

бавок и аминокислот для малого сельскохозяйственного предприятия соответствует этим требованиям и обладает рядом экономических, эксплуатационных и производственных преимуществ. Положительный эффект предлагаемого смесителя кормов проявляется в повышении однородности приготовленной кормосмеси при минимальных требованиях к подающим устройствам и возможности ручного внесения различных добавок.

### Литература

1. Передаточные механизмы: [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.bibliotekar.ru/7-robot/46.htm/> – Дата доступа 15.02.2017.
2. Производство изделий из полимерных материалов: учеб. пособие / В.К. Крыжановский [и др.]. – СПб: Профессия, 2004. – 464 с.
3. Материаловедение в машиностроении и промышленных технологиях: учебно-справочное руководство / В.А. Струк [и др.]. – Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект», 2010. – 536 с.
4. Инновационные фторопластовые технологии: [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://raflon.ru/ru/> – Дата доступа: 03.01.2017.

**Е.В. Гармилин** (ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)  
Науч. рук. **А.В. Семченко**, канд. физ.-мат. наук, доцент

### СИНТЕЗ ЗОЛЬ-ГЕЛЬ МЕТОДОМ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ СЛОЕВ НА ОСНОВЕ ОКСИДА ЦИНКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ СВОЙСТВ

Практическая значимость синтеза покрытий на основе оксида цинка (ZnO) обуславливается тем, что оксид цинка – это прямозонный полупроводник, с запрещенной зоной, равной 3,36 эВ [1]. Оксид цинка обладает оптоэлектронными свойствами, что открывает возможности для использования его в качестве функциональных элементов различных солнечных батарей, оптических приборов, прозрачных электродов [2] и т.д.

Золь-гель метод позволяет формировать покрытия на основе оксида цинка. При получении ZnO-, ZnO: Al-покрытий, существуют технологические особенности, которые требуют аккуратного и индивидуального подхода к получению на поверхности плёнки стабильного стехиометрического состава.

Легирование пленок на основе оксида цинка ионами металлов (алюминий, серебро) позволяет улучшить электрофизические свойства исследуемых материалов за счет возникновения примесной проводимости. Введение в матрицу иона редкоземельного элемента позволяет до-

полнительно преобразовать часть поглощенного излучения в электрический ток за счет собственной люминесценции иона РЗЭ.

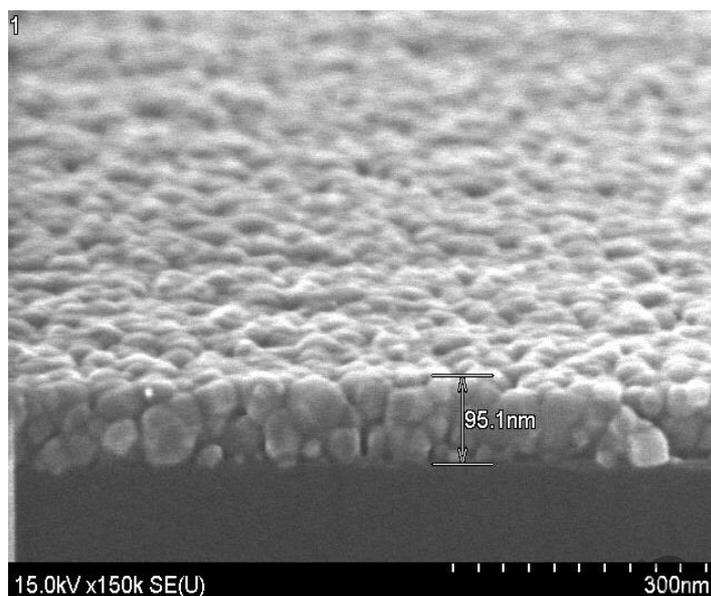


Рисунок 1 – СЭМ – изображения  $\text{ZnO:Al/Er}^{3+}$ - пленок, полученных золь-гель методом на поверхности монокристаллического кремния, на основе изопропилового спирта

На рисунке 1 приведено характерное СЭМ – изображение пленок  $\text{ZnO:Al/Er}^{3+}$  которые были получены золь-гель методом на поверхности монокристаллического кремния. Также были получены подобные изображения для пленок  $\text{ZnO:Al/Er}^{3+}$  из золь на основе 2-метоксиэтанола и диметилформаида. Полученные пленки характеризуются толщиной порядка  $(100 \pm 6)$  нм, а также однородной мелкозернистой микроструктурой.

Статистика зерен представлена в таблице 1, которую получили на основе СЭМ – изображений  $\text{ZnO:Al/Er}^{3+}$ - плёнок, полученных золь-гель методом на основе различных растворителей на поверхности монокристаллического кремния.

Таблица 1 – Статистика зерен на поверхности  $\text{ZnO:Al/Er}^{3+}$ -пленок, полученных золь-гель методом на поверхности монокристаллического кремния: 1 – на основе изопропилового спирта; 2 – на основе 2-метоксиэтанола; 3 – на основе диметилформаида

Характеристика	$\text{ZnO:Al/Er}^{3+}$		
	1	2	3
Число зерен	495	291	406
Субшероховатость, $R_a$ , нм	4,3	13,1	6,5
Средний размер зерна, нм	19,3	51,5	24,6

## Литература

1. Anil Vithal Ghule, Simultaneous thermogravimetric analysis and in situ thermo-Raman spectroscopic investigation of thermal decomposition of zinc acetate dihydrate forming zinc oxide nanoparticles / Anil Vithal Ghule, Bertrand Lo, Shin-Hwa Tzing, Kalyani Ghule, Hua Chang, Yong Chien Ling // Chemical Physics Letters. – 2003. – Vol. 381. – P. 262–270.

2. Sreeja, R. Linear and nonlinear optical properties of luminescent ZnO nanoparticles embedded in PMMA matrix/ R. Sreeja, Jobina John, P.M. Aneesh, M.K. Jayaraj // Optics Communications. – 2010. – Vol. 283. – P. 2908–2913.

**П.Д. Гвоздь** (БГУИР, Минск)

Науч. рук. **А.Г. Черных**, канд. техн. наук, доцент,

**В.В. Шульгов**, ст. преподаватель

### **ПОРИСТОЕ АНОДИРОВАНИЕ АЛЮМИНИЯ В ПРИСУТСТВИИ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ДОБАВОК**

К настоящему времени процесс анодного окисления алюминия изучен достаточно глубоко. Одним из способов воздействия на процесс анодирования и на свойства окисла является использование в качестве добавок в традиционные электролиты поверхностно-активных веществ (ПАВ) [1]. Введение в электролиты, слабо растворяющие окиси, ПАВ позволяет повысить электроизоляционные (пробивное напряжение), механические (прочность, микротвердость, устойчивость к истиранию), защитные характеристики и коррозионную стойкость анодных оксидных пленок (АОП)  $Al_2O_3$  [2].

С целью получения сравнительных данных в качестве ПАВ использовали ряд органических соединений из класса спиртов: триэтаноламин –  $(HOCH_2OH)_2$ ; глицерин –  $(CH_2OH)_2$ ; этиленгликоль –  $C_2H_4(OH)_2$ ; изопропиловый спирт –  $(CH_3)CHOH$ ; этиловый спирт –  $C_2H_5OH$ .

Исследования проводили с использованием фоновых растворов 15% серной, 2% щавелевой, 4% ортофосфорной кислот.

Образцы для анодирования получали методом электронно-лучевого испарения алюминия марки А99(Al – 99,99%) на ситалловую подложку типа СТ 50-1, размерами 60 x 48 мм с последующей ее разрезкой на части с размерами 10 x 48 мм.

В результате исследований кинетики процесса анодного окисления алюминия в порообразующих электролитах с добавками ПАВ, изучения коррозионных и электроизоляционных свойств полученных пленок можно сделать следующие выводы: