

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, -COОН, -NH₂, -CN, =CO), взаимодействующие с конденсирующей влагой. Присутствие в сополимерах полярных функциональных групп анионных (-COОН), 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. Соплимер 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 -капролактam; 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 оттенок, 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	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2М5ВП-МАК 2:1 слабокислая	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет
2М5ВП-МАК 2:1 слабокислая	мочевина	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет
2М5ВП-МАК 2:1 слабокислая	АГМ-9	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет
2М5ВП-МАК 2:1 слабокислая	А-1100	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет
2М5ВП-МАК 2:1 слабокислая	ϵ -капролактam	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет
2М5ВП-МАК 2:1 слабокислая	этиленгликоль	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет
ПВС 1:1 нейтральная	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет
ПВС 1:1 слабокислая	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет
ПВС 2:1 нейтральная	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет
ПВС 1:2 слабокислая	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	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 запотевают, - запотевают) 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 запотевают 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