

УДК 621.983.3

**АДЕКВАТНОСТЬ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
ПРОЦЕССА ИНДЕНТИРОВАНИЯ ОБРАЗЦА
ИЗ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА АД1**

Литошина А. Д., Ледяев М. Е., Воронин С. В.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика
С. П. Королёва (национальный исследовательский университет), г. Самара

На сегодняшний день при создании новых материалов и при исследовании существующих широко используются программные комплексы инженерного анализа, основанные на методе конечных элементов. Для проведения конечно-элементного анализа в таких комплексах необходимо задавать микроструктуру исследуемого материала и механические свойства структурных составляющих. Однако для определения свойств структурных составляющих, по нашему мнению, необходимы методики, находящиеся на стыке исследования микротвёрдости структурных составляющих и компьютерного моделирования.

Поэтому целью данной работы является проверка адекватности конечно-элементного моделирования процесса индентирования образца из алюминиевого сплава АД1. Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи.

1. По литературным данным определить механические свойства кристаллов алюминия в зависимости от кристаллографических направлений.

2. Провести конечно-элементное моделирование процесса внедрения индентора в исследуемый образец.

3. Провести сравнительный анализ деформированного состояния реального образца и соответствующей конечно-элементной модели.

Для решения задачи по внедрению индентора в образец из сплава АД1 задавались геометрия индентора и образца, механические свойства структурных составляющих материала и прикладываемые усилия. Геометрия индентора была взята из ГОСТ 9377-81. В соответствии с ГОСТ вершина индентора была скруглена на 1 мкм. Это условие необходимо и при проведении процесса конечно-элементного моделирования, так как позволяет исключить возникновение бесконечно больших напряжений в точке контакта индентора с исследуемым материалом. Геометрия образца обусловлена данными инструкции по эксплуатации микротвёрдомера ПМТ-3 – 2000×2000×600 мкм. Механические свойства исследуемого образца задавались по данным авторов Микляева П. Г. и Фридмана Л. Б. – модуль упругости для направления [111] составил 75500 МПа. Кривая упрочнения для выбранного направления была взята по данным Р. Хоникомба. Усилия, прикладываемые к исследуемому образцу, составляли 0,5 Н, 0,7 Н, 1 Н, 2 Н.

Конечно-элементное исследование проводилось с применением компьютерной системы инженерного анализа и моделирования MSC Marc. Задача по микроиндентированию решалась в трёхмерной постановке. Индентор задавался как абсолютно твёрдое тело. В результате конечно-элементного анализа были получены распределения напряжений и деформаций в зоне индентирования. Сравнение диагоналей отпечатков, полученных при реальном испытании и конечно-элементном моделировании, показало, что диагональ отпечатка на реальном образце больше по сравнению с диагональю отпечатка, полученном при конечно-элементном моделировании. Это может быть объяснено тем, что кристаллографическое направление выбранного реального зерна не полностью соответствует выбранному направлению.