Группа компаний «Куранты»
Российская Федерация, 105066, г. Москва, ул. Новорязанская, 31/7, корп. 22
тел/факс +7 (495) 645-98-21, E-mail:info@kuranty.pro,commerce@kuranty.pro

Результаты термоиспытаний многослойных жаропрочных керамических композитов

В 2016 году специалистами ИФПМ СО РАН разработана лабораторная технология получения слоистых высокотемпературных керамических композитов на основе ZrB_2-SiC-ZrO_2, с покрытием HfC, в качестве верхнего слоя. Слои расположены в порядке уменьшения теплопроводности: нижний слой диоксид циркония, верхний – диборид циркония с добавлением карбида кремния).

Image not found

Сечение многослойного высокотемпературного керамического композита

Сечение многослойного высокотемпературного керамического композита

К настоящему времени проведены тепловые испытания полученных композитов.

Испытания образцов производились на плазмотроне с воздухом в качестве плазмообразующего газа при давлении 100 мбар. Температура в испытаниях варьировалась от 2100 до 2900°С. При параметрах экспериментов (давление 100 мбар и мощность около 200 кВт) кислород потока воздуха в плазмотроне полностью диссоциирован и образуется химически активный атомарный кислород, который создает поверхностные пленки окислов. В результате вес всех образцов увеличился.

Тепловые испытания на плазмотроне многослойного высокотемпературного керамического композита

Длительность воздействия температуры и прирост массы:

Образец №1. Температура 2150°С, длительность воздействия температуры составила 25 секунд. Прирост массы составил 0.0113г.

Образец №2. Температура 2200-2300°С, длительность воздействия температуры 25 и 10 секунд. Прирост массы составил 0.0326г.

Image not found Image not found

Образец 2 до испытаний Образец 2 после испытаний

До: После:

Образец №4. Температура 2150°С, длительность воздействия температуры 125 секунд. Прирост массы составил 0.0253г.

Image not found Image not found

Образец 4 до испытаний Образец 4 после испытаний

До: После:

Образец №5. Температура 2800-2900°С, длительность воздействия температуры 80 и 20 секунд. Прирост массы после отжига составил - 0.2016 г.

Задачами разработки явилось создание комплекса базовых технологических решений для получения нового поколения теплоизоляционных керамических композиционных материалов и термостойких покрытий, работоспособных в агрессивных средах при температурах не менее 3000°К, отличающихся повышенной многоцикловой термостойкостью, высокими удельными термомеханическими характеристиками.

Современное прогнозирование повышения эксплуатационных характеристик керамических композиционных материалов становится возможным посредством создания пористой градиентной структуры. В качестве основных компонентов таких композитов следует рассматривать соединения на основе Циркония. Гетерофазные керамики на основе ZrC и ZrB_2 характеризуются высокой термомеханической стойкостью. Оксид циркония ZrO_2 обладает аномально низкой теплопроводностью среди тугоплавких материалов.

В качестве базового соединения термостойкого покрытия использован карбид гафния HfC, температура плавления которого превышает 4100 оС. **Конструкции из разработанных градиентных керамических композиционных материалов ZrB_2 □ZrC □ZrO_2 с тугоплавким покрытием на основе HfC перспективны при создании гиперзвуковых летательных аппаратов в части прямоточного воздушно-реактивного двигателя и жаровой трубы,** поскольку в силу низкой теплопроводности керамического теплоизоляционного материала исключается необходимость охлаждения двигателя, и повышаются температура горения газов и КПД, что, в свою очередь, **позволяет увеличить развиваемую скорость летательного аппарата до гиперзвуковой.**

Image not found Image not found Image not found

Тепловая защита авиадвигателя Тепловая защита авиадвигателя Тепловая защита авиадвигателя

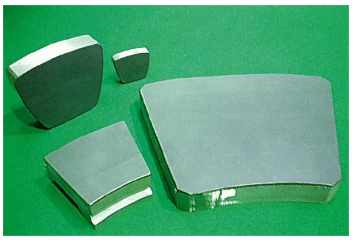
Вариант тепловой защиты для авиадвигателя

ООО «Куранты» занимается производством изделий из керамических композитов на основе соединений Циркония и Гафния в интересах российских потребителей.

Приглашаем к сотрудничеству заинтересованные организации для изготовления пробного изделия прототипа теплозащиты авиадвигателя, прямоточного воздушно-реактивного двигателя, жаровой трубы или любых других изделий, связанных с воздействием высоких температур.

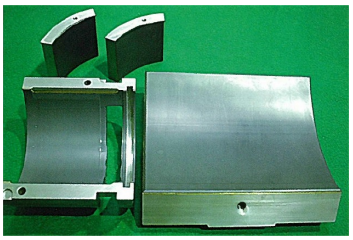
Ждём Вашу заявку с эскизами, чертежами, 3D-моделями и описанием задачи.

Подпятники и подшипники с поверхностями трения из пластмассы - удвоение ресурса нефтяных насосов, гидротурбин и генераторов



Daido Metal Company, крупнейший производитель подшипников скольжения в Японии (Nagoya), с успехом применяет полиэфирэфиркетон VICTREX® PEEK ™ для изготовления подшипников скольжения гидрогенератора, работающих с большими нагрузками на высоких скоростях вращения. ПЭЭК применяется из-за его качественных свойств высокая прочность и характеристики скольжения.

Покрывая поверхности подшипников дисперсиями и порошками Vicote, инженерам Daido Metal Company удалось улучшить несущую способность на 50 процентов и уменьшить трение на 30-40 %, в зависимости от нагрузки «скорость/давление». Применение покрытий из пластмассы позволило сократить площадь поверхности подшипника скольжения на 60%, а долговременную рабочую температуру увеличить до 200°C по сравнению со 125°C в металлических парах трения. Исследования Daido Metal Company показали, что реальный срок службы подшипников с ПЭЭК увеличился в два раза, по сравнению с подшипниками на основе металлов.



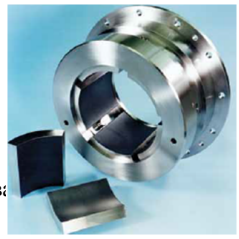
Инженеры-технологи компании разработали собственную методику изготовления поверхностей подшипников с полиэфирэфиркетоном. Тонкий слой пористой бронзы спекают на поверхности стального толстого листа, а затем полученную пористую губчатую бронзу покрывают слоем пластмассы. Таким образом, готовое изделие состоит из стальной подложки необходимых размеров и формы, промежуточного слоя бронзы и скользящей поверхности полиэфирэфиркетона.

Самосмазывающийся, по своей природе, полиэфирэфиркетон позволил Daido Metal Company уменьшить количество смазки, которая требуется на машинах, использующих металлические подшипники. Минимум смазки позволяет оптимизировать оборудование и процессы технического обслуживания. Химическая стойкость ПЭЭК позволила устранить необходимую изоляцию подшипника.

За три года постоянной работы осевые подшипники, разработанные компанией **Waukesha Bearings Corporation** (США) при использовании полиэфирэфиркетона марки WG101 и марки WG102 Victrex оправдали свою надёжность. Подшипники Hiperax были установлены компанией Weir Engineering Services Ltd в вакуум-насосах.

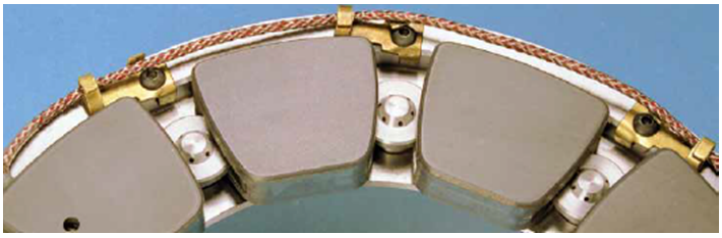
Waukesha Bearings Corporation разработала конструкцию осевых подшипников, обладающих высокой способностью переносить нагрузки в средах с водяной смазкой. При непрерывной эксплуатации в воде при 65°C подшипники Hiperax работают постоянно с нагрузкой до 8 МПа.

Подшипники с поверхностями трения из пластмассы полиэфирэфиркетон представляют собой удачное решение для сред с масляной смазкой и сред, где рабочая жидкость используется в качестве смазывающего вещества



Благодаря низкой теплопроводности материала подшипники, изготовленные из этого полимера, нагреваются сильнее, чем их металлический аналог. На практике это ведёт (по сравнению с подшипниками с металлической поверхностью) к образованию более тонких пленок рабочей жидкости; одновременно с этим за счет лучших свойств поверхности полимерного материала допустимая нагрузка эффективно повышается.

Преимущества подобного решения: высокие рабочие температуры - до 200°C, более высокая допустимая нагрузка до 8 МПа, стойкость к коррозии при работе в агрессивных жидких средах и электрическое сопротивление (выше 109 Ом•м).



Waukesha Bearings является одним из лидеров в области разработки и производства жидкостных плёнок и активных магнитных подшипников для турбин.

Компания **CirComp GmbH** -производитель деталей из композитов, разработала подшипники скольжения серии DW 710 на основе усиленного углеволокном полимера VICTREX PEEK с повышенными характеристиками ударопрочности и сопротивления износу.

Полимер VICTREX PEEK был выбран для замены ранее применявшегося реактопласта при изготовлении подшипника DW 710 благодаря его антифрикционным характеристикам при высоких температурах. Подшипники скольжения, изготовленные из полиэфирэфиркетона марки WG101 и усиленной углеволокном марки 90HMF40, позволили сократить коэффициент трения подшипника скольжения DW 710 на 28% и снизить показатели износа на 68% в сравнению подшипниками ранее изготавливавшихся моделей из реактопластов. Кроме того, коэффициент трения подшипников скольжения DW 710 примерно на 25% ниже, чем у тех же подшипников, изготовленных из реактопласта, усиленного углеродным волокном. Подшипники скольжения, изготовленные из пластмассы, усиленной углеволокном, обладают стабильностью размеров при температуре до 200°C, что, в свою очередь, делает этот новый вид подшипников абсолютно пригодным для эксплуатации в условиях высоких температур.

Подшипники скольжения серии DW 710, изготовленные из полиэфирэфиркетона Victrex, могут использоваться даже при условии сбоя в работе смазочной системы, что делает их единственным решением для эксплуатации в насосном оборудовании, а также в машиностроении и кораблестроении для сокращения расходов на техобслуживание и повышения надежности эксплуатируемых систем.

Фирма **Createc GmbH & Co. KG** выпустила линейку новых волоконно-композитных материалов специально для применения в промышленных насосах. Детали, изготовленные из композитов на базе полимера VICTREX® PEEK (марка 450G) и углеродного волокна (марки 90HMF20 и 90HMF40), демонстрируют меньший износ и меньшую подверженность коррозии по сравнению с металлическими деталями. Свойствами готовых изделий являются повышенная надёжность рабочего процесса, эффективное использование энергии вследствие сокращения зазоров и экономия расходов при эксплуатации насосов. Применение материалов VICTREX позволило Createc GmbH & Co. KG удовлетворить постоянно растущий спрос на промышленные насосы.

В промышленных насосах подверженные износу детали из ПЭЭК (например, скользящие втулки или подшипники компрессора) легко заменяются. Минимальный зазор между элементами позволяет повысить коэффициент полезного действия и минимизировать потребление энергии.

Инженеры Createc экспериментальным путём выяснили, что повышение эффективности работы насоса особенно выражено, если пары трения (подпятники, опорные вращающиеся кольца) состоят из композита на основе полиэфирэфиркетона. Экономичность типичного многоступенчатого насоса достигает 4-5 %, при условии сокращения зазоров на 50 %. Длительные испытания шестиступенчатого насоса продемонстрировали повышение эффективности от 82,5 до 87 %. Это приводит к экономии электроэнергии на сумму около 80 тысяч евро в год. Производители насосов в Германии предпочитают использовать композиты на базе ПЭЭК .

Традиционно подшипники скольжения, опорные кольца и подпятники изготавливались из металлов (бронза, специальные стали, чугун). Для замены металла в производстве Createc GmbH & Co. KG применяются композиты на базе полимеров VICTREX (марки 450FC30, WG101, WG102, 90HMF20, 90HMF40, 450CA30 и 450PF).

Каждые несколько лет Европейский Союз ужесточает экологические требования к автомобилям. Для того чтобы выполнить требования ЕС к автомобильной промышленности по сокращению выбросов CO_2, механические приводные насосы заменяются на электрические. При проектировании эффективного и надёжного гидронасоса бразильский производитель **«Melling Engine Parts»** начал применять подшипники скольжения, изготовленные из полимеров VICTREX® серии WG™.

Для рабочего колеса гидронасоса требуется небольших размеров подшипник скольжения, способный выдерживать нагрузку в течение длительного времени. Основной целью «Melling Engine Parts» стало намерение сократить зазоры в насосе согласно требованиям OEM для минимизации трения и экономии потребляемой энергии электомотором. С применением ПЭЭК в подшипниках скольжения «Melling Engine Parts» автопроизводители вдвое увеличили гарантию на приводные насосы.

В каждом конкретном случае для подшипника скольжения требуется материал, по возможности, с низким коэффициентом трения, малой скоростью износа, устойчивостью к высоким температурам и водно-гликолевой смеси. Испытания показали сокращение потерь на трение благодаря трибологическим свойствам полиэфирэфиркетона VICTREX WG, используемой для подшипника. Применение полиэфирэфиркетона марок WG101 и WG102 приводит к снижению потребления топлива на 8%, к незначительному выделению тепла при трении и к сокращению

нагрузки на насос в целом. Малый износ продлевает срок эксплуатации подшипника скольжения, минимизирует риск остановки насоса и сокращает затраты на техническое обслуживание.

Электрический гидронасос является важной составной частью охлаждающей системы в автомобилях, тракторах, мотоциклах, изделиях малой механизации. Рабочая крыльчатка насоса непрерывно качает охлаждающую жидкость по каналам охлаждения двигателя. Остановка гидронасоса приводит к перегреву мотора, поэтому стабильность размеров подшипника скольжения чрезвычайно важна. Подшипники скольжения ранее изготавливались из металла, а эксплуатационные ограничения металлов заставляли производителей насосов использовать дорогие роликовые подшипники. Металлы обладают дефектом □□□ вступают в контакт с охлаждающими жидкостями (смесью 50:50 из воды и этиленгликоля) при температуре до 150 °C. Происходит коррозия металла, что может привести к блокированию насоса и поломке охлаждающей системы. Применение полимеров VICTREX WG позволяет исключить опасность коррозии.

Цельнолитая крыльчатка насоса (рабочее колесо) из полиэфирэфиркетона (450GL30 стеклонаполненный) со встроенным подшипником скольжения (марки WG101, WG102) изготавливается литьём под давлением на термопластавтомате, что резко снижает затраты производства и приводит к миниатюризации охлаждающего насоса. Устойчивость ПЭЭК к гидролизу и агрессивным жидкостям позволяет экономить до 70 процентов веса готового изделия по сравнению с металлами. Детали из ПЭЭК VICTREX WG устойчивы к деформации при температуре 150 °C в сравнении с лёгкими сплавами металлов. Детали из полиэфирэфиркетона марки 450GL30 обладают высокой износоустойчивостью при скорости вращения от 4 500 об/мин при низком, но постоянном коэффициенте трения. VICTREX WG позволяет проектировщикам разрабатывать детали функционально более эффективные и меньшие по объёму.

В России, в настоящее время, для изготовления подпятников и пар трения успешно применяются три технологии:

а. **Литьё под давлением** на закладной элемент с бронзовой "губкой" (литьё в пресс-формы на термопластавтомате марок ПЭЭК 450FC30 **,** WG101, WG102) - самые высокие температура и давление долговременной работы;

б. **Компрессионное формование** закладного элемента с бронзовой "губкой" (ненаполненный порошок ПЭЭК - 450PF, либо наполненный дисульфидом молибдена);

в. **Покрытия Vicote** на подпятник (с бронзой или нет), с последующей полимеризацией покрытия (Vicote марок F805, F806, F807, или F813).

Однако, наибольшее распространение получила технология литья под давлением на закладной элемент подпятника, так как данная технология позволяет изготавливать подпятники в гораздо бóльшем количестве за меньшее время (как и нанесение покрытий), но при этом можно получать относительно толстый слой ПЭЭКа на бронзовой подложке одновременно преследующей две цели:

1. Максимальная физическая адгезия полиэфирэфиркетона к подпятнику из-за пористости бронзовой подложки;

2. Бронзовая подложка охлаждает пластинку ПЭЭКа, что в свою очередь не позволяет термически деградировать маслу на её поверхности. Сам ПЭЭК выдерживает постоянные температуры и до 250°C, однако масло термически деградирует при температурах выше 200°C.

Выигрыш применения пластмассы (полиэфирэфиркетона) при изготовлении подпятников, подшипников скольжения, подшипников качения, опорных колец, подшипников гидротурбин и гидрогенераторов, сухих генераторов и других пар трения:

1. Улучшение несущей способности на 40-50 %;
2. Уменьшение трения на 30-40 %, в зависимости от нагрузки «скорость/давление»;
3. Уменьшение поверхность подшипника на 40-50%;
4. Долговременная рабочая температура до 200°C;
5. Увеличение реального срока службы подшипников с ПЭЭК почти в 2 раза;
6. Непрерывная эксплуатация в воде при 65°C с постоянной нагрузкой до 8 МПа;
7. Стойкость к коррозии при работе в агрессивных жидких средах;
8. Электрическое сопротивление выше 109 Ом•м;
9. Снижение износа на 68% в сравнении с подшипниками из реактопластов;
10. Коэффициент трения на 25% ниже, чем у подшипников из реактопласта;
11. Подшипники скольжения из ПЭЭК работают при отсутствии масла в системе;
12. Применение ПЭЭК приводит к снижению потребления топлива на 8%;
13. Цельнолитые изделия приводят к снижению затрат производства и миниатюризации конструкции;

14. Устойчивость ПЭЭК к гидролизу и агрессивным жидкостям уменьшают вес изделия до 70% в сравнении с металлами.

ООО «Куранты» занимается производством изделий из пластмасс (термопластов), в том числе из полиэфирэфиркетона в интересах российских потребителей.

Приглашаем к сотрудничеству заинтересованные организации в изготовлении пластмассовых, высокотемпературных композитных, керамических и сложных металлических изделий с заранее заданными свойствами в целях импортозамещения. Изготавливаем любые партии нестандартных металлических сплавов с повышенными характеристиками ударной вязкости и временным сопротивлением, с содержанием необходимого соотношения элементов. Принимаем заказы от заинтересованных организаций на литьё изделий из пластмасс или металлических сплавов любых партий. При необходимости изготовим пресс-формы для литья изделий. Ждём Вашу заявку с эскизами, чертежами, 3D-моделями и описанием задачи.