

«Технические науки и современное производство»,  
Франция (Париж), 19-26 октября 2016 г.

Технические науки

**ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЕ И  
ЭЛЕКТРОХРОМНОЕ СТЕКЛО,  
ПОЛУЧЕННОЕ ЭКСТРАКЦИОННО-  
ПИРОЛИТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ**

Патрушева Т.Н., Белоусов А.Л.

*Сибирский федеральный университет, Красноярск,  
Россия, pat55@mail.ru*

За последнее время применения прозрачных проводящих пленок (ТСО) растут стремительными темпами. Наиболее прозрачным и востребованным проводящим оксидом является оксид индия-олова  $\text{In}_9\text{SnO}_x$  (ИТО). ИТО пленки обладают высоким коэффициентом пропускания света в видимой области спектра, хорошей электрической проводимостью, твердостью и химической инертностью. Они могут найти широкое применение в строительной и автомобильной индустрии при условии их получения масштабным малозатратным методом. Пленка ИТО отражает инфракрасные лучи, что даёт возможность использовать её в качестве теплозащитного покрытия на оконных стеклах [1].

Актуально применение ТСО пленок в качестве прозрачных электродов для электрохромного (ЭХ) стекла. ЭХ-стекло позволяет уменьшить потери тепла, сократить расходы на кондиционирование и освещение, служит альтернативой жалюзи и механическим затемняющим экранам или шторам. Поглощение или отражение света в видимой и в ближней инфракрасной области регулируется приложенным электрическим полем. Динамический контроль солнечного света и инфракрасного излучения может значительно снизить потребление энергии в жарких летних и холодных зимних условиях. ЭХ материалы применяются в автомобильной индустрии для автоматического затемнения зеркал заднего вида автомобиля при различном освещении, поскольку электрохромное стекло обеспечивает видимость даже в затемненном состоянии и тем самым сохраняет визуальный контакт с внешней средой. ЭХ-стекло имеет относительно высокую стоимость.

Для снижения стоимости ЭХ-устройств необходимо разработать малозатратную технологию их производства. Наличие сырья и затраты на метод изготовления являются важными факторами в изготовлении функциональных материалов. Выбор метода, как правило, связан с учетом оптимального функционирования ТСО тонкой твердой пленки для конкретного использования при сведении к минимуму затрат производства.

Сложнооксидные пленки традиционно наносят вакуумным распылением мишеней, нагретых до высоких температур [2]. В настоящее время разрабатываются все более крупные машины с очень сложными процессами измерения и системами управления газовым потоком для стабилизации процесса реактивного распыления. Метод лазерного распыления [3] для производства пленок позволяет распылять практически любые по составу мишени. Метод ионного осаждения ИТО пленок [4] использует полностью автоматизированную вакуумной камеру с крио-накачкой, оснащенную аналитическим оборудованием. Метод золь-гель [5] может быть использован для получения качественных пленок с широкой возможностью изменения свойств при изменении состава раствора.

Физические и химические свойства получаемых ИТО пленок (удельное сопротивление, оптическое пропускание, поверхностная шероховатость) соответствуют методу нанесения и условиям процессов. Свойства сложнооксидных пленок определяется технологическими факторами, обеспечивающими гомогенность и стехиометрию материала. В частности, смешивание компонентов в растворе с сохранением заданной стехиометрии предусматривает экстракционно-пиролитический метод получения материалов.

В настоящей работе для получения прозрачных проводящих пленок и электрохромного стекла использован экстракционно-пиролитический метод [6]. Приготовленные экстракты индия, олова характеризовались незначительным содержанием примесных элементов на уровне 10-5 мг/л и уточненной концентрацией, неизменной при хранении.

Пленки были нанесены накатыванием слоя экстракта на стеклянную подложку, которая была предварительно очищена. Органические экстракты хорошо смачивают стеклянные подложки и образуют самоорганизующиеся тонкие пленки. После подсушивания подложка со смачивающей пленкой помещалась в печь для пиролиза на воздухе. Пиролиз смачивающей пленки приводит к формированию многочисленных центров кристаллизации оксидных пленок, которые в результате отжига образуют в наноструктурные твердые пленки сложного оксида. Установлено, что раствор плотностью 0,93 г/см<sup>3</sup> обеспечивает сплошную проводящую пленку после пиролиза первого слоя, толщина которого составила 30 нм.

Для формирования электрохромного устройства пленка оксида никеля получена на поверх-

ности ITO-электрода из растворов экстрактов никеля с различной концентрацией. Полученные пленки NiO имели темный цвет, который интенсифицировался с увеличением толщины пленки. Пропускание пленки NiO толщиной 150 нм (5 слоев) составило 62 %, пленки NiO толщиной 300 нм (10 слоев) – 51 % и пленки NiO толщиной 450 нм (15 слоев) – 41 %. Исходя из этих данных, можно выбрать необходимую степень окрашивания для электрохромного стекла, учитывая при этом степень обесцвечивания пленки при приложении электрического тока. Как показали дальнейшие исследования, обесцвечивание пленки NiO незначительно повышается с уменьшением её толщины (от 85 до 81 %).

Исходя из этих данных, можно выбрать необходимую степень окрашивания для электрохромного стекла, учитывая при этом степень обесцвечивания пленки при приложении электрического тока. Спектры пропускания ячейки в обесцвеченном и в окрашенном состояниях для 1 и 500 циклов совпали. Пропускание в видимом диапазоне света без подачи напряжения составило 70–80 %. Уф-свет пленки ITO на стекле поглощают. Пропускание в среднем ИК составило 10-40 % в окрашенном состоянии и 10-55 % в обесцвеченном состоянии. Пропускание в дальнем ИК отсутствует.

Согласно потенциометрическим данным циклирование электрохромной ячейки на протяжении первых 500 циклов проходит с куло-

новской эффективностью превышающей 98 %, при соизмеримых значениях катодного и анодного тока, и соответственно зарядной и разрядной емкости, что говорит о полной обратимости протекающих процессов. Изменение цвета ЭХУ может быть объяснено переходом оксида никеля из одной фазы в другую. Оксиды никеля нестехиометричны. Нестехиометрия сопровождается изменением цвета от зеленого до черного в связи с существованием Ni(III).

Разработанный метод может быть использован для нанесения функциональных покрытий на большие поверхности, например, на прозрачные поверхности и дверей кабинетов, стекла и витрины зданий. Такие покрытия способствуют энергосбережению и улучшению экологии.

#### Список литературы

1. Fortunato E., Ginley D., Hosono H., Paine D. C. Transparent Conducting Oxides for Photovoltaic // Materials Research Bulletin. 2007. Vol. 32, No. 3. P. 242-247.
2. Bright C. Optical Constants of Evaporated and Sputtered Transparent Conductive Oxides // 36th Annual Technical Conference Proceedings of the SVC. 1993. P. 63.
3. Perriere J., Defourneau R., Laurent A., Morcrette M. Growth of films by laser ablation // Physica. C. 1999. V.311, № 3-4. P. 231-238.
4. Gilbert, L. R. Comparison of ITO Sputtering Process from Ceramic Alloy Target onto Room Temperature PET Substrates / L. R. Gilbert, S. P. Maki, D. J. McClure // 36th Annual Technical Conference Proceedings of the SVC. 1998. P. 236.
5. Патрушева Т.Н. Растворные пленочные технологии // Изд. СФУ. Красноярск. 2010. – 278 с.
6. Холькин А.И., Патрушева Т.Н. Экстракционно-пиролитический метод получения функциональных оксидных материалов. М. Ком. Книга. 2006. С.249-253.

*«Наука и образование в современной России», Москва, 15-16 ноября 2016*

#### Педагогические науки

##### **ЗНАЧЕНИЕ ОБЩЕКЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ ДЛЯ ПРОФИОРИЕНТАЦИИ СТУДЕНТОВ 3 КУРСА**

Алипов В.В., Калинычева А.Е.,  
Веретенников С.С.

*ФГБОУ ВО Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского  
Минздрава России, e-mail: praktikasgmu@yandex.ru*

В условиях разноплановой информационной нагрузки становится очевидной потребность обучающихся в полноценной адаптации и закреплении на практике полученных в течение семестра знаний. В связи с этим внедрение программы общеклинической учебной практики после третьего курса как переходного этапа от теоретических курсов обучения к клиническим является наиболее актуальным и логичным.

Главной отличительной особенностью данной программы является освоение практических навыков не столько в области сестринского дела, как это было при реализации ФГОС ВПО, сколько в области методики системного обследования больного, лабораторных и инструментальных методов диагностики. В обязанности

студента входит заполнение медицинской документации, выполнение физикального обследования пациентов, составление плана дополнительных методов исследований, консультаций узких специалистов с возможностью дальнейшей интерпретации полученных результатов обследования для формулировки предварительного диагноза и составления плана лечения под контролем врача и ответственного за практику. А в дополнение к этому ежедневное заполнение студентом дневника практики, в котором отражаются оформленные за день истории болезни с алгоритмами методов обследования ускоряет адаптацию к лечебной работе и создает правильные предпосылки к изучению клинических дисциплин на четвертом курсе [5].

Одной из положительных сторон общеклинической практики является возможность знакомства с работой не только лечебных отделений, но и функционально-диагностических. Ежедневный контакт с врачами узких специальностей, лечебно-диагностической аппаратурой, доступ к лабораторным, инструментальным и функциональным исследованиям значительно