

ПРЕДИСЛОВИЕ К ПОДБОРКЕ СТАТЕЙ «ПРОЧНОСТЬ И ПЛАСТИЧНОСТЬ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ВНЕШНИХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ»

В.Е. Громов

E-mail: gromov@physics.sibsiu.ru

Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк, Россия

PREFACE TO THE COLLECTION OF ARTICLES «STRENGTH AND PLASTICITY OF MATERIALS UNDER EXTERNAL ENERGY INFLUENCES»

V.E. Gromov

E-mail: gromov@physics.sibsiu.ru

Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, Russia

Настоящая подборка статей посвящена 90-летию кафедры физики имени профессора В.М. Финкеля (в настоящее время кафедра естественнонаучных дисциплин имени профессора В.М. Финкеля) института фундаментального образования Сибирского государственного индустриального университета и ее научной школе «Прочность и пластичность материалов при внешних энергетических воздействиях». Эта кафедра является мощным научно-педагогическим коллективом с оригинальной физической тематикой, занимающимся проблемами прочности и пластичности твердых тел. Процесс становления коллектива генетически связан с руководством кафедрой профессором Виктором Моисеевичем Финкелем, чье имя она сейчас носит. Его приемники профессор Лев Борисович Зуев и нынешний заведующий профессор Виктор Евгеньевич Громов сохранили и преумножили научно-исследовательские традиции коллектива кафедры.

Школа органично объединяет три научных направления: фундаментальное (изучение физических механизмов внешних электромагнитных воздействий на прочность и пластичность материалов), прикладное (использование достижений физического материаловедения в современных технологиях обработки металлов давлением) и методическое (аппаратурное обеспечение экспериментов в области физики прочности и пластичности). Таким образом, свое 90-летие кафедра, как и весь университет, встречают достойно с обоснованной уверенностью в будущем.

В рамках работ, проводимых коллективом кафедры, 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; реализована методика электростимулированного восстановления усталостного ресурса деталей; развиты принципы синергетики для электростимулированной пластичности; внедрена технология прокатки листовой стали в валках переменного сечения; установлены закономерности эволюции градиентных структурно-фазовых состояний при различных сложных видах деформации и обработки поверхностей потоками электронных пучков и плазмы; установлена физическая природа влияния слабых электрических потенциалов, переменных и постоянных магнитных полей на пластическую деформацию металлов; разработаны физико-технические основы термомеханического упрочнения стальной арматуры плазменного упрочнения валков; выявлены механизмы формирования наноразмерных фаз и упрочнения низкоуглеродистой

стали при термомеханической обработке и чугунных валков при плазменной обработке; установлены основные закономерности и природа формирования структурно-фазовых состояний поверхностных слоев металлов и сплавов при одно- и двухкомпонентном электровзрывном легировании и последующей электронно-пучковой обработке; разработаны физико-математические модели процессов упрочнения поверхности металлов и сплавов при различных видах внешних энергетических воздействий; сформирован банк данных о закономерностях формирования структурно-фазовых состояний и дислокационной субструктуры, распределения атомов углерода в головке длинномерных дифференцированно закаленных рельсов по центральной оси и по выкружке после длительной эксплуатации; изучен градиентный характер структуры, фазового состава и дефектной субструктуры, характеризующейся закономерным изменением скалярной и избыточной плотности дислокаций, кривизны кручения кристаллической решетки и степени деформационного преобразования структуры пластинчатого перлита по сечению головки рельсов; выявлена физическая природа и механизмы упрочнения поверхностных слоев рельсов по различным направлениям при длительной эксплуатации.

За последние тридцать лет в научной школе «Прочность и пластичность материалов при внешних энергетических воздействиях» защищены более 50 кандидатских и докторских диссертаций, сделаны три научных открытия, зарегистрированных Международной академией авторов изобретений открытий и Российской академией естественных наук, издано свыше 100 монографий (в том числе три на английском языке в Кембридже) и 4000 статей и тезисов докладов.

Выяснение физических механизмов формирования и эволюции структурно-фазовых состояний и дислокационной субструктуры в сталях и сплавах при внешних энергетических воздействиях – одна из важнейших задач физики твердого тела. Экспериментальные исследования структур и фазового состава, формирующихся в сечении изделий в результате таких воздействий, очень важны для понимания физической природы превращений, поскольку позволяют целенаправленно изменять структуру и эксплуатационные параметры изделий. При этом получение комплекса необходимых высоких прочностных и пластических свойств требует понимания физических механизмов и природы структурно-фазовых изменений на всех масштабных усло-

виях: от макро- до нано-. Значительная роль в решении фундаментальных и прикладных задач принадлежит теоретическим подходам и модельным представлениям.

Спектр способов внешних энергетических воздействий достаточно широк: традиционные виды химико-термической и термомеханической обработок, лазерная, плазменная, ультразвуковая обработки, электронные и ионные пучки и т.д. Способы поверхностного модифицирования с использованием концентрированных потоков энергии, таких как лазерное излучение, мощные электронные и ионные пучки, плазменные потоки и струи, являются очень экономичными. Они позволяют проводить обработку локально, только в тех местах, которые непосредственно испытывают разрушение в процессе эксплуатации детали. Один из таких конструктивно простых способов, получивших развитие в последнее десятилетие, состоит в легировании поверхности импульсными плазменными струями, формируемыми при электрическом взрыве проводников. Электровзрывное легирование (ЭВЛ) проводится с оплавлением поверхности, а распределение легирующих элементов по глубине осуществляется конвективными процессами. Улучшение качества поверхности после ЭВЛ эффективно достигается при дополнительной электронно-пучковой обработке.

Слабые и сильные электромагнитные поля и токи вот уже на протяжении последних 50 лет являются эффективным инструментом управления прочностью и пластичностью. Огромный объем выполненных исследований показал актуальность и практическую значимость этих методов в физике конденсированного состояния.

Получение покрытий с высокими эксплуатационными характеристиками, обеспечивающими повышение надежности и долговечности работы изделий в экстремальных условиях, характеризующихся повышенными механическими нагрузками, износом, коррозией, наличием агрессивных сред и циклическим воздействием, является фундаментальной задачей.

Особенность всех статей выпуска в том, что они идейно и стилистически находятся в рамках научной школы «Прочность и пластичность материалов при внешних энергетических воздействиях» и их логически легко отнести к основным направлениям исследований школы.

© 2020 г. В.Е. Громов
Поступила 24 января 2020 г.