УДК 621.762:669.24

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЗАГОТОВКИ ИЗ ЖАРОПРОЧНОГО НИКЕЛЕВОГО СПЛАВА ЭП741НП

А. А. ДЕМЧЕНКО, А. А. ХЛЫБОВ
Нижегородский государственный технический университет
им. Р. Е. Алексеева
Нижний Новгород, Россия

Одним из самых больших факторов, сдерживающих вовлечение металлического порошка газовой атомизации в производство дисков ГТД в России, является внутригранульная аргонная пористость, которая способствует образованию пористости в готовом изделии.

Оптимально подобранные режимы горячего изостатического прессования (ГИП) и термической обработки заготовок могут способствовать решению данной проблемы за счет снижения пористости и повышения комплекса физико-механических характеристик.

В качестве материала для исследования был выбран жаропрочный никелевый сплав ЭП741НП. Химический состав исследуемой заготовки представлен в табл. 1.

Табл. 1. Химический состав

В массовых процентах

Ti	Cr	Fe	Co	Ni	Nb	Mo	W
1,71	8,90	0,86	17,56	60,74	2,95	4,39	1,52

Полученный методом газовой атомизации порошок ЭП741НП имеет фракцию 20...63 мкм, насыпную плотность 5,68 г/см^3, текучесть 2,3 г/с и удельную поверхность 446 см^2/г.

Микроструктура жаропрочного никелевого сплава ЭП741НП по сечению заготовки, полученной по технологии ГИП при T = 1150 ºС, представлена твердым раствором на основе никеля (γ-фаза), упрочняющими интерметаллидными фазами типа Ni_xMe (γ′-фаза), первичными карбидами типа (Nb,Ti)C и частицами вторичных карбидов типа $Me_{23}C_6$. Видно, что размер зерен матрицы (γ-фазы) соответствует размерам гранул, используемых при газостатировании.

Результаты испытаний на растяжение представлены в табл. 2.

Анализ результатов показывает, что используя термическую обработку (ТО) получили более высокие механические свойства по сравнению с исходными (непосредственно после ГИП).

Также эти данные значительно превышают требования к прочностным характеристикам к заготовкам дисков.

Кроме того, механические свойства на периферии значительно выше по сравнению с центральной частью заготовки.

Табл. 2. Результаты испытаний на растяжение

Термическая обработка	Зона вырезки	T, °С	$\sigma_{0,2}$, МПа	$\sigma_в$, МПа	$\sigma_в/\sigma_{0,2}$	δ, %	Ψ, %	T, °С	Среднее $\sigma_{0,2}$, МПа	Среднее $\sigma_в$, МПа
ТО	Центр	20	1222	1544	1,26	8,87	4,64	20	1231	1558
		650	941	942	1,00	3,97	1,57			
	Периферия	20	1240	1571	1,27	8,84	4,99	650	949	1222
		650	957	968	1,01	3,82	1,73			
ГИП	Центр	20	970	1521	1,57	22,02	12,2	20	973	1517
		650	641	1228	1,92	7,79	3,01			
	Периферия	20	976	1513	1,55	19,79	10,6	650	645	955
		650	649	1217	1,88	7,01	2,64			

Внешний вид образцов после испытаний на растяжение при комнатной и повышенной температурах представлен на рис. 1.

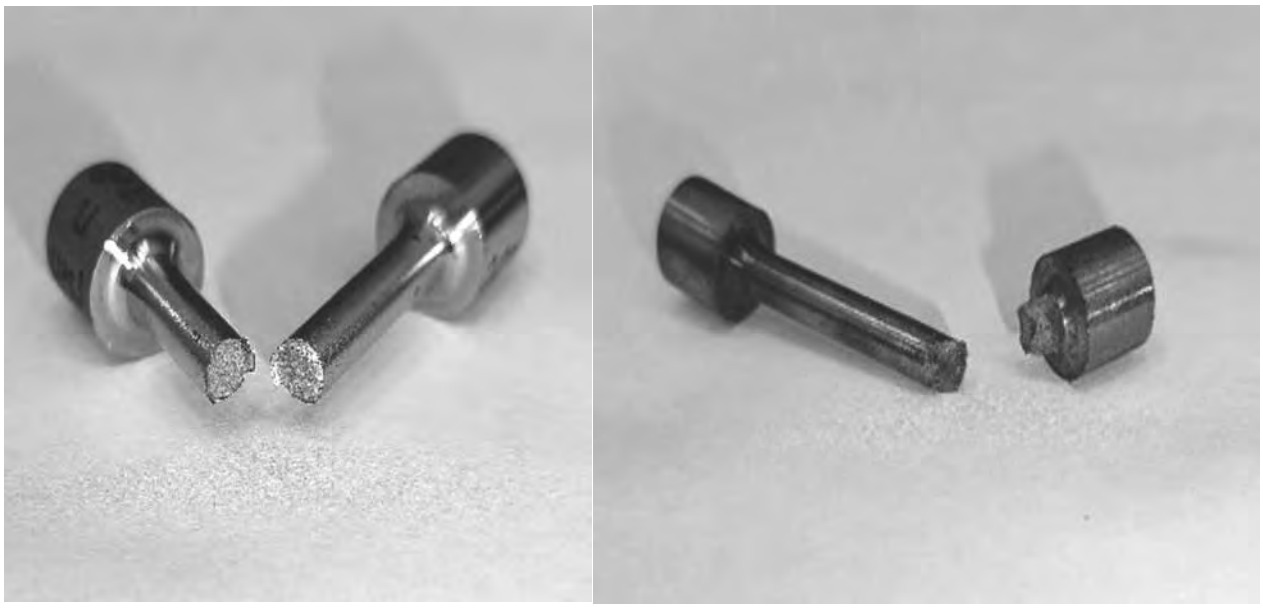

Рис. 1. Вид образцов после испытаний на растяжение