

Уникальное сочетание эксплуатационных свойств графита, таких как широкий диапазон рабочих температур, высокая химическая стойкость, прекрасная уплотняющая способность, способствуют устойчивому потреблению его АО многих отраслях промышленности.

УДК 621.793

Зуенок Д.В.

## ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЕ СТЕКЛО

*БНТУ, г. Минск*

*Научный руководитель: Комаровская В.М.*

Стекло – уникальный светопрозрачный строительный и конструкционный материал, границы и возможности использования которого постоянно расширяются в соответствии с новыми требованиями рынка стекла по цветовой гамме, светотеплозащитным и прочностным характеристикам, габаритам остекления.

Эксплуатационная надежность стеклоизделий непосредственно связана со структурой, состоянием, свойствами объема и поверхности стекла [1]. В стекле наиболее слабые места и наиболее опасные дефекты, как правило, расположены на поверхности. Поэтому изменяя свойства поверхностного слоя, удастся резко увеличить срок службы деталей [2, 3]. Известные способы модификации поверхности изделий из стекла (пластификация поверхностного слоя, создание сжимающих напряжений) являются трудоемкими и не приемлемы для изделий сложной конфигурации [4]. В настоящее время наиболее эффективным путем решения данной проблемы является нанесение на рабочие поверхности изделий из стекла покрытий.

Технология вакуумно-плазменного нанесения покрытий позволяет производить широчайший спектр продукции архитектурного стекла (энергосберегающее (теплозащитное) стекло, солнцезащитно-декоративное стекло, стекла селективного пропускания и отражающие различные части спектра, зеркальное стекло, декоративные стек-

ла богатой цветовой гаммы). Рост спроса на данные виды стекла обусловлен рядом факторов и, прежде всего, требованиями архитекторов и дизайнеров по архитектурной выразительности зданий, безопасности их эксплуатации, а также ужесточением требований по теплозащите и механической прочности светопрозрачных ограждений.

В строительстве использование покрытий на стекле приносит как экономическую выгоду от применения покрытия для экономии энергоресурсов, так и эстетическую пользу для решения архитектурных задач. К преимуществу использования тонкопленочных покрытий так же относится возможность создания стекол с заданными свойствами на основе обычных составов строительных стекол. Нанесение покрытий позволяет регулировать в широких пределах свойства листового стекла независимо от его химического состава и толщины.

Для уменьшения потерь тепла от теплопроводности и конвекции применяют двойное остекление (стеклопакеты), но это дает лишь незначительный эффект, т.к. основные теплотери происходят за счет теплового излучения. Для борьбы с этим явлением разработаны так называемые энергосберегающие стекла [5].

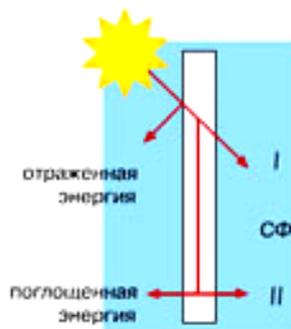


Рисунок 1 – Схема взаимодействия солнечного излучения со стеклом

Первым шагом в выпуске энергосберегающего стекла явилось производство К-стекла. Для придания флоат-

стеклу теплосберегающих свойств непосредственно при изготовлении на его поверхности методом химической реакции при высокой температуре (метод пиролиза) создается тонкий слой из окислов металлов  $\text{InSnO}_2$ , который является прозрачным и в то же время обладает электропроводностью. Следующим значительным шагом в производстве энергосберегающих стекол стал выпуск т.н. i-стекла, которое по своим теплосберегающим свойствам в 1,5 раза превосходит К-стекло. Различие между К-стеклом и i-стеклом заключается в коэффициенте излучательной способности, а также технологии его получения. I-стекло производится вакуумным напылением и представляет собой 3-х слойную (или более) структуру из чередующихся слоев серебра и диэлектрика ( $\text{BiO}$ ,  $\text{AlN}$ ,  $\text{TiO}_2$  и т.п.). Технология нанесения требует использования вакуумного оборудования с системой магнетронного распыления [5].

Использование энергосберегающего стекла для остекления зданий в южных районах, позволяет не только создать более комфортные условия для проживания, но и снизить энергозатраты на кондиционирование помещений. Используемое в стеклопакетах теплоотражающее стекло позволяет экономить около 15% тепловой энергии, расходуемой на обогрев зданий. Следует отметить, что теплосберегающие свойства стеклопакетов, в которых используются данного вида стекла, во многом определяются параметрами покрытий на стекле.

Теплозащитное стекло широко известно на мировом рынке. Оно производится более 30 лет ведущими стекольными фирмами мира, такими как «Pilkington» (Великобритания), «Hlaverbel» (Бельгия), «PPG» (США), «Guardian» (США), «Saint Gobain» (Франция) и др.

Сотрудниками МГТУ им. Н.Э. Баумана [6] установлено, что использование теплоотражающих покрытий позволяет возвращать в помещение в 5..9 раз больше теплового излучения, чем обычное стекло (рисунок 2).



Рисунок 2 – Схема стеклопакета с теплоотражающим покрытием

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гуляян, Ю.А. Эксплуатационная надежность стекла и стеклоизделий / Ю.А. Гуляян // Стекло и керамика. – 2008. – № 6. – С. 3–12.
2. Витязь, П.А. Твердосмазочные покрытия в машиностроении / П.А. Витязь [и др.]; под общ. ред. П.А. Витязя. – Минск: Белорус. наука, 2007. – 170 с.
3. Sadarshan, T.S. Tools for engineered surfaces / T.S. Sadarshan // Surface Engineering. – 1998. – V14, № 6. – P. 449–450.
4. Пух, В.П. Влияние покрытия из аморфного гидрогенизированного углерода на прочность и трещиностойкость стекла в высокопрочном состоянии / В.П. Пух [и др.] // Физика твердого тела. – 2001. – Т. 43, вып. 3. – С. 466–470.
5. Энергосберегающие стекла [Электронный ресурс]. – 2004. – Режим доступа: <http://www.stroy.md/rus/article>. – Дата доступа: 12.05.2007.
6. Заявка на конкурс инновационных проектов [Электронный ресурс]. – 2002. – Режим доступа: <http://mgtu-sistema.ru/projects>. – Дата доступа: 26.01.2007.