

**Порошковый никелид титана TiNi –
сплав с эффектом памяти формы,
аналог и конкурент литого материала.**

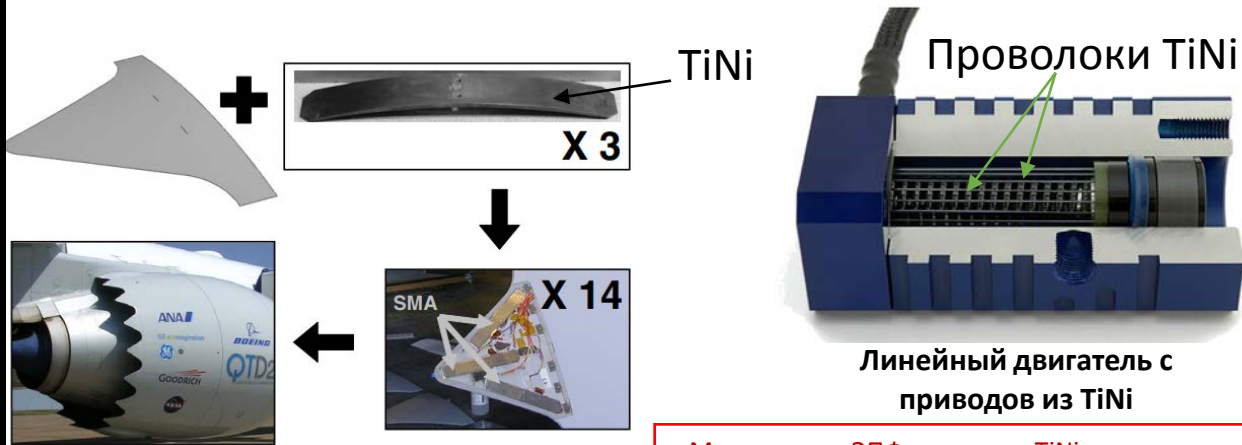
**Актуальность, проблемы и предлагаемые
пути решения**

Разработчик: ТулГУ, ООО Метсинтез

Актуальность никелида титана (TiNi) и проблема получения

Актуальность

Никелид титана (TiNi) обладает наилучшим комплексом функциональных и механических свойств из известных ныне поликристаллических сплавов с памятью формы. Это обуславливает его широкое применение в различных конструкциях в качестве управляющих элементов, приводов и т.д.



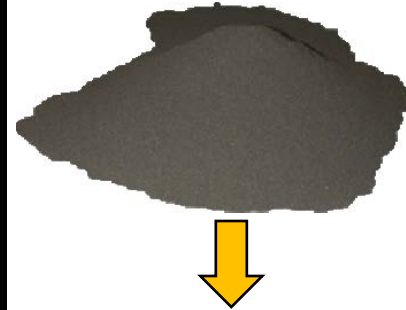
Шеврон изменяемой геометрии с управляющими элементами из TiNi

Проблемы

Сложно получить крупные (более 1 кг) однородные заготовки в рамках традиционной технологии литья. После кристаллизации отливки необходимо подвергать длительному гомогенизационному отжигу для исправления литой структуры и неомогенности химического состава, а из общего отлитого слитка для эксплуатации отбирается небольшая часть материала, что приводит к малому выходу годного (коэффициент использования материала < 35 %) и высокой стоимости конечного продукта.

Материалы с ЭПФ на основе TiNi по величине удельной работы превосходят известные функциональные материалы и исполнительные механизмы в **10 и более раз**

ООО Метсинтез и ТулГУ предлагает Порошковую технологию, которая заключается в:



В получении порошка TiNi из оксидов исходных металлов методом гидридно-кальцевого синтеза



Консолидации полученного порошка путем прессования и спекания



Дальнейшей деформации спеченной заготовки для получения наивысшего комплекса функциональных и механических свойств



Основные преимущества предлагаемой порошковой технологии:

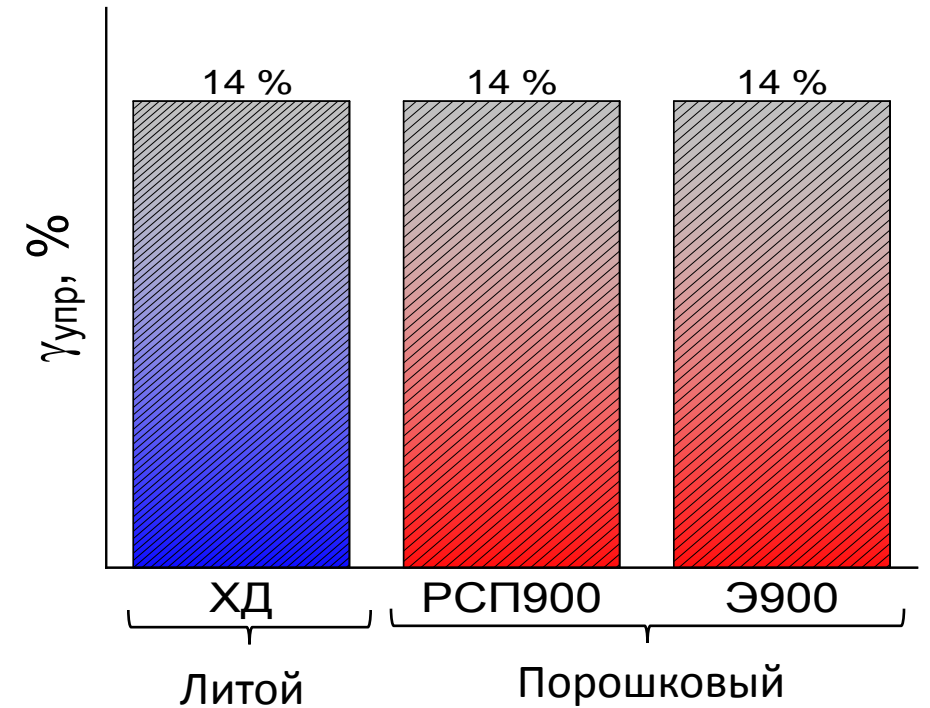
1. Получение на стадии синтеза гомогенного материала, что не требует длительных гомогенизационных отжигов
2. Возможность получения заготовок различной формы и размеров
3. Высокий коэффициент использования материала (> 90 %)

Механические свойства порошкового TiNi (опытная технология)

Вид сплава TiNi	Температура деформации, °C	σ_B , МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	δ , %	E, ГПа	Микро твердость, HV	Размер зерна, мкм
Литой деформированный ТН1 ТУ 1-809-253-80	-	539	294	≥ 10	-	> 140	-
Порошковый, спеченный Партия 1 (РК и РСП) Партия 2 (ЭК)	-	980	480	3,6	45	420 \pm 15	92 \pm 7
		1078	422	4,1	57	399 \pm 4	150 \pm 5
Порошковый, ротационная ковка (РК)	1000 °C, $e = 0,628$	1120	890	5,4	62	391 \pm 5	71 \pm 7
	900 °C, $e = 0,628$	1390	600	14,5	53	398 \pm 5	38 \pm 4
	600 °C, $e = 0,628$	820	480	17,8	69	295 \pm 4	4 \pm 1
Порошковый, радиально-сдвиговая прокатка (РСП)	1000 °C, $e = 0,095$	-	-	-	-	365 \pm 6	92 \pm 3
	1000 °C, $e = 0,318$	-	-	-	-	386 \pm 10	98 \pm 3
	1000 °C, $e = 0,606$	-	-	-	-	400 \pm 8	72 \pm 4
	1000 °C, $e = 0,788$	1140	820	5,1	77	384 \pm 8	64 \pm 2
	900 °C, $e = 1,417$	1160	808	11,3	89	419 \pm 7	34 \pm 2
Порошковый, экструзия (ЭК)	900 °C, $e = 0,801$	1250	780	13,1	68	419 \pm 10	32 \pm 2

Функциональные свойства порошкового TiNi, полученного по опытной технологии

Сплав	Степень восстановления при остаточной деформации			
	3 %	6 %	8 %	10%
Литой деформированный TiNi не менее	100	100	80	56
Спеченный	100	97	-	-
РК 600	100	98	-	-
РК 900	99	-	-	-
РСП 900	100	100	-	-
Экструзия	100	100	-	-



Полученные по предлагаемой технологии порошковые деформированные заготовки TiNi не уступают по свойствам литым аналогам, однако, при этом удастся получать крупные заготовки с гарантированным качеством в каждой партии