

УДК 666.1.039.2.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТВЕРДОФАЗНЫХ РЕАГЕНТОВ ПРИ УПРОЧНЕНИИ
ЛИСТОВОГО СТЕКЛА НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫМ
ИОННЫМ ОБМЕНОМ

Ю. Г. ПАВЛЮКЕВИЧ, А. П. КРАВЧУК, А. И. МАРУХИН
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

В настоящее время низкотемпературный обмен применяется для упрочнения стекол, используемых при изготовлении различных видов рассеивателей автомобильных фар, очковых, часовых, приборных стекол и светофильтров. Он также используется для повышения механической прочности различных бесцветных и цветных линз, колпаков светотехнического назначения, оболочек перфораторов для газо- и нефтеразведки, т. е. во всех случаях, где необходима высокая надежность. Процесс ионообменного упрочнения целесообразно применять при изготовлении листовых стекол тонких номиналов (1–2 мм и меньше), для которых использование воздушной закалки невозможно или малоэффективно, или для стекол толстых номиналов – в случаях, когда недопустимо саморазрушение, ухудшение оптических свойств, плоскостности, когда требуется изготовление многослойной композиции высокой надёжности. К числу перспективных видов упрочнённого листового стекла следует отнести тонкое стекло для теплиц, стеклопакетов, декоративных витражей, транспорта и солнечных батарей [1, 2].

В настоящее время в Беларуси метод низкотемпературного ионного обмена применяют в производстве стекол для противогазов и защитных очков. Ионообменное упрочнение в расплавах солей позволяет повысить прочность на 20–30 % и обеспечить требуемые эксплуатационные характеристики изделий.

Одним из перспективных направлений в области ионообменного упрочнения стекла является использование твердофазных реагентов, так как это позволяет создать технологию без использования крупногабаритных солевых ванн, со значительно меньшей энерго- и материалоемкостью и более высокой производительностью процесса по сравнению с традиционным методом упрочнения в расплавах солей. Упрочняющие реагенты могут быть нанесены на свежееотформованную поверхность стекла перед стадией отжига (в результате чего отжиг изделий совмещается с упрочнением) или на холодные изделия с последующей термообработкой [3].

С целью упрочнения листовых стёкол твердофазными реагентами в работе были использованы в качестве реагентов нитрат калия KNO_3 , сульфат

калия K_2SO_4 и карбонат калия K_2CO_3 . Упрочняющие реагенты применялись как в чистом виде, так и в различных соотношениях. Их наносили на поверхность листового стекла в виде суспензий и насыщенных водных растворов. Стёкла упрочняли, проводя их обработку при температурах 500–600 °С и времени выдержки 15–45 минут. Прочность стекла оценивали по значениям микротвердости, определённых на микротвердомере ПМТ-3.

Нанесение упрочняющих смесей показало, что наилучшие результаты получены из композиции солей KNO_3 и K_2SO_4 . Нанесение смесей данных реагентов позволило увеличить микротвердость стекла от значений 5270–5400 МПа для исходного стекла до значений 6500–7200 МПа. При низких температурах особенно активным является нитрат калия – это связано с низкой температурой плавления используемой соли. Однако после длительного воздействия нитрата калия на поверхность стекла, при повышенной температуре, качество его поверхности может ухудшаться за счет образования матовости, которая в свою очередь, обусловлена разложением солей. С целью сохранения качества поверхности стека при его обработке упрочняющими смесями, содержащими преобладающее количество нитрата калия, следует ограничить максимальную температуру значениями 550 °С, а время выдержки 30 минутами. Кроме того, обработка стекла в течение длительного времени не приводит к существенному росту прочности стекла, несмотря на увеличение степени диффузии ионов калия в поверхностный слой стекла, что связано, по-видимому, с релаксацией напряжений сжатия.

Таким образом, в результате проведенной работы, получены стекла для защитных очков, упрочнённые твердофазными реагентами при низкотемпературном ионном обмене. Установлено, что смеси солей упрочняют стекло в большей степени, чем реагенты, состоящие из одного вида соли; степень упрочнения и качество поверхности стекла зависит не только от температуры плавления солей, но и природы анионных групп NO_3^- и SO_4^{2-} ; нанесение смесей на поверхность стекла с последующей обработкой позволяет повысить их прочность на 30 % и более.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бутаев, А. М. Прочность стекла. Ионнообменное упрочнение / А. М. Бутаев. – Махачкала, 1997. – 252 с.
2. Белюстин, А. А. Концентрационное распределение ионов в поверхностных слоях щёлочносиликатных стёкол, обработанных водными растворами / А. А. Белюстин. – М., 1981. – С. 257–277.
3. Денисенко, О. Н. Применение стёкол повышенной прочности в защитных очках / О. Н. Денисенко, Е. В. Соболев // Безопасность труда в промышленности. – М., 1977. – С. 52–53.