

# **ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ**

**МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
«Перспективные материалы с иерархической структурой  
для новых технологий и надежных конструкций»**

**X МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
«Химия нефти и газа»**

Томск

Издательский Дом ТГУ

2018

DOI: 10.17223/9785946217408/303

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ФРИКЦИОННЫХ  
ПРОЦЕССОВ ПРИ ТРЕНИИ СКОЛЬЖЕНИЯ СТАЛИ 12Х15Г9НД С  
УЛЬТРАМЕЛКОЗЕРНИСТОЙ СТРУКТУРОЙ**

<sup>1,2</sup>Филиппов А.В., <sup>1,2</sup>Тарасов С.Ю., <sup>2</sup>Подгорных О.А., <sup>2</sup>Шамарин Н.Н., <sup>2</sup>Филиппова Е.О.

<sup>1</sup>Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск, Россия

<sup>2</sup>Томский политехнический университет, Томск, Россия

Нержавеющие стали аустенитного класса широко применяются в различных отраслях промышленности за счет их высокой коррозионной стойкости, механической прочности и пластичности. Нержавеющие стали широко применяются в химической промышленности при изготовлении центрифуг, смесителей, фармацевтических и биореакторов, а также в качестве запорной арматуры, клапанов и т.д., которые находятся в непосредственном контакте с агрессивными средами в том числе при повышенных температурах. Формирование УМЗ структуры способствует повышению прочности материалов с ГЦК и ОЦК структурой, что позволяет расширить область их промышленного применения. Исследование динамики фрикционных процессов является одним из наиболее актуальных направлений в современной трибологии. Основными направлениями в этой области являются оценка динамики изменения коэффициента трения, амплитуды механических колебаний и АЭ мониторинг быстропротекающих процессов. В тоже время в последние годы исследование динамики трения является одним из ключевых аспектов формирования современной модели динамики процессов формообразования при резании.

Целью данной работы является исследование динамического поведения аустенитной нержавеющей стали 12Х15Г9НД в исходном состоянии и с ультрамелкозернистой структурой в условиях сухого трения скольжения.

Трение скольжения осуществлялось по схеме палец-диск на трибометре Tribotechnic. Изменение динамики фрикционных процессов оценивалось с применением лазерного Доплеровского вибromетра PSV-500-3D-NV и комплекса АЭ диагностики ЭЯ-2. Испытания проводились на образцах с крупнокристаллической и ультрамелкозернистой структурой. УМЗ образцы получены методом АВС прессования и прокатки. Образцы с УМЗ структурой получены методами АВС прессования и комбинации АВС прессования с прокаткой. Все исследовалось 4 типа образцов: первый – в исходном состоянии, второй – после АВС прессования, третий – после комбинации АВС прессования и прокатки до степени деформации 0,5, четвертый – после комбинации АВС прессования и прокатки до степени деформации 0,85.

С начала процесса трения происходит монотонное увеличение коэффициента трения достигая максимального значения в первые 1000-2000 секунд трения. Затем происходит немонотонное изменение величины коэффициента трения, связанное с адгезионным взаимодействием между контртелом и исследуемым образцом. Для исходного образца среднее значение коэффициента трения составляет 0,39, а максимальное 0,44. Для образца после прессования среднее значение КТ 0,35, максимальное – 0,39. Для образца после прессования и первого режима прокатки среднее значение КТ 0,43, максимальное 0,53. Для образца после прессования и второго режима прокатки среднее значение КТ 0,38, максимальное 0,43. Динамика изменения амплитуды виброускорений повторяет динамику изменения коэффициента трения. Для исходного образца среднее значение амплитуды виброускорений составляет 7,37 м/с<sup>2</sup>, а максимальное 11,14 м/с<sup>2</sup>. Для образца после прессования среднее значение амплитуды виброускорений 6,01 м/с<sup>2</sup>, максимальное – 9,32 м/с<sup>2</sup>. Для образца после прессования и первого режима прокатки среднее значение амплитуды виброускорений 5,78 м/с<sup>2</sup>, максимальное – 8,83 м/с<sup>2</sup>. Для образца после прессования и второго режима прокатки среднее значение амплитуды виброускорений 7,3 м/с<sup>2</sup>, максимальное 10,47 м/с<sup>2</sup>. Отклик акустической эмиссии на изменение динамики трения указывает на обратную зависимость амплитуды АЭ от амплитуды вибраций и коэффициента трения. Для исходного образца

## Секция 6. Методы и средства неразрушающего контроля материалов и конструкций с иерархической структурой

---

среднее значение огибающей амплитуды АЭ составляет 0,33, а максимальное 1,07. Для образца после прессования среднее значение огибающей амплитуды АЭ 0,3, максимальное – 0,76. Для образца после прессования и первого режима прокатки среднее значение огибающей амплитуды АЭ 0,16, максимальное – 0,89. Для образца после прессования и второго режима прокатки среднее значение огибающей амплитуды АЭ 0,31, максимальное – 1,035. Анализ полученных результатов указывает на сильную зависимость амплитуды сигналов акустической эмиссии от динамики фрикционных процессов. На приведенных графиках выделены некоторые характерные области уменьшения величины амплитуды АЭ, которым соответствуют периоды повышения коэффициента трения и роста амплитуды вибраций трибологической системы. Снижение амплитуды АЭ происходит в моменты проскальзывания образца по поверхности контртела в результате stick-slip эффекта. В условиях проскальзывания деформационные процессы на контактных площадках протекают более монотонно, из-за этого отсутствуют всплески сигналов АЭ и, следовательно, снижается средний уровень амплитуды сигналов АЭ.

В результате выполненных экспериментальных исследований установлено, что при сухом трении скольжения стали 12Х15Г9НД с ультрамелкозернистой структурой происходит уменьшение динамики фрикционных колебаний, что подтверждается данными виброметрии. Обратная зависимость амплитуды сигналов акустической эмиссии от амплитуды вибраций трибологической системы согласуется с ранее выполненными работами авторов. Полученные результаты также свидетельствуют о высокой эффективности метода акустической эмиссии для диагностики изменения динамики фрикционных процессов.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-38-00058.