

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СКОРОСТИ НАГРУЖЕНИЯ НА КИНЕТИКУ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО НИКЕЛЯ

А.А. ПРОСОЛОВ

Томский политехнический университет

E-mail: aap126@tpu.ru

Изучение природы пластической деформации твердых тел привело к важному заключению о том, что пластическое течение протекает неоднородно. Универсальность этого положения прослеживается на микроскопическом, мезоскопическом и макроскопическом масштабных уровнях. Можно утверждать, что деформация при пластическом течении локализована на всех этапах – от предела текучести до разрушения, а микро-, мезо- и макромасштабные явления локализации становятся существенными для процессов пластического течения практически одновременно. Явление макролокализации характерно для любых материалов и любых условий нагружения и не зависит от типа кристаллической решетки, фазового состава и зеренной структуры объекта исследования. Оно развивается в виде автоволн локализации пластической деформации [1].

Неустойчивое течение, проявляющееся в том числе в неустойчивости пластического течения, является технологически важной проблемой, поскольку связанная с пластической неустойчивостью локализация деформации в полосах ухудшает механические свойства конструкционного материала и может вызвать его преждевременную коррозию и внезапное разрушение.

Большинство работ по исследованию явления прерывистой текучести выполнено при нагружении сплавов на основе алюминия и магния, тем не менее литературные данные указывают на проявление прерывистой текучести в технически чистом никеле и сплавах на его основе. Настоящая работа посвящена экспериментальному исследованию условий формирования пространственно-временных структур деформационных полос при растяжении никеля с различными скоростями.

В связи с выше перечисленным, целью данной работы является исследование влияния скорости нагружения на кинетику деформационных процессов, где материалом исследования будет выступать поликристаллический никель.

Для данного исследования был взят НП2, полуфабрикатный никель чистотой не менее 99,5 %. Содержание основных примесей Fe, C, Si, Cu и Mg не должно превышать 0,1% весовых для отдельного элемента и 0,5 % для всех примесей, состав образца приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав в % материала НП2 ГОСТ 492 – 2006

Fe	C	Mn	S 10 ⁻³	P 10 ⁻³	Cu	As 10 ⁻³	Pb 10 ⁻³	Zn 10 ⁻³	Sb 10 ⁻³	Bi 10 ⁻³	Sn 10 ⁻³	Cd 10 ⁻³	Ni
до 0.1	до 0.1	до 0.05	до 5	до 2	до0.1	до 2	до 2	до 7	до 2	до 2	до 2	до 2	min 99.5

Для исследования влияния скорости нагружения на кинетику деформационных процессов поликристаллического никеля были проведены испытания на одноосные растяжения образцов в форме двусторонней лопатки размерами рабочей части 50x10x2 мм с различными скоростями деформации 0,05, 0,2 и 0,8 мм/мин. Лопатки образца закрепляли в захватах универсальной испытательной напольной машины LFM-125.

Изменение скорости деформирования в 4 раза в большую (кривая 2) и меньшую (кривая 3) сторону, по отношению к, принятой за стандартную, скорости испытаний 0,2 мм/мин (кривая 1) практически не оказывают влияния на деформационные кривые для исходного состояния,

как это видно на рисунке 1, где представлены деформационные кривые для скоростей из выбранного диапазона.

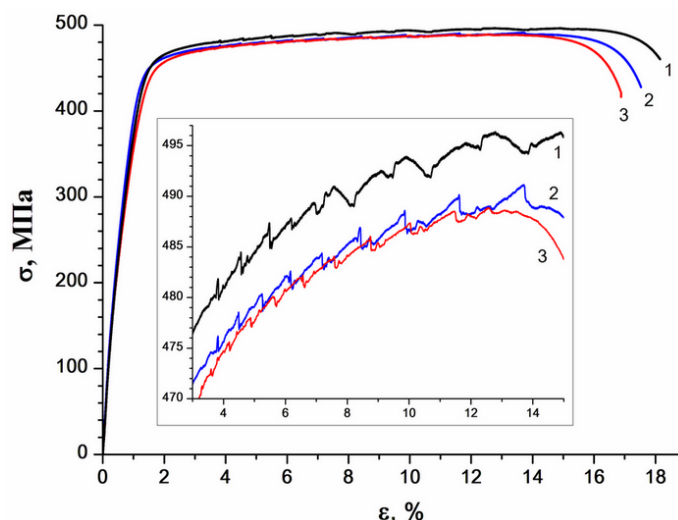


Рисунок 1 – Деформационные кривые растяжения никеля с различными скоростями: 1) 0,05 мм/мин; 2) 0,2 мм/мин; 3) 0,8 мм/мин (увеличенное изображение на вкладке)

Методом цифровой корреляции изображений (DIC) удалось установить соответствие возникновения данных скачков с проявлениями макроскопической локализации пластической деформации в виде полос Портевена-Ле Шателье.

На рисунке 2 показано движение полосы ПЛШ по образцу, где по осям x и y - длина и ширина наблюдаемой поверхности. Красным цветом выделяются зоны образца подверженные пластической деформации, так красные зоны на рисунке больше подвержены деформации, желтые зоны подвержены деформации в меньшей степени, а на зеленых областях деформация не происходит.

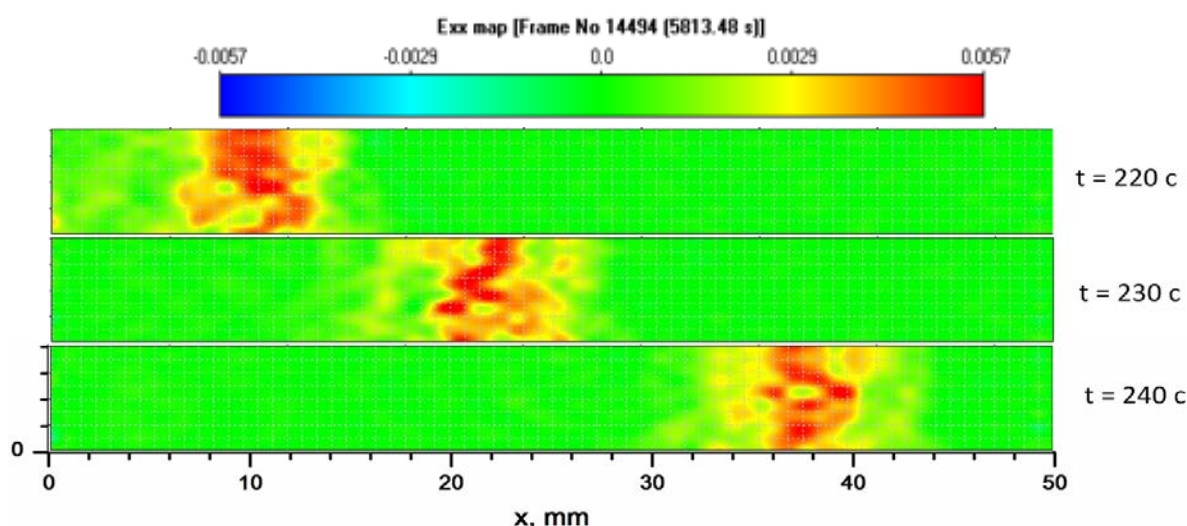


Рисунок 2 – Движение полосы ПЛШ в образце никеля при деформировании со скоростью 0,8 мм/мин в различные моменты времени

В таблице 2 приведены значения напряжений и процент деформации при которых происходит зарождение полосы ПЛШ. Также указана относительная скорость движения

фронта, которая равняется величине отношения скорости движения фронта V_f к скорости деформирования V_m .

Таблица 2 – Скорости движения полос ПЛШ для различных скоростей нагружения

$V_m=0,05$ мм/мин			$V_m=0,2$ мм/мин			$V_m=0,8$ мм/мин		
ε , %	σ , МПа	V_f/V_m	ε , %	σ , МПа	V_f/V_m	ε , %	σ , МПа	V_f/V_m
3,959	480,7	120	3,82	476	150	3,12	470	198,75
4,72	483,2	114	4,49	478,5	135	3,6	472,9	184,5
5,56	484,9	91,2	5,24	480,3	111	4,18	475,6	135
6,18	487,8	90	6,236	480,9	93	4,86	478	117,75
7,05	488,3	102	7,326	483,1	87	5,59	480,1	105
8,2	489	72	8,635	485,1	81	6,56	482,2	90
9,47	491,9	84	10,21	486,9	69	7,58	484,1	84,75
10,7	491,9	58,8	12,13	488,4	60	8,9	484,7	78,75
12,3	494,6	64,8	14,19	488,8	60	10,27	486,3	71,25
13,86	494,3	36				11,83	487,8	60
14,88	496,3	54						
15,33	495,1	48						

Для более подробного изучения влияния скорости на кинетику деформационных процессов в никеле и происходящих в нем процессов локализации деформации, необходимо дальнейшее исследование.

Список литературы

1. Плосков Н.А., Данилов В. И., Зуев Л. Б. О природе упругого и пластического инвариантов автоволн локализованной деформации – ФГБУН, 2014.

ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ И МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИХ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ СПЛАВА Ti-6Al-4V, СОЗДАНЫХ С ПРИМЕНЕНИЕМ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

М.М.САПОГОВА¹, А.В. ПАНИН^{1,2}

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет

²Институт физики прочности и материаловедения СО РАН

E-mail: mms20@tpu.ru

Металлокерамические композиты, состоящие из металлической матрицы и частиц диборида или карбида титана, широко используются в различных отраслях промышленности, таких как ракетостроение, авиационное строение, аэрокосмический комплекс, поскольку они характеризуются высокой твердостью, износостойкостью, жаропрочностью и высокой стабильностью к агрессивным средам и абразивному воздействию [1].

В настоящее время наблюдается большой интерес к изготовлению металлокерамических композитов на основе титана методами аддитивных технологий. Наиболее распространенным методом 3D печати композитов является спекание смесей металлических и керамических порошков лазерным или электронным лучом. Широкие возможности открывает метод электронно-лучевого плавления проволоочного материала,