

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Пермяковой Инги Евгеньевны на тему  
**«Эволюция структуры, свойства аморфных сплавов и аморфно-нанокристаллических композитных материалов при внешних воздействиях»**,  
представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук  
по специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния

Фундаментальной проблемой физики конденсированного состояния и физического материаловедения является проблема понимания связи между структурой материала на разных масштабных уровнях (от атомного до макроуровня) и комплексом физико-химических и механических свойств. Особое место в структурной иерархии металлов и сплавов занимают структурно-фазовые наноскопические неоднородности – преципитаты, атомные кластеры, нанопоры и т.д., которые, как и неоднородности на более высоких масштабных уровнях, (субмикро- микро- мезо-), вносят свой вклад в формирование свойств металлических сплавов. Вместе с тем, в аморфных и нанокристаллических материалах именно наноструктура полностью определяет макроскопические свойства. Поэтому целенаправленное внешнее воздействие на структуру этих материалов позволит управлять их макросвойствами и в принципе создавать аморфно-нанокристаллические материалы с заданными характеристиками.

Аморфные сплавы (АС) и нанокристаллические материалы (НКМ), обладающие высокой коррозионной стойкостью, твердостью, износостойкостью, прочностью и пластичностью, высокой магнитной проницаемостью, в последнее время нашли применение в авиакосмической отрасли, микроэлектронике, наномедицине, в производстве медицинских инструментов, ультразвуковой аппаратуры, а также как резистивные и радиационно стойкие сплавы и т.д. Поэтому тема диссертационной работы Пермяковой И.Е., связанной с разработкой принципов создания аморфно-нанокристаллических композитов (АНК) с необходимым комплексом физико-механических свойств является безусловно актуальной с научной и практической точек зрения.

Соискателем впервые разработаны научные основы технологии получения АНК с повышенными механическими и физико-химическими свойствами путем частичной нанокристаллизации АС (отжиг, лазерное облучение, интенсивная пластическая деформация) и путем частичной аморфизации НКМ (многократная прокатка + кручение под высоким давлением (КВД)). Среди результатов, полученных соискателем, следует выделить следующие, наиболее важные и интересные: 1) на основе данных электронно-микроскопических исследований систематизированы и классифицированы различные виды взаимодействий полос сдвига с нанокристаллами по размеру наночастиц; 2) создан морфологический «атлас» отпечатков микроиндентирования, позволяющий качественно идентифицировать структурные состояния сплава на наноуровне, аморфное или нанокристаллическое; 3) установлено, что лазерная обработка АС системы Fe-Ni-B может использоваться как метод оксидирования с образованием защитного резистивного слоя; 4) продемонстрирована эффективность КВД для получения высокопрочных композитных материалов из АС и НКМ структурных составляющих

