

**ВЛИЯНИЕ СОСТАВА СТЕКЛОФАЗЫ НА ТЕМПЕРАТУРУ ВЖИГАНИЯ
МЕТАЛЛИЗАЦИОННОЙ ПАСТЫ ДЛЯ МЕТАЛЛИЗАЦИИ ФАРФОРА**

Колесова Т.В.

Научные руководители: Погребенков В.М., профессор, д.т.н.; Дитц А.А., к.т.н., доцент
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: kolesovatv@sibmail.com

**THE IMPACT OF GLASS COMPOSITION ON THE BRAZING TEMPERATURE OF
METALLIZATION PASTE FOR THE METALLIZATION OF PORCELAIN**

Kolesova T.V.

Scientific Supervisor: Prof., Dr. Pogrebenkov V.M.

National Research Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin Ave., 30, 634050

E-mail: kolesovatv@sibmail.com

Одним из основных узлов бетатрона является вакуумная камера, в которой происходит ускорение заряженных частиц. В современных устройствах она выполнена в виде тора из вакуум-плотного стекла. Средний срок службы такой камеры составляет от 300 до 500 часов, а ее изготовление и юстировка является очень сложным, дорогостоящим процессом. Перспективным материалов для замены стекла является фарфор. Его применение позволит снизить долю ручного труда при изготовлении и увеличить размеры, а значит и мощность таких устройств. Сложная конструкция камеры предполагает ее изготовление из нескольких составных узлов: тор – основа, катодный узел, откачной узел [1].

Для обеспечения сборки этих узлов в изделие, и обеспечения вакуумной плотности спаев есть два пути: применение для организации спая легкоплавких стекол и применение пайки низкотемпературными припоями. Применение легкоплавких стекол требует нагрева всего изделия до температуры плавления стекла, что может негативно сказаться на работе всего устройства. Второй способ позволяет проводить вакуумную пайку индукционным нагревом только в месте спая, не подвергая нагреву все изделие. Для организации вакуумно-плотного спая требуется металлизировать поверхность фарфора.

К материалу металлизации предъявляются определенные требования: близость коэффициентов термического расширения (КТР) материала металлизации и фарфора; температура вжигания металлизации должна быть не выше 1200 °С, так как повышение температуры ведет к вспучиванию фарфора; обеспечение вакуумной плотности спая. Анализ литературных данных показал, что при металлизации материалов под пайку широко применяют Mo-Mn, Mo, W пасты, и припой на основе ПОС, ПСр и т.д. Температуры вжигания изменяются в интервале от 1200 до 1650°С для вольфрамовых паст, от 1340 до 1650°С для молибден-марганцевых и молибденовых паст [2,3]. Основная часть составов для металлизации применяется для материалов от ВК–87 до ВК–100, имеет высокие температуры вжигания, и не подходит для металлизации фарфора. Целью данной работы является изучение влияния состава стеклофазы на температуру вжигания металлизационной пасты.

В работе был использован фарфор, произведенный из керамической массы Южноуральского арматурно-изоляторного завода (ОАО «ЮОИЗ»). КТР фарфора определяли со скоростью нагрева 2 °/мин на dilatometre Dil 402 PC при температурах от 30 до 1000°С. КТР фарфора, согласно данным dilatometre

метрии, составляет $5,0539 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$. В качестве материала для металлизации рассматривали металлические порошки молибдена и вольфрама.

Металлические порошки – обеспечивают покрытие фарфора слоем металла заданной толщины, и обеспечивают возможность дальнейшей пайки. Стеклофаза обеспечивает адгезию металлических порошков к основе, и заполняет поры между ними, обеспечивая вакуумную плотность. Стеклофаза должна обеспечить появление расплава при температуре до 1200°C , который должен обладать высокой подвижностью для проникновения в пористый слой металлизации, обеспечивая таким образом его прикрепление к фарфору. Стеклофаза должна иметь КТР близкий к КТР фарфора и металла для исключения появления внутренних напряжений, приводящих к появлению трещин и разрушению сая, а значит потери вакуумной плотности.

В работе проведены расчеты для двух предложенных составов стеклофазы таблица 1, за основу был взят состав стекла С-52-1 (состав 1) и состав стеклофазы фарфора (состав 2). Для учета влияния MnO_2 , который получается окислением входящего в состав пасты металлического Mn при термообработке на свойства стекол, дополнительно провели расчет свойств базовых составов с его различным содержанием.

Таблица 1.

Содержание компонентов стеклофазы

Состав	Содержание компонентов, мас.%									
	SiO_2	Al_2O_3	Na_2O	K_2O	TiO_2	CaO	B_2O_3	MgO	Fe_2O_3	MnO_2
Состав 1	68,54	3,51	4,11	4,21	–	–	19,54	–	0,09	–
	65,38	3,32	3,90	3,99	–	–	18,57	–	0,09	4,75
	62,33	3,18	3,73	3,82	–	–	17,77	–	0,08	9,09
	59,61	3,04	3,57	3,65	–	–	17,00	–	0,08	13,05
Состав 2	69,77	16,36	0,73	9,18	0,65	1,03	–	0,52	1,76	–
	66,44	15,58	0,70	8,74	0,62	0,98	–	0,50	1,68	4,76
	63,43	14,87	0,66	8,35	0,59	0,94	–	0,47	1,60	9,09
	60,67	14,23	0,63	7,98	0,57	0,9	–	0,45	1,53	13,04

Для предложенных составов рассчитывали зависимость вязкости от температуры, результаты расчетов представлены на рисунке 1. Расчеты свойств предложенных составов выполнены в специальной программе SciGlass.

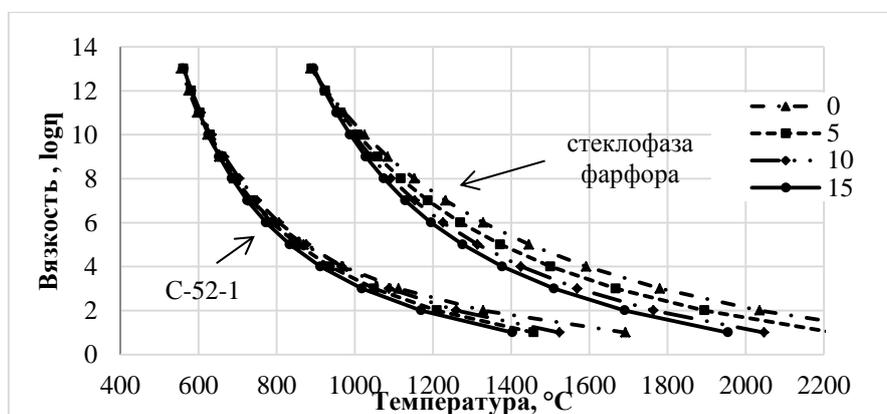


Рисунок 1. Данные расчета зависимости вязкости стекла от температуры и состава

Согласно полученным расчетам стекло марки С-52-1 для всех составов при температуре вжигания 1200°C имеет более низкую вязкость, а значит расплав стекла будет более подвижный. С увеличением содержания MnO_2 происходит уменьшение вязкости. Аналогичные зависимости наблюдаются и для стекла, состав которого отвечает составу стеклофазы в фарфоре. Для проверки расчетов было определено изменения угла смачивания фарфора стеклом состава С-52-1 и С-52-1 с добавкой 15 мас.% MnO_2 в зависимости от температуры рисунок 2. Для определения состава была собрана установка, описанная в практикуме [4].

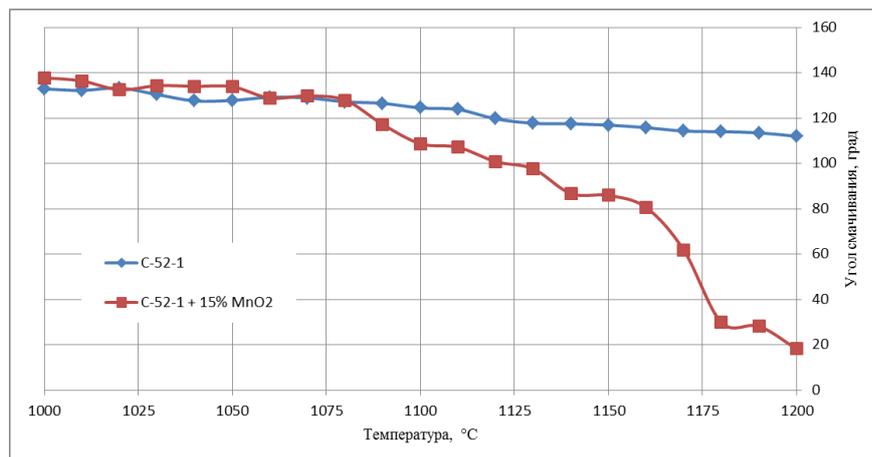


Рисунок 2. Изменение угла смачивания фарфора стеклом состава С-52-1 и С-52-1+15% MnO_2

Стекло марки С-52-1 с добавкой 15 мас.% MnO_2 дает лучшую растекаемость по поверхности фарфора. Угол смачивания поверхности шлифованного фарфорового образца стеклом данного состава при температуре 1200°C составляет 20 град.

Таким образом, стекло С-52-1 уменьшает свою вязкость и улучшает растекаемость пропорционально количеству растворенного MnO_2 , что приводит к более полному смачиванию поверхности фарфора и металлических компонентов пасты стеклом, заполнению пор между ними.

По результатам работы можно сделать вывод о потенциальной возможности введения стекла марки С-52-1 в состав металлizationных паст для металлization фарфора с целью повышения адгезии металлических порошков к поверхности фарфора при предполагаемой температуре вжигания 1200 °C.

Работа выполнена в рамках реализации программы повышения конкурентоспособности Национального исследовательского Томского политехнического университета среди ведущих мировых научно-образовательных центров: «Материалы для экстремальных условий» Номер: ВИУ_ИФВТ_85_2014.

Список литературы:

1. Бегатроны: монография / В.А. Москалев, В.Л. Чахлов; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 267 с.
2. Пат. 514797 СССР. М. Кл. С 04 В 41/14. Паста для металлization керамики / Ю.В. Васильев, Л.В. Козловский. Заявлено 08.07.74; Опубл. 25.05.76, Бюл. № 19
3. Пат. 1498743 СССР. С 04 В 41/88. Состав для металлization муллитокорундовой керамики / Е.О. Смирнова, Н.Г. Березкина, Ф.Я. Харитонов и А.Г.Ведерак. Заявлено 25.12.87; Опубл. 07.08.89, Бюл. № 29
4. Практикум по технологии керамики: Учебное пособие вузов / под ред. проф. И.Я. Гузмана. – М.: ООО РИФ «Стройматериалы», 2005. – 336 с., ил.