ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

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

посвященная 90-летию со дня рождения
основателя и первого директора ИФПМ СО РАН
академика Виктора Евгеньевича Панина

в рамках
Международного междисциплинарного симпозиума
«Иерархические материалы: разработка и приложения
для новых технологий и надежных конструкций»

5–9 октября 2020 года
Томск, Россия

Томск
Издательство ТГУ
2020

DOI: 10.17223/9785946219242/46

ВЛИЯНИЕ КРИСТАЛЛОГРАФИЧЕСКОЙ ОРИЕНТАЦИИ НА НАНОТВЕРДОСТЬ МОНОКРИСТАЛЛОВ СТАЛИ ГАДФИЛЬДА

[1]Лычагин Д.В., [2]Новицкая О.С., [2]Колубаев А.В.
[1]*НИ Томский государственный университет , Томск*
[2]*Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск*

Механизм деформации стали Гадфильда зависит от кристаллографической ориентации и знака нагрузки. Деформация осуществляется скольжением и двойникованием. Это влияет на свойства при наноиндентировании. В данной работе исследуется ориентационная зависимость параметров наноиндентирования стали Гадфильда.

Нанотвердость исследована с помощью нанотвердомера NANO Hardness Tester NHT-S-AX-000X для монокристаллов с ориентацией боковых граней $(\bar{2}11)$, $(\bar{1}10)$, (111), (001). Ориентацию отпечатка проводили с учетом выходов плотноупакованных плоскостей на поверхность граней. После испытаний на нанотвердость проводили исследования структуры отпечатка с помощью лазерного сканирующего микроскопа Olympus LEXT 4100. Ориентацию следов скольжения сравнивали с кристаллографическими схемами.

Исследования показали, что наибольшее значение модуль упругости имеет для ориентаций (001) и $(\bar{1}10)$, где при сжатии наряду со скольжением активно идет двойникование. Наиболее низкие значение наблюдаем для ориентации (111) и $(\bar{2}11)$ где деформация при сжатии развивается преимущественно путем скольжения. Это подтверждается и на качественном уровне при анализе формы и размера отпечатков, картиной 3D профиля и профиля поперечного сечения. При анализе общей статистики структуры отпечатков (45 отпечатков) для ориентаций с более высоким модулем упругости, наблюдается тенденция к уменьшению размера отпечатка и увеличение кривизны его боковых сторон. На отдельных отпечатках можно наблюдать системы следов сдвига, ориентация которых хорошо совпадает с выходами плотноупакованных плоскостей на исследуемые грани.

Кристаллографическая ориентация исследуемых поверхностей позволяет проследить, как изменяется нанотвердость в зависимости от количества равнонагруженных систем скольжения. Последовательность выбранных ориентаций $(\bar{2}11)$, $(\bar{1}10)$, (111), (001) соответствует увеличению числа равнонагруженных систем скольжения от 2 до 8. Это соответствует увеличению твердости. Однако модуль упругости меняется немонотонно (см. табл.).

Таблица 1. Параметры нанотвердости в зависимости от кристаллографической ориентации плоскости

Характеристика	$(\bar{2}11)$	$(\bar{1}10)$	(111)	(001)
Нанотвердость, МПа	2387	2578	2627	2955
Модуль упругости, ГПа	131	175	121	183
Число максимально равнонагруженных систем сдвига	2	4	6	8

Таким образом, нанотвердость тем выше, чем больше число равнонагруженных систем скольжения. По-видимому, взаимодействие дислокаций разных систем скольжения приводит к заметному субструктурному упрочнению при нано индентировании. Модуль упругости имеет более высокие значения для ориентаций (001) и $(\bar{1}10)$. Расчеты показывают, что для этих ориентаций также велика вероятность двойникования при последующей пластической деформации. Рассматривая механизмы упрочнения, необходимо учесть взаимодействие скользящих дислокаций с двойниками.

Авторы выражают благодарность Чумлякову Ю.И. за предоставление образцов монокристаллов стали Гадфильда для исследований. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-08-00377 а.