ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Физическая мезомеханика. Материалы с многоуровневой иерархически организованной структурой и интеллектуальные производственные технологии»

6–10 сентября 2021 г.
Томск, Россия

Томск – 2021
Издательство ТГУ

DOI: 10.17223/978-5-907442-03-0-2021-376

ВЛИЯНИЕ КРИТЕРИЕВ РАЗРЫВА И ОБРАЗОВАНИЯ СВЯЗЕЙ МЕЖДУ ЧАСТИЦАМИ НА ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ СЛОЯ ТРЕНИЯ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ МЕТОДОМ ПОДВИЖНЫХ КЛЕТОЧНЫХ АВТОМАТОВ

Смолин А.Ю., Еремина Г.М., Шилько Е.В.
Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск

Метод подвижных клеточных автоматов (ПКА) успешно применяется для моделирования деформационного поведения материалов в условиях интенсивных механических воздействий уже на протяжении более 20 лет [1, 2]. Этот метод основан на дальнейшем развитии подходов дискретных элементов и клеточных автоматов. Основное его отличие от метода дискретных элементов состоит в использовании многочастичного взаимодействия элементов, что обеспечивает возможность адекватно описывать механическое поведение не только гранулированных, но и консолидированных материалов. Применение идеологии клеточных автоматов к паре элементов позволяет описывать процессы разрушения и микросварки (залечивания пор) как переключения пар элементов между двумя состояниями: связанная и несвязанная пары. Очевидно, что динамика поведения подвижных клеточных автоматов существенным образом определяется правилами их переключения, а следовательно критериями, определяющими эти переключения.

Одним из важных применений метода ПКА являются процессы трения между различными материалами. В большинстве опубликованных результатов, полученных методом ПКА, область трения металлических материалов представляет собой так называемый квазижидкий слой, т. е. зону перемешивания частиц, оторванных от основного материала и образующих динамическую систему, где межчастичные связи постоянно переключаются между двумя основными состояниями. При этом для разрыва связей используются критерии, основанные на предельном значении интенсивности напряжений, а для образования новых связей – на предельном значении удельной работы пластических деформаций.

Целью данной работы является выявление влияния критериев разрыва и образования связей между элементами на особенности формирования структуры слоя трения в металлических материалах. С этой целью был реализован новый критерий разрушения, основанный на удельной работе упруго-пластической деформации в зоне взаимодействия (контакта) подвижных клеточных автоматов [3]. Тестовые расчёты в двумерной постановке показали, что использование такого критерия позволяет существенно расширить возможности метода по описанию структурообразования в области трения металлических материалов. Так становится возможным получать «частицы износа» в виде вращающихся образований, а также их заклинивание. При этом важным параметром является степень стеснённости напряжённого состояния материала.

С целью дальнейшего изучения возможностей новых критериев переключения пар подвижных клеточных автоматов рассмотрены результаты трёхмерных расчётов, в которых реализуются более сложные и реалистичные условия стеснения, по сравнению с двумерными приближениями плоской деформации и плоского напряжённого состояния.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИФПМ СО РАН, тема номер FWRW-2021-0006.

1. Shilko E.V., Psakhie S.G., Schmauder S., et al. Overcoming the limitations of distinct element method for multiscale modeling of materials with multimodal internal structure // Computational Materials Science. 2015. V. 102 P. 267–285.
2. Smolin A.Yu., Shilko E.V., Astafurov S.V., et al. Understanding the mechanisms of friction stir welding based on computer simulation using particles // Defence Technology. 2018. V. 14. P. 643–656.
3. Shilko E.V., Grigoriev A.S., Smolin A.Yu. A discrete element formalism for modelling wear particle formation in contact between sliding metals // Facta Universitatis Series: Mechanical Engineering. 2021. V. 19. P. 7–22.