

ВІДГУК

офіційного опонента Саввової Оксани Вікторівни на дисертаційну роботу Гордеева Юрія Сергійовича "Легкоплавкі стекла та матеріали на основі свинцевоборатної та свинцевогерманатної систем" подану на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 161 Хімічні технології та інженерія

Актуальність теми дисертаційної роботи.

Дисертація присвячена актуальній темі створення та практичного впровадження нових складів легкоплавких стекел та матеріалів на їх основі свинцевоборатної та свинцевогерманатної систем для вирішення важливих задач приладобудування, електронної та електронно-технічної промисловості.

Актуальність теми дисертаційної роботи підтверджується й тим, що здобувач як виконавець проводив дослідження у відповідності з планом науково-дослідної діяльності кафедри хімічних технологій кераміки, скла та будівельних матеріалів ДВНЗ УДХТУ за держбюджетними НДР МОН України: «Наукові основи технології нових скломатеріалів та склопокриттів антикорозійного та електротехнічного призначення» (№ ДР 0114U002486), «Розробка основ технології виготовлення спеціальних виробів з радіопрозорої склокераміки» (№ ДР 0116U001488), «Наукові основи одержання радіопрозорих керамічних матеріалів, оптичного скла та захисних композиційних покриттів спеціального призначення» (№ ДР 0118U003396), та госпдоговірною темою «Розробка вітчизняного шлікеру для металокерамічного покриття проточної частини турбіни на РД815» (№ ДР 0116U006898).

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі Гордеева Ю.С., є достатньо високою та базується на аналізі літературних джерел за даною проблемою, гармонійній постановці мети й задач дослідження, зіставленні та критичному аналізі отриманих результатів у порівнянні з результатами інших дослідників, забезпечується застосуванням цілого ряду сучасних взаємодоповнюючих

методів досліджень, відтворюваністю результатів, їх взаємоузгодженістю і відповідністю відомим даним. Висновки дисертації і рекомендації ґрунтуються на отриманих особисто здобувачем результатах і відбивають новизну і практичну значимість роботи та сформульованих в ній результатів дослідження.

Достовірність результатів досліджень забезпечена застосуванням сучасних методів та приладів проведення наукових досліджень у матеріалознавстві та підтверджена актами випробувань розроблених легкоплавких композиційних склоприпоїв та безбарвних оптичних стекел в виробничих умовах.

Наукова новизна та практичне значення отриманих результатів.

Основним науковим результатом дисертаційної роботи є наступне.

Встановлено умови склоутворення, області склоутворюючих розплавів та закономірності зміни фізико-хімічних властивостей багатосвинцевих стекел (вміст PbO 32–56 мол.%) в оксидній системі PbO–ZnO–B₂O₃–SiO₂ в залежності від їх хімічного складу.

Теоретично обґрунтовано та експериментально доведено можливість отримання легкоплавких композиційних склоприпоїв на основі легкоплавкого скла складу 55PbO–5ZnO–25B₂O₃–15SiO₂ та кристалічного наповнювача титан(III) оксиду або титанату свинцю для з'єднання при температурі ≤450°C конструкційних матеріалів зі значеннями ТКЛР ((50–65)·10⁻⁷ K⁻¹) та встановлено закономірності зміни їх властивостей в залежності від речовинного складу. Новизна виконаних технологічних розробок автора захищена 2 патентами України на винахід.

Показано ефективність використання добавок фторидів у складі дослідних стекел отриманих в системі PbO–B₂O₃–SiO₂–GeO₂ з метою зниження вмісту гідроксильних груп та розширення межі пропускання інфрачервоних променів свинцевогерманатним склом до 5,5 мкм.

Практичне значення одержаних результатів полягає в розробці нових хімічних і речовинних складів, а також встановленні основних технологічних параметрів отримання легкоплавких композиційних склоприпоїв для герметичного з'єднання алюмооксидної кераміки ВК–94 зі сплавом "ковар" в

металокерамічних вузлах та безбарвних оптичних стекел для оптичних деталей приладів, які працюють у видимій і ближній інфрачервоній областях спектра.

Результати дисертаційної роботи впроваджені в навчальний процес кафедри хімічних технологій кераміки, скла та будівельних матеріалів ДВНЗ УДХТУ при підготовці фахівців за спеціальністю 161 Хімічні технології та інженерія.

Повнота викладення результатів роботи у наукових працях. Основні наукові результати дисертаційної роботи опубліковано в 19 наукових публікаціях, у тому числі 8 статтях у журналах і збірниках наукових праць, що входять до переліку фахових видань України за спеціальністю дисертації та у періодичних виданнях іноземних держав (6 – в журналах, що індексуються науково-метричною базою Scopus; 2 статті – у періодичних виданнях країн-членів Європейського Союзу), 2 патентах України на винахід, 9 тезах доповідей.

Аналіз основного змісту дисертаційної роботи. Дисертаційна робота складається з анотації двома мовами, вступу, шести розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг дисертації становить 164 сторінки, з них 28 таблиць по тексту, 57 рисунків по тексту, список використаних літературних джерел (160 найменувань) на 16 сторінках, 5 додатків на 12 сторінках.

У вступі обґрунтовано актуальність теми, визначено об'єкт і предмет досліджень, сформульовано мету та задачі досліджень, викладено наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, охарактеризовано особистий внесок здобувача та апробацію роботи.

Перший розділ дисертації присвячений аналізу науково-технічної та патентної літератури з питань теоретичних основ одержання легкоплавких стекел з комплексом спеціальних властивостей, які дозволяють використовувати їх в мікроелектроніці для покриття, спаювання та герметизації деталей з різномірних матеріалів, а також для виготовлення оптичних деталей оптико-електронних приладів, які працюють у видимій і ближній інфрачервоній областях спектра. Успішне виконання цієї важливої частини роботи показало достатньо високий рівень знань дисертанта за темою роботи, дозволило йому

виявити актуальні невирішені питання в даній галузі матеріалознавства та обґрунтувати її конкретні завдання.

У другому розділі наведено відомості щодо сировинних матеріалів, параметрів варіння скла, методів виготовлення експериментальних зразків, а також надана характеристика розрахункових та експериментальних методів і засобів досліджень, використаних у роботі. Детальний опис застосованих найсучасніших методів дослідження і обробки результатів свідчить не тільки про високий рівень експериментального виконання даної роботи, але й достатньо суттєву та всебічну підготовку автора як дослідника - матеріалознавця.

Третій розділ дисертації присвячений дослідження умов склоутворення та закономірностей зміни фізико-хімічних властивостей стекол в оксидній системі $\text{PbO-ZnO-B}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$, як основи для одержання металокерамічних спаїв при температурі $\leq 450^\circ\text{C}$. Слід відмітити значний обсяг досліджень, виконаних з вдалим використанням різноманітних експериментальних та розрахункових методик, що дозволило дати цікаву, взагалі переконливу інтерпретацію одержаних закономірностей.

У четвертому розділі представлено результати досліджень з розробки легкоплавких композиційних склоприпоїв для з'єднання при температурі $\leq 450^\circ\text{C}$ конструкційних матеріалів з низькими значеннями температурного коефіцієнта лінійного розширення $((50-65) \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1})$. Особливу цікавість для подальшого розвитку даної тематики мають одержані дисертантом експериментальні дані, які найшли підтвердження при дослідних випробуваннях, щодо можливості застосування титану(III) оксиду в якості добавки регулюючої теплове розширення композиційних склоприпоїв.

П'ятий розділ присвячено дослідженням з розробки безбарвних оптичних стекол з підвищеним пропусканням в області спектра від 2,7 до 5,5 мкм. Головним досягненням автора у цій достатньо значній та змістовній частині роботи, яку виконано з використанням різноманітних методів дослідження, є встановлення можливості та параметрів отримання безбарвного оптичного скла в системі $\text{PbO-B}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-GeO}_2$ з підвищеним пропусканням інфрачервоних променів в діапазоні довжин хвиль 2,7-5,5 мкм та комплексом

заданих фізико-хімічних властивостей та показників якості. Показано, ефективність використання добавок фторидів у складі дослідних стекел з метою зменшення домішок води та усунення смуги поглинання гідроксильних груп.

У шостому розділі наведено результати виробничих випробувань в умовах НВП ТзОВ «Стеліт» та ДП «Ізюмський приладобудівний завод» розроблених здобувачем складів легкоплавкого композитного склоприпою та безбарвного оптичного скла.

Список використаних джерел включає 160 посилання, які достатньо повно охоплюють сучасні вітчизняні та зарубіжні публікації, а також здобутки автора.

Загальні висновки по дисертації в цілому відповідають поставленим завданням, змісту проведених досліджень та тексту дисертації.

У додатках наведено приклад програми для розрахунку оптимального складу скла з заданим комплексом властивостей, надані акти виробничих випробувань легкоплавкого композиційного склоприпою та безбарвного оптичного скла, довідка щодо впровадження матеріалів дисертаційної роботи в навчальний процес та список публікацій за темою дисертації.

Зміст роботи та послідовність викладення матеріалу відповідають поставленій меті і задачам. Дисертація оформлена у відповідності до існуючих вимог, добре ілюстрована та структурована. Повнота висвітлення всіх етапів вирішення поставлених задач дає вичерпне уявлення про використані методи та одержані результати.

При ознайомленні з дисертацією виникли наступні запитання та загальні зауваження.

Зауваження:

1. При дослідженні автором стану проблеми розробки нових складів стекел та склокомпозиційних матеріалів для одержання електроізоляційних покриттів, які «є предметом багатьох вчених по всьому світу» слід навести конкретні посилання на їх публікації.

2. При описанні властивостей слід уникати таких визначень як «хороші», «погані» натомість використовувати «задовільні», «відповідні» та «дорогої, кошторисної» сировини – вартісної.
3. Для чіткого розуміння проблематики досліджень бажано було б виокремити розділ «Обґрунтування вибору напрямків та методики досліджень».
4. Слід відзначити важливе практичне значення розроблених математичних моделей, які адекватно описують експериментальні дані та дозволяють при розробці нових складів оптичних стекел розрахувати з досить високою точністю оптичні сталі n_d , $(n_F - n_C)$, v_d .

Запитання:

1. Обґрунтуйте робочу гіпотезу дослідження.
2. Чи корелюють умови дослідження кристалізаційної здатності (час, температура) стекел системи $PbO-ZnO-B_2O_3-SiO_2$ з технологічними параметрами отримання металокерамічного спаю?
3. Поясніть, які фізико-хімічні процеси спостерігаються на кривих ДТА порошоків стекел з вмістом ZnO (рис.3.6) при першому ендоефекті (300–320 °C) та екзоефекті (340 °C).
4. Обґрунтуйте вибір титану(III) оксиду як компоненту порошкових композицій з позицій забезпечення їх міцності в процесі експлуатації зважаючи на різку відмінність ТКЛР наповнювача і скломатриці.
5. Як на ІЧ-спектрах поглинання порошоків легкоплавкого скла 25 ідентифікуються поліедри $[ZnO_4]$ та $[SiO_4]$ та чи змінюються їх положення при введенні наповнювачів Ti_2O_3 , $PbTiO_3$?
6. Обґрунтуйте вибір меж компонентів $ZnO+BaO$, K_2O+Na_2O , $La_2O_3+Al_2O_3$, які додані до стекел системи $PbO-B_2O_3-SiO_2-GeO_2$ при розробці оптичних стекел (табл. 5.6).

ВИСНОВОК

Дисертаційна робота Гордєєва Юрія Сергійовича "Легкоплавкі стекла та матеріали на основі свинцевоборатної та свинцевогерманатної систем є завершеною науково-дослідною роботою, яка вирішує важливу науково-практичну задачу розробки фізико-хімічних основ технології легкоплавких

склоприпоїв та безбарвних оптичних стекол в свинцевоборатній і свинцевогерманатній оксидних системах, які володіють комплексом спеціальних властивостей і застосовуються в приладобудуванні, електронній та електротехнічній промисловості.

Вважаю, що за актуальністю теми, ступенем обґрунтованості наукових положень, достовірністю, науковою новизною, теоретичною і практичною цінністю, об'ємом і рівнем одержаних результатів, висновків, сформульованих в дисертації, повнотою їх викладення в опублікованих працях, дисертаційна робота повністю відповідає вимогам МОН України до кваліфікаційних наукових праць, а саме Наказу МОН України № 40 від 12 січня 2017 року «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації», та вимогам, передбаченим пунктом 10 Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 6 березня 2019 р. № 167, а її автор Гордєєв Юрій Сергійович заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 161 Хімічні технології та інженерія (галузь знань 16 Хімічна та біоінженерія).

Офіційний опонент:

професор кафедри «Хімії та інтегрованих технологій»

Харківського національного університету міського господарства ім. Бекетова

доктор технічних наук, доцент

О.В. Саввова

Підпис Саввова О.В. засвідчую:



Гордєєв Юрій Сергійович
до спеціаліста



ДП 08.078.001

15.09.2020

Голова комісії спеціаліста
ДП 08.078.001

Зоваленко І.А.