

## ЭЛЕКТРОХРОМНОЕ УСТРОЙСТВО С ПОЛИМЕРНЫМ ЭЛЕКТРОЛИТОМ

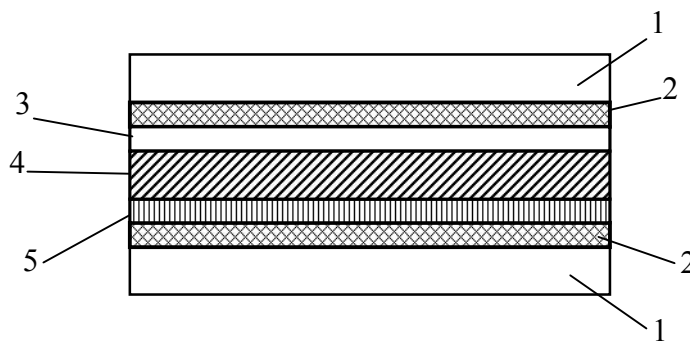
Сагатбек Д., студент гр. 4НМ21

Томский политехнический университет, 634050, г.Томск, пр.Ленина,30

E-mail: dam\_kz@mail.ru

Перспективным видом покрытий, обладающим высокими энергосберегающими характеристиками, являются электрохромные покрытия с электрически изменяемой прозрачностью. В отличие от низкоэмиссионных покрытий, снижающих потери тепла через оконное остекление в течение отопительного периода, электрохромные покрытия позволяют снизить расходы энергии на кондиционирование помещений в жаркий период. Электрохромные тонкие пленки, нанесенные на стекло с прозрачным проводящим покрытием могут служить основой создания электрохромных окон, которые могут автоматически изменять свою светопропускаемость при изменении условий внешней среды, т.е. обладать регулируемым затемнением. Другие названия таких окон это «интеллектуальное окно» (intelligent window) или «умное окно» (smart window) [1].

Структура электрохромного устройства показана на рисунке 1.

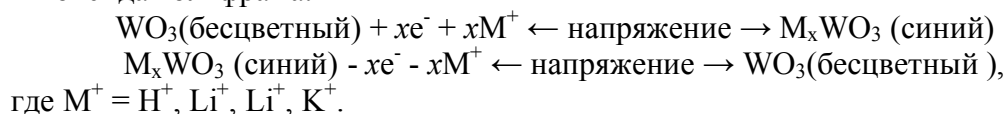


1-стекло, 2-  $\text{SnO}_2\text{:F}$ , 3-феррицианид железа, 4-полимерный гель-электролит, 5- $\text{WO}_3$

Рис. 1-Структура электрохромного устройства.

Электрохромное устройство состоит из двух проводящих стеклянных подложек 1,2, катоодокрашиваемого электрохромного рабочего электрода 5, анододокрашиваемого электрохромного противоиэлектрода 3 и электролита 4. С целью упрощения технологии изготовления устройства, в качестве прозрачных электродов использовалось стекло толщиной 4 мм с нанесенным на его поверхность пиролитическим методом оксида олова, легированного фтором (К-стекло). Пленки оксида вольфрама наносились на К-стекло методом магнетронного реактивного распыления. Толщина пленок оксида вольфрама составляла 400-600 нм. Напыление пленок оксида вольфрама производилось при мощности магнетронного разряда  $P=2,7$  кВт, напряжение разряда  $U=400$  В. Давление разряда составляло  $1 \cdot 10^{-2}$  торр. Расход аргона –  $75 \text{ см}^3/\text{мин}$ , расход кислорода  $30 \text{ см}^3/\text{мин}$ . Пленки оксида вольфрама обладали высокой прозрачностью в видимом диапазоне. На длине волны 555 нм (максимальная чувствительность человеческого глаза) их прозрачность пленки достигала 96 %.

Ниже приведены электрохимические реакции окрашивания и обесцвечивания пленки оксида вольфрама:

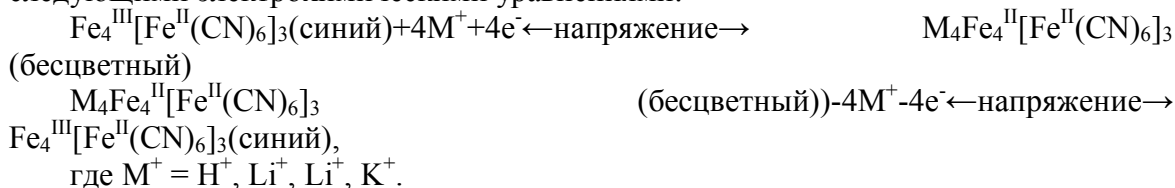


Пленки феррицианид железа (берлинской лазури) осаждались на подложки из К-стекла электролитическим способом при плотности тока  $5 \mu\text{A cm}^{-2}$ . Второй электрод был изготовлен из нержавеющей стали. Напряжение, подаваемое к электродам, составляло  $\sim 0,5$  В. Расстояние между электродами составляло 5 см. Процесс осаждения берлинской лазури проводился при комнатной температуре при вертикальном расположении электродов. Осажденная пленка феррицианида железа имеет сине-голубой цвет.

Состав электролита:

1. Красная кровяная соль (феррицианид калия) ( $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ) - 3,4 г/л
2. Железо (III) азотнокислое 9-водное 98% ( $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ ) - 5,2 г/л
3. Нитрат лития 3-водный ( $\text{LiNO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ) - 15 г/л
4. Соляная кислота  $\text{HCl}$  - 10 мл/л

Процесс окрашивания и обесцвечивания пленок берлинской лазури описывается следующими электрохимическими уравнениями:



Необходимая для создания электрохромного устройства толщина пленки берлинской лазури составляет 300–400 нм. На рисунке 2 представлены спектры пропускания пленки толщиной 350 нм в окрашенном и обесцвеченном состояниях. Спектры получены с помощью спектрофотометра AvaSpec-2048.

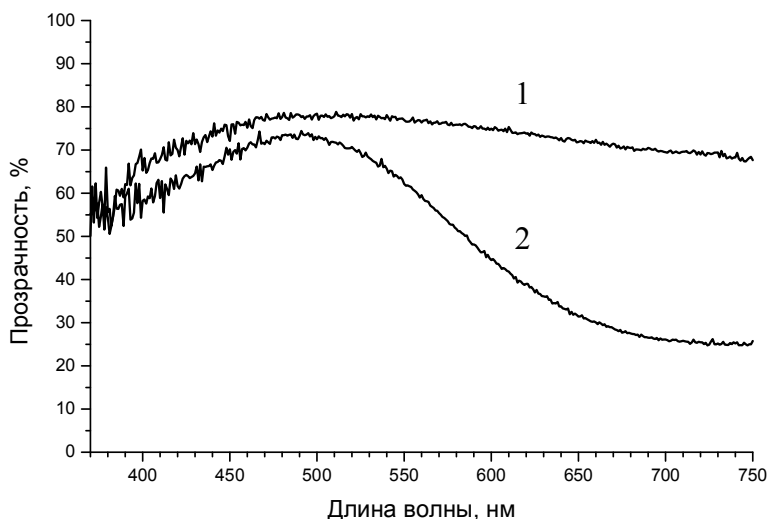
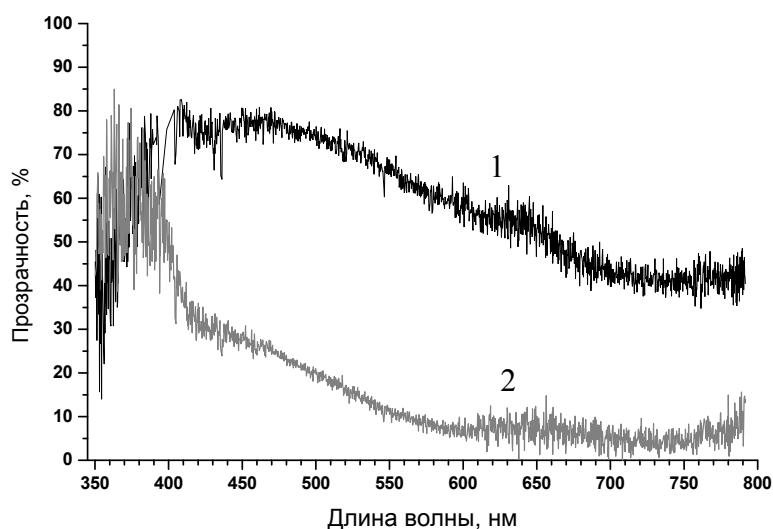


Рис. 2-Спектры пропускания пленки берлинской лазури в обесцвеченном (1) и окрашенном (2) состояниях.

Важным элементом электрохромного устройства является литиевый полимерный электролит. В качестве литиевой соли использовался перхлорат лития, растворенный в смеси пропиленкарбоната и этиленкарбоната. Полиметилметакрилатный полимер использовался в качестве загустителя. Загущение раствора порошкообразным полимером проводилось при непрерывном перемешивании до образования вязкой массы. Для предотвращения образования в процессе перемешивания воздушных пузырьков, проводилась откачка рабочего объема форвакуумным насосом. После загущения раствора проводилась его термообработка при температуре 80°C в течение 4 часов до образования бесцветного прозрачного литиевого электролита в виде геля.

Прозрачность электрохромного устройства размером 10x10 см<sup>2</sup> в видимом диапазоне в окрашенном и неокрашенном состояниях приведена на рис.3.



1-окрашенное состояние, 2-обесцвеченное состояние

Рис.3- Прозрачность электрохромного устройства в видимом диапазоне

При подаче напряжения 1,5 В на устройство (плюс на противоэлектроре из берлинской лазури, минус на рабочем электроре из оксида вольфрама), оно приобретает за 2 – 3 минуты тёмно-синюю окраску. При подаче напряжения 1,5 В обратной полярности окраска светлеет и доходит до бледно-голубой за время 3 – 4 минуты. При подаче напряжения 3 В обратной полярности (минус на противоэлектроре из берлинской лазури, плюс на рабочем электроре из оксида вольфрама) устройство полностью обесцвечивается за 4 – 6 минут.

### Список литературы:

1. Residential windows: a guide to new technologies and energy performance / Carmody J., Selkowitz S., Heschong L. // New York, 2000.