

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Забродіна Павла Андрійовича

«Низькотемпературна пластична деформація ультрадрібнозернистих

полікристалів Al, Al-Li, Mg-Al-Zn»,

представлену на здобуття наукового ступеня

кандидата фізико-математичних наук

за спеціальністю 01.04.07 - фізика твердого тіла

Актуальність теми.

Дослідження впливу характеристик мікроструктури, яка сформована після інтенсивної пластичної деформації, на процеси деформування та механічні властивості полікристалів в інтервалі низьких та наднизьких температур, вивчення дислокаційних механізмів пластичної деформації металів і сплавів в залежності від їх вихідної мікроструктури продиктовано як природним ходом розвитку фізики твердого тіла, так і потребами практики. Одержані результати сприятимуть розвитку теоретичних уявлень про природу низькотемпературних особливостей пластичної деформації матеріалів. Вони нададуть перспективу для застосування матеріалів, що вивчаються – полікристалів чистого Al та сплавів Al-Li та Mg-Al-Zn, в криогенній техніці, авіакосмічній, автомобільній, енергетичній та інших галузях промисловості. Для досягнення поставленої мети необхідно було з'ясувати вплив мікроструктури після інтенсивної пластичної деформації на закономірності пластичної деформації та механічні властивості в інтервалі низьких та наднизьких температур. Одержання нових даних про вплив неоднорідного структурного стану металів і сплавів на низькотемпературні процеси пластичної деформації сприятиме розвитку теоретичних уявлень про природу низькотемпературної пластичної деформації та є одним з актуальних завдань сучасної фізики твердого тіла. Має місце тісне поєднання розв'язання чисто наукових задач із дійсно прикладними проблемами.

Актуальність теми роботи підтверджується так само й тим, що вона

пов'язана з відомчими тематичними програмами Національної академії наук України: “Нові закономірності і механізми непружної деформації твердих тіл в умовах помірного та глибокого охолодження” (№ДР 0107U000943); “Фізико-механічні властивості нанокристалічних, ультрадрібнозернистих та аморфних твердих тіл в умовах низьких та наднизьких температур” (№ДР 0112U002638).

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі Забродіна П.А. є високою та базується на аналізі літературних джерел за проблемою роботи, гармонійній постановці мети і задач дослідження, використанні надійних методів досліджень, розумному співставленні їх результатів, зіставленні і критичному аналізі отриманих результатів у порівнянні з результатами інших дослідників, і якісному формулюванні отриманих висновків. Дисертаційна робота являє собою закінчений труд, що являє добротний огляд літератури поєднаний з оригінальними експериментальними знахідками та результатами спрямованими на впровадження. Згідно з викладеним вище обґрунтованість наукових положень, висновки результатів дослідження і рекомендації, що сформульовані в дисертаційній роботі, не підлягають сумніву, а наукові положення і висновки дисертації є обґрунтованими.

Достовірність результатів досліджень.

Достовірність отриманих результатів у дисертаційній роботі здобувача П. А. Забродіна забезпечена використанням коректних, надійних і незалежних методів дослідження, порівнянням і узгодженістю експериментальних результатів з сучасними літературними даними. Традиційно високий рівень над низькотемпературного експерименту. Інтерпретація результатів експерименту на підставі сучасної теорії дислокаційних механізмів низькотемпературної пластичної деформації металів і сплавів свідчить на користь обґрунтованості

наукових результатів дисертації. Таким чином, наукові результати, отримані в дисертаційній роботі П. А. Забродіна, є достовірними.

Основні нові наукові результати дисертації.

У дисертації вирішувалося завдання по вивченню фізичних механізмів низькотемпературної пластичної деформації полікристалів Al, Al-Li і Mg-Al-Zn з різним розміром зерна. При наднизьких температурах особлива увага приділялася вивченню впливу мікроструктури на характер стрибкоподібної деформації. У широкому інтервалі температур було вивчено вплив розміру зерна на схильність полікристалів до локалізації пластичної деформації. Серед значної кількості важливих наукових результатів до основних можна віднести наступні:

1. Вперше встановлено, що низькотемпературна пластична деформація ультрадрібнозернистих полікристалів Al та Al-Li із зростанням температури визначається послідовною активацією механізмів перетину дислокацій «лісу», поперечного ковзання дислокацій і зернограничного проковзування. Порогові температури активація поперечного ковзання дислокацій (77 К) і зернограничного проковзування (140 К) в ультрадрібнозернистому Al в 1,5-2 рази нижче, ніж в крупнозернистому полікристалі.

2. Показано, що низькотемпературна межа плинності ультрадрібнозернистих полікристалів з ГЦК (Al-Li) і ГЦУ (Mg-Al-Zn) структурами визначається середнім розміром зерна, середньою густиною дислокацій і текстурою. При інтенсивної пластичної деформації зміцнення за рахунок подрібнення зерна супроводжується знеміцненням за рахунок посилення текстури, яка є сприятливою для легкого ковзання дислокацій.

3. Вперше встановлено, що при низьких температурах величина рівномірної пластичної деформації полікристалів Al та Al-Li залежить від величини коефіцієнта анігіляції дислокацій, межі текучості і коефіцієнта деформаційного зміцнення. Зменшення пластичності ультрадрібнозернистих полікристалів в порівнянні з грубозернистими обумовлено збільшенням їх межі текучості і зменшенням швидкості деформаційного зміцнення через збільшення щільності

кордонів зерен і дислокацій в результаті ПД.

4. Показано, що амплітуда і статистика стрибків напруження при низькотемпературної стрибкоподібної деформації полікристалів Al-Li залежать від мікроструктури. Зменшення середньої густини дислокацій і зростання розміру зерна при відпалі викликають зменшення амплітуди стрибкоподібної деформації і зміну характеру розподілу стрибків напруження по амплітуді. Кореляція між середньою амплітудою стрибків напруження, середнім коефіцієнтом деформаційного зміцнення і середньою густиною дислокацій вказує на дислокаційну природу стрибкоподібної деформації – колективного руху дислокаційних лавин.

Значимість отриманих результатів для науки і практичного використання.

Результати, які одержані здобувачем П. А. Забродіним при виконанні дисертаційної роботи, мають важливе наукове значення. Вони сприятимуть розвитку теоретичних уявлень про природу та особливості низькотемпературної пластичної деформації матеріалів з ГЦК - структурою, тих, що обумовлені неоднорідностями структури.

Практична значимість результатів дослідження пластичної деформації сучасних полікристалічних матеріалів з субмікронних розміром зерна визначається необхідністю їх використання при розробці елементів технологічного обладнання, яке буде експлуатуватися як конструкційні матеріали в умовах навантаження при низьких і наднизьких температурах у кріогенних приладах і пристроях.

Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.

Основні наукові результати дисертаційної роботи П. А. Забродіна, опубліковані в 5 наукових статтях у реферованих наукових виданнях, апробовані на профільних міжнародних наукових конференціях і в повному обсязі відображають особистий внесок здобувача. В цілому, рівень і кількість публікацій

та апробація матеріалів дисертації на конференціях повністю відповідають вимогам ДАК МОН України. Основна стратегія, методологія і зміст досліджень, постановка задачі, обґрунтування вибору об'єктів досліджень, аналіз сучасного стану предмета досліджень, а також трактування фізичної суті отриманих результатів викладені досить чітко і послідовно.

Анотеза є ідентичним за змістом з основними положеннями дисертації і достатньо повно відображає основні її наукові результати, що отримані здобувачем.

По дисертаційній роботі можна зробити наступні зауваження:

1. В методичній частині дисертації (розділ 2) не достатньо повно описана методика способу апроксимації. Без вказівки, який зразок використано в якості еталону, не можливо визначити з якою похибкою визначалися розмір ОКР та мікродеформації, а, відповідно, густина дислокацій.

2. Результати про гарячу прокатку та РККП сплаву Mg-Al-Zn чомусь поміщені в главу методичну.

3. Не зрозуміло, як з рис. 2.4, де надане зображення мікроструктури, витікає, що формується текстура така, що базисна площина розташована під кутом 45° до напрямку пресування. Таке враження, що автор щось пропустив.

Вказані недоліки не впливають на загальну позитивну оцінку виконаної роботи.

ВИСНОВОК

Дисертаційна робота Забродіна Павла Андрійовича «Низькотемпературна пластична деформація ультрадрібнозернистих полікристалів Al, Al-Li, Mg-Al-Zn» за своїм змістом відповідає паспорту спеціальності 01.04.07 – фізика твердого тіла. Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, яка розв'язує важливе наукове завдання, суть якої полягає у встановленні закономірностей пластичної деформації мікрозернистих полікристалів різного структурного стану, який сформований інтенсивною пластичною деформацією, при

низькотемпературних випробуваннях. Дисертаційна робота відповідає вимогам п. п. 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», щодо кандидатських дисертацій, а здобувач Забродін Павло Андрійович, заслуговує присудження наукового ступеня кандидата фізико - математичних наук за спеціальністю 01.04.07 – фізика твердого тіла.

Офіційний опонент

завідувач кафедри фізики металів та напівпровідників

Національного технічного університету

«Харківський політехнічний інститут»

доктор фізико-математичних наук, професор

Малихін С.В.

Підпис зав. каф. ФМН, доктора фіз.-мат. наук, проф. Малихіна С.В.

ЗАСВІДЧУЮ

вчений секретар Національного технічного університету

"Харківський політехнічний інститут"

Зайцев Ю.І.

