

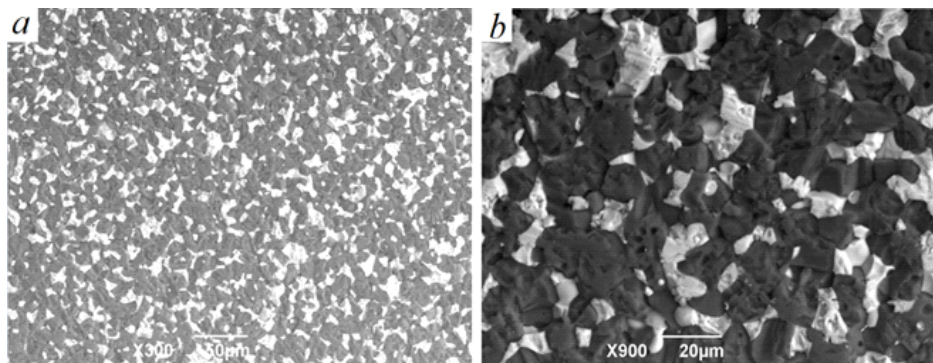
РАДИОЭЛЕКТРОНИКА ӨНЕРКӘСІБІНДЕ ҚОЛДАНУҒА АРНАЛҒАН ЖОҒАРЫ ЖЫЛУ-
ЖӘНЕ ЭЛЕКТРОФИЗИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ БАР БЕРИЛЛИЙ ОКСИДІ НЕГІЗІНДЕГІ
НАНОКОМПОЗИЦИЯЛЫҚ КЕРАМИКА

**Жоба ҚР БҒМ гранттық қаржыландыруы аясында жүзеге асырылды, АР09058686 гранты.
2021–2023 жылдарға арналған қаржыландыру көлемі – 53 млн 232 мың теңге.**

Басым бағыт: Геология, минералдық және көмірсутекті шикізатты өндіру және өңдеу, жаңа материалдар, технологиялар, қауіпсіз бұйымдар мен конструкциялар.

Зерттеудің өзектілігі: Жобаның идеясы титан диоксидінің (TiO_2) нанобөлшектерімен модификацияланған бериллий оксиді (BeO) негізіндегі жаңа материалды алу технологиясын әзірлеуге негізделген. Бұл материал жоғары электрөткізгіштікке, арттырылған жылуөткізгіштікке, механикалық беріктік пен тығыздыққа ие және СВЧ-электромагниттік сәулеленуді тиімді сіңіреді. Қазіргі уақытта жақсы жылуөткізгіштік пен электромагниттік толқындарды жұту қабілетіне ие ең тиімді материал $\text{BeO} + 30$ масс.% TiO_2 керамикасы болып табылады, алайда ол микронды ұнтақтарды қолдану арқылы дайындалады. Мұндай керамиканың электрофизикалық көрсеткіштері функционалды электрониканың жұмыс мүмкіндіктерін шектейді. Осыған байланысты жоғары тығыздыққа, жылуөткізгіштікке және ерекше электрофизикалық қасиеттерге ие нанофазалық жоғары температуралы керамикаларды синтездеу және зерттеу өзекті болып табылады.

Мақсаты: Бериллий оксиді негізіндегі керамикаға титан диоксиді нанобөлшектерінің әсерін зерттеу және арнайы мақсаттағы электрондық техникада қолдануға арналған жоғары электрөткізгіштік пен жылуөткізгіштік көрсеткіштері бар нанокөмірлендірілген керамика алу.



$\text{BeO} + 30$ масс. % TiO_2 керамикалық үлгісінің микроструктурасы.
Ашық түсті құрылымдық элементтер – TiO_2 , қара түстілері – BeO :
а – х300 үлкейту; б – х900 үлкейту.

Күтілетін нәтижелер: Жоба нәтижесінде TiO_2 нанобөлшектерімен модификацияланған бериллий оксиді негізіндегі жаңа нанокөмірлендірілген керамика алу технологиясы әзірленеді. Алынған материал сериялық бұйымдармен салыстырғанда жоғары электрөткізгіштікке, жылуөткізгіштікке және СВЧ-электромагниттік сәулеленуді тиімді сіңіру қабілетіне ие болады. TiO_2 нанобөлшектерінің әртүрлі қатынасы бар принципті түрде жаңа нанокөмірлендірілген материалдар жасалады.

Қолдану салалары: Радиоэлектрондық техника және аспап жасау кәсіпорындары.

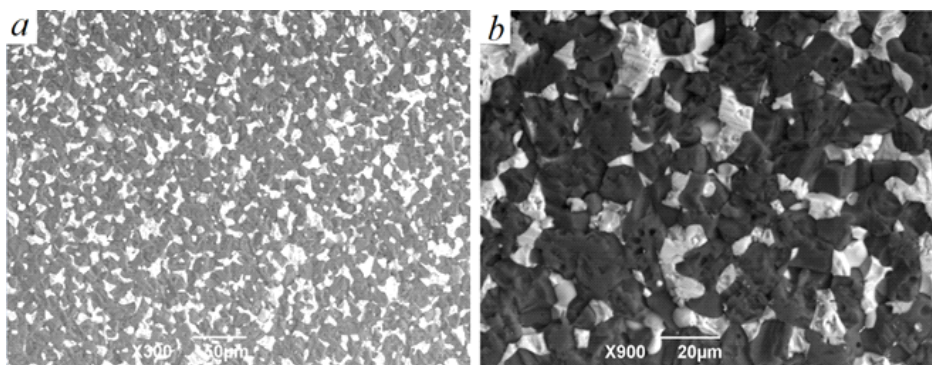
НАНОКОМПОЗИЦИОННАЯ КЕРАМИКА НА ОСНОВЕ ОКСИДА БЕРИЛЛИЯ С ВЫСОКИМИ ТЕПЛО- И ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

При поддержке грантового финансирования МОН РК, грант AP09058686. Объем финансирования на 2021-2023 гг. – 53 млн. 232 тыс. тенге.

Приоритетное направление: Геология, добыча и переработка минерального и углеводородного сырья, новые материалы, технология, безопасные изделия и конструкции.

Актуальность исследований: Идея проекта заключается в разработке технологии получения нового материала на основе оксида бериллия, модифицированного нанопорошками TiO_2 , обладающего высокой электропроводностью и повышенной теплопроводностью, механической прочностью и плотностью, а также эффективно поглощающим СВЧ-электромагнитное излучение. В настоящее время, наиболее эффективным материалом, обладающим хорошей теплопроводностью и способностью поглощать электромагнитные волны, является состав керамики $\text{BeO} + 30 \text{ мас. \% TiO}_2$, технология изготовления которой основана на использовании микронных порошков. Электрофизические показатели данной керамики значительно ограничивают пределы работы функциональной электроники, таким образом, задачи синтеза и исследования нанокластерных высокотемпературных керамик с повышенной плотностью, теплопроводностью, особыми структурными и электрофизическими свойствами полезными для электронной техники и приборостроения не вызывает сомнений.

Цель: Изучение влияния наночастиц диоксида титана на электрофизические и физико-механические свойств керамики на основе оксида бериллия и получение нанокластерной керамики с высокими показателями электропроводности и теплопроводности для использования в электронной технике специального назначения.



Микроструктура керамического образца $\text{BeO} + 30$ мас. % TiO_2 .

Светлые структурные элементы – TiO_2 , темные – BeO : а – увеличение $\times 300$; б – увеличение $\times 900$

Ожидаемые результаты: По итогам Проекта будет разработана технология получения нового материала на основе оксидно бериллиевой керамики BeO , модифицированной наночастицами TiO_2 , обладающей высокой электропроводностью и повышенной теплопроводностью, а также эффективно поглощающей СВЧ-электромагнитное излучение, в сравнение с серийными изделиями. Будет создан принципиально новый нанокластерный материал с различным соотношением наночастиц TiO_2 .

Отрасли применения разработок: Предприятия по производству радиоэлектронной техники и приборостроения.

NANOCOMPOSITE CERAMICS BASED ON BERYLLIUM OXIDE WITH HIGH THERMAL AND ELECTROPHYSICAL PROPERTIES FOR APPLICATION IN THE RADIO-ELECTRONICS INDUSTRY

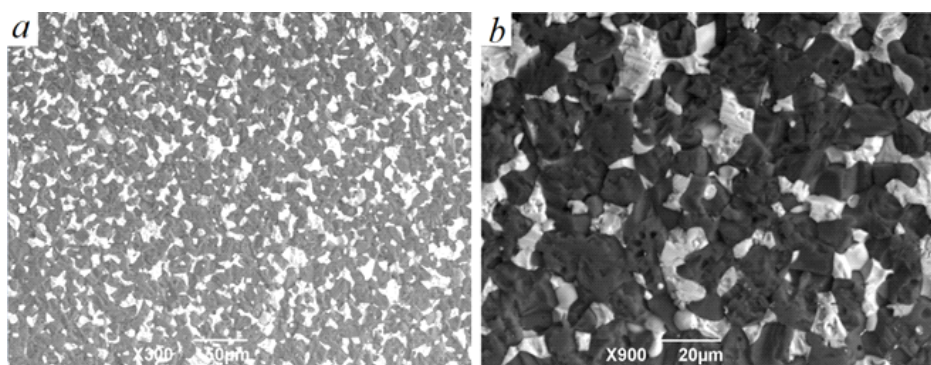
The project was implemented with the support of grant funding from the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan, Grant No. AP09058686.

Total funding for 2021–2023 amounted to 53.232 million KZT.

Priority area: Geology, extraction and processing of mineral and hydrocarbon resources, new materials, technologies, safe products, and structures.

Relevance of the research: The project aims to develop a technology for producing a new material based on beryllium oxide (BeO) modified with titanium dioxide (TiO₂) nanoparticles. The developed material is characterized by high electrical conductivity, enhanced thermal conductivity, mechanical strength, density, and effective absorption of microwave electromagnetic radiation. Currently, the most efficient material with good thermal conductivity and electromagnetic wave absorption is BeO + 30 wt.% TiO₂ ceramic produced using micron-sized powders. However, the electrophysical properties of this ceramic limit the performance of functional electronics. Therefore, the synthesis and study of nanophase high-temperature ceramics with increased density, thermal conductivity, and unique structural and electrophysical properties are highly relevant for electronic engineering and instrumentation.

Objective: To study the influence of titanium dioxide nanoparticles on the electrophysical and mechanical properties of beryllium oxide-based ceramics and to obtain nanocomposite ceramics with high electrical and thermal conductivity for use in specialized electronic equipment.



(a) Microstructure of a ceramic sample BeO + 30 wt.% TiO₂.
(b) Light structural elements correspond to TiO₂, dark ones to BeO:
(a) magnification ×300; (b) magnification ×900.

Expected results: As a result of the project, a technology will be developed for producing a new nanocomposite material based on beryllium oxide ceramics modified with TiO₂ nanoparticles. Compared to commercial products, the developed material will demonstrate higher electrical conductivity, thermal conductivity, and effective absorption of microwave electromagnetic radiation. A fundamentally new nanocomposite material with different TiO₂ nanoparticle ratios will be created.

Fields of application: Enterprises engaged in the production of radio-electronic equipment and instrumentation.