

М. Ф. Биктимирова, В. И. Бутовецкая, О. Н. Кузнецова

ПОЛИМЕРНЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ЗАЩИТЫ СТЕКОЛ ОТ ЗАПОТЕВАНИЯ

Ключевые слова: незапотевающие покрытия, гидрофильный полимер, оптическая прозрачность покрытия

Исследованы плёнкообразующие и незапотевающие свойства композиций на основе гидрофильных полимеров. Полученные покрытия способны сохранять гидрофильные свойства при циклическом изменении температуры от минус 20 °С до плюс 20-25 °С.

Keywords: anti-fog coatings, the hydrophilic polymer, the optical transparency of the coating.

Film-forming and anti-fog properties of compositions based on hydrophilic polymers were studied. The obtained coatings retain hydrophilic properties at cyclical change of temperature from -20 °C to 20-25 °C.

Физическая сущность процесса запотевания заключается в конденсации влаги воздуха на поверхности материала. Конденсация капель влаги может происходить при перемещении материала из условий с повышенной температурой воздуха в область более низких температур и наоборот. При этом важную роль в процессе запотевания играет влажность воздуха, контактирующего с поверхностью материала.

Для уменьшения запотевания стекол в настоящее время применяют методы, которые различаются по эффективности. В частности известны такие способы как применение специальных спреев, карандашей, салфеток; модификация поверхности стекол; нанесение гидрофобных или гидрофильных покрытий. Первый из вышеупомянутых способов обработки поверхности оптических материалов является самым дешевым, но и одновременно самым короткодействующим. Второй способ – самый затратный и пока еще находится в стадии исследований и разработки. Последний способ защиты поверхностей оптики от запотевания занимает промежуточное положение по стоимости и срокам действия. Применение того или иного способа защиты стекла от запотевания зависит от условий эксплуатации, от времени пребывания стекла в условиях перепада температур, от диапазона изменения температуры, от требований надежности.

Как следует из немногочисленных литературных данных (в основном патентного характера) для решения проблемы использования средств и способов, предотвращающих запотевание, являются полимеры гидрофильной природы [1, 2]. Основу гидрофильных покрытий составляют полимеры, содержащие гидрофильные группы (-ОН, -COOH, -NH₂, -CN, =CO), взаимодействующие с конденсирующей влагой. Присутствие в сополимерах полярных функциональных групп анионных (-COOH), катионных (-N-) способствует сольватации ими влаги воздуха. Специфичность строения и состава макромолекул определяет их способность к адсорбции влаги и оказывает существенное влияние на процесс диффузии [3]. Способность к адсорбции воды зависит не только от степени полярности функциональных групп, но и от их расположения в цепи полимера, а также от

склонности их к комплексообразованию, в частности к образованию водородных связей [4].

В данной работе в качестве защитного покрытия были исследованы тонкие полимерные пленки, сформированные из раствора методом полива. В качестве пленкообразующего были исследованы поливиниловый спирт (ПВС) и водорастворимые сополимеры 2-метил-5-винилпиридина с метакриловой кислотой (2М5ВП-МАК) с молярным соотношением кислотных и основных групп 80:20. Сополимер 2М5ВП-МАК является полиамфолитом, поэтому он хорошо растворяется как в кислой, так и в щелочной среде. Для обеспечения хорошей адгезии покрытия к поверхности стекол при сохранении их оптической прозрачности экспериментально было подобрано оптимальное количество этилового спирта в композиции. Полимер предварительно был растворен в слегка подщелаченном или подкисленном водном растворе с последующим добавлением этилового спирта. Увеличение доли спирта в композиции приводит к высаждению высокомолекулярных фракций полимеров, что снижает величину светопропускания стекла, и на стекле появляется матовый налет. Оценка прозрачности растворов и покрытий на предварительном этапе проводилась визуально. Оптимальными соотношениями по объему растворителей (спирта и водного раствора соляной кислоты или едкого натра), обеспечивающими хорошую растворимость сополимеров и высокую адгезию к стеклам (силикатным или органическим), являются объемные соотношения 2:1, 1:1, 1:2. В качестве модифицирующих добавок были исследованы соединения, содержащие в своем составе первичные и вторичные моно-, би-, трифункциональные группы: γ-аминопропилтриэтоксисиланы (А-1100 и АГМ-9, зарубежного и отечественного производства) и ε-капролактамы; мочевины и этиленгликоль, глицерин.

В таблице 1 приведены составы исследуемых полимерных покрытий.

Содержание полимера в композиции варьировали от 0,6 до 7 мас.%, количество модифицирующей добавки составляло 1-2 мас.% от полимера.

В слабощелочном растворе покрытия (образец №1) после сушки приобрели матовый

оттенки, поэтому в дальнейшем для приготовления покрытий были использованы только подкисленные

растворы.

Таблица 1 - Составы композиций для приготовления покрытий для стекол

№ обр.	Полимер	Соотношение спирт: водная фаза	Характеристика среды	Модификатор
1	2М5ВП-МАК	2:1	слабощелочная	нет
2	2М5ВП-МАК	2:1	слабокислая	нет
3	2М5ВП-МАК	1:1	слабокислая	мочевина
4	2М5ВП-МАК	2:1	слабокислая	мочевина
5	2М5ВП-МАК	2:1	слабокислая	АГМ-9
6	2М5ВП-МАК	2:1	слабокислая	А-1100
7	2М5ВП-МАК	2:1	слабокислая	ε-капролактан
8	2М5ВП-МАК	2:1	слабокислая	этиленгликоль
9	ПВС	1:1	нейтральная	нет
10	ПВС	1:1	слабокислая	нет
11	ПВС	2:1	нейтральная	нет
12	ПВС	1:2	слабокислая	нет

Покрытия на основе поливинилового спирта либо также после сушки приобретали матовый оттенок (образец №9), либо обладали недостаточной адгезией к стеклу (образцы №10-12).

Незапотевающие свойства покрытий были исследованы при циклической смене положительных и отрицательных температур (табл. 2).

Таблица 2 – Оценка незапотевания покрытий на органических стеклах

№ обр.	Время выдержки при минус 20 °С, мин								
	10	перерыв	15	перерыв	10	перерыв	15	перерыв	10
2	-	15 мин	-	15 мин	-	15 мин	-	20 мин	-
3	-		-		-		-		-
4	+		+		+		+		+
5	+		+		+		+		+
6	+		+		+		+		+
7	+		+		+		+		+
8	+		+		+		+		+

(+- не запотевает, - - запотевает)

Для лучших образцов были определены коэффициенты светопропускания при $\lambda=400$ нм, что входит в область видимого света, которые для данных образцов близки к 100%, что свидетельствует о высокой прозрачности покрытий.

Сформированная на поверхности стекла пленка при смене температур не запотевает вследствие того, что полимер является водорастворимым и сорбирует мельчайшие капельки конденсата, растворяя воду и сохраняя прозрачность покрытия. Разработанные покрытия могут быть рекомендованы для придания незапотевающих свойств оптическим материалам, эксплуатируемым

при отрицательных температурах до минус двадцати градусов Цельсия.

Литература

1. Пат. 3700487. 1975. (США)
2. Незапотевающие покрытия / М.Ф.Биктимирова, В.И.Бутовецкая, О.Н.Кузнецова// Вестник Казанского технологического университета. – 2008. №5. - с. 100-106.
3. Кандиита Х. Гидрофильные полимеры.// Кобунси Како. 1975. №2. С.24-30.
4. Николаев, А.Ф. Водорастворимые полимеры/ Николаев А.Ф., Охрименко Г.И. Л: Химия, 1979. – 145 с.

© М. Ф. Биктимирова – магистр КНИТУ; В. И. Бутовецкая – канд. хим. наук, доц. каф. технологии пластических масс КНИТУ, butovetskaya@mail.ru; О. Н. Кузнецова – канд. хим. наук, доц. той же кафедры, kuznetsovaon@yandex.ru.