

УСЛОВИЕ ПОТЕРИ ПАМЯТИ ФОРМЫ ПРИ ХОЛОДНОМ ВОЛОЧЕНИИ В ТИТАН- НИКЕЛЕВОЙ ПРОВОЛОКЕ

Рубаник В.В.

Одна из особенностей обработки материала, обладающего эффектом памяти формы, заключается в полной или частичной восстанавливаемости формы обработанного полуфабриката после отжига, что увеличивает количество операций в технологическом процессе. Так как производство изделий, обладающих эффектом памяти формы, в современной промышленности связано с множеством промежуточных операций, представляет интерес оптимизации их количества в процессе производства. Для этого необходимо подавить эффект восстановления формы полностью, или хотя бы уменьшить его на этих этапах максимально. В готовом же изделии способность восстанавливать форму можно инициировать за счет выбора режимов термообработки.

Процесс волочения, являющийся одним из методов пластической обработки, заключается в том, что заготовка одинакового поперечного сечения протягивается через отверстие постепенно уменьшающегося сечения, причем сечение этого отверстия меньше поперечного сечения исходной заготовки. Основной трудностью при волочении никелида титана, является восстановление геометрических размеров протянутой проволоки после проведения промежуточных отжигов для снятия напряжений. Это проявляется в уменьшении длины проволоки и увеличении ее диаметра. Как отмечено в [1,2], такое изменение зависит от степени деформации проволоки в процессе пластической обработки. Различные авторы приводят разные значения оптимальной степени обжатия для никелида титана между отжигами, интервал которых от 8 -- 10% [1,3] до 15-20% [2].

Для установления зависимости между единичной степенью обжатия при волочении и степенью восстановления формы после отжига измеряли диаметры исходной проволоки D_n , проволоки после волочения D_k и после отжига D_o , рассчитывали единичное обжатие E , степень восстановления формы Φ (Таблица 1.):

$$E = (S_n - S_k) / S_n, \quad \Phi = (S_o - S_k) / (S_n - S_k)$$

S_n, S_k, S_o -- площадь поперечного сечения проволоки до волочения, после волочения и после отжига соответственно; Φ -- степень восстановления формы; $\Phi_{ср}$ -- среднее статистическое значение Φ ; E -- единичное обжатие; $E_{ср}$ -- среднее статистическое значение E .

Анализ результатов по холодному волочению проволоки из никелида титана (Рис.1.) позволяет сделать ряд выводов. При степени деформации порядка 7% наблюдается стопроцентный возврат исходной формы после отжига. Этот результат близок к данным работы [2]. При степенях деформации выше 23% эффект памяти формы полностью подавляется. Полученный результат несколько выше, чем значение деформации в работе [2], которое составляет 20 %.

Таким образом, полученные в настоящей работе данные уточняют имеющиеся в литературе [1,2,3] сведения по рекомендованной технологии холодного волочения проволоки из никелида титана. Степень деформации между промежуточными отжигами проволоки может колебаться от 14 до 23%, что расширяет интервал значений единичных обжатий, предложенный авторами [2]. Рекомендованный интервал обжатий позволяет наиболее полно подавлять эффект памяти формы на промежуточных этапах волочения и тем самым сократить их количество.

Литература:

1. Тихонов А.С., Герасимов А.П., Прохорова И.И. Применение эффекта памяти формы в современном машиностроении. --М.:Машиностроение, 1981. --80с.
2. Условия потери памяти формы никелида титана при пластической деформации/С.В.Лукин, Н.Г.Колбасников, С.Ю.Кондратьев,С.Л.Кузьмин, С.П.Беляев// В сб.:Функционально-механические свойства сплавов с мартенситным механизмом неупругости.-Ухта, 1992. -С.19.
3. Jackson C.M. et al. 55-Nitinol--the alloy with a Memory // Its Physical Metallurgy, Properties and Application, Washington, Technology Utilization Office NASA. 1972. 86p.

Таблица 1. Степень восстановления формы проволоки из никелида титана при волочении для разных степеней деформации.

N/N	Dн,мм	Dк,мм	Dо,мм	E,%	Eср,%	Ф,%	Фср,%
1	4.15	4.00	4.15	7.1	7.1	100	100
2	2.16	2.05	2.10	9.9	9.9	44.8	44.8
3	2.70	2.54	2.60	11.5	12	36.8	33
4	2.19	2.05	2.09	12.4		27.9	
5	1.41	1.32	1.36	12.4		43.6	
6	1.23	1.15	1.17	12.6		24.4	
7	3.28	3.05	3.15	13.5	14	42.6	20
8	1.43	1.33	1.34	13.5		9.7	
9	1.51	1.40	1.41	14.0		8.8	
10	3.15	2.91	2.98	14.7	15	28.3	22
11	1.95	1.80	1.85	14.8		32.4	
12	1.63	1.50	1.51	15.3		7.4	
13	1.25	1.15	1.17	15.4		19.3	
14	1.53	1.40	1.43	16.3	16	22.3	18
15	2.33	2.13	2.16	16.4		14.4	
16	2.10	1.91	1.95	17.3	17.3	20.3	20.3
17	1.63	1.48	1.53	17.6	18	32.3	25
18	1.17	1.06	1.09	17.9		26.3	
19	1.17	1.06	1.09	17.9		26.3	
20	1.36	1.23	1.25	18.2		14.7	
21	2.09	1.89	1.93	18.7	19	19.2	18
22	1.09	0.98	1.00	19.2		17.4	
23	2.60	2.33	2.38	19.7	20	17.7	18
24	2.38	2.13	2.19	19.9		23.0	
25	2.98	2.66	2.70	20.3		11.9	
26	1.76	1.57	1.63	20.4		30.3	
27	1.34	1.20	1.23	20.6	21	20.5	21
28	1.93	1.72	1.76	20.6		18.2	
29	1.09	0.97	1.00	20.8		23.9	
30	3.64	3.22	3.28	22.6	23	26.6	14
31	2.60	2.28	2.33	23.1		14.8	
32	4.15	3.64	3.64	23.1		0.0	

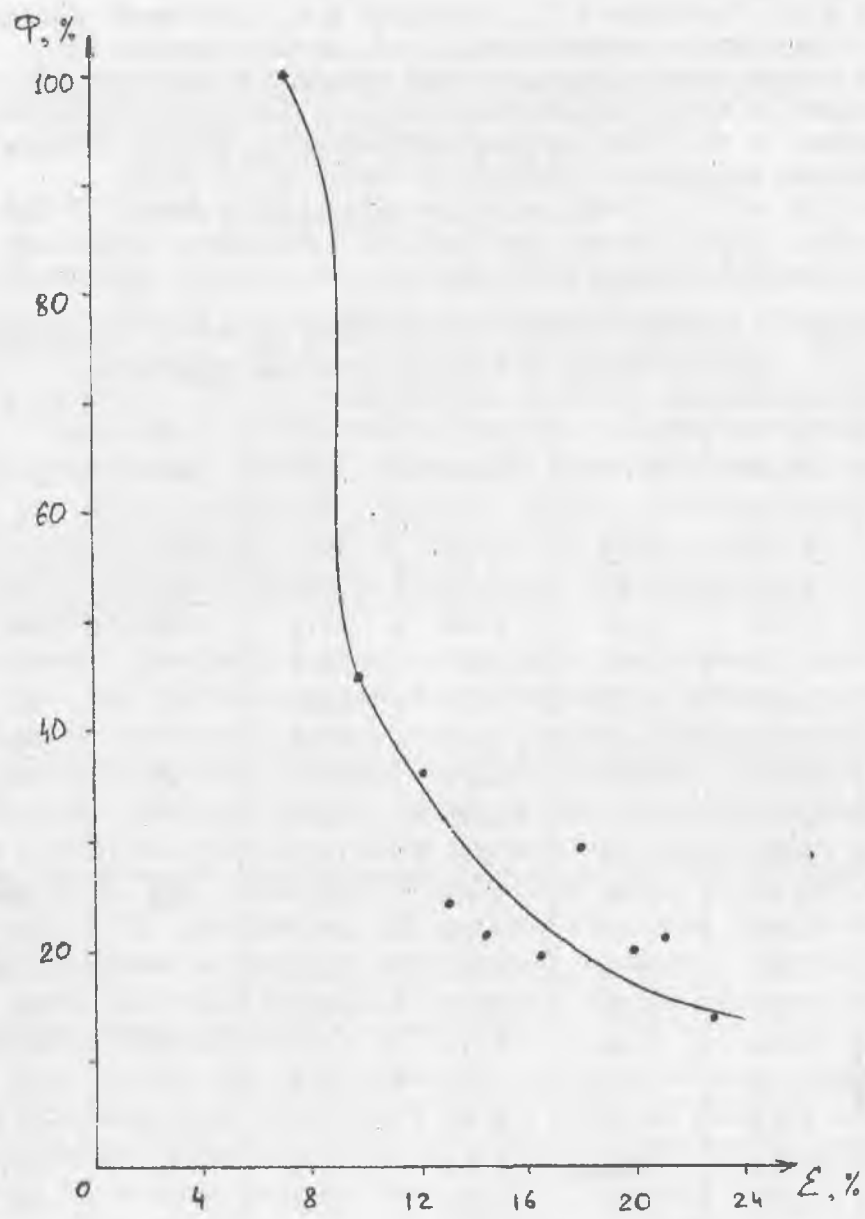


Рис. 1. Зависимость степени восстановления формы от единичных обжатий Ti-Ni проволоки.