

## **В области физики прочности и пластичности материалов (2010 г.)**

1. Разработаны научно-технологические рекомендации по оптимизации химического состава, режимов выплавки, термомеханической обработки и закалки, обеспечившие устранение причин возможного брака и массовый выпуск высококачественных железнодорожных колес повышенного качества для грузового железнодорожного транспорта на ОАО "Выксунский металлургический завод". Определены закономерности деформационно-усталостного поведения колес высокоскоростного пассажирского поезда "Сапсан" при эксплуатации в экстремальных температурно-скоростных и деформационно-силовых условиях. Научно обоснованы особенности технологии изготовления данных колес, позволяющие избежать их преждевременного разрушения. Вскрыты основные механизмы структурно-фазовых превращений при изготовлении и эксплуатации колес и их влияние на механические и усталостные характеристики колес. ( ИФМ УрО РАН, "Микроакустика" (г. Екатеринбург), ЮУрГУ (г. Челябинск) и ОАО "Выксунский металлургический завод" (г. Выкса)

2. Методом высокоэнергетической механоактивации и высокоскоростного электроимпульсного плазменного спекания (скорость нагрева до 2500 град/мин) в вольфрамовых сплавах W-Ni-Fe получены рекордные характеристики прочности (для сплава 95W-3,5Ni-1,5Fe предел прочности – 2500 МПа, пластичность – 10 %), что в 4 раза превосходит прочность стандартных материалов и современных аналогов. (*Нижегородский Государственный Федеральный Университет –ННГУ, г. Нижний Новгород*)

3. Методом инженерии границ зерен получены предельно упрочненные (близкие к теоретическому пределу прочности) наноструктурные материалы на основе титана. Проведены эксперименты по реализации эффекта упрочнения зернограничных аморфных прослоек на стадии зернограничного проскальзывания. Эффект реализован путем целенаправленного создания боридных наночастиц размером 5-6 нм, выделяющихся внутри аморфных межзеренных прослоек, затрудняющих процесс зернограничного проскальзывания и экстремально повышающих прочность аморфно - нанокристаллического композита. Показано, что отношение величины микротвердости к приведенному модулю Юнга близко к теоретическому пределу 0,10-0,15, что свидетельствует о подавлении процессов пластического течения по межкристаллитным прослойкам. Сделано заключение, что подавление зернограничного проскальзывания в нанокристаллах с помощью инженерии границ зерен позволяет получить прочность нанокристаллов, соответствующую

теоретической. *(Институт металловедения и физики металлов им. Г.В. Курдюмова ГНЦ «Центральный научно-исследовательский институт черной металлургии имени И.П.Бардина – ИМФМ ЦНИИчермет, г. Москва)*

4. Установлено, что интенсивная (мегапластическая) деформация, ведущая к формированию нано- и микрокристаллической структуры, сопровождается образованием областей избыточного свободного объема и нанопор, существование которых практически не сказывается на кратковременных характеристиках прочности, но существенно влияет на долговечность при испытании в режиме ползучести или усталости. Для сплава Al+0.2%Sc при испытании в режиме ползучести долговечность уже после первого прохода равноканального углового прессования уменьшается (по сравнению со сплавом до прессования) в три раза, а после четвертого прохода падает более чем на три порядка. Установлено, что наблюдаемое уменьшение долговечности обусловлено образованием нанопор. Таким образом, впервые установлено, что в процессе интенсивной деформации образуется нанопористость, которая уменьшает (а в некоторых случаях полностью нивелирует) эффект повышения механических свойств за счет образования микрокристаллической структуры. Особенно сильно образование нанопористости сказывается при длительных испытаниях (ползучесть, усталость). *(Санкт-Петербургский физико-технический институт имени А.Ф. Иоффе РАН - ФТИ РАН)*