

ЗАТВЕРДЖЕНО

Наказ Міністерства освіти і науки України

24 квітня 2024 року № 578

**Рішення**  
**разової спеціалізованої вченої ради**  
**про присудження ступеня доктора філософії**

Здобувачка ступеня доктора філософії Сокол Карина Ігорівна, 1995 року народження, громадянка України.

освіта вища: закінчила у 2018 році Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

за спеціальністю 104 Фізика та астрономія,

виконала акредитовану освітньо-наукову програму доктора філософії.

Разова спеціалізована вчена рада, утворена рішенням Вченої ради Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, Міністерства освіти і науки України, м. Харків, протокол № 11 від « 21 » червня 2024 року

у складі:

1. Голови разової спеціалізованої вченої ради -

Пойда В. П., доктор технічних наук, професор кафедри експериментальної фізики Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна.

2. Рецензентів -

Сухов В.М. кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри експериментальної фізики фізичного факультету Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна.

Ткаченко М.В. кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри фізики твердого тіла фізичного факультету Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна.

3. Офіційних опонентів -

Прилуцький Ю. І. доктор фізико-математичних наук, професор кафедри біофізики та нейробиології Навчально-наукового центру "Інститут біології та медицини" Київського національного університету імені Тараса Шевченка, заслужений діяч науки і техніки України, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки.

Суходуб Л.Ф. доктор фізико-математичних наук, завідувач кафедри біофізики, біохімії, фармакології та біомолекулярної інженерії Сумського державного університету, член-кореспондент НАН України.

на засіданні «4» вересня 20 24 року прийняла рішення про присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 10 – природничі науки

Сокол Карині Ігорівні

на підставі публічного захисту дисертації «Фізичні властивості та характеристики фосфатів кальцію з домішками після відпалу в інтервалі температур від 20 до 1400°C»

за спеціальністю 104 Фізика та астрономія.

Дисертацію виконано в Харківському національному університеті імені В. Н. Каразіна, Міністерства освіти і науки України, м.Харкова

Науковий керівник (керівники) Вовк Руслан Володимирович, академік НАН України, академік транспортної академії України, доктор фізико-математичних наук, професор, Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, професор кафедри фізики низьких температур

Дисертацію подано у вигляді спеціально підготовленого рукопису. Дисертація містить нові науково обґрунтовані результати проведених здобувачем досліджень. А саме, вперше отримано кальцій-фосфатні покриття на підкладках  $Ti_3AlC_2$  золь-гель методом; показано, що домішки в фосфатах кальцію впливають на електричні характеристики; встановлено механізми дифузії у фосфатах кальцію, які містять домішки.

Здобувачка має 4 наукових публікацій за темою дисертації, з них 2 статті у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базі Scopus, 2 статті у наукових фахових виданнях України:

1. Vovk R.V., and Sokol K.I., Electric characteristics of calcium-phosphate ceramics with impurities. Low Temp. Phys. 2023. Vol. 49. Iss. 4. P. 457 DOI: <https://doi.org/10.1063/10.0017589> (Scopus, Q3)
2. Sokol K. I., and Rokhmistrov D. V.. Feature of electric resistance dependence on temperature for hydroxyapatite. Low Temp. Phys. 2023. Vol. 49. Iss. 4. P. 453 DOI: <https://doi.org/10.1063/10.0017587> (Scopus,Q3)
3. Sokol K., Vovk R., Rokhmistrov D., Boyko Y., Gevorkyan E., Sherban D.,and Petrushenko S.. Composition and structure of calcium-phosphate coatings on  $Ti_3AlC_2$  produced by sol-gel synthesis. Journal of V.N. Karazin Kharkiv National University, Series «Physics». 2022. Vol. 36. P. 25-30. DOI: <https://doi.org/10.26565/2222-5617-2022-36-03>
4. Sokol K., and Vovk R., Functional characteristics of hydroxyapatite sintered at high temperatures. Journal of V.N. Karazin Kharkiv National University, Series «Physics». 2023. Vol. 39. P. 40-46. DOI: <https://doi.org/10.26565/2222-5617-2023-39-03>

У дискусії взяли участь (голова, рецензенти, офіційні опоненти, інші присутні) та висловили зауваження:

Прилуцький Ю. І. доктор фізико–математичних наук, професор кафедри біофізики та нейробіології Навчально-наукового центру “Інститут біології та медицини” Київського національного університету імені Тараса Шевченка, заслужений діяч науки і техніки України, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки:

1. Для відображення температурних залежностей фізичних параметрів, які представлено у розділах 3-5 краще використовувати температурну шкалу Кельвін міжнародної системи одиниць (SI).
2. У розділі 5 вивчають фізичні властивості фосфатів кальцію в інтервалі температур - від кімнатної до 1400°C. Доцільним було б вказати кількісний вміст домішок у зразках та саме як домішки різного вмісту впливають на їхні фізичні властивості.
3. При дослідженні механізмів спікання зразків фосфатів кальцію необхідно вказувати рівень пористості, оскільки саме вона істотно впливає на механічні параметри керамічних матеріалів.

Суходуб Л.Ф. доктор фізико-математичних наук, завідувач кафедри біофізики, біохімії, фармакології та біомолекулярної інженерії Сумського державного університету, член-кореспондент НАН України:

1. Одиниці вимірювання енергії активації процесів спікання кераміки та електропровідності зразків, які наведені у 4 та 5 розділах дисертації необхідно приводити в однакових одиницях (кілокалорій на моль або електронвольтах).
2. В дисертаційній роботі розглядаються фізичні властивості в зразках фосфатів кальцію, які містять домішки. Проведено ідентифікацію домішок. Проте відсутня інформація



про кількісний (масовий) вміст домішок у зразках, а також аналіз яким чином зміна їх концентрації впливають на фізичні властивості та характеристики зразків.

3. В розділі 3 дисертаційної роботи бажано було би відокремити дифракційні лінії на дифрактограмах, які належать підкладкам  $Ti_3AlC_2$  від дифракційних ліній, які належать КФ покриттям.
4. В тексті зустрічаються деякі неточності та помилки: так, у формулі ОСР приведена одна  $H_2O$ , а має бути 5  $H_2O$  (Табл. 1.1); в цій же таблиці зазначені не всі важливі ФК; надписи в багатьох рисунках надані англійською мовою; у розділі «Методи отримання ГА та ФК» відсутній важливий метод термічної депозиції, який ґрунтується на температурній залежності розчинності ФК (Sukhodub et al., Mat.Let.,2019); у підписах до рисунків (1.29-1.34) відсутні пояснення зображень; вільна трактовка МХО впливу, суть якого в безпосередній передачі мікрохвильової енергії зразку через молекулярні взаємодії з електромагнітним полем.

Сухов В.М. кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри експериментальної фізики фізичного факультету Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна:

1. Вірогідно в таблиці 1.5 замість 50 ppm має бути  $\leq 50$  ppm.
2. Рентгенограми, наведені на рис. 3.1 та 3.2 містять додаткові лінії, які не належать гідроксиапатиту. Вірогідно це лінії підкладки, однак цей факт було б доцільно вказати в тексті.
3. З рис. 4.7 важко визначити значення електричного опору, що досягається при нагріванні до  $1000^\circ C$ . Зважаючи на масштаб спостережних ефектів, цей рисунок варто було б доповнити збільшеним елементом, який показує процеси при високих температурах.
4. Рис. 4.7 та 4.11 важко узгоджуються між собою. З тексту роботи випливає, що ці графіки отримано від одних й тих самих зразків в послідовних циклах нагрівання. Також з наведеної моделі випливає, що ефекти зниження електричного опору, які спостерігаються на рис. 4.7 принаймні до температури  $800^\circ C$  мають бути необоротними. З цих міркувань важко зрозуміти, чому в інтервалі температур  $20-800^\circ C$ , електричний опір на рис. 4.11 має таке велике значення.
5. Чи має авторка міркування стосовно якості електричного контакту між дротом та ГА? Відпалювання, поряд зі зменшенням концентрації домішок, може викликати формування більш надійного електричного контакту, що також варто розглянути в подальших дослідженнях.
6. Результати про вплив домішок на електричний опір зразків виглядають дещо нетривіальними. Вивільнення води, яка зазвичай знижує електричний опір, сприяє його зростанню. З тексту роботи можна зрозуміти, що це пояснюється рекристалізацією, для якої домішки є стопором. Однак цю думку варто було б чітко навести у рукописі.

Ткаченко М.В. кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри фізики твердого тіла фізичного факультету Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна:

1. В розділі 5 на експериментальних графіках залежності механічних властивостей від температури відпалу необхідно вказувати інтервали експериментальної похибки (error bar) для обчислених величин.
2. Результати експериментальних досліджень електричної провідності у фосфатах кальцію бажано було б підкріпити теоретичними розрахунками впливу домішок на електричні характеристики даних зразків.
3. Бажано було б привести також залежності параметрів ґратки та ОКР ФК зразків від вмісту домішок.
4. Значення енергій активації бажано приводити в одній системній одиниці.

Результати відкритого голосування:

«За» 5 членів ради,  
«Проти» 0 членів ради.

На підставі результатів відкритого голосування разова спеціалізована вчена рада присуджує

Сокол Карині Ігорівні  
ступінь доктора філософії з галузі знань 10 – природничі науки  
за спеціальністю 104 Фізика та астрономія

Відеозапис трансляції захисту дисертації додається.

Голова разової спеціалізованої вченої ради Володимир ПОЙДА

