

## **Научные направления научной школы «Прочность и пластичность материалов в условиях внешних энергетических воздействий»:**

**фундаментальное:** физические механизмы прочности и пластичности металлов, сталей и сплавов при внешних электромагнитных воздействиях;

**прикладное:** физическое материаловедение в современных технологиях обработки металлов давлением;

**методическое:** аппаратное и методическое обеспечение фундаментальных и прикладных исследований.

## **Научные достижения научной школы «Прочность и пластичность материалов в условиях внешних энергетических воздействий»:**

➤ выявлена физическая природа эволюции дислокационных субструктур, структурно–фазовых превращений, разрушения сталей различных структурных классов и частичного восстановления их ресурса в условиях обработки токовыми импульсами при усталости;

➤ установлены основные закономерности эволюции ползучести и микропластичности при воздействии слабыми электрическими потенциалами;

➤ развиты представления о механизмах электростимулированной пластической деформации на разных структурных уровнях, которые позволили объяснить изменения динамики дислокаций, эволюцию тонкой субструктуры, поверхностные и резонансные эффекты, напряженно-деформированное состояние материалов, мало и многоцикловую усталость сталей и сплавов в этих условиях, что обеспечило разработку и внедрение физико-технических основ технологии промышленного электростимулированного волочения проволоки и повышение усталостного ресурса сталей разных структурных классов;

➤ решены задачи оценки напряженно-деформированного состояния материала и эволюции субструктуры при волочении и холодной объемной штамповке, что позволило разработать основы технологии безкислотного удаления окалины; проведен комплекс исследований влияния легирования сталей азотом на механические и технологические свойства; установлены причины ухудшения свойств металла пароперегревателей и паропроводов и предложены рекомендации по контролю состояния металла с помощью неразрушающих методов; разработаны перспективные способы и технологии повышения эксплуатационных характеристик рельсовой стали; развиты принципы синергетики для электростимулированной пластичности;

➤ установлены физические механизмы и закономерности формирования поверхностных слоев металлов и сплавов при электровзрывном легировании и последующей обработке сильноточными электронными пучками; на

разных масштабных уровнях прослежено формирование и эволюция градиентных структурно-фазовых состояний термомеханически упрочненной стальной арматуры и чугуновых валков после плазменной обработки и эксплуатации; выполнен анализ влияния термической обработки на морфологию мартенсита, карбидную подсистему и локализацию углерода в литых и закаленных конструкционных сталях;

➤ разработаны способы комбинированной обработки материалов, сочетающей электровзрывное легирование поверхности сталей и сплавов и последующее импульсно-периодическое электронно-пучковое воздействие. Результаты исследований, выполненных на конструкционной углеродистой стали 45 и титановом сплаве ВТ1-0, показали, что комбинированная обработка позволяет получать упрочненные слои с высоким уровнем микротвердости, износо- и жаростойкости толщиной до 40–60 мкм на поверхности площадью до 10–15 см<sup>2</sup>. Основными причинами упрочнения является легирование поверхности и формирование новых наноразмерных упрочняющих фаз, таких как карбиды, бориды, интерметаллиды и др.

В последние годы исследовательские усилия междисциплинарного коллектива (физики, механики, материаловеды, математики) сосредоточены на решении **проблем разработки физических принципов новейших технологий обработки металлов.**

Полученные результаты нашли применение как в академических, отраслевых и учебных институтах при изучении природы формоизменения металлов и сплавов, так и на ряде предприятий металлургической промышленности и машиностроения (ОАО “НКМК”, ОАО “ЗСМК”, ОАО “КМЗ” и др.) при разработке соответствующих электротехнологий. Эти работы получили широкую известность, как в России, так и за рубежом. Они внедрены со значительным экономическим эффектом на предприятиях Кузбасса. Эти работы выполнялись и выполняются в соответствии с **Координационным планом важнейших НИР по АН СССР; Координационным планом НИР программы «Сибирь»; межвузовской программой НИР «Металл»; Программой фундаментальных исследований “Повышение надежности систем: машина-человек-среда РАН”; грантами Госкомвуза и Министерства образования и науки по фундаментальным проблемам металлургии; грантами РФФИ, Федерального агентства по образованию Министерства образования и науки, ведомственными целевыми программами Минобрнауки РФ, международными грантами РФФИ-ГФЕН.**

Впечатляюще выглядят показатели работы коллектива научной школы **за последние 15 лет: защищено 7 докторских и свыше 30 кандидатских диссертаций,** темы которых в основном связаны с названными выше направлениями. За это время опубликовано свыше 600 статей в отечественных и зарубежных журналах, трудах конференций. Значительная

часть исследований, проводившихся в течение этого времени, обобщена более чем в 40 монографиях и тематических выпусках журналов Известия вузов. «Физика», «Черная металлургия». Сделаны сообщения на более чем 200 Международных и Всероссийских конференциях, 8 человек удостоены премии Правительства РФ в области науки.

Совершенно очевидно, что решение подобных сложных задач невозможно без кооперации с научными коллективами ведущих научных центров РФ и КНР – Томска (академик РАН **В.Е. Панин**, д.ф.-м.н., профессор **Л.Б. Зуев**, ИФПМ СО РАН; д.ф.-м.н., профессора **Н.А. Конева**, **Э.В. Козлов**, **Ю.Ф. Иванов**, **Ю.П. Шаркеев**, ГОУ ВПО «ТГАСУ», д.ф.-м.н., профессора **А.И. Потекаев**, **Ю.И. Чумляков**, СФТИ), Барнаула (д.ф.-м.н., профессор **М.Д. Старостенков**, д.т.н., профессор **А.М. Гурьев**, ГОУ ВПО «АлтГТУ»), Москвы (д.ф.-м.н., профессор **Л.М. Капуткина**, ГОУ ВПО «МИСиС»); д.ф.-м.н., профессор **А.М. Глезер**, ЦНИИЧермет, д.т.н., профессора **Ю.В. Баранов**, **В.В. Столяров**, **О.А. Троицкий**, ИМАШ РАН), Санкт-Петербурга (д.ф.-м.н., профессор **В.И. Бетехтин**, ФТИ РАН); Ижевска (д.т.н., профессор **В.В. Муравьев**, ГОУ ВПО «ИжГТУ»), Пекина (доктор, профессор **Г.Танг**, университет Циньхуа), Тольятти (д.ф.-м.н., профессор **А.А. Викарчук**, ГОУ ВПО «ТГУ»), Тамбова (д.ф.-м.н., профессора **В.А. Федоров**, **Ю.И. Головин** ГОУ ВПО «ТГУ»), Магнитогорска (д.т.н., профессор **Г.С. Гун**, ГОУ ВПО «МГТУ») и другими.