

Порошковые тугоплавкие интерметаллиды – новый класс жаропрочных материалов

Разработчик: ООО Метсинтез, ТулГУ

Актуальность работы

Актуальность: никелевые суперсплавы являются основным эксплуатируемым жаропрочным материалом. Эти сплавы уже исчерпали ресурс повышения их свойств, достигнув максимальных рабочих температур ~ 1150 °С. Для улучшения эффективности летательных аппаратов или энергетических установок необходимо повышать максимальные рабочие температуры. В перспективе на смену Ni-суперсплавам могут прийти материалы на основе тугоплавких интерметаллидов, рабочие температуры которых лимитируются их температурой плавления.

Проблема: физико-механические и функциональные свойства интерметаллидов в первую очередь зависят от их химической и фазовой однородности. Литейные технологии из-за ликвационных процессов, происходящих при кристаллизации слитка, не могут обеспечить получение гомогенных сплавов на основе интерметаллидов. Перспективным технологическим решением является использование методов порошковой металлургии (**металлотермический синтез порошка + консолидация**).

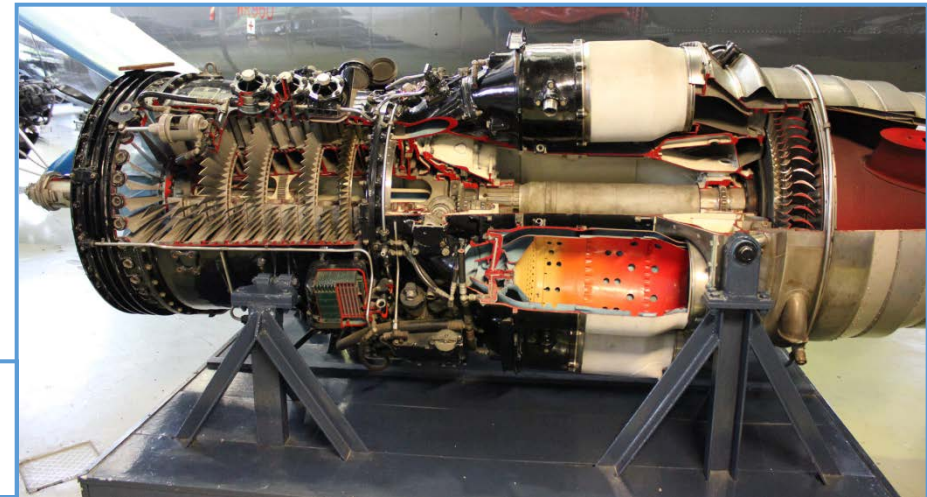
Основные области применения жаропрочных сплавов:



Лопатки турбин

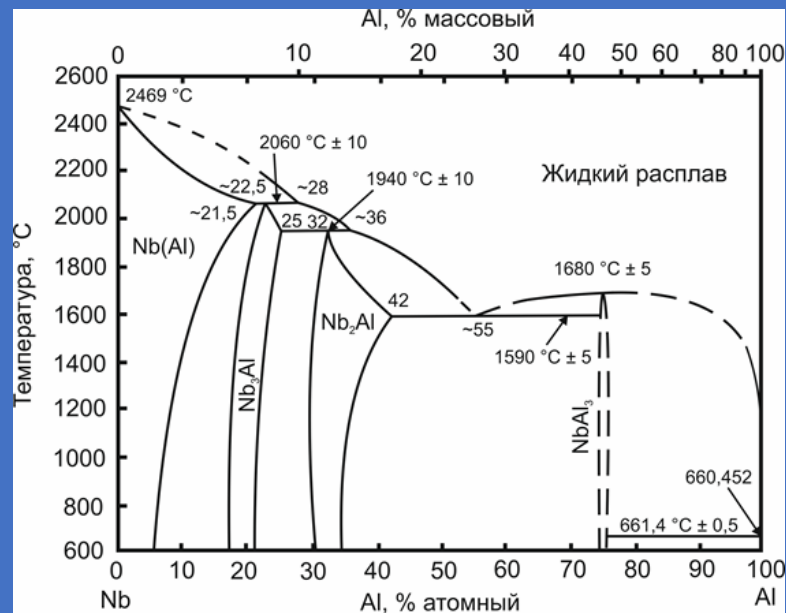
- ракетостроение;
- атомная энергетика;
- двигателестроение.

Детали горячего тракта
Реактивных двигателей

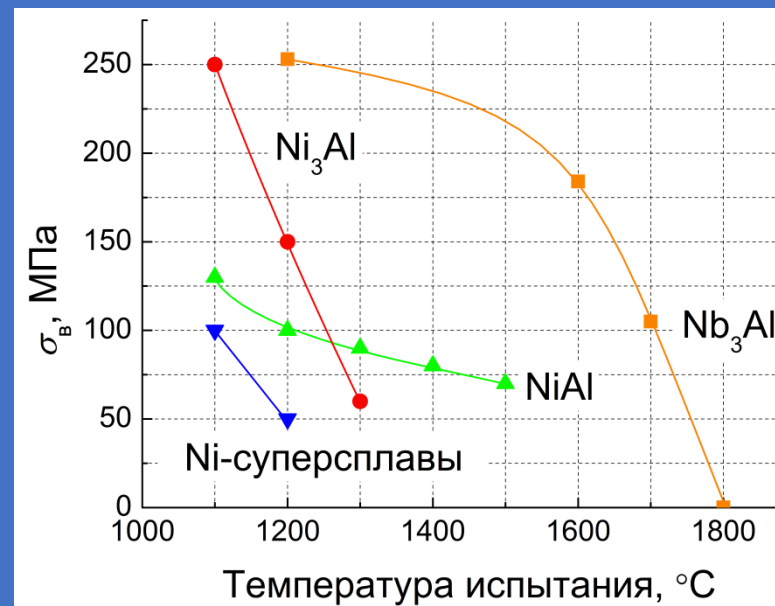


Интерметаллид Nb_3Al – перспективный жаропрочный материал

Nb_3Al – тугоплавкий материал



Nb_3Al – обладает повышенной жаропрочностью



Преимущества Nb_3Al

Материал	$T_{пл}$, °C	ρ , г/см ³	Предполагаемые рабочие температуры, °C
Nb_3Al	2060	7,29	до 1600 (до $0,80 \cdot T_{пл}$)
Ni-сплавы	1265 – 1390*	8,2-9,2	до 1200 ($0,89 \cdot T_{пл}$)
Ni ₃ Al	1395	7,3-7,9	до 1250 (до $0,91 \cdot T_{пл}$)
NiAl	1638	5,9-6,2	до 1550 (до $0,95 \cdot T_{пл}$)

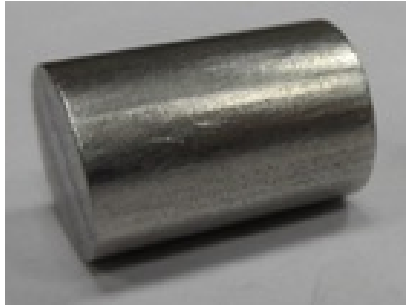
Получение компактного интерметаллида Nb₃Al



Качество компактного Nb ₃ Al		
Фазовый состав, % об.		примеси
Nb ₃ Al	Nb(Al)	O < 0,45; N < 0,04; C < 0,08; H < 0,005
95	5	

Механические свойства интерметаллида Nb_3Al , синтезированного гидридно-кальциевым методом

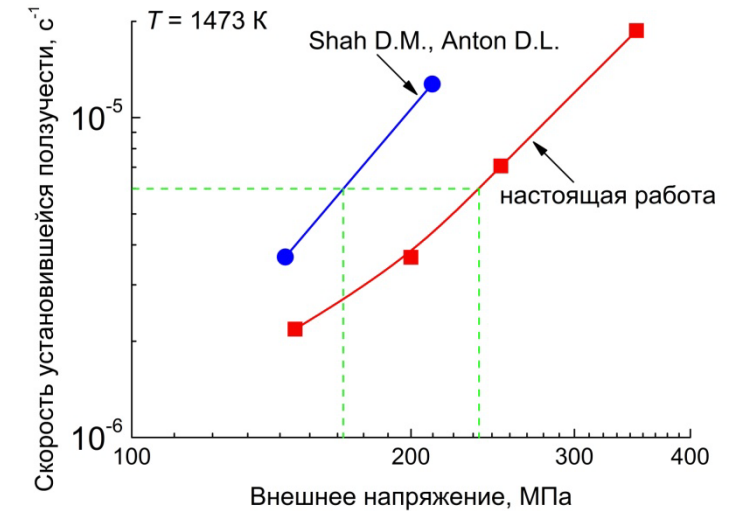
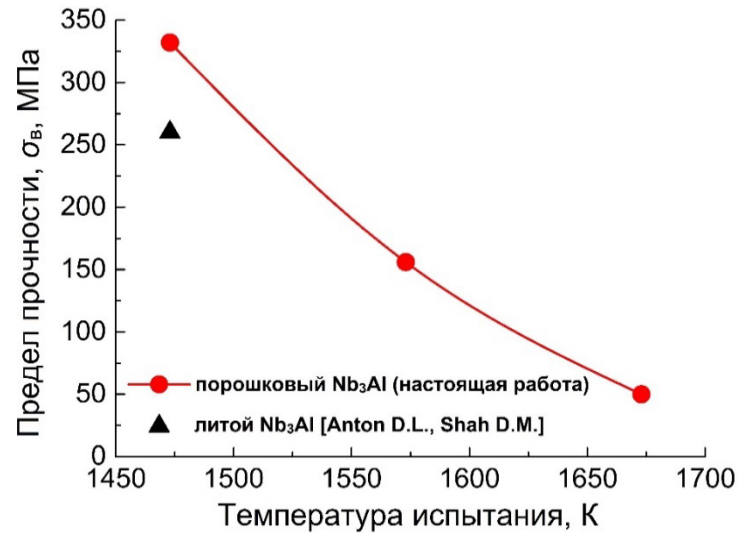
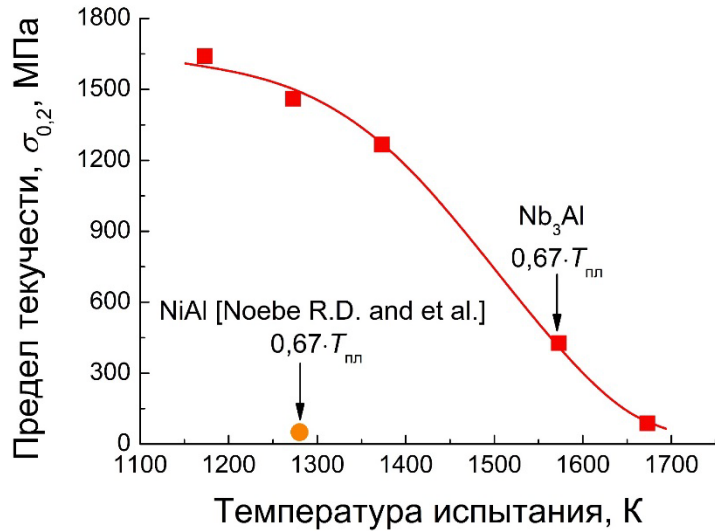
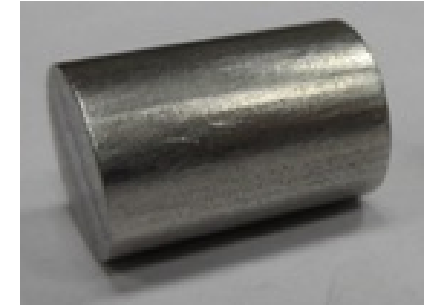
одноосное сжатие



одноосное растяжение



ползучесть при сжатии



Разрабатываемая порошковая технология (гидридно-кальциевый синтез + консолидация) позволяет получать компактный интерметаллид Nb_3Al с контролируемым химическим и фазовым составами, а также с конкурентным уровнем примесей внедрения (O, N, C, H).