**Термохромная маркировка для изделий, упрочняемых методами ионного обмена и термической закалки**

***Ибрагимов Д.Х.1,2Удинцева Я.Е.1,2, Веселов И.А. 1,2***

*Студент, 3 курс бакалавриата, лаборант*

***1****Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия*

***2****ООО «Институт стекла», Москва, Россия*

*E-mail: ibragimov.darvin93@mail.ru*

Основной проблемой изделий на основе стекла является их хрупкий характер разрушения. Прочность стекла для многих видов изделий повышают различными путями: нанесением укрепляющих покрытий, полимерных пленок, склеиванием нескольких стекол, термической закалкой, ионообменной обработкой или ситаллизацией, а также комбинацией этих методов [1]. В промышленности наиболее популярными способами упрочнения считаются термическое и ионообменное. Изделия, упрочненные этими методами, подлежат обязательной маркировке по ГОСТ 32530-2013 «Стекло и изделия из него. Маркировка, упаковка, транспортирование, хранение». Она содержит информацию о методе упрочнения и свойствах изделия. Ее наносят различными методами: керамическими красками, наклейками, травлением стекла или лазером [2]. Однако такая маркировка не является гарантом прохождения изделием соответствующего упрочняющего воздействия. Именно эта проблема и является объектом данной работы.

В качестве решения было предложено использование термохромных пигментов – веществ, способных необратимо менять свой цвет при температурном воздействии. Такие пигменты широко используются для декорирования керамики [3,4] в составах глазурей, что придает им сложные визуальные эффекты, которые ценятся в авторской художественной керамике. Под различные технологические режимы термического и химического упрочнения были подобраны три термохромных пигмента с различными механизмами изменения цвета. Они необратимо меняют цвет в интервалах температур: 250-350 ֯С, 360-520 ֯С и 250-650 ֯С. Для закрепления пигмента на поверхности стекла были опробованы различные органические, неорганические связующие и стеклообразные связующие на основе легкоплавких стекол. Таким образом, в данной работе предложены составы для маркировки упрочняемых термохимическим методом стекол с сопутствующими цветовыми переходами для оптимизации технологических процессов в соответствии с нуждами промышленности.

*Работа выполнена при поддержке ООО «Институт стекла», Москва, Россия и АО «РСК», Санкт-Петербург, Россия.*

**Литература**

1. Веселов И. А., Наумов А. С., Савинков В. И., Федотов С. С., Алексеев Р. О., Игнатьева Е. С., Шахгильдян Г. Ю., Сигаев В. Н. Ионообменное упрочнение стекол ситаллобразующей системы ZnO–MgO–Al2O3–SiO2 с повышенным содержанием Na2O // Стекло и керамика. 2024. Т. 97, № 1. С. 14 – 22. DOI: 10.14489/glc.2024.01.pp.014-022
2. Фемтосекундная лазерная цветная маркировка кварцевого стекла / Я. Е. Удинцева, Т. О. Липатьева, А. С. Липатьев [и др.] // Функциональные стекла и стеклообразные материалы: Синтез. Структура. Свойства. GlasSPSchool : Сборник тезисов Научной школы-конференции с международным участием для молодых учёных, Санкт-Петербург, 03–07 октября 2022 года. – Санкт-Петербург: ООО "Издательство "ЛЕМА", 2022. – С. 157-158.
3. Удинцева, Я. Е. Получение термохромных глазурей с использованием пигмента на основе ортованадата хрома III / Я. Е. Удинцева, Ю. А. Спиридонов, С. В. Кирсанова // Успехи в химии и химической технологии. – 2023. – Т. 37, № 5(267). – С. 108-110.
4. Удинцева, Я. Е. Получение термохромных глазурей с использованием пигмента на основе железоаммонийных квасцов / Я. Е. Удинцева, С. В. Кирсанова // Успехи в химии и химической технологии. – 2022. – Т. 36, № 3(252). – С. 138-141.