

### **Заключение**

На основе сравнения полученных результатов можно сделать следующие выводы:

1. Введение промышленно выпускаемого наполнителя MoS<sub>2</sub> незначительно снижает механические свойства композиций на основе СВМПЭ (предел текучести, предел прочности); износостойкость композиций на основе СВМПЭ повышается при наполнении его 3-10 вес. % наполнителя вдвое при сухом трении скольжения

2. Дисульфид молибдена играет роль твердой смазки в СВМПЭ при испытании в условии сухого трения и при испытании в условии смазочной воде, обеспечивает высокую износостойкость новых композитов в экстремальных условиях эксплуатации (низкие температуры, агрессивные среды).

### **Список литературы**

1. Козлова С.П. Трансфер технологий из транспортной отрасли в городское хозяйство по созданию изделий, обладающих антиобледенительными и антикоррозионными свойствами и способных работать в агрессивной среде / «Полимерный кластер Санкт-Петербурга», 2012.

2. Harley L. Stein. Ultra high molecular weight polyethylene (UHMWPE)//Engineered Materials Handbook.-1999, Vol.2: Engineering Plastics.

3. Охлопкова А.А., Гоголева О.В., Шиц Е.Ю. Полимерные композиционные материалы на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена и ультрадисперсных соединений//Трение и износ.- 2004(25), № 2, 202-206.

4. Galetz M.C., Blar T., Ruckdaschel H., Sandler K.W., Alstadt V. Carbon Nanofibre-Reinforced Ultrahigh Molecular Weight Polyethylene for Tribological Applications// Journal of Applied Polymer Science.- 2007, Vol.104, 4173-4181.

5. Машков Ю.К., Овчар З.Н., Байбарацкая М.Ю., Мамаев О.А. Полимерные композиционные материалы в триботехнике. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2004. -262 с.

6. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология: учебн. пособие/ Кербер М.Л., Виноградов В.М., Головкин Г.С. и др., под ред. А.А.Берлина.- СПб.: Профессия, 2008.- 560 с.

## **СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ДОСВЕЧИВАНИЯ РАСТЕНИЙ**

Садченко В.О.

E-mail: Sadchenko.v.o@gmail.com

*Научный руководитель: доцент, кандидат физ.-мат. наук, Яковлюев А.Н., заведующий кафедрой ЛуСт, директор ИФВТ, НИ ТПУ*

Основная пища для растений – это углеводороды, они используются для роста и создания массы. Растения вырабатывают их из воды и двуокиси углерода в результате фотосинтеза, осуществляемого за счет поглощения световой энергии через хлорофилл (так называемый ассимиляционный пигмент), содержащийся в основном в листьях.

В условиях сибирских регионов выращивать растения довольно трудно, ведь посадить их на улице в открытом доступе к самому благоприятному для них солнечному свету возможно лишь в теплое время года. Но теплое время года в Сибири длится около 3 месяцев. Поэтому приходится выращивать растения в теплицах. На данном этапе возникает главная проблема - проблема досветки растений.

Свет (световая радиация, фотосинтетически активная радиация, интенсивность солнечной радиации, уровень освещенности, суммарная или интегральная облученность растений, и проч.) относится к одним из наиболее значимых факторов микроклимата в теплицах, влияющих на урожайность выращиваемых растений. Рост растений определяется процессами фотосинтеза, для которых главным источником энергии является свет. Поэтому темпы роста и развития растений пропорциональны уровню их освещенности.

Недостаток света существенно снижает темпы развития растений в зимний, весенний и осенний периоды, когда низкий уровень естественной солнечной радиации сопровождается коротким световым днем. Низкое предложение на рынке сельскохозяйственной продукции и относительно высокие цены на нее в этот период делают рентабельными системы электрического

досвечивания. Значительные капитальные затраты на сами системы и текущие затраты на электрическую энергию с лихвой окупаются полученным урожаем.

В связи с этим возникают вопросы: какой уровень освещенности необходимо обеспечивать с помощью систем искусственного досвечивания? Какие электрические мощности для этого потребуются? Какие системы досвечивания и как необходимо применять? Ответы на эти вопросы рассмотрены в докладе.

Основные выводы и характеристики доклада можно привести в следующих утверждениях:

Растениям для фотосинтеза необходим свет красновато-оранжевого и синего спектров. Это можно понять из кривой спектральной кривой чувствительности растений (Рис.2) [1].

Существует два варианта подсветки растений:

- тепличные светильники, обеспечивающие растения необходимым количеством световой энергии, поглощаемой ими в период естественного освещения.

- второй тип - фотопериодическое освещение теплиц. Оно предполагает использование искусственного света для удлинения дня за счет освещения растений ночью. Изменяя продолжительность дня и ночи с помощью искусственного освещения, можно ускорить или приостановить цветение растений.

Уровень освещенности в теплице, необходимый для выращивания растений определяется агрономическими требованиями. Минимальный уровень составляет 6 - 7 кЛк. Гарантированно хорошие результаты по урожайности получаются при получении среднего уровня освещенности 10 - 12 кЛк. [2]

Чем больше освещенность, тем лучше происходит рост, но при расположении светильников слишком близко к растениям следует учитывать теплолюбивость растений и потоки тепла от лампы. Лучшим методом досветки растений является применение светодиодов, так как можно подобрать диоды узкого спектра свечения, т.е. с нужной фотосинтетически активной радиацией [3], что будет максимально полезно и для растений, и для экономии энергии в целом.

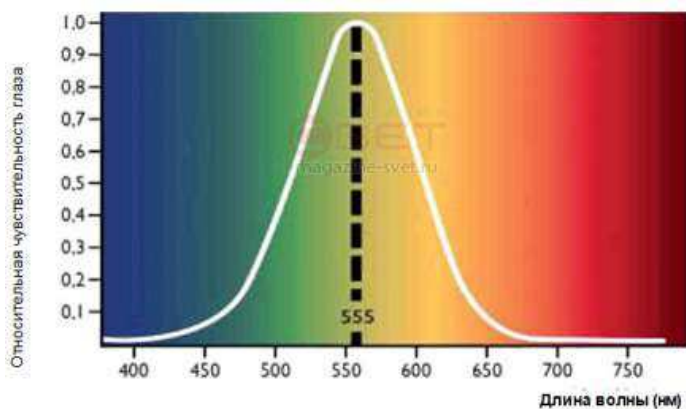


Рис. 1 Спектральная кривая чувствительности человеческого глаза

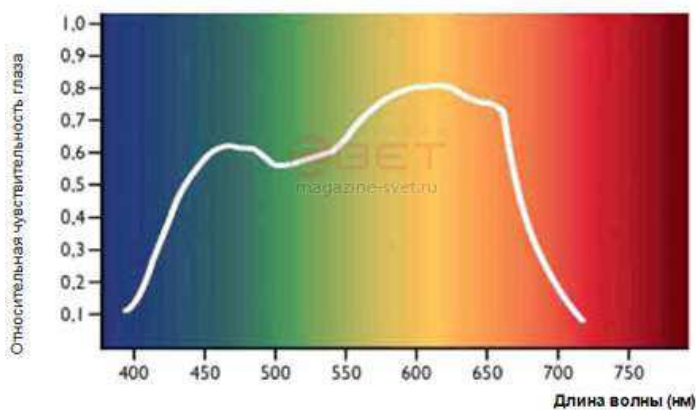


Рис. 2 Спектральная кривая чувствительности растения

Литература:

1. Magazine-svet. URL: <http://www.magazine-svet.ru/review/33101/> (дата обращения 25.02.14)
2. Теплицы.ру. URL: <http://www.greenhouses.ru/Sistemy-dosvechivaniya> (дата обращения 25.02.14)
3. Шуберт Ф.Е. Светодиоды – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008 – 262 с.

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ НАНЕСЕНИЯ ПРОСВЕТЛЯЮЩЕГО СЛОЯ НИЗКОЭМИССИОННОГО ПОКРЫТИЯ

Сиделёв Д.В.  
E-mail: Dimas167@tpu.ru

Научный руководитель: Юрьев Ю.Н., Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Использование низкоэмиссионных покрытий при остеклении бытовых построек позволяет существенно снизить тепловые потери [1]. Наиболее простой структурой такой многослойной пленки является композиция диэлектрик-металл-диэлектрик, технические требования к которой следующие: высокий коэффициент пропускания в видимой области спектра (порядка 0,8) и высокое отражение в инфракрасной области (0,85-0,9). Функция сохранения тепла ложится на полупрозрачный слой металла (Cu, Ag). Высокая прозрачность всего теплоотражающего покрытия достигается за счет нанесения просветляющих слоев оксидов металлов ( $\text{TiO}_2$ ,  $\text{SnO}_2$ ,  $\text{ZnO}$ ).

Основа проблем теплоотражающих покрытий заложена в осаждении качественных просветляющих слоев, что обусловлено непостоянством технологических параметров напылительного оборудования в присутствии реакционного газа в рабочей камере [2]. Для магнетронного распыления, преимущественно используемого для осаждения оптических покрытий, характерны следующие недостатки: нестабильность электрических параметров разряда, отравление мишени, электрические пробои и т.д. Поэтому актуальными задачами становятся: исследование влияния типа магнетронных распылительных систем на процесс осаждения просветляющих пленок; определение оптимальных режимов работы МРС с целью обеспечения стабильности электрических характеристик магнетронного разряда.

В настоящей работе в качестве модельного материала металла будет использована Cu, просветляющий слой –  $\text{TiO}_2$ .

### Экспериментальная часть

Нанесение тонкопленочных покрытий осуществлялось на установке «Яшма» [3]. В качестве подложек использовались стеклянные образцы ГОСТ 9284-75 размером 75x25x1 мм. Предварительно, производилась их очистка при помощи ионного источника с холловским дрейфом электронов. Осаждение пленок  $\text{TiO}_2$  происходило в среде Ag и  $\text{O}_2$  при помощи дуальной (рис. 1) и планарной МРС при общем давлении в камере 0,12 Па. Дуальный магнетрон был подключен к биполярному источнику питания с трапециевидной формой импульса с частотой 66 кГц. Для планарной МРС - униполярный источник питания с прямоугольной формой импульса (166 кГц). Размер мишеней: планарной МРС - 100x700 мм, дуальной - 94x200 мм. Нанесение слоя Cu осуществлялось при помощи планарной МРС при давлении  $8 \cdot 10^{-2}$  Па.

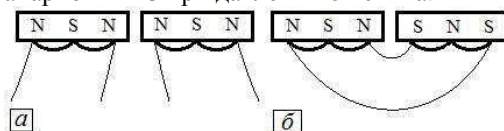


Рисунок 1. Модификации дуальной МРС: а - с незамкнутым полюсом; б - с замкнутым полюсом

Для обеспечения равномерности покрытия по толщине подложка перемещалась в области магнетронного разряда с постоянной скоростью. Поэтому, для оценки скорости осаждения будем употреблять термин «проход», который означает однократное перемещение подложки под любым из плазменных устройств. Измерение и контроль толщины покрытий осуществлялись при помощи