

РЕФЕРАТ

Отчет 141 с., 84 рис., 18 табл., 101 источн., 1 прил.

СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ, ФАЗОВЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ, ПОКАЗАТЕЛЬ ОСЛАБЛЕНИЯ, ДИЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРОНИЦАЕМОСТЬ, ТАНГЕНС УГЛА ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ, ТЕПЛОЕМКОСТЬ, СТРУКТУРА, ВЯЗКОСТЬ, МИКРОТВЕРДОСТЬ

Объектом исследования являются стекла на основе систем $\text{Na}_2\text{O}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ и $\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$, в том числе модифицированные оксидами железа, никеля, теллура, ванадия и висмута которые могут использоваться как основа для разработки стекол и стекловидных покрытий радиозащитного назначения.

Целью годового этапа 2023 года является оптимизация составов алюмосиликатных и боросиликатных стекол, ослабляющих электромагнитное излучение, и разработка практических рекомендаций по составам и технологическим режимам изготовления изделий на их основе; изготовление опытных лабораторных изделий на основе разработанных составов стекол.

В работе использованы современные методы исследования (градиентный, дилатометрический, вискозиметрический, дифференциально-термический, рентгенофазовый, электронная микроскопия, инфракрасная и рамановская спектроскопия) и следующая аппаратура: дериватограф NETZSCH DSC 404 F3 Pegasus, дилатометр DIL 402 PC фирмы «Netzsch», градиентная электрическая печь, 3D сканирующий лазерный микроскоп Confotec MR350, SOL Instruments Ltd., ИК-спектрометр Specord JR-75; микроскоп Confotec MR350, SOL Instruments Ltd.; дифрактометр D8 Advance фирмы Bruker (Германия), электронный микроскоп ОИВ-5610 ДМ с системой химического анализа EDX JED-2201 (JEOL, Япония).

В результате проведенных исследований проведено сравнительное изучение структуры и физико-химических свойств стекол, полученных на основе систем $\text{Na}_2\text{O}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ и $\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$. Проведена оценка влияния природы оксида-стеклообразователя (B_2O_3 , Al_2O_3) на кристаллизационную способность, температурный коэффициент линейного расширения, плотность, низкотемпературную вязкость и микротвердость опытных стекол, а также изучено влияние природы вводимых катионов (оксид железа, оксид никеля) на указанный комплекс свойств. Изучено влияние оксидов стеклообразователей и модификаторов на теплоемкость боросиликатных стекол и их структуру, которая изучена с помощью ИК-спектроскопии и рамановской спектроскопии.

Установлено влияние оксидов Fe_2O_3 , NiO , TeO_2 , V_2O_5 и Bi_2O_3 на склонность опытных стекол к фазовому разделению, их структуру, вязкостные и электрофизические характеристики, плотность, ТКЛР и микротвердость, определяющих не только эксплуатационные характеристики изделий на их основе, но и характер взаимодействия боросиликатной и алюмосиликатной стеклообразующих основ с электромагнитным излучением сверхвысокочастотного диапазона.

Полученные результаты могут быть использованы заинтересованными организациями и предприятиями с целью получения на основе предлагаемых составов стекол изделий, ослабляющих СВЧ-излучение.

ВВЕДЕНИЕ

Непрерывный технический прогресс и стремительное развитие науки и техники ведут к широкому использованию различного оборудования, излучающего электромагнитные волны: мобильная и спутниковая связь, навигационные и радиолокационные системы и др. В результате жизнедеятельности человечества уровень электромагнитного излучения (ЭМИ) на нашей планете за последние десятилетия возрос на несколько порядков, что резко обострило проблемы электромагнитной экологии, особенно в крупных городах и мегаполисах в силу высокой территориальной концентрации источников излучения.

Электромагнитные поля (ЭМП), обладая высокой биологической активностью, могут вызывать биологические и функциональные неблагоприятные эффекты в организме человека, которые проявляются в преждевременной усталости, головных болях, быстром утомлении, ухудшении сна, нарушениях центральной нервной (ЦНС) и сердечно-сосудистой систем. Всемирная организация здравоохранения уже определила электромагнитный смог как одну из четырех главных составляющих при загрязнении окружающей среды. Повышенный уровень ЭМИ приводит к нарушению нормальной физиологии человека. Наиболее уязвимыми к СВЧ-облучению являются ткани, не содержащие кровеносных сосудов: желудочно-кишечный тракт, глаза. Интенсивное облучение приводит к необратимым изменениям, в частности помутнению хрусталика глаза. Более 80 % информации об окружающем мире поступают к нам благодаря зрительным органам. Катаракта является одним из самых распространенных глазных заболеваний и сопровождается постепенным, безболезненным снижением зрения и в дальнейшем может привести к полной его потере. Число людей с заболеваниями глаз в мире увеличивается год от года. Каждый второй житель Беларуси нуждается в помощи офтальмолога. За последние 10–15 лет в связи с техническим прогрессом, ухудшением экологической обстановки, нервными нагрузками и другими причинами факт диагностирования катаракты наблюдается в 25–30-летнем возрасте. Функциональные нарушения, вызванные биологическим действием ЭМП, способны накапливаться в организме, но являются обратимыми, если исключить воздействие излучения и улучшить условия труда.

Уменьшение мощности электромагнитного излучения может быть осуществлено с использованием специальных поглощающих или отражающих устройств и материалов: металлов, композиционных полимеров, радиопоглощающих наполнителей и др. Таким образом, существует ряд радиопоглощающих или радиоотражающих материалов, подавляющее большинство которых непрозрачно в видимой области спектра. В связи с этим актуальным является разработка радиозащитных стекол, ослабляющих СВЧ-излучение и прозрачных в видимой области спектра. Для электроники сверхвысоких частот интерес представляют стекла с низкими значениями диэлектрической проницаемости ϵ и тангенса угла диэлектрических потерь $\tan \delta$.

В настоящее время в ЕАЭС отсутствует производство радиозащитных стекол и линз. В составе госкорпораций сохранились производственные участки, которые решают локальные текущие задачи. Стекла для электронной техники и СВЧ техники разрабатывают и производят американские компании SEMCOM Company, Inc.; Electro-Glass Products; Ferro. Electronic Material Systems; Viox Corp.; Diemet, Inc., а также Schott Electronics GmbH (Германия) и Sovirel (Франция). Данные компании выпускают широкую номенклатуру изделий из стекла и тратят значительные средства на проведение НИОК(Т)Р по созданию стекол для изделий различного назначения.

Защита организма человека от действия электромагнитных излучений предполагает снижение их интенсивности до уровней, не превышающих предельно допустимые. Защита обеспечивается выбором конкретных методов и средств, учетом их экономических показателей, простотой и надежностью эксплуатации.

В настоящее время существует потребность в недорогих радиопоглощающих материалах, которые могут быть использованы для изготовления защитных стенок, экранов и корпусов различных радиотехнических устройств: радиотелефонов, микроволновых печей, радиолокационных станций и др. Это в свою очередь привело к возникновению нового направления в материаловедении, связанного с разработкой функциональных материалов для сверхвысокочастотной (СВЧ) техники.

Уменьшение мощности электромагнитного излучения может быть осуществлено использованием специальных устройств, которые поглощают или отражают радиоволны. Металлы обладают высокой отражающей способностью благодаря большим коэффициентам поглощения и почти полному отсутствию волнового сопротивления и поэтому широко применяются для экранирования излучения; разрабатываются различные радиозащитные строительные материалы, радиопоглощающие наполнители и засыпки, пенокомпозиты и полимерные композиционные материалы, позволяющие защитить человека в среде его обитания. Кроме того, защита от воздействия электромагнитного облучения может обеспечиваться установкой радиоотражающих или радиопоглощающих экранов, использованием керамических радиозащитных материалов, а также применением радиозащитных стекол. Радиозащитное остекление рекомендуется использовать в жилых и общественных зданиях, при работе с персональным компьютером, а также в качестве специальных защитных экранов. Иногда используются металлические сетки с целью возможности проведения наблюдения, но через сетку проходит гораздо больше энергии излучения, чем через сплошной лист.

В связи с этим актуальной является разработка новых составов силикатных материалов, ослабляющих сверхвысокочастотное излучение.