



НИИГРАФИТ | ГИРЕДМЕТ | ВНИИХТ

Основные научные направления деятельности АО «НИИГрафит»

Разработка и производство углеродных и композиционных материалов
для высокотехнологичных отраслей промышленности

Госкорпорация «Росатом» в рамках Научного дивизиона сформировала Химико-технологический кластер (ХТК), включающий в себя три ключевых института - АО «НИИГрафит», АО «Гиредмет» и АО «ВНИИХТ». Это системообразующая структура, стимулирующая инновации и поддержку научно-технического прогресса в атомной, химической, редкометалльной, графитовой и смежных отраслях российской промышленности. ХТК является интегратором научных исследований, прикладных разработок и промышленного производства, обеспечивает высокую синергию между различными этапами научно-технологического цикла. У нас создаются новые технологии, проводятся эксперименты и испытания, налажено производство нестандартного оборудования, малотоннажный выпуск критически важных материалов.

НАШИ ПРЕИМУЩЕСТВА:

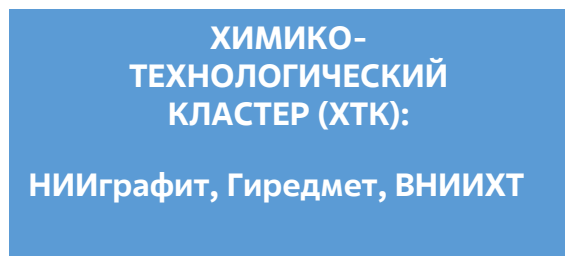
проекты от базового технологического проектирования до полного инженерингового обслуживания

автономное ключевое оборудование, а также полностью автоматизированные системы или установки «под ключ»

технологии ХТК готовы к масштабированию на промышленные схемы реальных производств

наш подход к НИОКР в разы ускоряет поиск оптимального решения для достижения целевых коммерческих показателей





ИНТЕГРАЦИЯ:

Фундаментальная наука →

Прикладные исследования и разработки →

Внедрение в производство

КЛЮЧЕВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ:

- **РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ:**

- ✓ Новых материалов, особочистых веществ, РЗ и РЗМ и технологий их производства

- **КОНСТРУИРОВАНИЕ И ПРОИЗВОДСТВО НЕСТАНДАРТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

- **ОПТИМИЗАЦИЯ И СОЗДАНИЕ ПРОИЗВОДСТВ**

СТРУКТУРА ХТК:

- ✓ Научно-технические подразделения
- ✓ Опытно-экспериментальная база
- ✓ Собственное производство
- ✓ Метрология

РЕЗУЛЬТАТ: СИНЕРГИЯ И НЕПРЕРЫВНОСТЬ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЦИКЛА



ГИРЕДМЕТ
РОСАТОМ



АО «Гиредмет» - основан в 1931 году

Государственный научно-исследовательский и проектный институт редкометаллической промышленности «Гиредмет» — ведущая координирующая научно-исследовательская и проектная организация материаловедческого профиля госкорпорации «Росатом». Институт специализируется на разработке новых материалов на основе редких металлов, их соединений и сплавов, высокочистых веществ, полупроводниковых материалов, наноматериалов и нанотехнологий.



ВНИИХТ
РОСАТОМ



АО «ВНИИХТ» - основан в 1951 году

Всероссийский научно-исследовательский институт химической технологии - единственное в стране научное учреждение, осуществляющее полный цикл научно-исследовательских и опытно-промышленных работ. Разрабатывает технологии и создает на их основе промышленные производства для переработки урановых, литиевых, бериллиевых и других редкометаллических руд с получением урана, лития и их соединений, а также конструкционных металлов.



НИИГРАФИТ
РОСАТОМ



АО «НИИГрафит» - основан в 1960 году

Научно-исследовательский институт конструкционных материалов на основе графита – комплексный научно-производственный центр в области исследования и создания углеродных материалов для авиакосмической техники, атомной энергетики, металлургии, нефтегазового комплекса и медицины. В АО «НИИГрафит» разработано более 400 марок углеродных материалов, уникальных по своим свойствам и характеристикам.

ВВЕДЕНИЕ. УНИКАЛЬНОСТЬ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Углеродные материалы, за счет возможностей управления формированием структуры, могут иметь уровень свойств, лежащий в широчайшем диапазоне



Широкий диапазон электропроводности и теплопроводности (от 1 до 1200 Вт/м·К)



Антифрикционные (минимальный коэффициент трения) и фрикционные материалы (регулируемый коэффициент трения)



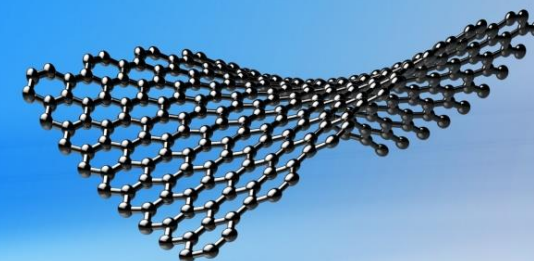
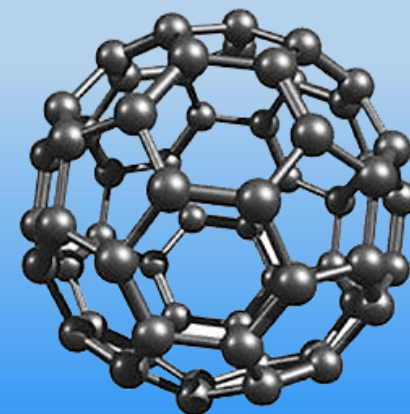
Широкий температурный диапазон применения:
от -250°C до +3000°C
(кратковременно до 3600°C)



Рост физико-механических свойств до температуры **2400°- 2600°C**, снижение при **3000° C** до уровня значений при комнатной температуре



- Не растворяются в растворителях органического и неорганического происхождения
- Не взаимодействуют с большинством кислот
- Не взаимодействуют с растворами щелочей независимо от концентрации
- Стоек к растворам плавиковой и фосфорной кислот при любой температуре





ОПЫТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО:

Технологические участки, оснащенные необходимым оборудованием: подготовка сырьевых материалов, прессовое хозяйство, печи (в том числе высокотемпературные), 3D-принтеры, фрезерные и ЧПУ-станки



УНИКАЛЬНОЕ ИСПЫТАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ:

Уникальное испытательное оборудование для проведения структурного анализа, дефектоскопии, физико-механических, климатических, коррозионных испытаний и исследования химического состава и физико-химических свойств



ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР

Принимает участие в сертификации продукции в части проведения испытаний как аккредитованная лаборатория. Аккредитован в Росавиации и в ААЦ «Аналитика»

Компетенции: определение физико-химических, механических, тепло- и электрофизических свойств



РАЗРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ, ТЕХНОЛОГИЙ И СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ОБОРУДОВАНИЯ



РАЗРАБОТЧИК И ДЕРЖАТЕЛЬ НТД

Разработка и актуализация нормативно-технической документации, осуществление авторского надзора.



СЕРТИФИЦИРОВАННАЯ СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА

КОНСТРУКЦИОННЫЕ ГРАФИТЫ:



МППГ-7

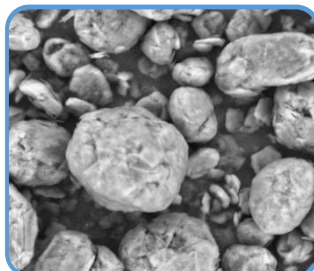
- Плотность - 1,8 г/см³ (высший сорт)
- Прочность при сжатии - не менее 103 МПа, при изгибе - не менее 49 МПа
- Температура до 2500°C (кратковременно), длительная работа до 2000°C в вакууме
- Экстремальная термостойкость, стойкость к нефтесодержащим средам



ИЗОСТАТИЧЕСКИЙ ГРАФИТ

- Плотность - 1,74-1,85 г/см³
- Прочность при сжатии не менее 90 МПа, при изгибе не менее 45 МПа.
- Изотропность
- Высокая термостойкость и термоударная стойкость

ХИМИЧЕСКИЕ ИСТОЧНИКИ ТОКА:



УГЛЕРОДНЫЙ АНОДНЫЙ МАТЕРИАЛ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

с емкостью, превышающей традиционный углеродный анодный материал



ПОРОШКИ ИСКУССТВЕННОГО ГРАФИТА

Фракционный состав по требованию заказчика

- Чистота ОСЧ 7-4

АНТИФРИКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ:



НИГРАН-В

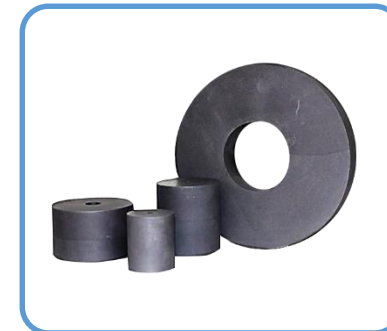
- Низкая газопроницаемость



АТГ

- Температура до 650°C
- Давление до 2,4 МПа
- Скорость скольжения до 160 м/с
- Повышенная стойкость к окислению

Применение: узлы трения авиадвигателей, системы кондиционирования.



7В-2А

- Температура от -200°C до +180°C
- Давление до 2 МПа
- Скорость скольжения до 20 м/с

Применение: подшипники скольжения.

УГЛЕРОД - КАРБИДОКРЕМНИЕВЫЕ МАТЕРИАЛЫ: СИЛИЦИРОВАННЫЙ ГРАФИТ, РЕАКЦИОННО-СВЯЗАННЫЙ КАРБИД КРЕМНИЯ

СИЛИЦИРОВАННЫЙ ГРАФИТ (СГ-П, СГ-М)

- Уникальная стойкость к агрессивным средам и многократным тепловым ударам
- Высокая жаропрочность и жаростойкость
- Низкий коэффициент трения при высоких нагрузках и скоростях (СГ-П по СГ-П)
- Повышенная окислительная стойкость в кислородосодержащих средах при высоких температурах

Эксплуатационные параметры:

- Температура до + 500°C
- Скорость скольжения до 40 м/с
- Нагрузки до 15 МПа

Применение: Узлы трения (подшипники, уплотнения), работающие в агрессивных средах (насосы)

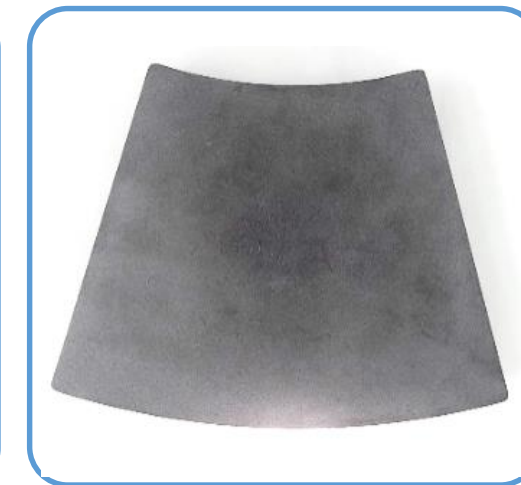
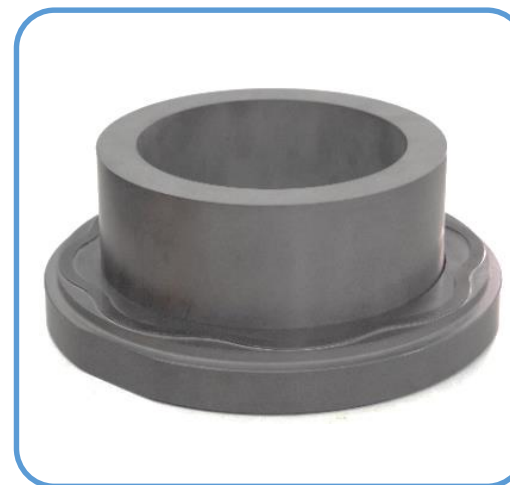


РЕАКЦИОННО-СВЯЗАННЫЙ КАРБИД КРЕМНИЯ

Эксплуатационные параметры:

- Температура эксплуатации до +1500°C
- Твердость (HRB) более 110
- Прочность при сжатии более 1600 МПа

Применение: Узлы трения (подшипники, уплотнения), работающие в агрессивных средах (насосы), нагреватели печей, конструкционная керамика



УГЛЕРОДНЫЕ ТЕКСТИЛЬНЫЕ СТРУКТУРЫ (ВОЛОКНА, ТКАНИ, ВОЙЛОК) НА ОСНОВЕ ПОЛИАКРИЛОНИТРИЛА, ЦЕЛЛЮЛОЗЫ И МЕЗОФАЗНОГО ПЕКА

УГЛЕРОДНАЯ ТКАНЬ УРАЛ - это отечественный материал, изготавливаемый на основе гидратцеллюлозного сырья, подлежащего многоступенчатой обработке, включающей в себя химическую обработку, пиролиз, карбонизацию и графитацию.

Ключевые характеристики:

- Температура эксплуатации до 3000 °С в среде без кислорода и до 450 °С на воздухе
- Химическая стойкость к кислотам, щелочам и растворителям
- Обладает электропроводностью
- Имеет простой химический состав: массовая доля углерода 96-99% (в зависимости от марки)
- Низкая объемная плотность: 1,4 г/см³ (на 20% легче волокон на основе ПАН)
- Высокая сорбционная активность
- Биосовместима
- Легко подвержена раскрою, сшивке и пробивке
- Хорошо пропитывается смолами

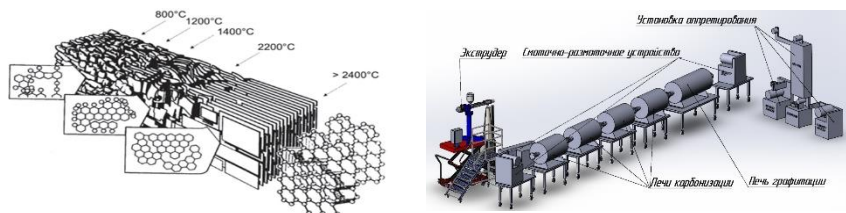
Применение:

- Углерод-углеродные композиционные материалы
- Аблирующие теплозащитные композиты
- Высокотемпературная изоляция и оснастка вакуумных печей
- Углепластики для изготовления подшипников скольжения
- Гибкие и жесткие электронагреватели
- Радиоэкранирующие материалы
- Атравматические материалы

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РАЗРАБОТКИ: Технологии получения высокомодульных углеродных волокон на основе изотропных и мезофазных пеков

Цель: Получение углеродных волокон, превосходящих по свойствам аналоги на основе ПАН-прекурсора и вискозы (высокий модуль упругости, теплопроводность, низкий «околонулевой» коэффициент термического расширения)

Применение: Армирующий компонент УУКМ и ПКМ для изделий различных отраслей промышленности, материалы для космоса. Функциональные композиты для применения в системах теплоотвода



УГЛЕРОД-УГЛЕРОДНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ (УУКМ)

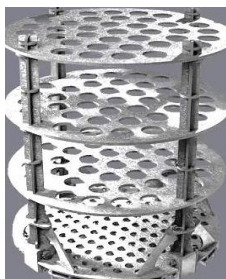
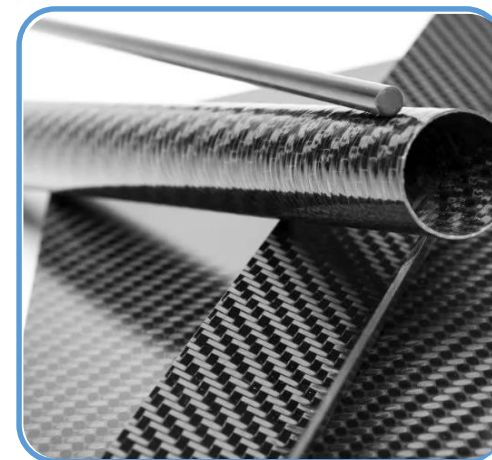
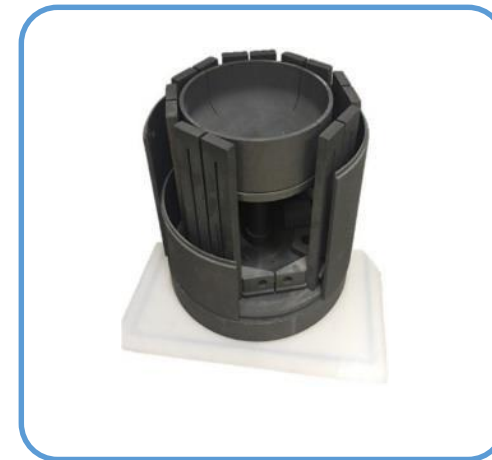
Состав: Углеродная матрица, полученная методом изостатической карбонизации при высоких температурах (кокс каменноугольного пека, кокс синтетических смол, например, фенольной смолы), армированная углеродными текстильными структурами.

Ключевые характеристики:

- Выдерживают температуры до 3000°C
- Легче стали на 30%, прочнее на 40%
- Устойчивы к агрессивным средам и коррозии
- Эрозионная стойкость в высокоэнтальпийных газовых потоках
- Сохраняют механическую стойкость, работоспособность и физико-механические характеристики в широком температурном интервале (до 3000°C)

Применение:

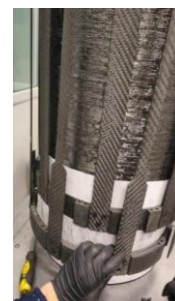
- Теплозащита носовых обтекателей летательных аппаратов
- Тормозные диски для авиации
- Конструкционные элементы для атомной энергетики, авиации и космической техники (работоспособность до 3000°C в инертной среде/вакууме)
- Детали тепловых узлов термического оборудования (крепежные элементы, токоподводы, нагреватели, теплозащитные экраны, оснастка высокотемпературных печей)



Оснастка для термообработки



Цилиндрический нагреватель



Детали теплового узла

ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ (ПКМ)

Армирование: Углеродные, арамидные, минеральные и гибридные текстильные структуры

Матрица: Термопластичные и термореактивные полимеры

Технологии изготовления: Контактное формование, вакуумная инфузия, автоклавное формование, намотка, прессование, 3D-печать

Изготавливаемые изделия: Корпусные изделия, трубы, валы, облицовочные панели, баллоны высокого давления, пропеллеры, лопасти, обтекатели, формообразующая оснастка

ПЕРСПЕКТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ НИР

- **Разработка и внедрение термопластичных препрегов** (на основе стеклянной, базальтовой и углеродной тканей).
- Преимущества термопластичных материалов: неограниченный срок хранения препрегов, минимальное влагонасыщение, высокая трещиностойкость, повышенная температура эксплуатации изделия (до 230°C), ремонтпригодность
- **Технологии получения:** автоматическая укладка (ATL), штамповка (Stampforming).
- **Применение:** авиация (шпангоуты, обтекатели, топливные баки), трубопроводы, корпусные элементы автомобилей, полимерно-армированные трубы

ДРУГИЕ РАЗРАБОТКИ

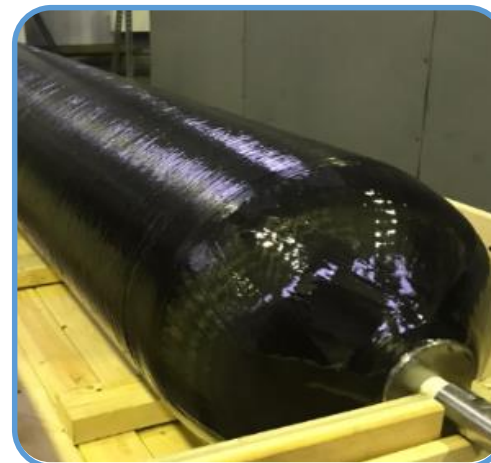
Изготовление изделий из прессоволокнита ЭПАН-2Б

Основные характеристики

- Стойкость к агрессивным средам и высоким температурам
- Антифрикционные свойства

Применение:

- Детали для атомной, нефтегазовой, авиакосмической отраслей
- Разработка элементов индивидуальной бронезащиты
- Разработка радиопоглощающих и экранирующих ЭМИ материалов



ТЕПЛОРАССЕИВАЮЩИЕ ТЕРМОПРОКЛАДКИ (ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И ПРОВОДЯЩИЕ) (АНИЗЭЛАСТ-Д, -Г, -М)

1. Высокоанизотропные материалы для охлаждения электронных устройств.

Основные характеристики:

- Теплопроводность до **70 Вт/м·К** при обеспечении высоких адгезионных характеристик, технологичности монтажа и деформируемости
- Возможность изготовления диэлектрических материалов (диэлектрическая проницаемость 3,5 при объемном сопротивлении более 10^{13} Ом·см)
- Диапазон эксплуатации -60..+150°C

Применение: процессорные узлы, печатные платы, системы связи.

2. ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПЛЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (МПКСГ):

Основные характеристики:

- В 3-4 раза легче пьезокерамики при сопоставимом пьезомодуле
- Широкополосность
- Высокие диэлектрические характеристики
- Искключительная акустическая податливость

Применение: гидроакустика (антенны, гидрофоны), УЗИ-датчики, сенсоры, робототехника, активные системы снижения заметности

3. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЭНЕРГЕТИКИ

Компоненты химических источников тока:

- Аноды, катоды, биполярные пластины
- Газодиффузионные слои для топливных элементов (включая водородные и алюминий-воздушные)
- Компоненты Li- и Na-ионных аккумуляторов (проводящие добавки и анодные материалы)

4. БИОМЕДИЦИНСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

- Разработка углеродных эндопротезов (тазобедренный сустав)
- Исследование применения термопластов в эндопротезировании (череп, суставы)
- Датчики проводимости для приборов (гемодиализ и др.)



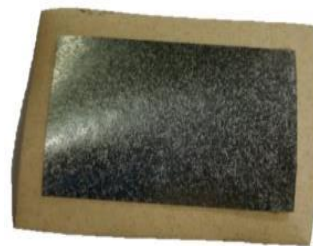
АНИЗЭЛАСТ-Д



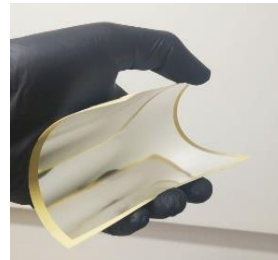
АНИЗЭЛАСТ-Г



АНИЗЭЛАСТ-М



ПЛЕНОЧНЫЙ КОМПОЗИЦИОННЫЙ ПЬЕЗОМАТЕРИАЛ (МПКСГ)



РАЗРАБОТКА УНИКАЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИЙ ПОЛУЧЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ

Для керамики: 3D-принтер, совмещающий LDM (экструзия) и SLA (стереолитография) для SiC-керамики и керамоматричных композитов.

Изготовление изделий из керамического композиционного материала на основе карбида кремния

Основные характеристики:

- Температура эксплуатации до $+1500^{\circ}\text{C}$
- Прочность при сжатии более 1600 МПа
- Возможность дискретного армирования углеродными и карбидокремниевыми волокнами

Применение: Узлы трения (подшипники, уплотнения) в агрессивных средах, насосы, конструкционная керамика, теплонагруженные узлы



Для полимеров: 3D-принтер для печати дискретно и непрерывно армированными высококонструкционными (PPS, PEEK, PEKK и др.) полимерными жгутами (высоконагруженные изделия для авиации, атомной отрасли)

Особенности полимерного 3D-принтера:

- Уникальная система двойного охлаждения принтера
- Регулируемая двухэкструдерная головка
- Высокотемпературная камера печати, выдерживающая нагрев до 180°C

Разработка материалов для печати, в том числе для стереолитографии

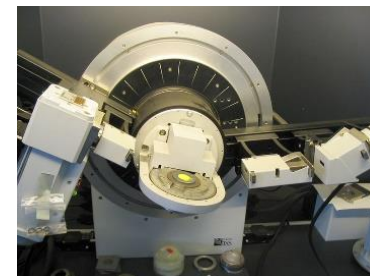


Испытательный центр АО «НИИГрафит» обладает современной испытательной и метрологической базой и осуществляет комплекс работ по проведению физико-химических, физико-механических, тепло- и электрофизических и других видов испытаний материалов различного назначения на основе углерода (графиты; волокна; ткани; углерод-углеродные композиционные материалы, углепластики; углерод-керамические материалы, и др.) и изделий из них, в том числе в целях подтверждения соответствия нормативно-технической документации.

Центр обеспечивает контроль качества на всех этапах производства материалов: от сырья до готовых изделий, используя более 200 методик и государственных стандартов проведения различных видов испытаний. ИЦ имеет аккредитацию в Росавиации и ААЦ «Аналитика» и использует аттестованные средства измерений и оборудование, необходимое для решения различных исследовательских задач.

Основные направления и возможности испытаний:

- Структурный анализ: рентгеновская микротомография, рентгенофазовый анализ, рамановская спектроскопия, сканирующая электронная микроскопия, томография
- Механические испытания при комнатной и высоких температурах (до 3000 °C)
- Исследование химического состава и физико-химических свойств: элементный анализ, определение плотности, пористости, удельной поверхности, удельного электросопротивления, теплопроводности (при комнатной и высоких температурах (до 2500 °C)), коэффициента линейного термического расширения (при комнатной и высоких температурах (до 3000 °C)), термогравиметрический и калориметрический анализ и т.д.
- Климатические и коррозионные испытания
- Дефектоскопия: рентгенографические и рентгенотелевизионные исследования, ультразвуковой контроль



Парк уникального испытательного оборудования включает в себя:

- Установки разработки АО «НИИГрафит»
 - для испытаний на прочность при температурах до 3273 К,
 - для исследования теплозащитных свойств материалов в высокотемпературном потоке газа (ВТГГ-1),
 - для определения коэффициента теплопроводности при температуре от 293 К до 303 К и от 1500 К до 2800 К,
 - для определения температурного коэффициента линейного расширения твердых материалов в интервале температур от 283 до 3273 К
- Испытательные машины (Zwick/Roell Z250, Z010)
- Спектральные анализаторы (Bruker S8 Tiger, ДФС-8, МФС-12, ФТ-801)
- Рентгеновский микротомограф (Bruker SkyScan 1272)
- Рентгеновский дифрактометр (Bruker D8 Advance)
- Сканирующий электронный микроскоп (Hitachi FlexSEM1000II)
- Синхронный термический анализатор (Netzsch STA 449 F1 Jupiter)
- Конфокальный рамановский микроспектрометр (Renishaw inVia Reflex)
- Рентгентелевизионная установка (FILIN-239)
- Рентгеновские аппараты (ИНТРОВОЛЬТ-180, -275, ЭКСТРАВОЛЬТ-300)
- Климатические камеры, камера соляного тумана



АО «НИИГрафит» способно обеспечить отечественных производителей широкой номенклатурой углеродных материалов и изделий, не уступающих мировым аналогам

Это позволяет исключить зависимость высокотехнологичных отраслей экономики от поставок иностранных производителей

КЛЮЧЕВЫЕ ПАРТНЕРЫ И ЗАКАЗЧИКИ



ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННЫЙ КОМПЛЕКС



НЕФТЕГАЗОВЫЕ КОМПАНИИ



НАУЧНЫЕ ОРГАНИЗАЦИИ И ВУЗЫ



Спасибо за внимание