

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
<i>Абозин И. Ю., Анисимов А. В., Бахарева В. Е., Гинзбург Б. М., Точильников Д. Г.</i> Влияние анизотропии, трибомодификаторов и материала контртела на триботехнические свойства антифрикционных углепластиков	7
<i>Степанов Б. П.</i> Создание углепластиковых подшипников судовых валопроводов	16
<i>Велижанин В. С.</i> Применение полимерных композитов в центробежных насосах производства ФГУП ГПО «Воткинский завод».....	24
<i>Абозин И. Ю., Анисимов А. В., Барахтин Б. К., Бахарева В. Е.</i> Микроструктура поверхности трения фенольных углепластиков.....	28
<i>Анисимов А. В., Хмелевская В. Б., Хамзин Р. М., Целихович Л. А.</i> Подшипники скольжения для пластинчатых цепей шлюзов судоводных гидротехнических сооружений	35
<i>Краснов А. П., Мить В. А., Афоничева О. В., Попова А. Б., Рашкован И. А., Казаков М. Е., Чукаловский П. А.</i> Трибохимический синтез и трибохимическая активность полимеров	39
<i>Пономарев А. Н.</i> Техничко-экономические аспекты и результаты практической модификации конструкционных материалов микродобавками нанодисперсных фуллероидных модификаторов.....	49
<i>Рашкован И. А., Краснов А. П., Казаков М. Е., Никитин В. А., Пономарев А. Н.</i> Влияние фуллероидов на свойства термопластов, армированных углеродными волокнами	58
<i>Бланк Е. Д., Виноградов С. Е., Орыщенко А. С., Рыбин В. В., Слепнев В. Н., Шекалов В. И., Черниговский А. А.</i> Исследование триботехнических и физико-механических характеристик антифрикционных материалов на основе бронзофторопласта, модифицированных фуллероидными наночастицами	65
<i>Шелестова В. А., Серафимович В. В., Горбацевич Г. Н., Гракович П. Н.</i> Разработка антифрикционного композита Флувис	71
<i>Колесниченко В. В., Курдюкова И. Б., Логинова Н. Н.</i> Фторполимерные покрытия	76
<i>Кулик В. П., Хомов С. Н.</i> Испытания материалов для пар трения торцевых уплотнений судовых гребных валов	81
<i>Браславский А. С., Григорьев А. К., Березний В. В.</i> Исследование гидродинамических процессов в подшипниках скольжения.....	85
<i>Григорьев А. К.</i> Результаты эксплуатационных испытаний антифрикционных материалов Капролон В и Тордон ХL в дейдвудных подшипниках атомного ледокола «Ямал»	89
<i>Лысенков П. М.</i> Износостойкость как свойство материалов	96
<i>Соков Е. В.</i> Разработка и применение в промышленности резиновых трибомеханических систем с водяной смазкой.....	99
<i>Войнов К. Н., Шварц М. А.</i> Нелинейная аппроксимация износа материалов машин и механизмов и оценка остаточного ресурса.....	112
Рефераты публикуемых статей	119

РЕФЕРАТЫ ПУБЛИКУЕМЫХ СТАТЕЙ

УДК 678.067:539.538

Влияние анизотропии, трибомодификаторов и материала контртела на триботехнические свойства антифрикционных углепластиков. А б о з и н И. Ю., А н и с и м о в А. В., Б а х а р е в а В. Е., Г и н з б у р г Б. М., Т о ч и л ь н и к о в Д. Г. – Вопросы материаловедения, 2003, № 3(35), с. 7–16.

Рассмотрено влияние на триботехнические свойства углепластиков анизотропии, трибомодификаторов и металла контртела.

Установлено, что антифрикционные углепластики марок УГЭТ и ФУТ являются ортотропными в осях, совпадающих с направлениями армирования. Доказано существенное влияние анизотропии на физико-механические и триботехнические характеристики антифрикционных углепластиков. Триботехнические характеристики углепластиков зависят от металла контртела. Для исследованных углепластиков линейная интенсивность изнашивания увеличивается (износостойкость уменьшается) — при переходе от твердых к «вязким» сталям, например марки 08Х18Н10Т. Эффект снижения износостойкости при переходе от твердой к «вязкой» стали зависит от полимерной матрицы. Эпоксидные углепластики марки УГЭТ достаточно хорошо работают по «вязким» сталям в отличие от фенольных. Углепластики ФУТ, модифицированные медью, никелем, фторопластом, при трении по «вязким» нержавеющей сталям работоспособны только при торцевом трении. Эффект анизотропии (торцевого трения) и наличия трибомодификатора четко проявляется при торцевом трении в экстремальных условиях испытаний.

Ключевые слова: углепластик, анизотропия, трибомодификаторы, сталь, пара трения, интенсивность изнашивания.

УДК 621.822:678.067:629.12.037

Создание углепластиковых подшипников судовых валопроводов. С т е п а н о в Б. П. – Вопросы материаловедения, 2003, № 3(35), с. 16–23.

Для отработки новых материалов и конструкций подшипников гребных валов на ПО «Севмаш» был создан стенд, позволяющий проводить всесторонние стендовые испытания подшипников с имитацией реальных условий эксплуатации, в том числе с перераспределением нагрузки по длине набора вкладышей.

При проведении испытаний подшипников гребных валов с различными антифрикционными материалами и схемами набора был использован вал с облицовкой из бронзы марки Бр.О10Ц2.

В 1987 г. ЦНИИ ТС была предложена схема набора вкладышей подшипника из композиции ФУТ-7. Силовая часть вкладыша ФУТ-7 выполнена из углепластика марки ФУТ, поставляемого ЦНИИ КМ «Прометей», а твердосмазочная часть — из наполненного фторопласта марки АНИТА-40, поставляемого НПО «Ритм».

По результатам стендовых испытаний и их анализа ПО «Севмаш» были предложены две схемы набора вкладышей. Основные отличия предложенных схем: изменение соотношения материалов ФУТ и АНИТА в рабочей зоне (увеличение доли материала АНИТА-40 до 50%); изменение положения слоев углеродной ткани несущих вкладышей.

Углепластиковые подшипники по техническим условиям ЕИМА.300400.001 ТУ с композицией материалов ФУТ и АНИТА-40 были применены в валопроводе кавитационной трубы, установленной в Индии (г. Визакхапатнам), в составе валопроводов, поставляемых заказчику, а также в четырех проектах разработки ЦКБ МТ «Рубин», двух проектах ЦМКБ «Алмаз» и СПМБМ «Малахит».

Ключевые слова: подшипники гребных валов, схемы набора, углепластики, стендовые испытания.

УДК 678.067:621.671

Применение полимерных композитов в центробежных насосах производства ФГУП ГПО «Воткинский завод». В е л и ж а н и н В. С. – Вопросы материаловедения, 2003, №3(35), с. 24–28.

Изложены предварительные результаты работ по внедрению композиционных материалов в центробежных насосах производства ФГУП ГПО «Воткинский завод». Представлены предложения по направлениям дальнейших исследований и разработок композиционных материалов применительно к насосному оборудованию.

Ключевые слова: встроенный подшипник, уплотнение, восстановление деталей, вибрации.

УДК 678.067:539.538:539.211

Микроструктура поверхности трения фенольных углепластиков. А б о з и н И. Ю., А н и с и м о в А. В., Б а р а х т и н Б. К., Б а х а р е в а В. Е. – Вопросы материаловедения, 2003, № 3(35), с. 28–35.

Исследована микроструктура поверхности фенольного углепластика марки ФУТ при трении по контртелам из коррозионно-стойкой стали марок 08X18H10T и 18X2H4MA, а также бронзы марки Бр.О10Ц2. Получены экспериментальные данные об определяющей роли пластической деформации в процессе износа материалов в парах трения.

При трении по стали 08X18H10T происходит значительный перенос металла на поверхность углепластика ФУТ с образованием локальных наростов высокой твердости, приводящих к механодеструкции трущихся поверхностей и как следствие — к резкому увеличению износа пары трения.

Высокая износостойкость углепластика ФУТ при трении по бронзе Бр.О10Ц-2 является результатом избирательного переноса меди на поверхность углепластика с образованием сервовитной пленки меди. В установившемся режиме трения медная пленка не изнашивается. Ее частицы могут переходить с одной поверхности трения на другую.

На основании результатов испытаний и структурных исследований углепластик ФУТ рекомендован для изготовления тяжелонагруженных подшипников для работы в парах трения с бронзой Бр.О10Ц-2 и высокопрочными (твердыми) сталями типа 18X2H4MA.

Ключевые слова: микроструктура, углепластик, перенос металла, коррозионно-стойкая сталь, бронза, поверхность трения.

УДК 621.822.5:678.067:539.538:626.422

Подшипники скольжения для пластинчатых цепей шлюзов судоходных гидротехнических сооружений. А н и с и м о в А. В., Х м е л е в с к а я В. Б., Х а м з и н Р. М., Ц е л и х о в и ч Л. А. – Вопросы материаловедения, 2003, № 3(35), с. 35–38.

Пластинчатые цепи являются одной из основных деталей, определяющих ресурс шлюзов судоходных гидротехнических сооружений. Для подшипников скольжения антифрикционный слой из полимерного композиционного материала, обладающего хорошими триботехническими и прочностными характеристиками, предложено наносить на поверхность цевки в виде плазменно-порошкового покрытия.

Данные испытаний материалов бронзографит и железографит, изготавливаемых фирмой «Композит», материала «Даклен», изготавливаемого на основе углеродного волокна фирмой РЭС, и углепластика УГЭТ (ЦНИИ КМ «Прометей»), показали, что все испытываемые материалы имеют более высокие показатели при трении в воде, чем на воздухе, и при испытании с сопряженной парой трения, обработанной ультразвуком. Композиционные материалы бронзографит и железографит не могут быть использованы при сухом трении. Композиционный материал «Даклен» и углепластик УГЭТ можно использовать при сухом трении при низких удельных нагрузках.

Ключевые слова: пластинчатые цепи, подшипники скольжения, полимерный композиционный материал, пары трения, плазменно-порошковое покрытие, антифрикционные свойства.

УДК 678.067:539.538

Трибохимический синтез и трибохимическая активность полимеров. К р а с н о в А. П., М и т ь В. А., А ф о н и ч е в а О. В., П о п о в а А. Б., Р а ш к о в а н И. А., К а з а к о в М. Е., Ч у к а л о в с к и й П. А. – Вопросы материаловедения, 2003, № 3(35), с. 39–48.

Исследованы трибологические свойства полимеров на уровне молекулярного взаимодействия и физико-химических превращений макромолекул применительно к парам трения полимер–металл и полимер–полимер. Изложен новый подход к классификации полимеров с точки зрения трибологических свойств.

Полученные результаты свидетельствуют, что трибохимически активные полимеры характеризуются фрикционной нестабильностью, связанной в основном с превращениями функциональных групп в полимерах и образованием новых химических связей. Как правило, они имеют высокий коэффициент трения и значительную амплитуду его колебания вплоть до «заедания».

К достоинствам таких полимеров следует отнести технологичность (по сравнению с термостойкими линейными аналогами), широкие возможности научно-технологических решений (например, при создании самоорганизующихся трибологических систем), способность образовывать на поверхности при трении ориентированные термостойкие структуры.

Особый интерес представляют композиции трибохимически активных и некоторых трибостабильных полимеров, в которых могут неаддитивно реализовываться положительные свойства полимеров обоих типов.

Ключевые слова: полимеры, трибохимическая активность, триботехнические свойства.

УДК 678.067:539.211

Технико-экономические аспекты и результаты практической модификации конструкционных материалов микродобавками нанодисперсных фуллероидных модификаторов. П о н о м а р е в А. Н. – Вопросы материаловедения, 2003, № 3(35), с. 49–57.

Проведены анализ и обоснование основных технологических подходов к промышленному использованию нанодисперсных фуллероидных микродобавок для создания новых полимерных и неорганических материалов различного назначения. Предложены основные физические модели явлений, позволяющих за счет использования уникальной делокализованной р-электронной системы фуллеренов эффективно модифицировать межфазные границы в металлополимерах, композиционных углепластике, стеклопластике, композиционных сплавах и других композитах, создавать нелинейно-оптические среды и фибрилярно-упрочненные бетоны, а также ингибировать реакции фотоокислительной и термоокислительной деструкции в блочных полимерах и в материалах защитных покрытий. Приведены описания соответствующих экспериментальных исследований и результаты промышленного внедрения.

Ключевые слова: нанодисперсные фуллероидные микродобавки, модификация конструкционных материалов, композиционные материалы, технико-экономические аспекты, промышленное использование.

УДК 678.073:661.66

Влияние фуллероидов на свойства термопластов, армированных углеродными волокнами. Р а ш к о в а н И. А., К р а с н о в А. П., К а з а к о в М. Е., Н и к и т и н В. А., П о н о м а р е в А. Н. – Вопросы материаловедения, 2003, № 3(35), с. 58–64.

Исследовано влияние наночастиц углерода двух типов — астраленов и нано-трубок — на физико-механические свойства углеволоконистых хаотично- и непрерывно-армированных термопластичных композитов. Методом фрагментации установлено усиление адгезии между волокном и связующим в результате обработки полиамида астраленами. Прогнозируется увеличение прочностных показателей непрерывно-армированных композитов благодаря росту коэффициента реализации прочности наполнителя. Приводятся результаты трибологических исследований хаотично-армированных термопластичных углепластиков, модифицированных нанотрубками. На основе анализа результатов даются технологические рекомендации.

Ключевые слова: наночастицы, фуллероиды, термопласты, армирование углеродными волокнами, трибологические исследования, технологические рекомендации.

УДК 678.067:621.891

Исследование триботехнических и физико-механических характеристик антифрикционных материалов на основе бронзофторопласта, модифицированных фуллероидными наночастицами. Б л а н к Е. Д., В и н о г р а д о в С. Е., О р ы щ е н к о А. С., Р ы б и н В. В., С л е п н е в В. Н., Ш е к а л о в В. И., Ч е р н и г о в с к и й А. А. – Вопросы материаловедения, 2003, № 3(35), с. 65–70.

Исследованы триботехнические и физико-механические характеристики антифрикционных материалов на основе бронзофторопласта, модифицированного фуллероидными наномодификаторами, в диапазоне скоростей от 0,004 до 0,25 м/с при нагрузке до 50 МПа. Установлено, что фуллероидные наномодификаторы положительно воздействуют на структуру, прочность и прирабатываемость материала. Модификация фуллероидами снижает износ антифрикционного материала при относительно небольших (порядка сотых или даже тысячных долей процента) количествах модификатора по отношению к массе фторопласта. Относительное уменьшение износа увеличивается с 30–40% на 1–2 км пути трения до 2,5–3 раз на 4–5 км пути трения.

Ключевые слова: бронзофторопластовые антифрикционные материалы, фуллероидные наномодификаторы, износостойкость.

УДК 678.067:539.538

Разработка антифрикционного композита Флувис. Ш е л е с т о в а В. А., С е р а ф и м о в и ч В. В., Г о р б а ц е в и ч Г. Н., Г р а к о в и ч П. Н. – Вопросы материаловедения, 2003, № 3(35), с. 71–75.

Исследованы свойства композиционного материала на основе политетрафторэтилена и углеродных волокон в зависимости от их длины. Разработан метод модифицирования углеродных волокон, позволяющий достичь оптимального сочетания размеров волокон. На основе этих результатов получен композиционный материал Флувис, значительно превосходящий по износостойкости и нагрузочной способности его известные аналоги (Ф4К20, Флубон). Флувис отлично зарекомендовал себя в качестве материала для подвижных уплотнений, поршневых колец и других деталей узлов трения, работающих без смазки, в агрессивных средах, в вакууме.

Ключевые слова: антифрикционный композиционный материал, модифицирование углеродных волокон, триботехнические характеристики.

УДК 678.067:621.793

Фторполимерные покрытия. К о л е с н и ч е н к о В. В., К у р д ю к о в а И. Б., Л о г и н о в а Н. Н. – Вопросы материаловедения, 2003, № 3(35), с. 76–80.

Покрyтия являются наиболее экономичным способом использования фторопластов, позволяющим в полной мере реализовать их уникальные свойства в различных отраслях техники при небольшом расходе дорогостоящих материалов. Несмотря на небольшую долю покрытий в общем объеме потребления фторполимеров (10–15%) они позволяют решать большой комплекс проблем в различных областях: в химической промышленности, машиностроении, электротехнике, строительстве, медицине, бытовой технике и др. Прослеживается устойчивая тенденция роста потребления фторполимерных покрытий во всем мире.

В то же время высокая химическая инертность и низкая поверхностная энергия фторопластов являются причиной низкой адгезии покрытий к субстратам. В этой связи большое внимание уделяется повышению адгезионного взаимодействия покрытий с субстратом — подготовке поверхности, разработке грунтовочных составов, режимам формирования покрытий.

Перспективным направлением разработок в области фторполимерных покрытий является использование композиционных составов, в которые входят наполнители, красители, связующие. Это позволяет в ряде случаев существенно снизить температуру формирования покрытий (до 100–250°C) и применять подложки с низкой термостойкостью. Другое направление исследований последних лет в этой области — создание композиций на основе фторполимеров с реакционноспособными функциональными группами, отверждаемыми при низких температурах.

ОАО «Пластполимер», являясь разработчиком отечественных марок фторполимеров, имеет многолетний опыт по применению покрытий. Наряду с высокотемпературными материалами для покрытий (порошками, суспензиями) на основе растворимых фторполимеров разработаны и выпускаются лаки низкотемпературной сушки (ЛФ-32ЛН, ЛФЭ-32ЛНХ и др.). Покрытия из лаков обладают высокой коррозионной стойкостью в агрессивных средах. В настоящее время с целью уменьшения стоимости фторполимерных покрытий без снижения их эксплуатационных характеристик в качестве грунтовочного слоя используются традиционные лакокрасочные материалы отечественного производства, в состав композиций вводятся доступные наполнители. Из перспективных разработок ОАО «Пластполимер» можно отметить технологию напыления фторопластов на диэлектрическую подложку — полиимидную пленку.

Ключевые слова: фторполимерные покрытия, порошковые покрытия, лаковые покрытия, суспензионные покрытия, футеровочные покрытия, защитные покрытия.

УДК 678.067:539.538:629.12.037

Испытания материалов для пар трения торцевых уплотнений судовых гребных валов.

Кулик В. П., Хомов С. Н. – Вопросы материаловедения, 2003, № 3(35), с. 81–84.

Исследованы физические, механические, триботехнические и коррозионные свойства материалов ППГ-Б83 и ЭРА-2 применительно к парам трения торцевых уплотнений судовых гребных валов.

Согласно полученным данным графитобаббит ППГ-Б83 и углерод–углеродный композиционный материал ЭРА-2 являются перспективными для замены материала ЭГО-1-Б83, который ранее использовался в торцевых уплотнениях гребных валов, но в настоящее время не выпускается отечественной промышленностью.

Ключевые слова: условия трения, износостойкость, антифрикционный материал, графитобаббит.

УДК 532.5:621.822.5

Исследование гидродинамических процессов в подшипниках скольжения. Браславский А.С., Григорьев А.К., Березный В.В. – Вопросы материаловедения, 2003, № 3(35), с. 85–89.

С целью создания теории, описывающей гидродинамические процессы в дейдвудных подшипниках скольжения, на стенде ДУ Мурманской лаборатории ЦНИИ МФ проведены испытания по исследованию гидродинамических процессов в зазоре подшипника скольжения из материала ФУТ-СТЭТ и при трении по втулке с керамической облицовкой.

Ключевые слова: дейдвудные подшипники скольжения, гидродинамические процессы, трение.

УДК 678.067:621.822:539.538

Результаты эксплуатационных испытаний антифрикционных материалов Капролон В и Тордон XL в дейдвудных подшипниках атомного ледокола «Ямал». Григорьев А. К. – Вопросы материаловедения, 2003, № 3(35), с. 89–96.

Сравнительные испытания двух марок антифрикционных материалов — отечественного Капролона В и импортного Тордона XL — проводились на атомном ледоколе «Ямал», на котором дейдвудные подшипники левого гребного вала набирались капролоновыми планками, а среднего и правого гребных валов — планками из материала Тордон XL.

На основании полученных данных установлено, что в большинстве случаев при ремонте кормового дейдвудного подшипника, набранного капролоновыми планками с креплением их в пазы типа ласточкин хвост, достаточно производить замену набора в кормовой части дейдвудного подшипника на длине 500 мм без выпрессовки дейдвудной втулки.

Ключевые слова: Капролон В, Тордон XL, дейдвудный подшипник, абразивные частицы.

УДК 539.538

Износостойкость как свойство материалов. Лысенков П. М. – Вопросы материаловедения, 2003, № 3(35), с. 96–98.

Каждый материал обладает набором свойств. В качестве свойств твердых материалов принято считать плотность, электропроводность, теплопроводность, прозрачность, прочность, упругость, химическую активность, магнитность. Иногда к ним относят также износостойкость, т. е. способность сопротивляться изнашиванию. В статье предпринята попытка обосновать, что износостойкость не является свойством материала, а представляет собой характеристику трибосопряжения.

Ключевые слова: трибология, трение, износ, материал, свойства, износостойкость, трибосопряжение.

УДК 621.822:678.067:621.891

Разработка и применение в промышленности резиновых трибомеханических систем с водяной смазкой. Сокков Е. В. – Вопросы материаловедения, 2003, № 3(35), с. 99–111.

Рассмотрены основные факторы, влияющие на надежность неметаллических подшипников с водяной смазкой. Показана возможность повышения ресурса трибосопряжений путем ионного легирования полимерных вкладышей и совершенствования их конструкции.

Ключевые слова: трибомеханическая система, неметаллический подшипник, гребной вал, водяная смазка, скорость изнашивания, подшипник качения, имплантация, ресурс.

УДК 539.538

Нелинейная аппроксимация износа материалов машин и механизмов и оценка остаточного ресурса. Войнов К. Н., Шварц М. А. – Вопросы материаловедения, 2003, № 3(35), с. 112–117.

Приведены некоторые потенциально возможные варианты расчета процесса изнашивания, позволяющие прогнозировать как полный, так и остаточный ресурс материалов и деталей механизмов, из них изготовленных.

Ключевые слова: процесс изнашивания, оценка остаточного ресурса, варианты расчета.