Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0825U001203

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 08-04-2025

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Тимофєєв Вадим Дмитрович

2. Vadym D. Tymofieiev

Кваліфікація: 161

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-1462-1089

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 161

Назва наукової спеціальності: Хімічні технології та інженерія

Галузь / галузі знань: хімічна та біоінженерія

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: 161 Хімічні технології та інженерія

Дата захисту: 30-05-2025

Спеціальність за освітою: командна тактична танкових військ

Місце роботи здобувача:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 8385

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02071180

Місцезнаходження: вул. Кирпичова, буд. 2, Харків, Харківський р-н., 61002, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02071180

Місцезнаходження: вул. Кирпичова, буд. 2, Харків, Харківський р-н., 61002, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 55.09.35.31, 81.29.09.29

Тема дисертації:

1. Ударостійкі мулітокордієритові склокристалічні матеріали для захисту спеціальної техніки

2. Impact-resistant mullite-cordierite glass crystalline materials for protection of special equipment

Реферат/анотація:

1. Дисертація спрямована на розробку ударостійких мулліто-кордієритових склокристалічних матеріалів, які характеризуються комплексом спеціальних властивостей і використовуються для захисту легкоброньованої техніки. Обґрунтовано доцільність використання полегшених високоміцних склокристалічних матеріалів (СКМ) із заданим фазовим складом для локального захисту від високошвидкісного динамічного навантаження та теплотехнічного призначення. Проаналізовано існуючі розробки в цьому напрямку та визначена перспективність застосування СКМ для створення високоміцних бронеелементів, а також захисних елементів тепло-, електро- та радіотехніки спеціального призначення. Обґрунтовано вибір напрямків і методики досліджень процесів формування та властивостей розроблених СКМ. Визначено склади модельних магній-алюмосилікатних стекол для розробки високоміцних кордієритвмісних СКМ із заданими фізико-хімічними, технологічними та експлуатаційними характеристиками. Оптимізовано склад

скла для одержання СКМ мулліто-кордієритового складу, розроблено технологічні параметри термічної обробки та досліджено процеси формування структури і фазового складу ситалів. Встановлено особливості формування твердих розчинів при термічній обробці магній-алюмосилікатних стекол, які полягають у зміні індексу упорядкування їх структури (Δ) як показника перерозподілу атомів Si та Al залежно від співвідношення фазотвірних оксидів: для СКМ зі співвідношенням MgO:Al2O3:SiO2 ≈ 1,0:2,5:5,0 початкове утворення при T = 850:900 °C псевдогексагонального □-кордієриту завершується при T =1050:1100 °C формуванням евтектичної системи із твердими розчинами □-кордієриту, муліту та шпінелі. Для СКМ зі співвідношенням MgO:Al2O3:SiO2 ≈ 1,0:3,3:5,6, спостерігається інтенсифікація зародкоутворення муліту при T = 900 °C, кристалізація алюмомагнезіальної шпінелі при T = 1050 °C та формування твердих розчинів на основі □-кордієриту при T = 1100 °C. З використанням розроблених СКМ одержані композиційні матеріали з високою ударостійкістю та регульованою світлопроникністю, досліджені механізми їх формування та визначені механічні характеристики і електрофізичні властивості. Встановлено технологічні параметри, які забезпечують формування наноструктурованих стійких до динамічних впливів та відкритого полум'я (E = 350 ГПа; KCU = 7,0:7,5 кДж/м2, K1C = 7,0:7,5 МПа·м1/2 M = 1,4 ГПа2·м3·кг-1 та □= 13,2 км/с) композитів зі зниженою вагою (□ = 2800 кг/м3) за керамічною технологією: варка □ T = 1500 °C, □ = 6 год; випал за тристадійним режимом (I стадія – T = 800 °C, □ = 2 год; II стадія – T = 980 °C, □ = 2 год; III стадія – T = 1100 °C, □ = 1 год); вміст фазотвірних оксидів □(MgO, Al2O3, SiO2) = 87,0 мас. %; вміст каталізаторів кристалізації □(TiO2, ZrO2, CeO2, P2O5, Sb2O5, ZnO) = 8,0 мас. % та модифікуючих добавок □(SrO, CaO, B2O3) = 5,0 мас. %; вміст зміцнюючих наповнювачів: 5 мас. % ZrO2, стабілізованого 3 мас. % Y2O3, та 10 мас. % □-SiC. Для одержання прозорих СКМ з □ = 2650 кг/м3 за скляною технологією рекомендовані технологічні параметри: варка □ T = 1500 °C, □ = 6 год; випал за двостадійним режимом (I стадія – T = 780 °C, □ = 5 год; II стадія – T = 1050 °C, □ = 0,5 год); вміст фазотвірних оксидів □(MgO, Al2O3, SiO2) = 90,0 мас. %, каталізаторів кристалізації □(TiO2, ZrO2, CeO2, P2O5, Sb2O5, ZnO) = 8,0 мас. % та модифікуючих добавок □(SrO, CaO, B2O3) = 5,0 мас. % забезпечують наступні експлуатаційні властивості: T = 70 %; HV = 9,6 ГПа; K1C = 3,55 МПа·м1/2; E = 550 ГПа; □зг = 300 МПа; M = 0,9 ГПа²·м³·кг-1 та □ = 9,4 км/с. Запропонована технологічна схема одержання склокомпозиційних матеріалів для захисту спеціальної техніки та обладнання та визначені конструкційні особливості елементів для легкої композиційної броні, а також радіопрозорих елементів для захисту електротехніки і радіотехніки. Одержано ударостійкі композити для скління оглядових вікон легкоброньованої техніки з вмістом з бронестійкістю, вогнестійкістю (RE 360 (h)), ТКЛР □ ≈ 57·10-7 град-1 та радіопрозорістю (tg□ = 0,005 та □ = 3,35 при f ≈ 1010 Гц), а також радіопоглинаючі знепрозорені композити із градієнтною тришаровою структурою (СКМ; СКМ та 10 мас. % □-SiC; графіт) і прозорі СКМ із магнетронним напиленням плівки ZnO (T = 65; tg□ = 0,005 та □ = 7,5 при f ≈ 1010 Гц). Проведена оцінка конкурентоздатності розробок показала, що матеріали відповідають ВСТ 01.055.001 – 2021 (01) і можуть застосовуватись для удосконалення пасивного захисту легкоброньованих військових автомобілів. Ключові слова: магнійалюмосилікатні стекла, склокристалічні матеріали, кристалізація, розплав, тверді розчини, кордієрит, муліт, фазове розділення, композити, ударостійкість, міцність, радіопрозорість.

2. The dissertation aims to develop impact-resistant mullite-cordierite glass-crystalline materials, which are characterized by a complex of unique properties and are used to protect lightly armored vehicles. The feasibility of using lightweight, high-strength glass-crystalline materials (GCM) with a given phase composition for local protection against high-speed dynamic loading and thermal purposes is substantiated. The existing developments in this direction were analyzed, and the prospects for using GCM to create high-strength armor elements and protective elements for electrical and radio engineering for special purposes were determined. The choice of directions and methods for studying the processes of formation and properties of the developed GCM was justified. The compositions of model magnesium-aluminosilicate glasses were determined to create high-strength cordierite-containing GCM with specified physicochemical, technological, and operational characteristics. The composition of the glass for storing GCM of cordierite-mullite composition was optimized, technological parameters of heat treatment were developed, and the processes of formation of the structure and phase composition of the sitalls were investigated. The peculiarities of the formation of solid solutions during the heat

treatment of magnesium-aluminosilicate glasses were established, which consist of a change in the ordering index of their structure (Δ) as an indicator of the redistribution of Si and Al atoms depending on the composition of the phase-forming oxides: for GCM with the composition MgO:Al2O3:SiO2 ≈ 1.0:2.5:5.0 the initial formation at T = 850:900 °C of pseudo hexagonal □-cordierite is completed at T =1050:1100 °C with the formation of a eutectic system with solid solutions of □-cordierite, mullite and spinel. For GCMs with the ratio of MgO:Al2O3:SiO2 ≈ 1.0:3.3:5.6, intensification of mullite nucleation is observed at T = 900 °C, crystallization of aluminum-magnesium spinel at T = 1050 °C, and formation of solid solutions based on □-cordierite at T = 1100 °C. Using the developed GCMs, composite materials with high impact resistance and adjustable light transmittance were obtained, the mechanisms of their formation were investigated, and mechanical characteristics and electro-physical properties were determined. Technological parameters have been established that ensure the formation of nanostructured composites resistant to dynamic influences and open flame (E = 350 GPa; KCU = 7.0:7.5 kJ/m2, K1C = 7.0:7.5 MPa·m1/2; M = 1.4 GPa2·m3·kg-1 and □= 13.2 km/s) with reduced weight (□ = 2800 kg/m3) using ceramic technology: melting at T = 1500 °C, □ = 6 h; firing in a three-stage mode (stage I - T = 800 °C, □ = 2 h; stage II - T = 980 °C, □ = 2 h; stage III - T = 1100 °C, □ = 1 h); content of phase-forming oxides □(MgO, Al2O3, SiO2) = 87.0 wt. %; content of crystallization catalysts □(TiO2, ZrO2, CeO2, P2O5, Sb2O5, ZnO) = 8.0 wt. % and modifying additives □(SrO, CaO, B2O3) = 5.0 wt. %; content of reinforcing fillers: 5 wt. % ZrO2, stabilized with 3 wt. % Y2O3, and 10 wt. % □-SiC. To obtain transparent SCMs with □ = 2650 kg/m3 using glass technology, the following technological parameters are recommended: melting at T = 1500 °C, □ = 6 h; firing in a two-stage mode (stage I - T = 780 °C, □ = 5 h; stage II - T = 1050 °C, □ = 0.5 h); the content of phase-forming oxides □(MgO, Al2O3, SiO2) = 90.0 wt. %, crystallization catalysts □(TiO2, ZrO2, CeO2, P2O5, Sb2O5, ZnO) = 8.0 wt. % and modifying additives □(SrO, CaO, B2O3) = 5.0 wt. % provide the following operational properties: T = 70 %; HV = 9.6 GPa; K1C = 3.55 MPa·m1/2; E = 550 GPa; □bend = 300 MPa; M = 0.9 GPa2·m3·kg-1 and □ = 9.4 km/s. A technological scheme for obtaining glass composite materials for the protection of special equipment and equipment is proposed, and the design features of light composite armor elements, as well as radio-transparent and radio-absorbing elements for radio-technical protection, are determined. Impact-resistant composites for glazing inspection windows of lightly armored vehicles are characterized by armor resistance, fire resistance (RE 360 (h)), TKLR ≈ 57·10-7 1/K, and radio-transparency (tg□ = 0.005 and □ = 3.35 at f ≈ 1010 Hz). The radio-absorbing opaque composites with a gradient three-layer structure (SCM; SCM and 10 wt. % □-SiC; graphite) and transparent SCM with magnetron sputtering of ZnO films (T = 65; tg□ = 0.005 and □ = 7.5 at f ≈ 1010 Hz) were obtained. The conducted assessment of the competitiveness of the developments showed that the materials meet the requirements of VST 01.055.001 – 2021 (01) and can be used to improve the passive protection of lightly armored military equipment. Keywords: magnesium aluminosilicate glasses, glass-ceramic materials, crystallization, melt, solid solutions, cordierite, mullite, phase separation, composites, impact resistance, strength, radio transparency.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Нові речовини і матеріали

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Освоєння нових технологій високотехнологічного розвитку транспортної системи, ракетно-космічної галузі, авіа- і суднобудування, озброєння та військової техніки

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- Savvova O. V., Voronov G. K., Babich O. V., Fesenko O. I., Tymofieiev V. D. Protective impact resistant composite materials based on aluminium-silicate glass-ceramics. Functional Materials. 2019. 26(1). P. 182–188.
- Savvova O. V., Fesenko O. I., Voronov G. K., Tymofieiev V. D., Babich O. V. Investigation of the structure glass-ceramic materials according to data of IR-spectroscopy. Voprosy Khimii i Khimicheskoi Tekhnologii. 2021. 2021(6). P. 71–78.

- Savvova O., Voronov H., Fesenko O., Riabinin S., Tymofieiev V. High-strength glass-ceramic material with low-temperature formation. Chemistry and Chemical Technology. 2022. 16(2). P. 337–344.
- Savvova O., Babich O., Tymofeev V., Voronov H., Fesenko O., Babich O. Study of nucleation and crystallization in magnesium-aluminosilicate glasses during heat treatment. Functional Materials. 2022. 29(2). P. 228–236.
- Savvova O.V., Voronov H.K., Fesenko O.I., Tymofieiev V.D., Pylypenko O.I. Influence of the nano- and submicron structure of magnesium-aluminosilicate glasses on the crack resistance of high-strength glass-ceramics. Nanosistemi, Nanomateriali, Nanotehnologii. 2022. 20(3). P. 667–681.
- Саввова О. В., Воронов Г. К., Рябінін С. О., Федоренко О. Ю., Тимофєєв В. Д. Алюмосилікатні склокерамічні матеріали електротехнічного призначення. Наукові дослідження з вогнетривів та технічної кераміки. 2020. № 120. С. 175–185.
- Savvova O. V., Tymofieiev V. D., Voronov H. K., Fesenko O. I. Development of universal high-strength magnesium-aluminosilicate glass-ceramic materials for armor protection. Bulletin of the National Technical University “KhPI”. Series: Chemistry, Chemical Technology and Ecology. 2022. № 1 (7). P. 40–47.
- Саввова О. В., Тур О. Г., Климов М. М., Тимофєєв В. Д., Шалигіна О. В. Дослідження механічних властивостей шпінельвмісних склокерамічних матеріалів. Наукові дослідження з вогнетривів та технічної кераміки. 2024. № 124. С. 40–47
- Katrechko V. V., Vinnikov D. V., Yuferov V. B., Timofeev V. D., Bobrov O. G. Research of the thermal desorption processes in oxide mixtures at laser effect. Problems of Atomic Science and Technology. 2020. 125(1). P. 191–194.
- Саввова О. В., Топчий В. Л., Рябінін С. О., Кураш Л. С., Тимофєєв В. Д. Залежність ударостійкості від швидкості розповсюдження хвиль в літій-алюмосилікатних склокристалічних матеріалах. Вісник НТУ «ХПІ». Серія «Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів». 2017. № 41 (1263). С. 71–75.
- Саввова О. В., Фесенко О. І., Тимофєєв В. Д., Повідерна Я. В. Дослідження термічних властивостей мулліто-кордієритових матеріалів. Наукові дослідження з вогнетривів та технічної кераміки. 2018. № 118. С. 111–118.
- Savvova O. V., Tymofieiev V. D., Fesenko O. I., Voronov H. K., Smirnova Yu. O. Investigation of the mechanism of phase formation in magnesium alumosilicate glass during thermal treatment. Збірник наукових праць Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова. 2022. № 2 (489). С. 35–40.

Наукова (науково-технічна) продукція: матеріали

Соціально-економічна спрямованість: створення принципово нової продукції (матеріалів, технологій тощо) для забезпечення експортного потенціалу та заміщенню імпорту

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Планується до впровадження

Зв'язок з науковими темами: 0121U111756, 0121U111756

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Саввова Оксана Вікторівна

2. Oksana Savvova

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.17.11

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-6664-2274

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова

Код за ЄДРПОУ: 02071151

Місцезнаходження: вул. Чорноглазівська, буд. 17, Харків, Харківський р-н., 61002, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Федоренко Олена Юріївна
2. Olena Y. Fedorenko

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.17.11

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-0831-3485

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02071180

Місцезнаходження: вул. Кирпичова, буд. 2, Харків, Харківський р-н., 61002, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Зайчук Олександр Вікторович
2. Oleksandr V. Zaichuk

Кваліфікація: д.т.н., професор, 05.17.11

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-5209-7498

Додаткова інформація: ;https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=9941340800

Повне найменування юридичної особи: Український державний університет науки і технологій

Код за ЄДРПОУ: 44165850

Місцезнаходження: вул. Лазаряна, буд. 2, Дніпро, Дніпровський р-н., 49010, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Жданюк Наталія Василівна

2. Nataliia V. Zhdaniuk

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.17.11

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-3771-5045

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Тараненкова Вікторія Віталіївна

2. Viktoriia V. Taranenkova

Кваліфікація: д. т. н., доц., 05.17.11

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-4929-1593

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02071180

Місцезнаходження: вул. Кирпичова, буд. 2, Харків, Харківський р-н., 61002, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Борисенко Оксана Миколаївна

2. Oksana M. Borysenko

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.17.11

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-2746-6797

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02071180

Місцезнаходження: вул. Кирпичова, буд. 2, Харків, Харківський р-н., 61002, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Шабанова Галина Миколаївна
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Шабанова Галина Миколаївна
Відповідальний за підготовку облікових документів	Захаров Артем Вячеславович
Реєстратор	УкрІНТЕІ
Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності	Юрченко Тетяна Анатоліївна