

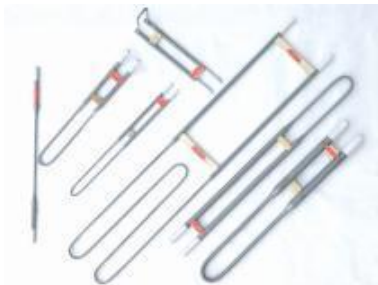


**«Разработка технологии получения сплава  
на основе NiAl для высокотемпературных  
нагревательных элементов работоспособных  
до 1773К в воздушной среде»**

**Логачев Иван**

# Современные нагревательные элементы

- ✓ до 1373К – сплавы никеля, хрома, железа (нихромы, фехрали)
- ✓ до 1623К – карборундовые (карбид кремния)
- ✓ до 1723К – дисилицид молибдена
- ✓ от 2473 до 3273К – танталовые, молибденовые, вольфрамовые, угольные или графитовые (в вакууме или защитной атмосфере)



Наиболее распространены  
**Карбидкремниевые  
нагревательные элементы (КЭН)**



# НАУЧНАЯ НОВИЗНА И АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОЕКТА

## **Актуальность работы:**

*Новые образцы техники → развитие высокотемпературных материалов.*

*Термообработка → создание нового поколения нагревателей.*

## **Новизна работы:**

- Создание новое поколение нагревательных элементов для т/о перспективных высокотемпературных жаропрочных сплавов.
- Существенное повышение температуры Т/О (лучше КЭНов).
- Возможность производить обработку на воздухе, без использования вакуума.
- Применение перспективного материала - NiAl и получение на его основе сплава с более высокими пластическими характеристиками.

# Интерметаллид NiAl - перспективный материал

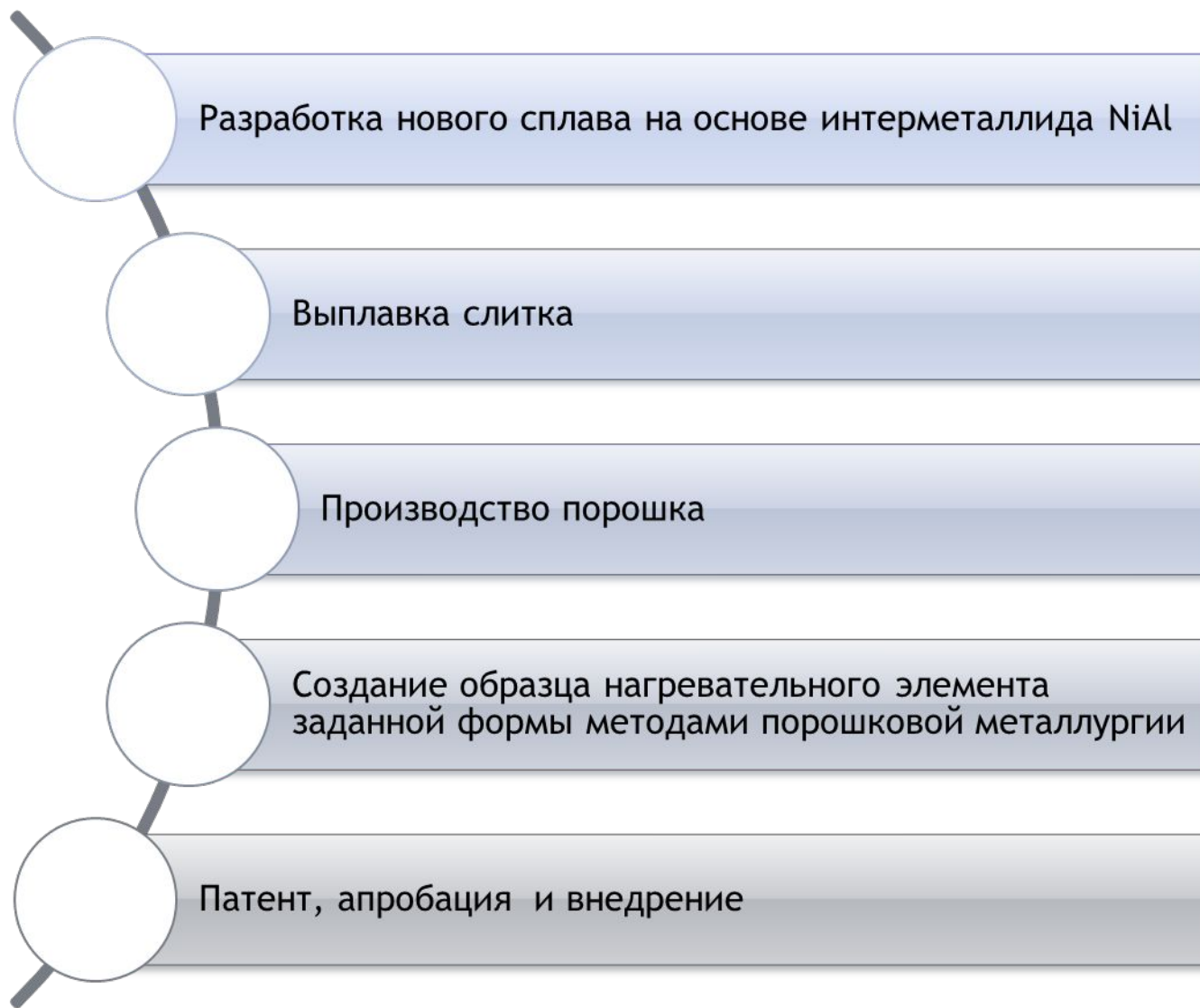
Преимущества:

- ✓ обладает высокой  $T_{пл} = 1911 \text{ K}$
- ✓ обладает низким удельным весом  $5,95 \text{ г/см}^3$  (из металлов для НЭ)
- ✓ жаростойкий
- ✓ жаропрочный материал

Недостаток:

- Хрупкий при комнатной температуре

# План проекта



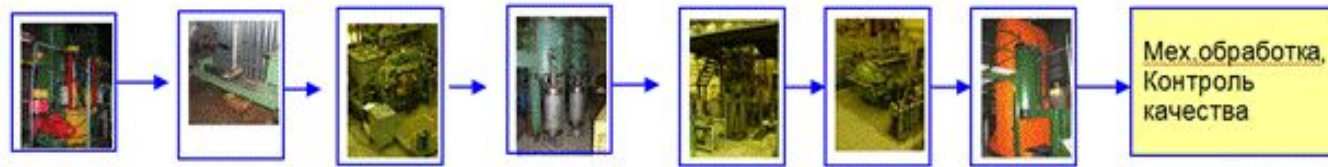
# Применение нагревателей из сплава на основе NiAl позволит:

- Повысить рабочую температуру печи
- Повысить срок службы нагревателей



длительность службы нагревателей

# ПРЕДЛАГАЕМАЯ ТЕХНОЛОГИЯ



1. Получение электродов

2. Механическая обработка

3. Центробежное распыление

4. Рассев и магнитная сепарация

5. Электростатическая сепарация

6. Дегазация и заполнение капсул

7. Горячее изостатическое прессование

# ПРЕИМУЩЕСТВА ПРЕДЛАГАЕМОЙ ТЕХНОЛОГИИ:

- Порошковая металлургия:
  - повышение пластичности изделия
  - создание нагревателя любой формы

**! Разработанный сплав обладает  
высокими механическими свойствами**



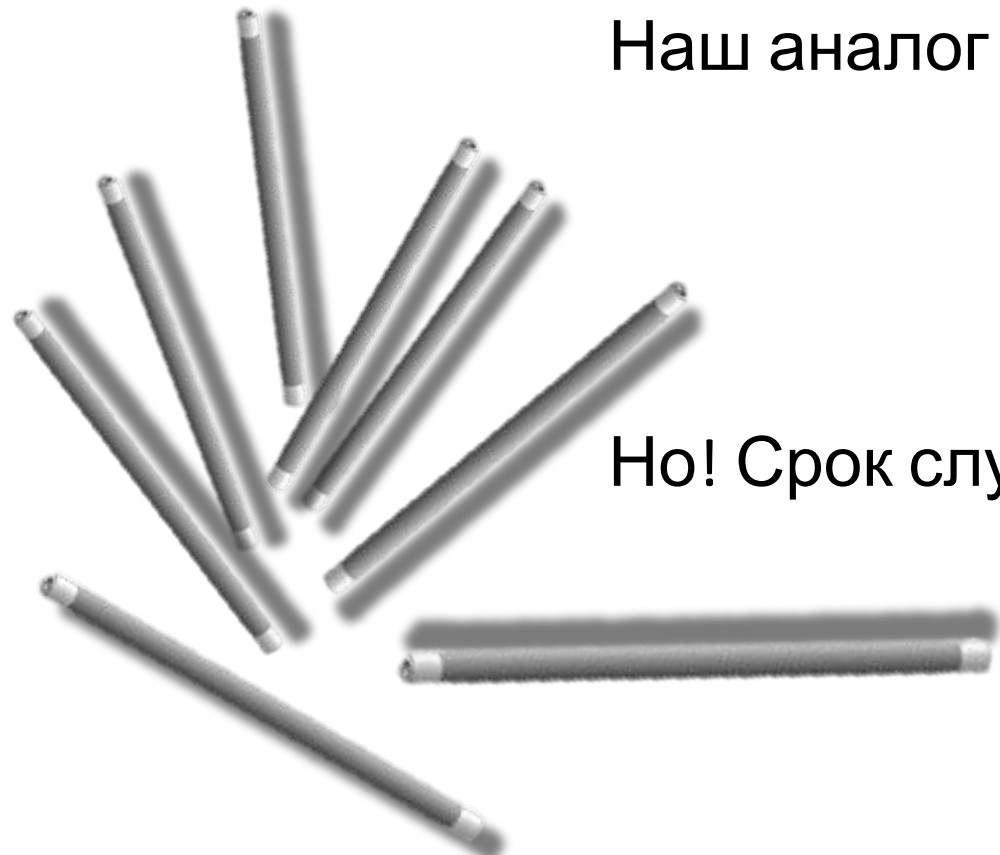
# КОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ НА ПРИМЕРЕ ТРУБЧАТОГО КЭНА

Цена в США 6495,9 руб./шт.

Цена в России 7221,6 руб./шт.

Наш аналог 6500 руб./шт.

Но! Срок службы у НЭ из NiAl выше.



# КОММЕРЦИАЛИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТЫ

## Ключевые потребители:



### -ОАО "Электромеханика"

- «ОАО ВНИИЭТО»
- Heatmasters,
- Starbar,
- Ipsen Co.,
- ООО "RxM" и др.
- ЗАО ИПФ,
- «ТермИТ»,
- ЗАО «НПК «НАКАЛ»
- ООО «Сиркон»,
- HTF Inc.,
- KDF (Knight dragon fire Heat Treat Furneses)



# ПАТЕНТОСПОСОБНОСТЬ:



Патент на сплав



Патент на технологию



Патент на изделие

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ:

В результате выполнения проекта за счет применения инновационных металлургических технологий будет:

- разработан материал, обладающий повышенными функциональными характеристиками.
- получены высокотемпературные нагревательные элементы, эффективно функционирующие при температуре до 1773К в воздушной среде.

Кроме того, существенно снизятся затраты на нагревательные элементы за счет высокого ресурса эксплуатации.

В результате проекта создается высококачественный продукт конкурентоспособный по сравнению даже с зарубежными аналогами.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!