

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Токарь Сергея Вячеславовича «Разработка композиции на основе литиевого жидкого стекла и сложнооксидных функциональных наполнителей для терморегулирующего покрытия класса «Солнечный отражатель»», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.11 – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов

Интенсивное освоение космического пространства требует создания эффективных, с длительным сроком активного существования космических аппаратов. Актуальной задачей является поддержание заданного теплового режима на борту космических аппаратов для бесперебойного функционирования радиоэлектронной аппаратуры. Для отражения электромагнитного излучения Солнца и перенаправления тепла в космическое пространство применяют покрытия класса «солнечный отражатель». Для эффективного применения покрытия должны иметь низкое значение коэффициента поглощения солнечного излучения, близкий к единице коэффициент излучения и высокую стойкость к воздействию факторов космического пространства. Возрастающие требования к длительности эксплуатации космических аппаратов определяют актуальность поиска и исследования эффективных функциональных материалов для создания на их основе композиций с целью получения радиационностойких ТРП класса «солнечный отражатель».

**Целью** диссертационной работы является разработка жидкостекольной композиции на основе литиевого жидкого стекла и сложнооксидных функциональных наполнителей для терморегулирующего радиационностойкого покрытия космических аппаратов со сроком активного существования 15 лет в космическом пространстве.

В диссертационной работе С.В.Токарь разработан новый состав и методика изготовления жидкостекольной композиции для получения покрытий класса «солнечный отражатель» с улучшенными оптическими характеристиками (коэффициенты поглощения  $\alpha_s=0,12$  и излучения  $\epsilon=0,91$ ), увеличенной радиационной стойкостью при эксплуатации в течение 15 лет. Им проведены систематические исследования по определению коэффициента поглощения солнечного излучения до и после воздействия протонного облучения для оксидов, гидроксидов, карбонатов, алюминатов, фторидов, вольфраматов, сульфатов, силикатов, фосфатов, боратов, молибдатов, комплексных фторидов (Всего для 63 соединений). Показано, что моноалюминат бария и сульфат бария оптимально сочетают низкий коэффициент поглощения солнечного излучения и высокую стойкость к протонному облучению. При разработке состава композиций на основе литиевого жидкого стекла и сульфата бария автором установлено, что функциональные добавки  $\text{Li}_2\text{ZrF}_6$ ,  $\text{MgZrF}_6$ ,  $\text{Li}_2\text{SiO}_3$ ,  $\text{BaAl}_2\text{O}_4$  обеспечивают жизнеспособность композиции в течении 6 месяцев и позволяют получать адгезионнопрочные покрытия класса «солнечный отражатель».

Полученные в работе результаты имеют научное и практическое значение.

**Научная значимость** работы заключается в определении автором оптических характеристик силикатов щелочных металлов состава  $\text{R}_2\text{O} \cdot m\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  (где R- $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Li}^+$ , m-силикатный модуль, n-водосодержание), в том числе при воздействии протонного облучения. Установлено, что коэффициент поглощения солнечного излучения ( $\alpha_s$ ) снижается в ряду неорганических связующих на основе натриевого ( $\alpha_s=0,322$ ), калиевого ( $\alpha_s=0,267$ ), литиевого ( $\alpha_s=0,205$ ) жидких стекол. При воздействии протонного облучения (флюенс= $1 \times 10^{16}$  см<sup>-2</sup>) коэффициент поглощения снижается с различной интенсивностью для натриевого ( $\alpha_s=0,424$ ), калиевого ( $\alpha_s=0,350$ ), литиевого ( $\alpha_s=0,287$ ) жидкого стекла.

Кроме того, на основании проведенных автором систематических исследований оптических характеристик получены справочные данные по коэффициентам поглощения солнечного излучения до и после воздействия протонного облучения для 63 соединений: оксидов, гидроксидов, карбонатов, алюминатов, фторидов, вольфраматов, сульфатов, силикатов, фосфатов, боратов, молибдатов, комплексных фторидов.

Оценивая **практическое значение** работы, следует отметить, что автором разработана жидкостекольная композиция ЭКОМ-ЖС-2М и технология получения терморегулирующего покрытия класса «солнечный отражатель» на ее основе.

К **замечаниям** по автореферату диссертации можно отнести отсутствие в автореферате описания технологии нанесения покрытий.

Сделанные замечания не затрагивают основных выводов диссертации и не снижают их значимость и достоверность. В целом работа в себе содержит большой элемент новизны и вследствие практической и научной значимости ее результаты, несомненно, будут востребованы заинтересованными научно-производственными организациями и промышленными предприятиями, разрабатывающие аппараты для работы в космическом пространстве.

Основное содержание диссертации достаточно полно опубликовано в научной печати и известно широкому кругу специалистов по выступлениям на международных научно-практических конференциях, форумах и семинарах-конкурсах.

Научные положения и выводы обоснованы и достоверны. Степень достоверности результатов обеспечена использованием современными взаимодополняющими инструментальными методами анализа.

Оценивая диссертацию в целом и учитывая актуальность, научную новизну и практическую значимость полученных результатов, можно констатировать, что она является научно-квалификационной работой, в которой автор решил важную задачу разработки жидкостекольной композиции на основе литиевого жидкого стекла и неорганических функциональных наполнителей для терморегулирующего радиационностойкого покрытия космических аппаратов со сроком активного существования 15 лет в космическом пространстве.

На основании вышеизложенного следует признать, что диссертация «Разработка композиции на основе литиевого жидкого стекла и сложноокисных функциональных наполнителей для терморегулирующего покрытия класса «Солнечный отражатель»» полностью удовлетворяет всем требованиям ВАК России к кандидатским диссертациям, а ее автор Токарь Сергей Вячеславович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.11 – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов.

Заведующий кафедрой Технологии неорганических веществ и материалов Казанского национального исследовательского технологического университета, доктор технических наук, профессор



А.И.Хацринов

Хацринов Алексей Ильич доктор технических наук, профессор  
Почтовый адрес автора 420015 Казань ул.К.Маркса 68 КНИИ  
Тел.: +7 9872908458 E-mail: khatsrin@mail.ru  
(специальность 05.17.07 – Химическая технология тонких и



*Хацринов АИ*

удостоверяется.

Экз. ФГБОУ ВО «КНИТУ»

технических веществ  
С.А. Терелыгина

*07* 20 19