

Федеральное агентство научных организаций  
Уральское отделение Российской академии наук  
Институт машиноведения УрО РАН  
Институт физики прочности и материаловедения СО РАН  
Институт математики и механики им. Н.Н. Красовского УрО РАН

**X МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
«МЕХАНИКА, РЕСУРС И ДИАГНОСТИКА  
МАТЕРИАЛОВ И КОНСТРУКЦИЙ»**

Сборник материалов

(Екатеринбург, 16–20 мая 2016 г.)

Екатеринбург  
ИМАШ УрО РАН  
2016

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ МАТЕРИАЛА НА АТОМНОМ УРОВНЕ ПРИ ЕГО НАГРУЖЕНИИ ПО СХЕМЕ ИМИТИРУЮЩЕЙ СВАРКУ ТРЕНИЕМ С ПЕРЕМЕШИВАНИЕМ С ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМ ВИБРАЦИОННЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ

Коноваленко Ив.С.<sup>1,2</sup>, Коноваленко Иг.С.<sup>1,2</sup>, Дмитриев А.И.<sup>1,2,3</sup>, Псахье С.Г.<sup>1,2</sup>, Колубаев Е.А.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ИФПМ СО РАН, д. 2/4, пр. Академический, г. Томск, 634055, Российская Федерация

<sup>2</sup>Томский политехнический университет, д. 30, пр. Ленина, г. Томск, 634050, Российская Федерация

<sup>3</sup>Томский государственный университет, д. 36, пр. Ленина, г. Томск, 634050, Российская Федерация  
e-mail: [ivkon@ispms.ru](mailto:ivkon@ispms.ru)

В настоящее время при промышленном производстве изделий различного назначения для создания неразъемных соединений используются различные виды сварки. Сварка трением с перемешиванием (СТП) является одной из перспективных современных технологий создания неразъемных соединений, применяемая, в том числе, для материалов с отличающимися свойствами. Физические процессы, происходящие в материале при СТП, характеризуются большим многообразием, взаимосвязанностью и быстротечностью реализующихся механизмов в месте нагружения. Особенно это актуально при проведении исследований на атомном уровне, когда пространственные и временные масштабы во многом ограничивают набор применяемых экспериментальных методик. В связи с этим методы компьютерного моделирования могут являться эффективным инструментом решения подобного класса задач. Отметим, что механоактивируемые процессы, неразрывно связаны с интенсивным формированием несплошностей, генерацией дефектов структуры различного уровня и переносом масс. С этой точки зрения наиболее предпочтительным является использование методов дискретного описания моделируемой среды.

В связи с вышесказанным целью работы является компьютерное изучение влияния дополнительного вибрационного воздействия на процессы интенсивного массопереноса в материале и оказываемое на него термомеханическое воздействие в условиях нагружения имитирующих процесс сварки трением с перемешиванием на атомном уровне. Расчеты проводились методом молекулярной динамики. Исследовано влияние мощности (амплитуды) вибрационного воздействия прикладываемого к вращающемуся инструменту на процесс механического воздействия, оказываемого на материал в ходе СТП. Показано, что увеличение амплитуды вибрационного воздействия приводит к росту силы сопротивления, действующей на инструмент со стороны материала. При этом с увеличением значения амплитуды рост зависимостей силы сопротивления от времени замедляется. Анализ зависимостей кинетической температуры от времени для всей модели и ее локальной области вокруг инструмента, движущейся вместе с ним, показал, что с ростом амплитуды вибрационного воздействия скорость возрастания данных зависимостей сначала увеличивается, а затем становится равной нулю и зависимости выходят на некоторые постоянные значения. Эти значения также тем больше, чем больше амплитуда воздействия. Показано, что увеличение амплитуды вибрационного воздействия приводит к росту глубины взаимного проникновения атомов каждого из кристаллитов в противоположный на 22 %.

*Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (проект № RF-ME-F 157814X0045).*