

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКОГО СОЕДИНЕНИЯ НА СВОЙСТВА СТЕКЛА

Г.К. Паносян, М.З. Петросян

Национальный политехнический университет Армении

Изучено влияние кремнийорганического соединения на свойства силикатного стекла. Твердые пленки можно разделить на две большие группы, одна из которых – это пленки, которые используются в электронике, радиотехнике и высокочастотных устройствах, вторая группа – это пленки, которые наносятся на поверхность какого-либо изделия. Значение тонких прозрачных пленок состоит в том, что они изменяют химические, электрические или оптические свойства поверхности материала, из которого изготовлен предмет. Благодаря гидрофильным свойствам (угол смачивания $\theta=0^\circ$) на чистой поверхности стекла постоянно присутствует слой воды, устранить который сложно даже при температуре выше 200°C . Для придания стеклу гидрофобных свойств его обрабатывают кремнийорганическими соединениями. Хорошая адгезия силоксанового слоя, устойчивого к высоким температурам (до 300°C), не смываемого водой, спиртом и органическими растворителями, обусловлена химической обработкой силоксанов. С развитием технологий стекло приобретает все большее значение как строительный материал, поэтому возрастают требования к его механической прочности.

Проведено сравнение механической прочности обычного силикатного стекла с механической прочностью гидрофобизированного стекла, в результате чего выявлено, что гидрофобизированное стекло увеличивает механическую прочность стекла в 1,5 раза. К числу основных оптических характеристик тонкой пленки относятся показатель преломления, дисперсия, проницаемость в заданном диапазоне спектра. При этом после нанесения слоя отражение стекла уменьшается, светоотдача увеличивается, количество отраженного света уменьшается за счет интерференции лучей, отражающихся от границ пленка-воздух и пленка-стекло.

Диметилсилоксан уменьшает отражение света, в результате чего увеличивается светоизлучение. Стекла с силоксановым покрытием действуют как осветляющие стекла, светопропускание увеличивается с 81 до 89%.

Ключевые слова: оптическое стекло, механическая прочность, гидрофобизированные стекла, кремнийорганические соединения, диметилсилоксан.

Введение. В современных устройствах тонкие пленки являются критической необходимостью, без которых не могут существовать некоторые полупроводниковые приборы, изделия электро- и радиотехники.

Полученные химическим путем тонкие однородные покрытия (с разнообразным составом и свойствами) используются в приборах сверхвысокой частоты, электронике, радиоприборах, полупроводниковых изделиях, в производстве фотоэлементов и приемников излучения, оптическом приборостроении, химической и стекольной промышленности, в солнцезащитных и декоративных покрытиях и других отраслях [1].

Пассивирующие тонкие пленки должны быть непроницаемы для водяного пара, кислорода и других газов. Кроме того, они не должны изменять свойства полупроводникового прибора, должны быть стабильными при высоких температурах и излучать или отражать инфракрасные лучи.

Тонкие пленки находят широкое применение в стекольной промышленности в качестве защитного покрытия от эрозионного воздействия атмосферных веществ и выполняют роль изоляционного слоя и упрочняющего поверхность покрытия различных материалов. Например, закаленное стекло обрабатывают парами или растворами мономеров кремнийорганических соединений, в результате чего образуются силиконовые пленки с гидрофобными свойствами [1].

Постановка задачи и экспериментальный метод. Основным недостатком силикатного стекла является низкая механическая прочность, что объясняется прежде всего внутренними дефектами структуры стекла и наличием микротрещин на его поверхности.

Создание прозрачной тонкой гидрофобной пленки на поверхности стеклянных предметов, таких как смотровые приборы, защитное окно, иллюминаторы, представляет собой сложную задачу, требующую тщательного подбора пленкообразующих составов [2]. Кремнийорганические материалы используются в производстве стекла для придания стеклу гидрофобности, светимости, механической прочности, химической стойкости и других ценных свойств.

Силоксановые соединения защищают поверхность оптических стекол от воздействия агрессивной влаги. Оптические стекла, обработанные силоксанами, имеют защитный слой, который не влияет на прозрачность стекла (прозрачен в широком диапазоне стекол), не увеличивает коэффициент светоотражения, устойчив к воздействию влаги и микроорганизмов, повышает механическую прочность стекла [3].

Полимерные пленки должны быть однородными, термостойкими, химически устойчивыми для использования в различных условиях оптических приборов.

Экспериментальная часть. Определены механическая прочность и оптическая прозрачность гидрофобизированного силикатного стекла.

Гидрофобизацию проводили диметилсилоксаном. Сначала поверхность стекла промывали дистиллированной водой, а затем спиртом. На поверхность стекла наносили слой силоксана, после чего стекло подвергали термообработке при температуре 150...200°C в течение двух часов [4].

Нами определена механическая прочность обычного стекла и гидрофобизированного стекла. Предел прочности стекла на сжатие определялся на прессе Матест 2000 Кн, размеры образцов стекла - 50x50 мм, толщина - 2 мм.

Оптическую проницаемость обычного и гидрофобизированного стекла в ультрафиолетовой, видимой областях спектра (220...1000 мкм) определяли с помощью спектрофотометра СФ-26.

Обсуждение результатов. В табл. 1 приведен состав силикатного стекла а в табл. 2 - значения механической прочности стекла.

Таблица 1

Состав силикатного стекла

SiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	Fe ₂ O ₃
71,7	6,8	4,0	1,85	13,8	1,3	0,4	0,1

Таблица 2

Значения механической прочности стекол

N	Предел прочности при сжатии обычного стекла, ГПа	Предел прочности при сжатии гидрофобизированного стекла, ГПа
1	0,95	1,42

Как видно из таблиц, кремнийорганическое соединение диметилсилоксан повысило механическую прочность стекла в 1,5 раза.

Показатель преломления диметилсилоксана - $n_D=1,41$, а стекла - $n_D=1,5$.

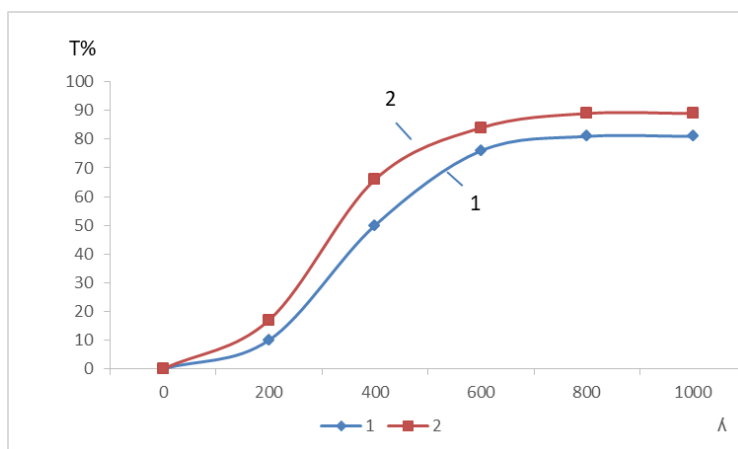


Рис. Зависимости пропускания силикатного стекла (1) и гидрофобизированного стекла (2) от длины волны

Как видно из рисунка, коэффициент пропускания стекла в видимом диапазоне составляет 81%, а коэффициент пропускания гидрофобизированного стекла - 89%, что позволяет иметь широкий спектр применения в производстве оптических приборов.

Заключение. При обработке поверхности стекла кремнийорганическими соединениями механическая прочность стекла увеличивается примерно в 1,5 раза. Гидрофобные стекла уменьшают отражение света и действуют как осветляющие стекла, увеличивая коэффициент пропускания до 89%.

Литература

1. **Соболевский М.В., Музовская О.А.** Свойства и области применения кремнийорганических продуктов.-М.: Химия, 1975. -297с.
2. **Мигулин Д.А.** Полоалкил- и полиаминопропилсилоксаны сверхразветвленного строения и системы на их основе: Дис. ... к.х.н. - М., 2017. -119 с.
3. **Никоноров Н.В., Евстропьев С.К.** Оптическое материаловедение: основы прочности оптического стекла: Учебное пособие.- 2009 . - 102 с.
4. **Бадалян С., Петросян М.** Исследование влияния кремнийорганического соединения на химическую стабильность стекла //Сб. материалов ежегодной конференции НПУА. - 2020.- Т. 1. - С. 52-60.

*Поступила в редакцию 29.11.2024.
Принята к опубликованию 20.12.2024.*

**ԱՊԱԿՈՒ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՎՐԱ
ՄԻԼԻՑԻՈՒՄՕՐԳԱՆԱԿԱՆ ՄԻԱՑՈՒԹՅԱՆ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅԱՆ
ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆԸ**

Գ.Կ. Փանոսյան, Մ. Զ. Պետրոսյան

Ուսումնասիրվել են սիլիկատային ապակու հատկությունների վրա սիլիցիումօրգանական միացության ազդեցությունը: Պինդ թաղանթները կարող են բաժանվել երկու մեծ խմբի, որոնցից մեկն այն թաղանթներն են, որոնք օգտագործվում են էլեկտրոնիկայում, ռադիոսարքերում և բարձր հաճախականությամբ սարքերում, երկրորդ խմբին են պատկանում այն թաղանթները, որոնք նստեցվում են ինչ-որ արտադրանքի մակերևույթին: Բարակ թափանցիկ թաղանթների նշանակությունն այն է, որ նրանք փոխում են այն նյութի մակերևույթի քիմիական, էլեկտրական կամ օպտիկական հատկությունները, որից պատրաստված է իրը: Ապակու մաքուր մակերեսի վրա, հիդրոֆիլ հատկության (թրջման անկյունը $\theta=0^\circ$) հետևանքով, անընդհատ առկա է ջրային շերտ: Դա վերացնելը բարդ է նույնիսկ 200°C -ից բարձր ջերմաստիճաններում: Ապակուն հիդրոֆոբ հատկություններ տալու համար այն մշակում են սիլիցիումօրգանական միացություններով: Սիլոքսանների և ապակու քիմիական խնամակցությամբ է պայմանավորված սիլոքսանային շերտի լավ ադիեզիան, որը դիմանում է բարձր ջերմաստիճանների (մինչև 300°C) ազդեցությանը, չի մաքրվում ջրով, սպիրտով և օրգանական լուծիչներով: Ապակու հիդրոֆոբացումն իրականացվել է երկմեթիլսիլոքսանով, ինչը ապակուն տվել է մեխանիկական ամրություն: Տեխնիկայի զարգացման հետ ապակին ստանցել է ավելի մեծ նշանակություն որպես կառուցողական նյութ, այդ իսկ պատճառով դրա մեխանիկական ամրությանն առաջադրվող պահանջներն աճում են:

Համեմատվել են սովորական սիլիկատային ապակու մեխանիկական ամրությունը հիդրոֆոբացված ապակու մեխանիկական ամրության հետ, բացահայտվել է, որ հիդրոֆոբացված ապակիները 1,5 անգամ մեծացնում են ապակու մեխանիկական ամրությունը: Բարակ թաղանթի հիմնական օպտիկական բնութագրերից են բեկման ցուցիչը, դիսպերսիան, թափանցելիությունը սպեկտրի տվյալ տիրույթում: Այս դեպքում շերտի նստեցումից հետո ապակու անդրադարձումը փոքրանում է, մեծանում է լույսի թողարկումը, անդրադարձվող լույսի քանակությունը փոքրանում է՝ շնորհիվ ճառագայթների ինտերֆերենցիայի, որն անդրադառնում է թաղանթ-օդ և թաղանթ-ապակի սահմանից:

Երկմեթիլ սիլոքսանը փոքրացնում է լույսի անդրադարձումը, ինչի հետևանքով մեծանում է լուսաթողարկումը: Սիլոքսանի շերտով պատված ապակիները հանդես են գալիս որպես լուսավորող ապակիներ, լուսաթափանցելիությունը աճում է 81% -ից մինչև 89%-ի:

Առանցքային բառեր. օպտիկական ապակի, մեխանիկական ամրություն, հիդրոֆոբացված ապակի, սիլիցիումօրգանական միացություններ, դիմեթիլ սիլոքսան:

STUDYING THE EFFECT OF ORGANOSILICON COMPOUND ON THE PROPERTIES OF GLASS

G.K. Panosyan, M.Z. Petrosyan

The paper studies the effect of organosilicon compounds on the properties of silicate glass. Solid films can be divided into two large groups, one of which is films used in electronics, radio engineering and high-frequency devices, the second group is films that are applied to the surface of any product. The importance of thin transparent films is that they change the chemical, electrical or optical properties of the surface of the material from which the object is made. Due to its hydrophilic properties (wetting angle $\theta = 0^\circ$), a layer of water is constantly present on the clean surface of the glass, which is difficult to remove even at temperatures above 200°C. To impart hydrophobic properties to glass, it is treated with organosilicon compounds. Good adhesion of the siloxane layer, resistant to high temperatures (up to 300°C), not washed off by water, alcohol and organic solvents, is due to the chemical treatment of siloxanes. With the development of technology, glass is becoming increasingly important as a building material, so the requirements for its mechanical strength are increasing. The mechanical strength of ordinary silicate glass was compared with the mechanical strength of hydrophobized glass and it was found that hydrophobized glass increases the mechanical strength of glass by 1.5 times.

The main optical characteristics of a thin film include the refractive index, dispersion, and permeability in a given spectral range. After applying the layer, the glass reflection decreases, the light output increases, and the amount of reflected light decreases due to the interference of rays reflected from the film-air and film-glass boundaries.

Dimethyl siloxane reduces light reflection, resulting in increased light emission. Glasses with a siloxane coating act as clarifying glasses, and light transmission increases from 81% to 89%.

Keywords: optical glass, mechanical strength, hydrophobized glass, organosilicon compounds, dimethylsiloxane.