



**НГТУ
НАТИ**



Технологии,
которые работают.

СТРАТЕГИЧЕСКИЙ ПРОЕКТ 2

НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОРЫВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Руководитель проекта
канд. техн. наук, доцент А.Г. Тюрин

Промежуточный отчёт за 2024 г.
Слушание 03.07.2024



ЦЕЛЬ СТРАТЕГИЧЕСКОГО ПРОЕКТА

Обеспечить технологическое лидерство НГТУ НЭТИ в области разработки новых керамических и металлических материалов с уникальными свойствами с применением синхротронных методов их исследования

Задачи проекта:

- Создание передовой научно-исследовательской инфраструктуры (в т. ч. в рамках ЦКП «СКИФ») в области материаловедения для роста объемов исследований и разработок новых материалов, их практического применения.
- Интегрировать компетенции и ресурсы организаций-партнеров для достижения технологического и рыночного лидерства.
- Создание системы подготовки перспективных кадров в сфере современного материаловедения, в т. ч. для ЦКП «СКИФ».
- Создание на базе Техноцентра НГТУ НЭТИ полигона по получению новых материалов, производству опытных образцов и продукции из них:
 - а) керамических материалов с высоким уровнем прочностных свойств, трещино- и износостойкости;
 - б) материалов на металлической основе с особо высоким уровнем коррозионной стойкости;
 - в) других функциональных материалов.



НАПРАВЛЕНИЯ РАБОТЫ

01

Научные станции
НГТУ НЭТИ
в ЦКП «СКИФ»

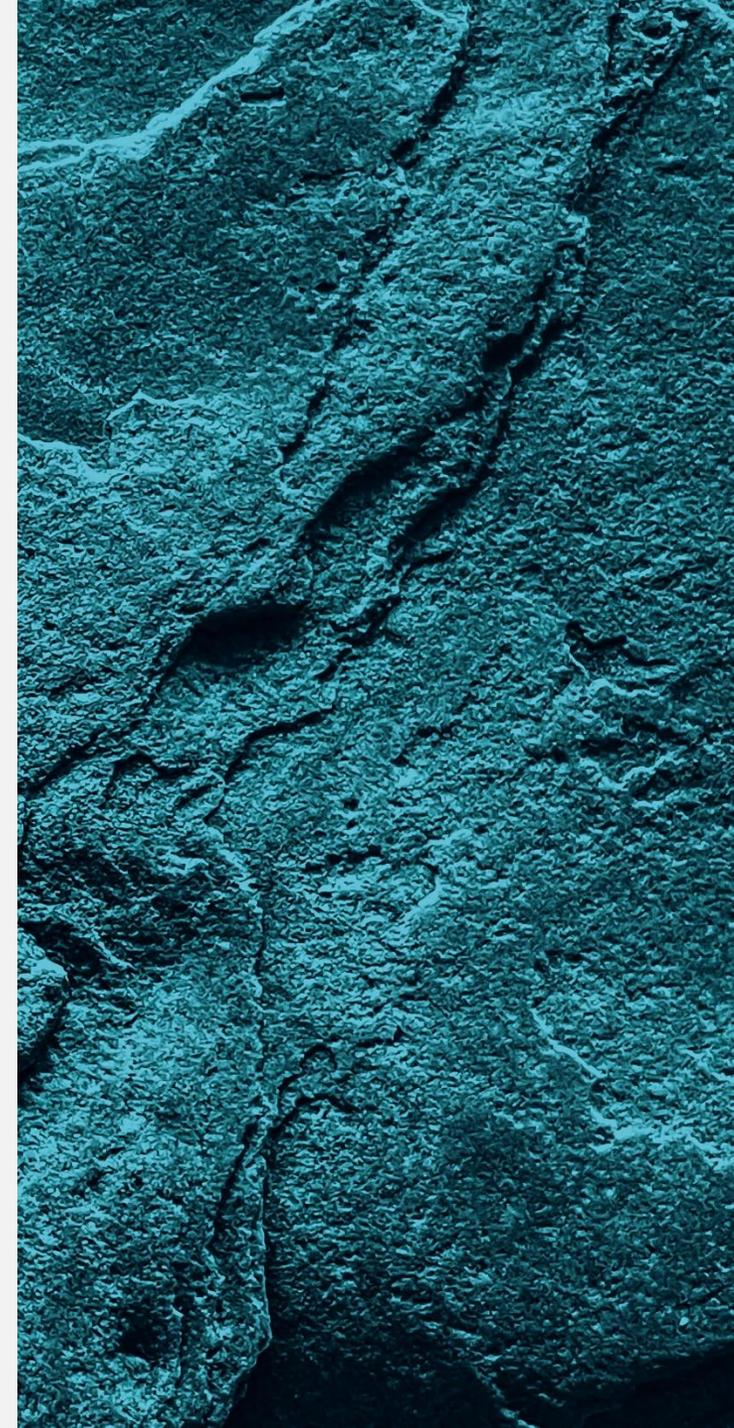
02

Новые
металлические
материалы

03

Композиционные
керамические
материалы

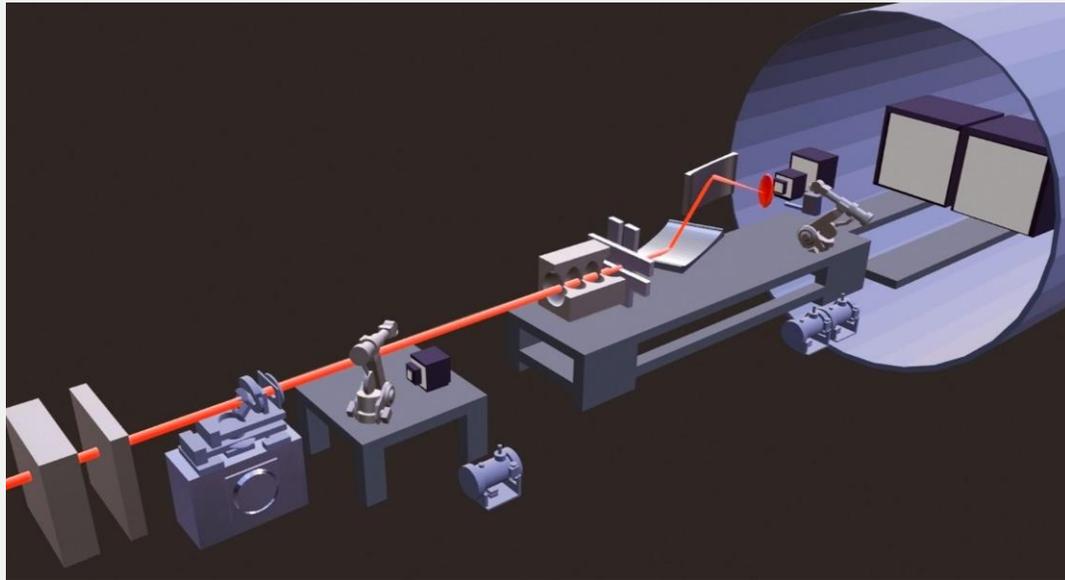
- Создание передовой научно-исследовательской инфраструктуры (в т. ч. в рамках ЦКП «СКИФ») в области материаловедения для роста объемов исследований и разработок новых материалов, их практического применения.
- Разработка новых композиционных керамических материалов для производства импортозамещающей высокотехнологичной продукции.
- Разработка передовых оксидных материалов с особыми магнитными, электрическими и тепловыми свойствами для импортозамещающего производства компонентов электронной техники.



НАУЧНЫЕ СТАНЦИИ НГТУ НЭТИ В ЦКП «СКИФ»

2 проекта станций НГТУ НЭТИ в «СКИФ»

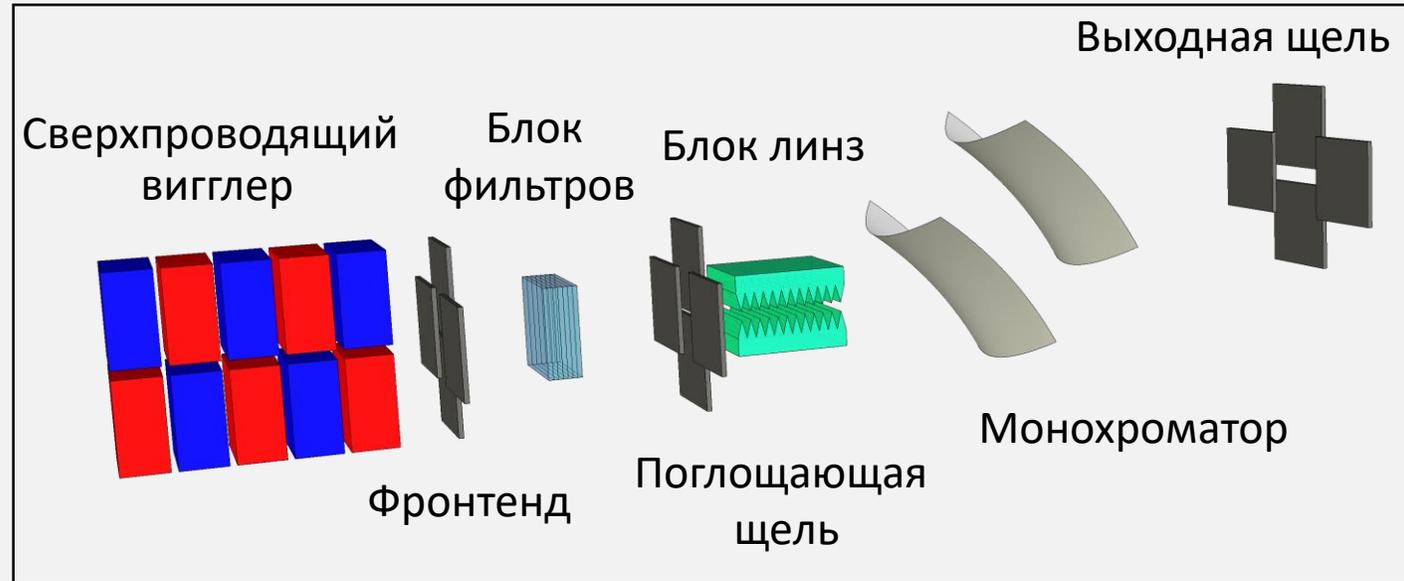
Ондуляторная станция «Материя»



КЛЮЧЕВЫЕ МЕТОДИКИ

- In situ и operando дифракция;
- In situ и operando рентгеновская визуализация;
- Малоугловое (SAXS) и ультрамалоугловое рентгеновское рассеяние;
- Аномальная дифракция, тонкая структура аномальной дифракции;
- Рентгенофлуоресцентная спектроскопия;
- XAFS-спектроскопия;
- Трёхмерная дифракция;
- Темнопольная рентгеновская микроскопия.

Принципиальная схема виглерной станции «Материаловедение»



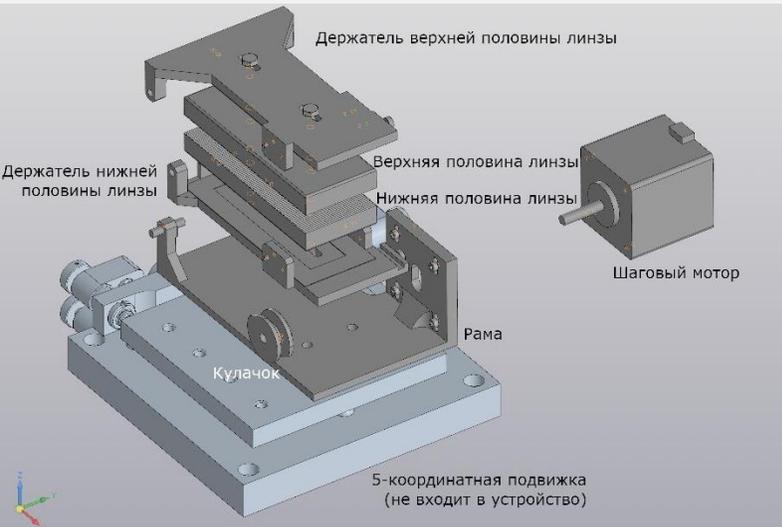
КЛЮЧЕВЫЕ МЕТОДИКИ

- Порошковая дифракция
- In situ и operando дифракция
- РФА
- Текстуальный анализ
- Анализ напряжений
- Элементное картирование
- Радиография + компьютерная томография
- МУРР

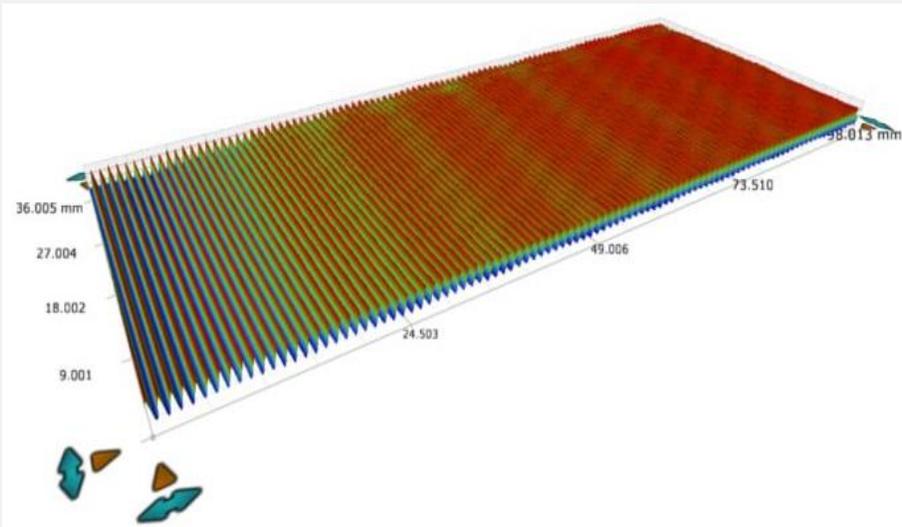
НАУЧНЫЕ СТАНЦИИ НГТУ НЭТИ В ЦКП «СКИФ»

Дизайн мультипризматических линз для станций второй очереди ЦКП «СКИФ»

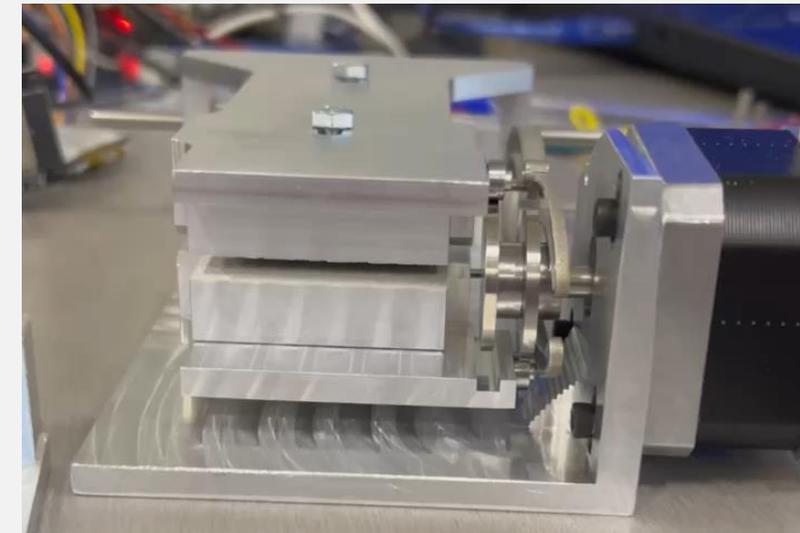
3D-модель устройства



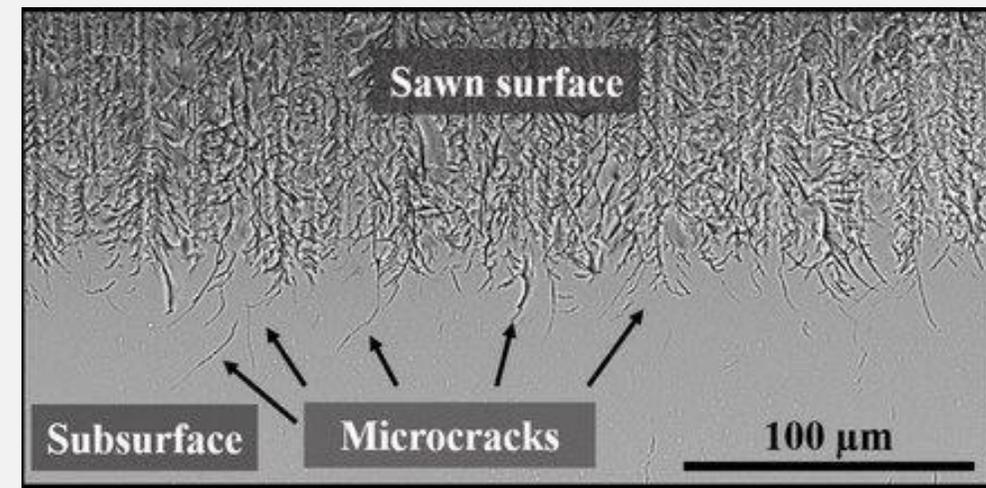
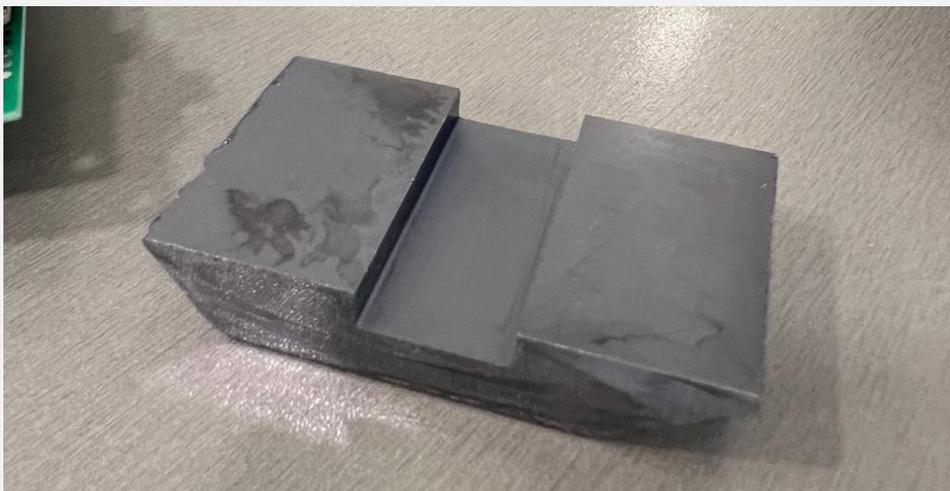
Поверхность линзы



Прототип линзы



2025 г. Разработка технологии обработки монокристаллов кремния для Лауэ-монокроматоров



РЕЗУЛЬТАТЫ РЕАЛИЗАЦИИ СТРАТЕГИЧЕСКОГО ПРОЕКТА

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

- Проведены промышленные испытания опытных партий многогранных режущих пластин, на основе разработанного керамического материала, форм CNGA 120404T и SNGN 120412 (по ISO) на машиностроительных предприятиях РФ.
- Стойкость разработанной керамики превосходит стойкость твердого сплава, рекомендованного для обработки закаленных сталей, в 10 раз и не хуже стойкости пластин ведущего производителя керамики Iscar.
- Адаптирована технология получения режущих пластин под изготовление керамических заготовок для тяжелонагруженных элементов пар трения.
- Изготовлены 2 опытные партии керамических заготовок и переданы на ООО «НПО Центротех» для проведения натурных испытаний.

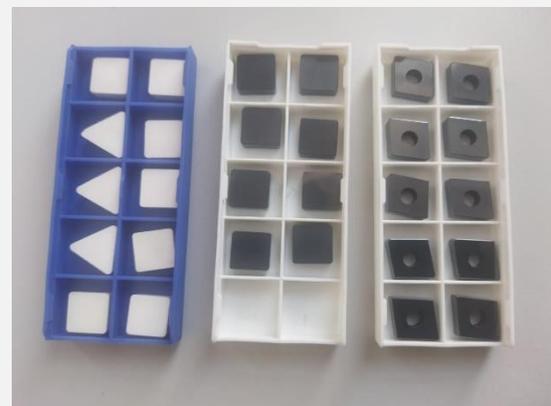
КЛЮЧЕВЫЕ ПАРТНЕРЫ

- АО «Кировградский завод твердых сплавов»
- ООО «Вириал» (Санкт-Петербург)
- ООО «Феррум» (Новосибирск)
- ООО «Норденверк» (Новосибирск)
- КАО «Азот» (Кемерово)

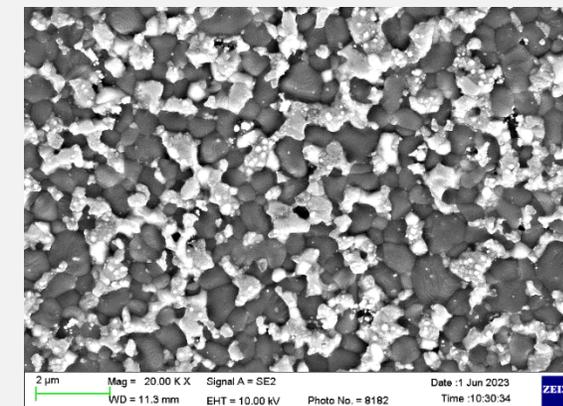
СВОЙСТВА КЕРАМИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА НГТУ

| Свойства материала | Материал IN22, Iscar* | Керамика НГТУ 2024 г. |
|----------------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Предел прочности при изгибе, МПа | 700 | 830 |
| Твердость по Виккерсу, ГПа | 24 | 23,4 |
| Трещиностойкость МПа*м ^{1/2} | 5 | 4,4 |
| Коэффициент теплопроводности, Вт/(м*К) | 33,5 | 29 |

Общий вид режущих пластин



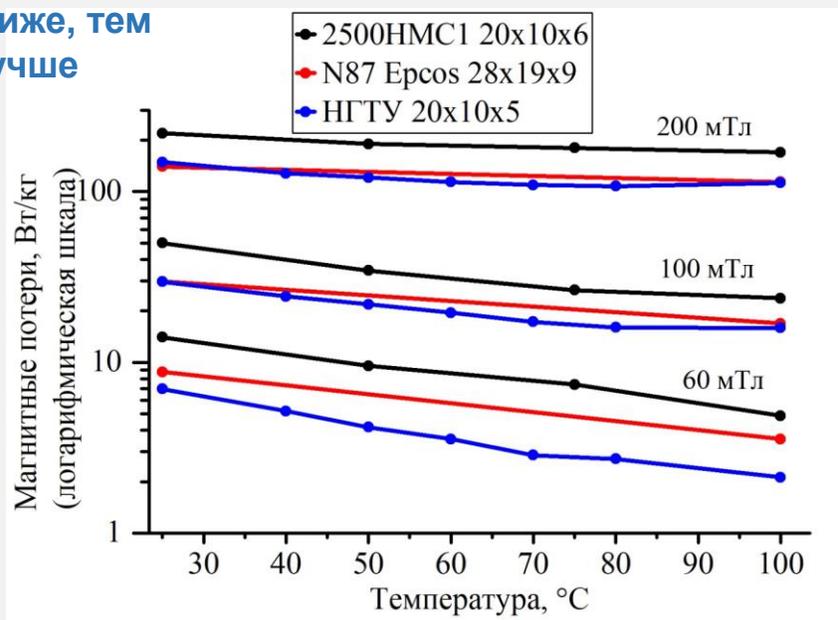
Микроструктура керамики НГТУ



РЕЗУЛЬТАТЫ РЕАЛИЗАЦИИ СТРАТЕГИЧЕСКОГО ПРОЕКТА

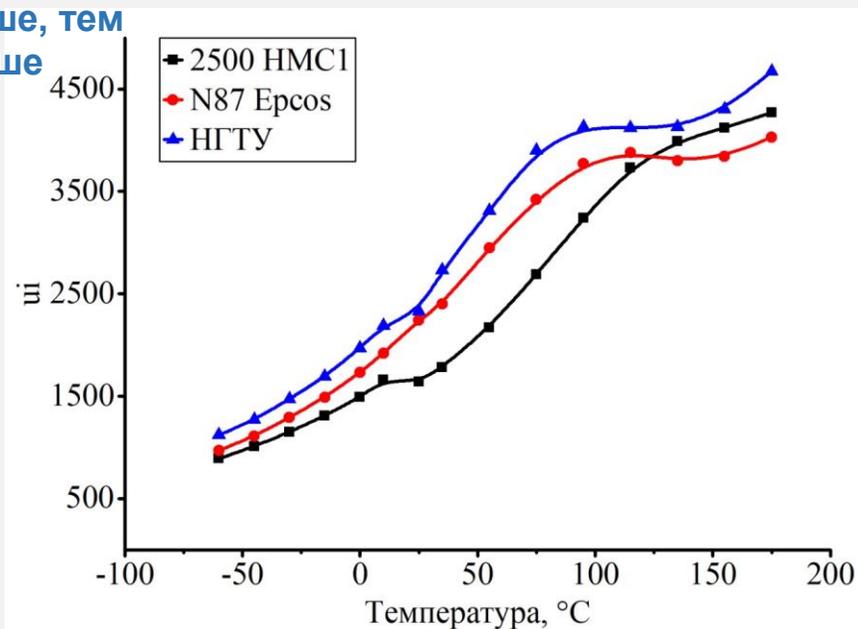
Сравнение температурных зависимостей свойств N87 и материала НГТУ

Чем ниже, тем лучше



Зависимость потерь при частоте переменного тока 100 кГц

Чем выше, тем лучше



Начальная магнитная проницаемость ($B_m < 0.1$ мТл, частота 10 кГц)

| Сердечник | μ_a | B_m при 25 °C (Hm 1200 А/м, f – 10 кГц), мТл | B_m при 100 °C (при Hm 1200 А/м, f – 10 кГц), мТл | H_c при 25 °C (Hm 1200 А/м, f – 10 кГц), А/м | H_c при 100 °C (Hm 1200 А/м, f – 10 кГц), А/м | P_s при 500 кГц, 100 мТл, 100 °C (Вт/кг) |
|--------------------------|---------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 2500 HMC1 кольцо 20x10x6 | 4300 | 460 | 370 | 27 | 17.8 | 428 |
| N87 EPCOS кольцо 29x19x9 | 4400 | 490 | 390 | 21 | 13 | 330 |
| НГТУ кольцо 20x10x5 | 4400 | 490 | 390 | 19 | 15 | 336 |

РЕЗУЛЬТАТЫ РЕАЛИЗАЦИИ СТРАТЕГИЧЕСКОГО ПРОЕКТА

Образцы сердечников из марганец-цинковых ферритов изготовленные в НГТУ

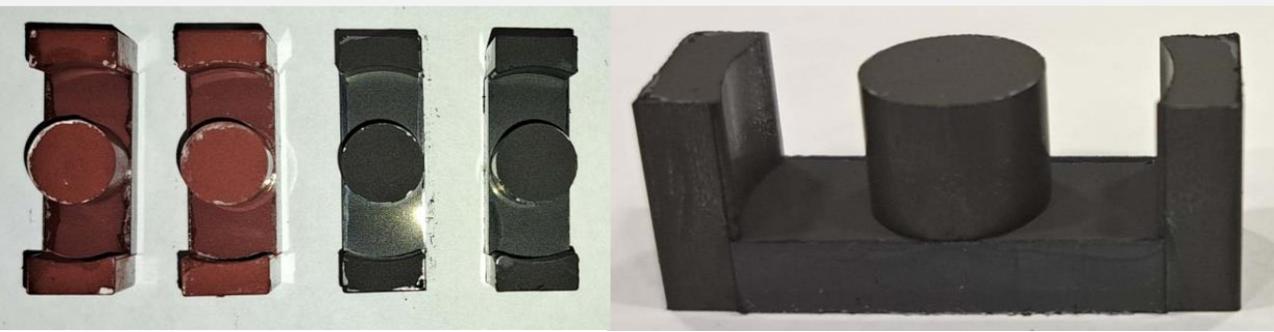
Кольцевые и тороидальные



АО «Улан-Удэнское приборостроительное производственное объединение»

АО «ЗАСЛОН»
(г. Санкт-Петербург)

Заготовки ETD ферритов

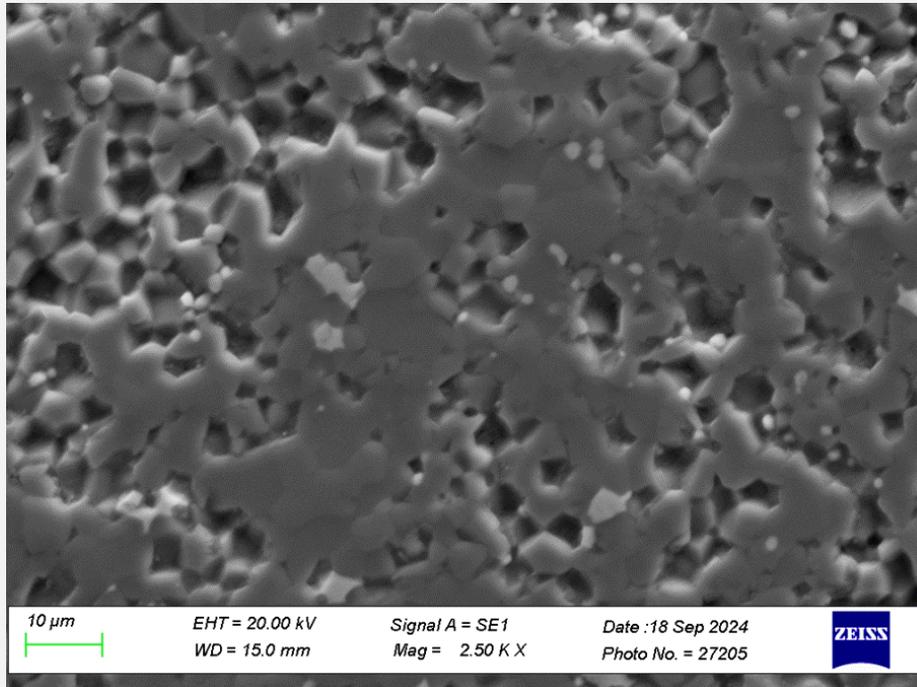


| Материал | Начальная магнитная проницаемость при 25 °С |
|-----------------------------------|---------------------------------------------|
| Различные марки 2500 НМС (Россия) | 2500±30% |
| N87 EPCOS (TDK) (Германия/Япония) | 2200±25% |
| 3С94 Ferroxcube (Тайвань) | 2300±20% |
| CF139 COSMO (Индия) | 2100±20% |
| PL7amwha (Южная Корея) | 2400±25% |
| Материал НГТУ | 2300±25% |

РЕЗУЛЬТАТЫ РЕАЛИЗАЦИИ СТРАТЕГИЧЕСКОГО ПРОЕКТА

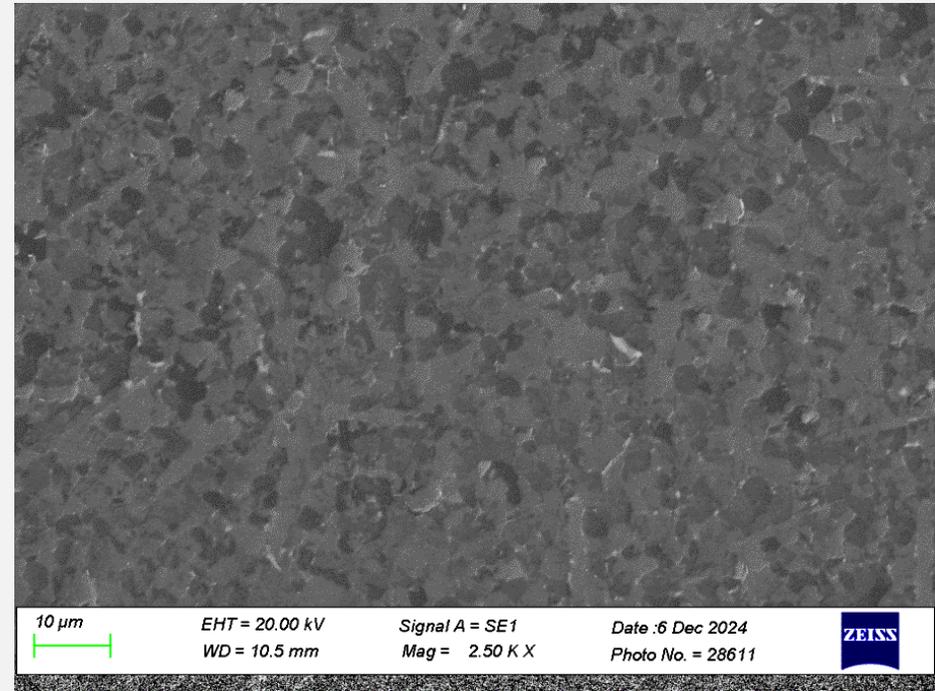
Теплопроводная алюмонитридная керамика

Структура коммерческого аналога



Отн. плотность: 97 %, средний размер зерен 2,8 мкм

Материал НГТУ



Отн. плотность: 99 %, средний размер зерен 2,5 мкм

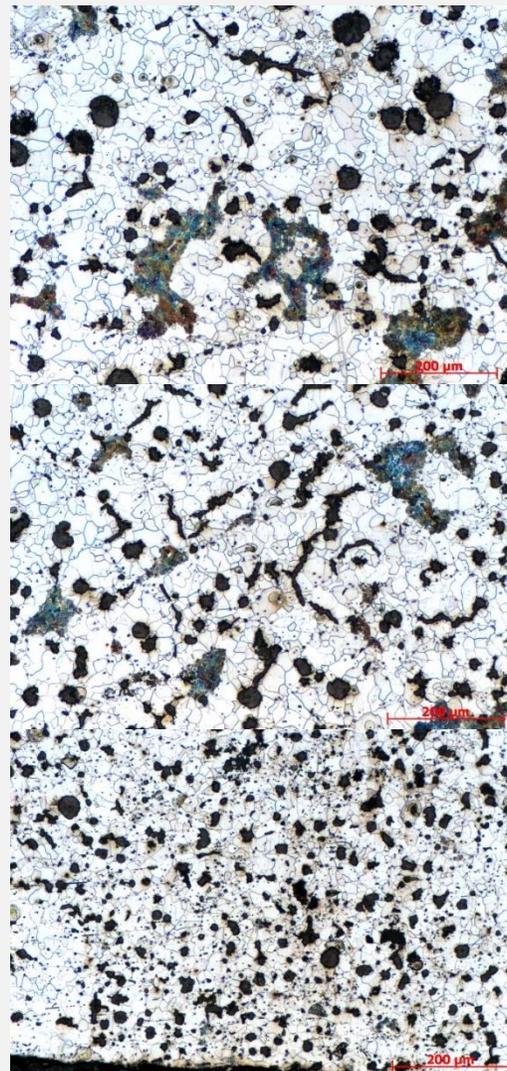
Макет материала теплопроводной керамики
Ноу-хау приказ № 3/ДСП от 18.10.2024

РАЗРАБОТКА СОСТАВА, ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ЧУГУННЫХ ФОРМОКОМПЛЕКТОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СТЕКОЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ

РЕЗУЛЬТАТ 2022 ГОДА:

- Получены новые составы чугунов с градиентным строением, обладающие повышенными триботехническими свойствами при повышенных температурах и технология получения изделий из них
- Изготовлена технологическая оснастка для литья стекольной тары для проведения промышленных испытаний

Внешняя
сторона



Рабочая
поверхность



Чистовая стеклоформа



Черновая
стеклоформа

РАЗРАБОТКА НОВЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ С ПОВЫШЕННЫМ УРОВНЕМ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ РАБОТАЮЩИХ В ОСОБО АГРЕССИВНЫХ СРЕДАХ

РЕЗУЛЬТАТ 2022 ГОДА:

- Разработаны металлические материалы с высокой коррозионной стойкостью в концентрированных растворах кипящих кислот для изделий химической промышленности

| Состав покрытия (основной металл сталь 12X18H9T) | Скорость коррозии, мм/год | | Износостойкость |
|--------------------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|-----------------|
| | H ₂ SO ₄ (кип.) | HNO ₃ (кип.) | |
| 12X18H9T (эталон) | 1,40 | 0,05 | 1 |
| Титановый сплав ВТ 14 | | 0,477 | - |
| B + Cr (10 мас. %) | 0,81 | 0,02 | 5,0 |
| B + Ni (10 мас. %) | 0,99 | 0,05 | 4,2 |
| B + Fe (10 мас. %) | 1,17 | 0,10 | 5,3 |

| Состав покрытия (основной металл ВТ 1-0) | | |
|------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| 80,68 % Ti | 15,57 % Ta | 3,75 % Nb |
| Вид кислоты | Условия эксперимента | Скорость коррозии, мм/год |
| HNO ₃ | Концентрация 65 %, T=120 °C | 0,007 |

| Состав покрытия (основной металл ВТ 1-0) | | |
|------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| 77,6 % Ti | 22,4 % Ta | |
| Вид кислоты | Условия эксперимента | Скорость коррозии, мм/год |
| HNO ₃ | Концентрация 65 %, T=120 °C | 0,003 |

| Состав покрытия (основной металл сталь 20) | | |
|--------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Аналогичен стали 12X18H10T | | |
| Вид кислоты | Условия эксперимента | Скорость коррозии, мм/год |
| HNO ₃ | Концентрация 65 %, T=120 °C | 0,61 |

ПЛАНЫ РЕАЛИЗАЦИИ СТРАТЕГИЧЕСКОГО ПРОЕКТА



РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ШЛИФОВАНИЯ И ПОЛИРОВАНИЯ МОНОКРИСТАЛЛОВ КРЕМНИЯ ДЛЯ ЛАУЭ-МОНОХРОМАТОРОВ
Заинтересованные организации (ЦКП «СКИФ», КТИ НП, Станция 1-5, Станция 2-1, ЦКП «СИЛА»)



РАЗРАБОТКА КЕРАМИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЗАГОТОВОК ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТЯЖЕЛОНАГРУЖЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПАР ТРЕНИЯ *(заказчик АО «ТВЭЛ» входит в ГК «Росатом»)*



ПОЛУЧЕНИЕ СИЛОВОГО ФЕРРИТА С РАБОЧИМ ДИАПАЗОНОМ ДО 1 МГЦ
(АО «Улан-Удэнское приборостроительное производственное объединение»)



РАЗРАБОТКА АЛЮМОНИТРИДНОГО ТЕПЛОПРОВОДНОГО КЕРАМИЧЕСЕСКОГО МАТЕРИАЛА НЕ ХУЖЕ ЗАРУБЕЖНЫХ АНАЛОГОВ



РАЗРАБОТКА И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ФОРМОКОМПЛЕКТОВ ДЛЯ СТЕКЛОФОРМУЮЩИХ МАШИН В ООО «СИБИРСКОЕ СТЕКЛО»



УЧАСТИЕ СОВМЕСТНО С УУПО В ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ КОНКУРСАХ РФ