

получен из бамбукового целлюлозосодержащего сырья методом термохимической активации ортофосфорной кислотой. Адсорбционная способность полученных АУ по метиленовому синему составляет 598–618 мг/г.

### Список использованных источников

1. IUPAC Manual of Symbols and Terminology, Appendix 2, Part I, Colloid and Surface Chemistry [Text] // Pure Appl. Chem. – 1972. – Vol. 31. – P. 578.

2. Кабо, Г. Я. Использование растительной биомассы для производства различных видов топлива в Республике Беларусь / Г. Я. Кабо [и др.] // Химические проблемы создания новых материалов и технологий: сб. ст. / под. ред. О. А. Ивашкевича. – Минск: БГУ, 2008. – Вып. 3. – 559 с.

3. Ван, Лючэн Влияние температуры пиролиза на основные свойства бамбуковой сажи / Лючэн Ван, Лэй Сюэ, Даньдань Го // Руководство по материалам. – 2019. – № 33 (4). – С. 1285–1288.

4. Оболенская, А. В. Лабораторные работы по химии древесины и целлюлозы: учебное пособие для вузов. / А. В. Оболенская [и др.]. – М.: Экология, 1991. – 320 с.

УДК 67.02

### Энергосберегающие стекла

**Ляховская Д. В., студент**

**Печковский В. М., студент**

*Белорусский национально технический университет*

*Минск, Республика Беларусь*

*Научный руководитель: к. т. н., доцент Комаровская В. М.*

Аннотация.

В данной статье рассмотрены основные проблемы расхода тепловой энергии через стеклопакеты без покрытия. Представлены решения этих проблем в виде стеклопакетов с тонкими пленками (к-стекло, i-стекло, im-стекло). Проведена сравнительная характеристика стеклопакетов с различного вида покрытиями и без него.

Стремительный рост цен на электрическую и тепловую энергию определяет актуальность задачи по их сохранению. Большая часть потерь тепловой энергии (примерно 45 %) приходится на оконные проёмы, через которые часть тепловой энергии уходит из помещения. Эта проблема касается не только остекления больших площадей, но и бытовых помещений, таких как квартиры, частные дома, детские учреждения и т. д. Эффективность энергосберегающего стекла настолько высока, что установка даже однокамерного стеклопакета позволит сохранить в помещении на 25 % больше тепла, чем сохраняет двухкамерное металлопластиковое окно с обычными стеклами. И это с учетом того, что двухкамерные окна почти в два раза тяжелее, чем однокамерные, а это дополнительная нагрузка на стену. Такое улучшенное однокамерное окно пропускает видимый свет почти на 10 % лучше, чем обычные двухкамерные, задерживая при этом вредный ультрафиолет [1].

В настоящее время в Беларуси для остекления зданий используют стёкла, полученные по технологии флоат (ОАО «Гомельстекло»). Процесс производства флоат-стекла осуществляется в 5 этапов: подготовка сырья, расплав подготовленного сырья, процесс формирования поверхности стекла, затем следует отжиг стекловой пластины и охлаждение стекла. За счет охлаждения расплавленного стекла в ванной с жидким оловом повышаются оптические свойства стекла, формируется его стандартная толщина и отсутствуют какие-либо оптические дефекты. Полученное таким методом стекло обладает хорошей пропускной способностью света, но энергосберегающие свойства его довольно низкие. Основу для теплозащиты составляют три показателя: конвекция, теплопроводность, а также излучение тепла. В начале 2000-х годов для усиления теплоизоляции начали использовать удвоенное остекление – это двухкамерные стеклопакеты, что позволило незначительно увеличить энергосбережение. В связи с чем в дальнейшем были предложены различного рода покрытия, которые обеспечивают отражение тепловых лучей в обоих направлениях. В настоящее время наибольшее распространение для остекления, как промышленных, так и жилых зданий нашли стекла с твёрдым покрытием (к-стекла), с мягким покрытием (i-стекла) и с тонирующим покрытием (im или мультифункциональные стекла). Производство стекол с покрытием сложный процесс, требующий специальных технологических линий и строгого соблюдения технических

условий изготовления. Анализ научной литературы и практических данных позволил выявить ведущих мировых производителей энерго-сберегающих стекол [2]: «Saint Goban» (Франция), «Pilkington» (Великобритания), PPG (США), «Glavelbel» (Россия).

Для сравнения характеристик покрытий приведем таблицу, в которую сведем основные сравнительные параметры.

Таблица 1– Сравнение данных для однокамерных стеклопакетов

Параметры	Тип стекла			
	Простое	k-стекло	i-стекло	im-стекло
Коэффициент эмиссии	0,83	0,2	0,04	0,13
Коэффициент сопротивления теплопередачи ( $^{\circ}\text{C}\cdot\text{м}^2/\text{Вт}$ )	0,45	0,53	0,59	0,73
Светопропускная способность (%)	76	70	62	66
Доля пропускаемой солнечной энергии (%)	72	76	51	40

Для определения энергоэффективности стекла используют коэффициент эмиссии (способность излучать длинные тепловые волны и при этом пропускать короткие волны в помещение, чем ниже данный коэффициент, тем выше энергосбережение) [3]. Из данных таблицы видно, что наиболее оптимальными по этому параметру являются i-стекло (0,04) и im-стекло (0,13) [3, 4], которые получают магнетронным методом и представляют собой чередование защитных слоёв. Наименьшими энергосберегающими свойствами обладает стеклопакет, в котором используется стекло без покрытия, однако в качестве положительного параметра следует отметить его высокую светопропускную способность (76 %).

Также необходимо обратить внимание на такой параметр, как доля пропускаемой солнечной энергии, который для i-стекла и im-стекла весьма низкий, что обуславливает ограничение по использованию данных стекол. Так, например, в оранжереях данные стеклопакеты будут неблагоприятно влиять на растения.

Несмотря на довольно длительный срок использования таких энергосберегающих стекол в быту и промышленности, до сих пор существует ряд нерешенных задач, связанных с технологией формирования магнетронных покрытий (например, подготовка поверхности

основы, выбор наносимых материалов, конструкция магнетронных распылительных систем и т. д.).

### Список использованных источников

1. Применение энергосберегающего стекла в сфере жилищно-коммунального хозяйства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-energoberegayuschego-stekla-v-sfere-zhilischno-kommunalnogo-hozyaystva/viewer>
2. Стеклопакеты: К-стекла и I-стекла – в чем преимущества? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.europlastproekt.by/vse-ob-oknah/poleznaya-informatsiya-ob-oknakh-pvkh/steklopakety-k-stekla-i-i-stekla-v-chem-preimuchestva.html>.
3. Стекла с низкоэмиссионным покрытием [Электронный источник]. – Режим доступа: <https://stroyguru.com/okna/stekla-s-nizko-emissionnym-pokrytiem/>.
4. Что такое мультифункциональное стекло? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://okno.ru/stati/chto-takoe-multifunkcionalnoe-steklo/>.

УДК 686.7

### Автомобильные зеркала

**Медведева А. С., студент,  
Мостовский В. В., студент**

*Белорусский национальный технический университет  
Минск, Республика Беларусь*

*Научный руководитель: к. т. н., доцент Комаровская В. М.,  
мл. научный сотрудник ГУ «Белорусский институт системного  
анализа и информационного обеспечения научно-технической  
сферы» Дуболеко Ю. А.*

Аннотация.

В данной статье представлены требования, предъявляемые к автомобильным зеркалам, описаны проблемы, возникающие при эксплуатации автомобильных зеркал.