,7454	14				122
15	54,22	1,69166	13				220
16	55,3	1,66115	17	301			
17	57,3	1,6078	15			222	
18	62,46	1,4868	23	112			
19	64,6	1,44266	20	321			
20	72,4	1,30525	14	420			
21	73,08	1,2969	16	411			
22	79,42	1,20659	20	312			
23	89,32	1,0967	11	501			

По литературным данным [5] во всех сплавах Ag-Sn присутствует диоксид олова и металлическое серебро. Поскольку в присутствии кислорода образуется высокопористая структура в расплаве Ag-Sn за счет поглощения кислорода серебром. Поэтому с увеличением концентрации в сплаве серебра повышается количество вносимого кислорода. Это приводит к тому, что при определенном содержании серебра в сплаве количество поступающего с ним кислорода становится столь велико, что происходит катастрофическое окисление сплава. Такое явление реализуется в том случае, когда система превращается в пористый слой, не обладающий защитными свойствами.

В таблице 2 приведено содержание металлов в составе продуктов совместного электроискрового диспергирования серебра и олова. Это содержание определено на основе расхода электродов при диспергировании. Расход электродов устанавливался взвешиванием электродов до и после процесса.

Таблица 2.

Содержание металлов в составе продуктов совместного электроискрового диспергирования серебра и олова в воде

Металлы	Содержание металлов	
	в г	в атом. %
Серебро	0,52	21
Олово	2,15	79

Из таблицы 2 видно, что в составе продуктов содержание серебра по массе составляет 0,52 г, а содержание олова составляет 2,15 г. Это указывает на то, что при совместном электроискровом диспергировании серебра и олова диспергируемость олова значительно выше, чем серебра. Поэтому в составе продукта кроме Ag_3Sn формируется β -Sn.

В работе [6] показано, что ликвидус кристаллизации соединения Ag_3Sn соответствует концентрации серебра менее 50,4 ат.% а для соединения Ag_5Sn он лежит в области

концентраций серебра 50,4-80,5 ат.%. т.е. в том интервале, в котором наблюдается способность системы к окислению.

При совместном диспергировании серебра и олова в среде воды атомное соотношение серебра и олова составляет Ag (21%) : Sn (79%) т.е. количество атомов олова больше чем атомы серебра (Табл.2.). Поэтому на дифрактограмме образца не обнаружено дифракционные линии характерные для монометаллического серебра.

Известно, что при формировании наночастиц бинарных металлических систем основной структурной перестройкой является образование биметаллов, в центрах которых преимущественно располагаются атомы Ag. Образование таких наночастиц является результатом распределения атомов разного сорта при обязательном наличии атома меньшего размера в их центрах [8].

Таким образом, было установлено, что при совместном электроискровом диспергировании серебра и олова в воде, формируется наночастицы твердого раствора Ag_3Sn , металлического олова β -Sn и оксиды двухвалентного и трехвалентного олова.

Для изучения фиторегуляторной активности и фитотоксичности образца нанокompозитов серебра и олова были приготовлены их суспензии, содержащие 1 мг, 2,5 мг и 5мг массы образца в 1 мл дистиллированной воды. Растворы, содержащие нанокompозитов системы Ag-Sn, были приготовлены из порошка, полученного методом электроискрового диспергирования в присутствии дистиллированной воды..

Для изучения влияния образца нанокompозита на всхожесть и роста растений выбраны семена пшеницы сорта «Жигер». Семена пшеницы были замочены в растворах, содержащих в 20 мл 1 мг, 2,5 мг и 5мг наночастиц металлов, в течении 1 часа. Затем они высушивались фильтровальной бумагой и вносились в подготовленную почву в теплице. После появления ростков за ними проводилось фенологическое наблюдение в течение 2 недель. Контролем служили семена замоченные в чистой воде.

На рис.3. приведены всхожесть и рост пшеницы сорта «Жигер».



Рис.3. Всхожесть и рост семян пшеницы, обработанных с нанокompозитом серебра и олова, а также контрольным образцом.

Из рис.3. видно, что испытанный образец нанокompозита показывает достаточный ростстимулирующий эффект на всхожесть и роста семян пшеницы.

Таким образом нанокompозиты олова и серебра полученные в среде воды достаточно активное влияние оказывает на всхожесть и рост пшеницы (рис.4., табл.3). По сравнению с контрольным вариантом значительно увеличивается длина и толщина корни побегов пшеницы замоченные в растворе нанокompозита серебра и олова. В контрольном варианте у растений наблюдается тонкие, короткие и слабые корни.



Рис.4. Всхожесть и рост семян пшеницы, обработанных раствором с наночастицами композитов системы Ag-Sn и чистой воды.

Таблица 3.

Ростстимулирующий эффект нанокompозита системы Ag-Sn (1 мг/20 мл) на семена пшеницы

Название образцов	Длина корней (см)	Длина стеблей (см)	Всхожесть (см)
Контроль	12 см	2-3 см	10 см
Ag – Sn (вода)	22 см	13 см	12 см

Результаты нашего исследования показывают, что предпосевная обработка семян пшеницы растворами нанокompозитов серебра и олова всхожесть семян увеличивает 1,5-1,7 раза по сравнению с контрольным (рис.4., табл.3.).

Проведенные опыты показали, что длина корня всходов семян, обработанный раствором нанокompозита серебра и олова полученной в среде воды выше по сравнению с контрольным образцом и они достигали через 2 недели 11-13 см.

Выше указанные данные для всех растений получены при содержании нанокompозитов в количестве 2,5 мг на 20 мл воды, а при увеличении количество металлов до 5 мг рост растений и всхожесть ингибируются.

Таким образом, нанокompозиты системы Ag-Sn, полученные методом электроискрового диспергирования в среде воды, обладают высокой биологической активностью и достаточно активно влияют на всхожесть и рост пшеницы. По сравнению с

контрольным вариантом значительно увеличивается длина и толщина корня побегов пшеницы.

Литература

1. Мастеров В. А. Серебро, сплавы и биметаллы на его основе / В. А. Мастеров, Ю. В. Саксонов. – М.: Metallurgy, 1979. – 296 с.
2. Сатывалдиев А. С., Асанов У. А. Электроэрозионный синтез соединений переходных металлов. – Бишкек: КГНУ, 1995. – 187 с.
3. Жаснакунов Ж.К., Таабалдиева Г.Т. Фазовый состав и дисперсность нанокompозита серебра и никеля, синтезированного методом химического восстановления // Вестник КГУ им. И. Арабаева, журнал, 2023, выпуск 1. – Бишкек, – С. 320 – 325.
4. Диаграммы состояния двойных металлических систем Справочник: в 3 т.: Т. 1 / Под общ. ред. Н. П. Лякишева. – М.: Машиностроение, 1996. – 992 с.: ил.
5. Денисова Л. Т., Биронт В. С., Денисов В. М., Зеер Г. М., Осипович Т. В., Кирик С. Д. О катастрофическом окислении расплавов Ag-Sn // Journal of Siberian Federal University, Engineering & Technologies 2009, Vol. 3, №2. – P. 283–293.
6. Арсентьев П. П., Коледов Л. А. Металлические расплавы и их свойства. М.: Metallurgy, 1976. 376 с.
7. Xia L., Hu X., Kang X., Zhao H., Sun M., Cihen X. A one-step facile synthesis of Ag-Ni core-shell nanoparticles in water-in-oil microemulsions. // J. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering aspects 2010. V. 367. – P. 96-101.
8. Peng Y.-H., Yang C.-H., Chen K.-T., Popuri S. R., Lee C.-H., and Tang B.-S. Study on synthesis of ultrafine Cu-Ag core-shell powders with high electrical Conductivity // Applied Surface Science 2012. vol. 263, №15. – P. 38–44.

Рецензент: кандидат химических наук, профессор Сагындыков Ж.