

**ЛАБОРАТОРНЫЙ КОМПЛЕКС  
ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ФИЗИКО-  
МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК  
ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛА СВАРНЫХ  
СОЕДИНЕНИЙ**

Гридасов А.В., Погодаев А.В., Погодаева Л.Ф.  
Дальневосточный государственный  
технический университет  
Владивосток, Россия

Повышение эффективности сварочного производства требует подготовки магистров, способных творчески решать задачи оптимизации проектирования и изготовления сварных конструкций, управления технологическим процессом их изготовления при минимальных затратах труда и рациональном использовании материалов. Кафедра сварочного производства Дальневосточного государственного технического университета (ДВГТУ), основанная В.П. Вологдиным является старейшей кафедрой, которая осуществила выпуск первых инженеров-сварщиков в 1930 г. В настоящее время на кафедре ведется подготовка по магистерской программе 551806 «Машины и технология сварочного производства» направления 551800 «Технологические машины и оборудование».

Одним из научных направлений кафедры является исследование взаимодействия пластической деформации и разрушения материала сварных соединений. Разрушение твердых тел контролируется своими механизмами и протекает в результате взаимодействия структурных объектов, имеющих различный масштабный уровень от атомного и дислокационного до мезоскопического и субструктурного. Поверхностный слой, испытывает основные воздействия динамических нагрузок и подвергается воздействиям агрессивных сред. Обычные методы, которые используются для определения свойств объемных материалов, не пригодны для слоев толщиной в несколько мкм и менее. Кроме того, интенсивное развитие нанотехнологий и внедрение наноматериалов в науку и технику требует разработки новых сертифицированных методов анализа поверхности материалов и покрытий.

В составе кафедры имеется межкафедральная лаборатория с уникальной приборной базой, позволяющая проводить комплексные прецизионные исследования физических и механических свойств поверхности сварных соединений. Научно-исследовательская задача лаборатории: проведение исследований по выявлению и анализу морфологии структуры и механических свойств различных материалов. Для решения научно-исследовательской задачи лаборатория оснащена современным оборудо-

ванием с компьютерным управлением и обработкой результатов исследований. Учебная задача лаборатории: формирование у студентов знаний, умений, навыков в области использования современных методов исследования структуры материалов и механических свойств. Для решения этой задачи организованы учебные занятия по дисциплинам "Физические основы прочности" и НИРС.

В последние годы были приобретены высокоточные приборы и оборудование, предназначенное для количественного измерения и комплексной интерпретации свойств тонких поверхностных слоев:

- Атомносиловой зондовый микроскоп SPM-9600(Япония)позволяет исследовать структуру материалов с атомным разрешением (до 10 ангстрем), получать реальное трёхмерное (объёмное) изображение поверхности и проводить её профилометрический анализ по линии и по площади, трёхмерный прямой и обратный Фурье-анализ, фрактальный анализ. (Полезное увеличение до 5 млн.). Анализ изображений позволяет проводить качественную и количественную оценку топографии и параметров шероховатости поверхности.

- Супермикротвердомер "Shimadzu HMV 2000" (Япония) автоматизирован, используется для оценки твердости материалов, отдельных включений, тонких плёнок, распределения твёрдости по толщине тонких слоёв на плоских, цилиндрических и шаровых поверхностях. Прибор предназначен для измерения твердости Н, модуля упругости Е и упругого восстановления We по методу наноиндентирования. В процессе измерений снимается кривая нагружение-разгрузка которая в дальнейшем обрабатывается по методу Оливера-Фарра.

В связи с высокой стоимостью, уникальностью и сложностью оборудования актуальным является обеспечение дистанционного доступа студентов и исследователей к комплексу аналитического оборудования.

Для этого реализованы следующие основные составляющие удаленного доступа:

1. Сервер соединяющий оборудование с компьютерами удаленных пользователей через сети Internet
2. Видеонаблюдение за экспериментом.
3. Аудиосвязь между оператором и удаленными пользователями.

Работа выполнена в рамках федеральной целевой программы (ФЦП) «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы»

В настоящее время на основе принципов междисциплинарного подхода на кафедре решаются следующие задачи:

- Формирование инновационных магистерских программ, преимущество которых состоит в большей гибкости и чуткости к современным тенденциям и запросам обучающихся и промышленности.

- Создание аспирантуры, более того - аспирантской школы по нанонаукам.

### **ОСОБЕННОСТИ КОМПЛЕКСНОГО ДИФФУЗИОННОГО НАСЫЩЕНИЯ ВЫСОКОЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЕЙ БОРОМ И ХРОМОМ**

Гурьев А.М., Иванов С.Г.,

Гурьев М.А., Иванов А.Г.

*Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова  
Барнаул, Россия*

Проблема повышения износостойкости режущего инструмента в настоящее время приобретает все большую актуальность в связи с постоянно возрастающими требованиями, касающимися повышения скоростей резания, обработки все более широкого спектра материалов, обладающих достаточно высокой прочностью. Одним из путей повышения ресурса работы режущего инструмента является нанесение покрытий. Наиболее простыми и нетребовательными к технологиям является процессы диффузионного упрочнения. При этом лидерство в плане повышения таких параметров как износостойкость, теплостойкость и поверхностная твердость принадлежит покрытиям на основе бора.

В работе проведен процесс борохромирования быстрорежущей стали Р6М5 из насыщающей обмазки. В результате анализа поперечных микрошлифов исследуемых образцов была показана принципиальная возможность упрочнения быстрорежущих сталей из насыщающих обмазок на основе карбида бора. Образуется диффузионный слой толщиной 15 – 30 мкм, имеющий характерное для боридных слоев игольчатое строение. В силу того, что сталь Р6М5 является высоколегированной быстрорежущей сталью и имеет сложный химический состав, боридные иглы имеют закругленные концы и значительный диаметр. Между иглами заметно выделение фаз, преимущественно карбоборидов сложного состава на основе хрома, молибдена и вольфрама.

При борохромировании химический состав претерпевает значительные изменения в направлении от поверхности вглубь. Так, содержание бора изменяется от 22,67% на поверхности до 7,35% на глубине 80 мкм, содержание вольфрама, молибдена, хрома и углерода находится соответственно в пределах 6,68 – 6,41; 5,10 – 5,32; 7,25 – 4,27 и 0,12 – 0,84.

Испытания на износостойкость показали 2,5 кратный рост ресурса работы упрочненного изделия по сравнению с не упрочненным при нагрузке до 40 МПа/мм<sup>2</sup>, однако при более высоких нагрузках, превышающих эту величину, происходит продавливание упрочненного слоя и снижение износостойкости упрочненного изделия до значений в 1,5 – 2 раза меньших, чем у не упрочненной детали. Данный эффект объясняется тем, что в процессе диффузионного насыщения деталь подвергается отпуску, в результате чего под упрочненным слоем находится мягкий металл. Это приводит к продавливанию слоя, а мелкие осколки слоя, образовавшиеся в результате продавливания, значительно ускоряют износ.

### **СПОСОБЫ ОПИСАНИЯ КАНАЛОВ СВЯЗИ С ПЕРЕМЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ В СИСТЕМАХ КОСМИЧЕСКОГО РАДИОМОНИТОРИНГА**

Денисенко Д.Т.

*Ставропольский технологический институт сервиса  
Ставрополь, Россия*

Среда распространения радиоволн в системах космического радиомониторинга может рассматриваться как канал связи с переменными параметрами. При этом системные функции, характеризующие канал, следует рассматривать как случайные, что физически отражает наличие в канале замираний. Анализ условий функционирования систем космического радиомониторинга показывает, что распространение через ионосферу сигналов УКВ диапазона сопровождается возникновением общих (гладких) замираний сигнала. Соответственно, канал связи для систем космического радиомониторинга моделируется как канал связи с общими замираниями.

Сигнал на выходе канала при этом имеет вид:

$$f(t) = \dot{b} \cdot s(t) + n(t),$$

где  $s(t)$  – сигнал на входе,  $n(t)$  – процесс, описывающий шум.