НАНОКОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

NANOCOMPOSITE MATERIALS FOR SPECIAL PURPOSES

DOI: 10.22184/1993-8578.2017.77.6.64.65

Л.Раткин*

L.Ratkin*

На международном военно-техническом салоне "Армия-2017" в рамках научной программы выставочной компанией "Мир-Экспо" была организована и проведена конференция "Композитные материалы специального назначения". Представители промышленных предприятий и Министерства обороны РФ открыто обсудили возможности применения композитных и нанокompозитных разработок для ОПК в продукции военного и гражданского назначения.

Within the scientific program of the Army 2017 international military-technical forum, the Mir-Expo exhibition company has organized the conference "Composite materials for special purposes". Representatives of industrial enterprises and the Ministry of Defense of the Russian Federation openly discussed the possibilities of using composite and nanocomposite developments for the defense industry in military and civilian products.

С докладом о керамо-композитных бронепанелях повышенной степени живучести выступил представитель НПП "АРМОКОМ-ЦЕНТР" (Хотьково) А.Пахомов. Были приведены примеры стойкости отечественных керамо-композитных бронепанелей с высокой степенью живучести (например, грудной панели из карбида бора B_4C с подложкой СВМПЭ) в зависимости от размера керамических элементов и места попадания пули, в сравнении с зарубежными аналогами. Разработанные НПП "АРМОКОМ-ЦЕНТР" керамо-композитные бронепанели с высокой степенью живучести изготавливаются из российских материалов: карбида бора B_4C , композитных и нанокompозитных материалов на основе арамидных волокон и прессованных материалов на основе СВМПЭ. В ходе испытаний образца бронепанелей с высокой степенью живучести размером 250×300 мм при весе 1 м^2 38 кг зафиксировано 100%-ное непробитие. Керамо-композитные бронепанели применимы в качестве защитных панелей для бронезилетов и щитов и как элементы для сухопутной военной техники (БТР, БМП, КШМ) и боевых вертолетов.

Выступление С.Милейко из Института физики твердого тела (ИФТТ) РАН (Черноголовка) затрагивало проблемы создания высокотемпературных оксид-молибденовых композитов. Были представлены расчеты удельного расхода топлива в газотурбинных

авиадвигателях [1] и сформулированы основные направления научных исследований в сфере разработки и производства высокотемпературных материалов (ВТМ) с обоснованием возможности использования композитов и нанокompозитов с металлической матрицей. Учитывая, что температура тела рабочей лопатки (например, турбины) характеризует топливную эффективность двигателя, никелевые суперсплавы в последние десятилетия стали одними из приоритетных направлений исследований в сфере ВТМ. Среди ВТМ на металлической основе можно выделить Nb-сплавы, Mo-сплавы и композиты с металлической матрицей (КММ). Согласно проведенным научным исследованиям по объемному фракционированию интерметаллических фаз, установлена взаимосвязь между микроструктурой и свойствами мелкозернистых $M-Mo_3SiMo_5SiB_2$ -сплавов [2]. Были представлены КММ и угле-титановые композиты для применения в авиатранспорте. Актуальность такого решения подтверждают факты: например, Boeing 787 состоит из углепластика на 50%; Airbus A350 – на 53%; истребитель пятого поколения F-22 Raptor – на 24%.

Оксид-молибденовые композиты и нанокompозиты, помимо крипостойкости и прочности, обладают трещиностойкостью и сопротивлением к окислению, что делает целесообразным изучение их

* ООО "АРГМ" / ARGM LLC.

основных характеристик с разными типами волокон. Например, наиболее крипоустойчивым является трехфазный сплав Mo-Si-B [3]. В докладе были представлены результаты исследования прочности композитов "сапфир-Мо" с волокнами муллит- ZrO_2 и $YAlO_3$, трещиностойкости оксид-молибденов "муллит- ZrO_2 /Мо" и их сопротивления окислению. В частности, обоснована возможность защиты от окисления жаропрочных молибденсодержащих композитов.

Полимерные композитные материалы и наноматериалы и изделия для строительства объектов военной инфраструктуры были представлены в докладе А.Бирюкова и Б.Дудурича из Военного института (ВИ) Военной академии материально-технического обеспечения (ВАМТО). Полимерные композитные материалы (ПКМ) применяются в мировой строительной промышленности свыше 20 лет, в настоящее время около 30% мирового объема ПКМ используется в строительстве – лидерами являются США, Япония, ФРГ и Индия. В России ПКМ применяет Федеральное дорожное агентство (РОСАВТОДОР). Ограниченность использования ПКМ в нашей стране обусловлена неполнотой законодательной базы, пробелами и внутренними и внешними противоречиями в нормативно-правовых документах (НПД), регулирующих оборот ПКМ.

Основными компонентами ПКМ являются армирующие волокна (стекловолокно, базальтовое волокно и углеволокно) и различные смолы (полимерные связующие). Преимущества ПКМ: жизненный цикл изделия (не менее 100 лет), высокое качество поверхности и товарный внешний вид, близкий к бетону коэффициент теплового расширения, коррозионная и химическая стойкость, низкий удельный вес, стойкость к УФ-излучению, магнитоинертность и радиопрозрачность, низкая теплопроводность и высокая прочность. Вместе с тем, недостатками реактопластов являются их высокая стоимость, нехватка НПД по их применению, низкая прочность на срез и отсутствие фазы текучести перед разрушением.

ПКМ востребованы при возведении сооружений и зданий военной инфраструктуры на значительных расстояниях от крупных населенных пунктов, в частности, на Крайнем Севере, где доставка грузов выполняется преимущественно авиацией. Например, возможно использование ПКМ при возведении искусственных береговых сооружений, объектов береговой инфраструктуры, подводных объектов, пирсов и волноломов, а также мобильных плавучих АЭС. Оболочки ПКМ с бетонным заполнителем и усилителем конструкций углеродными лентами используются при проведении восстановительных работ на транспортных и гидротехнических объектах. Заполняемые

бетоном на месте установки ПКМ применимы для быстровозводимых арочных мостов, эстакад и мостовых переходов, а также заборов, ограждений, шумопоглощающих экранов и химостойких покрытий, стоек дорожных знаков, опор освещения с низким уровнем энергопоглощения и опорных конструкций высоковольтных воздушных линий и подстанций. Сравнительные испытания по EN 12767 для стальных и композиционных стоек подтверждают способность продукции из ПКМ поглощать энергию при столкновении с ними транспортных средств. Опоры из ПКМ способны выдерживать ветровые и температурные нагрузки всех категорий климатических зон, их срок службы превышает 50 лет. ПКМ применимы в быстровозводимых каркасных конструкциях, теплоэффективных купольных хранилищах различного назначения, композитной и нанокompозитной арматуре.

Также на конференции был представлен ряд других докладов, посвященных проблемам разработки композитов и нанокompозитов специального назначения.

По материалам рассмотренных докладов можно сделать следующие выводы.

- Использование отечественных керамо-композитных бронепанелей в защитных панелях для амуниции и воздушного и сухопутного транспорта полиции, Росгвардии и военнослужащих возможно в рамках импортозамещения материалов специального назначения. Целесообразно принятие НПД, упрощающих разработку и производство спецпродукции на предприятиях ОПК.
- Перспективные конструкционные материалы КММ являются высокотемпературными системами с балансом триады характеристик "крипоустойкость – трещиностойкость – жаростойкость", применимыми, в частности, в высоконагруженных элементах конструкций. Разработка коллектива отечественных ученых из ИФТТ РАН в сфере ВТМ опережает зарубежные аналогичные исследования, что делает целесообразным выделение дополнительного финансирования на завершение исследований и коммерциализацию технологии.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Логунов А.В., Шмотин Ю.Н.** Современные жаропрочные никелевые сплавы для дисков газовых турбин. – М.: Наука и технологии, 2013.
2. **Kruger M., Jain P., Kumar K.S., Heilmaier M.** Correlation between microstructures and properties of fine grained Mo-Mo₃Si-Mo₅SiB₂-alloys // *Intermetallics*. 2014. Vol. 48. P. 10-18.
3. **Jain P., Kumar K.S.** Tensile creep of Mo-Si-B alloys // *Acta Materialia*. 2010. Vol. 58. P. 2124-2132.