



1938

*ИМЕТТ РАН*

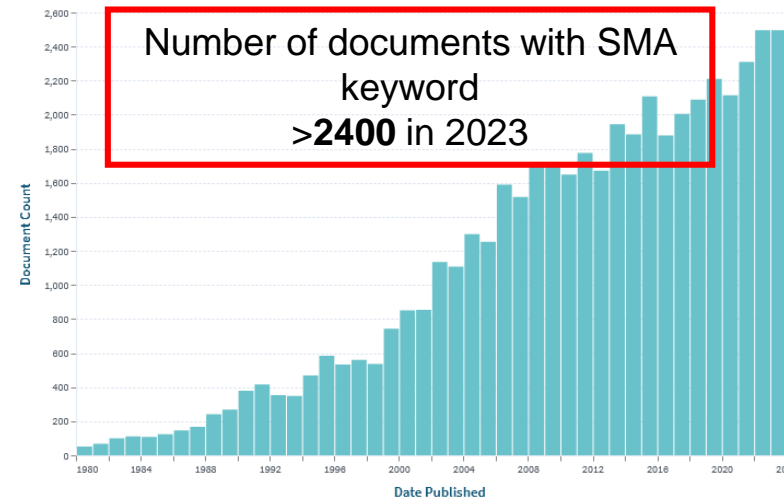
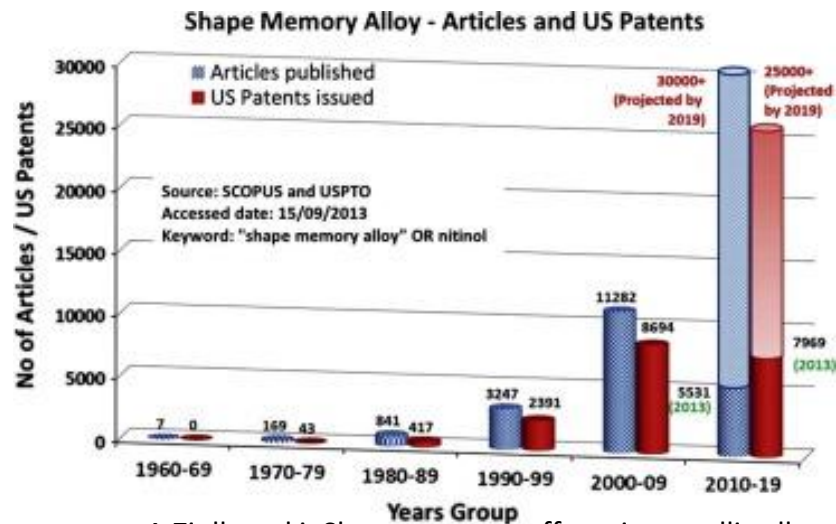
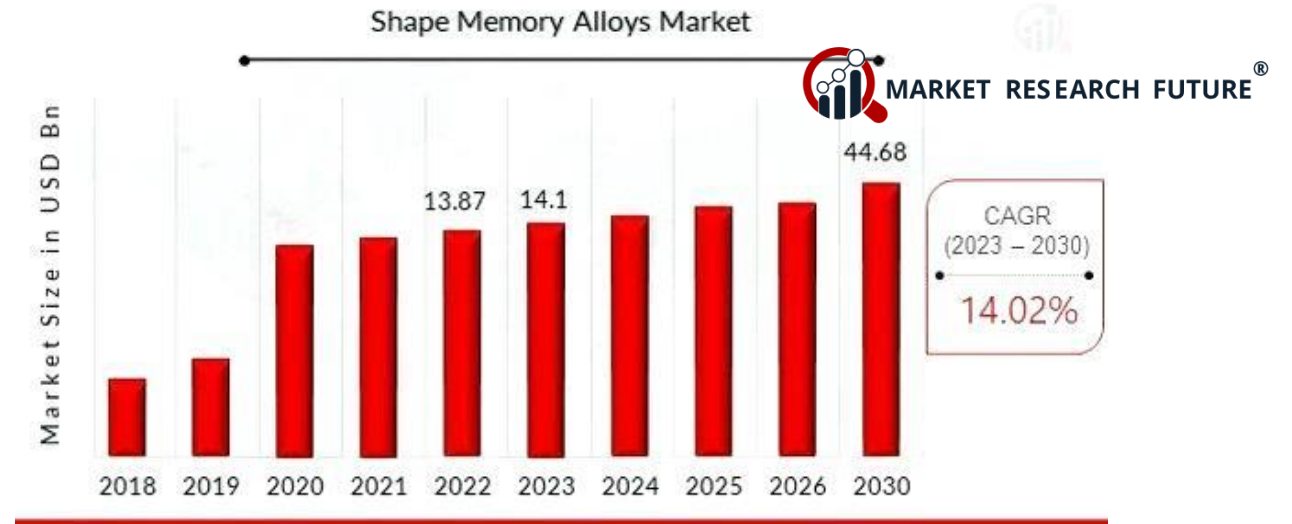
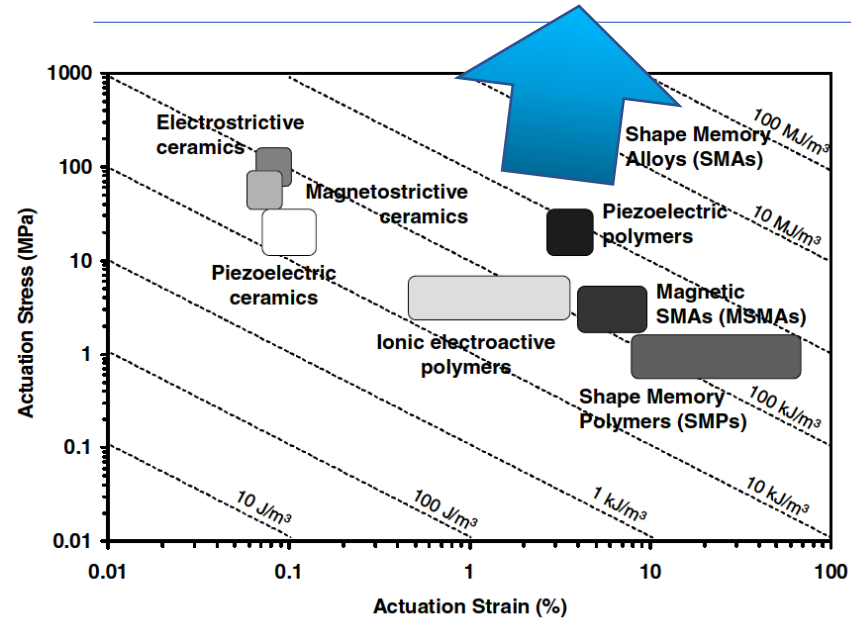
# Сплавы с памятью формы

**Dr.-Ing., к.т.н. Комаров Виктор**

**vickomarov@gmail.com**

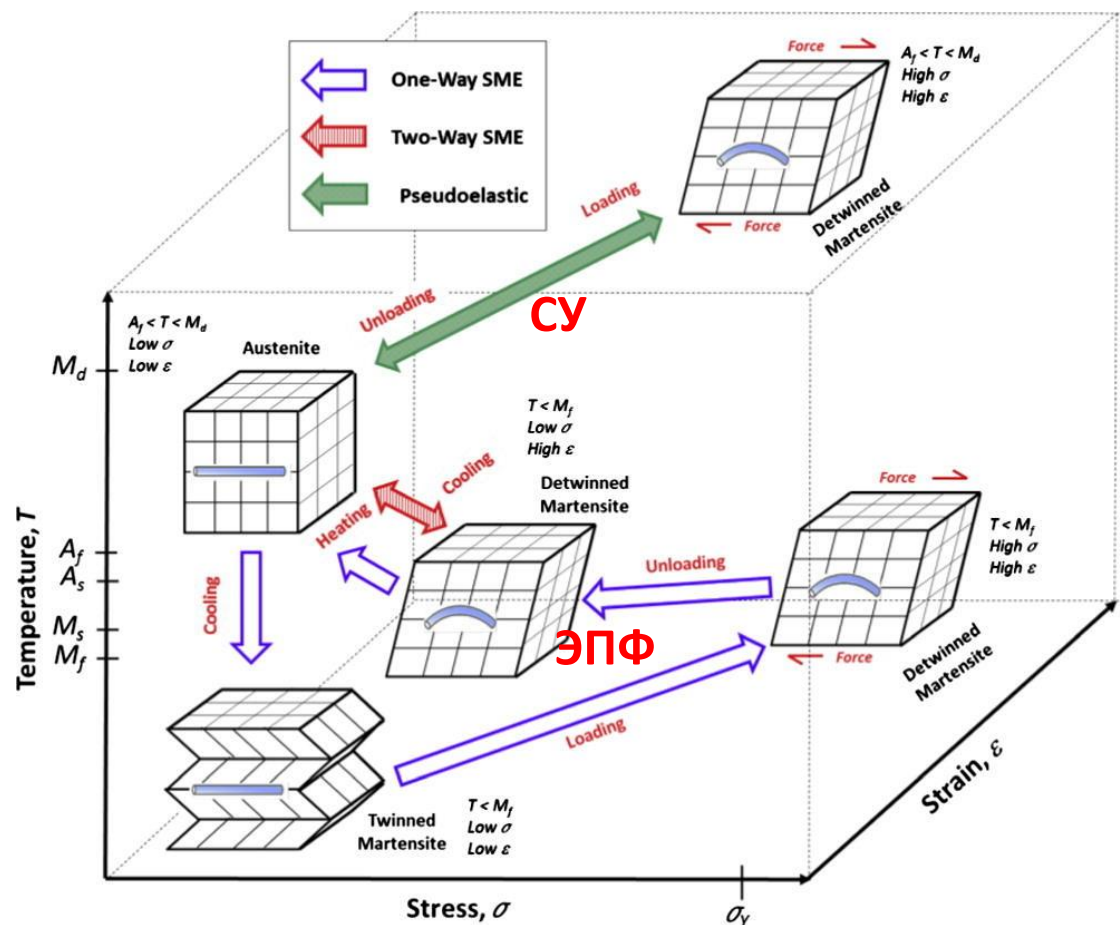
Москва, 17.12.2025

# Сплавы с памятью формы



- A.Ziolkowski. Shape memory effects in metallic alloys
- A.V. Korotitskiy. Concentration, temperature and deformation dependences of martensite lattice parameters in binary Ti-Ni shape memory alloys

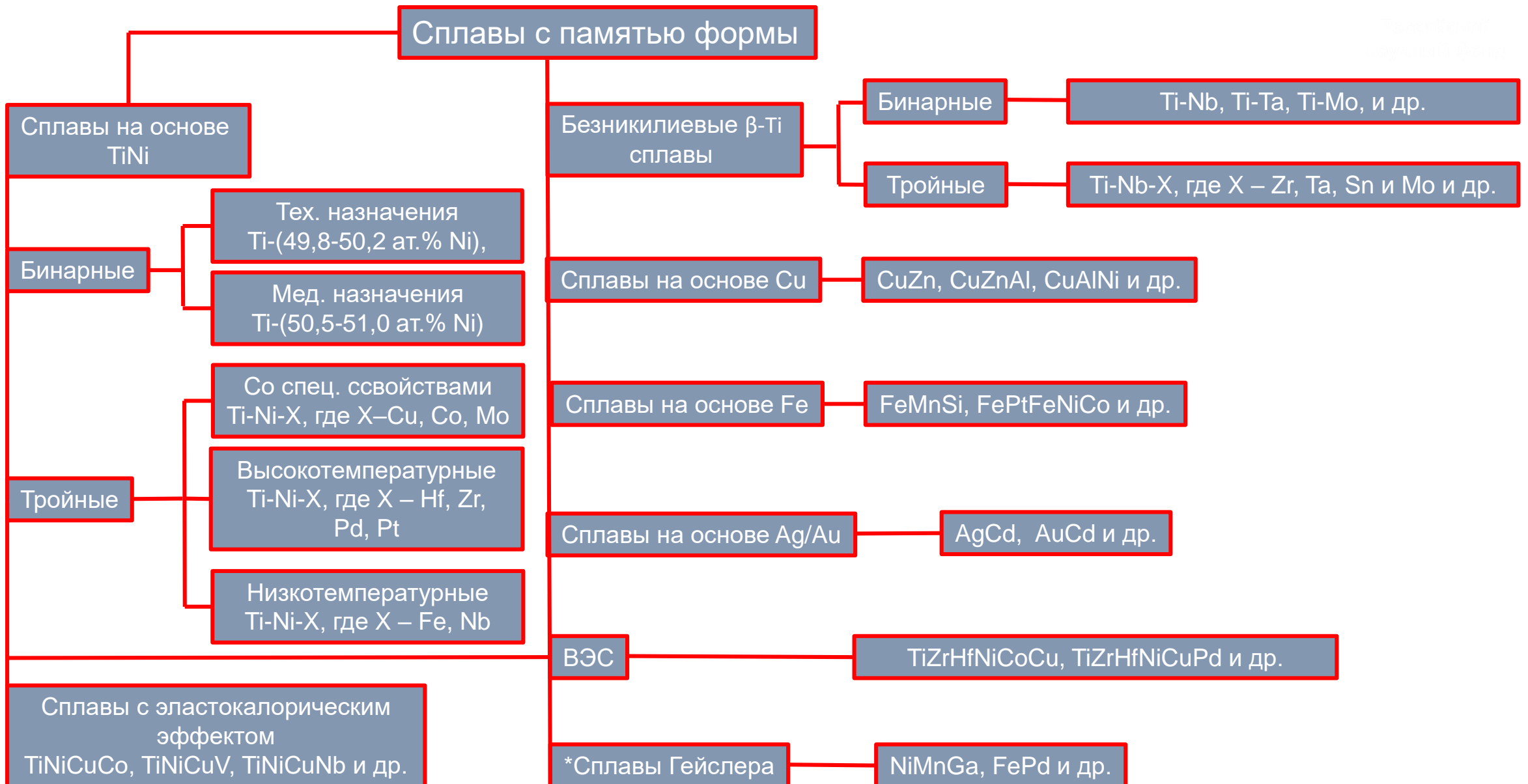
# Эффект памяти формы (ЭПФ) и сверхупругости (СУ)



Основные функциональные свойства СПФ

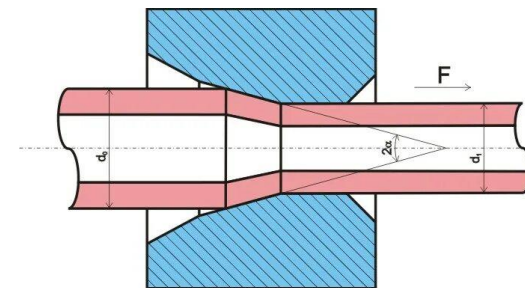
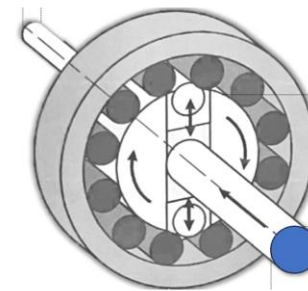
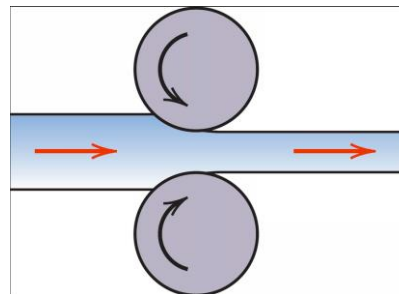
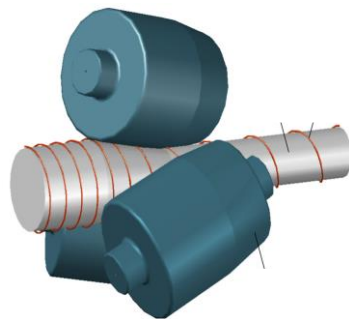
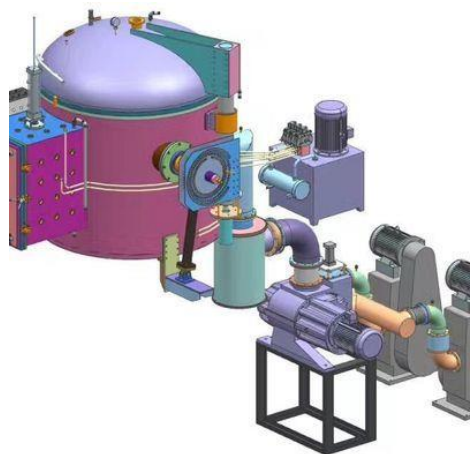


# Системы сплавов с памятью формы

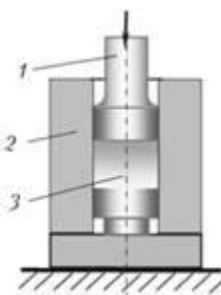
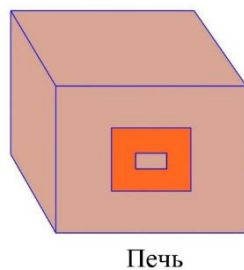
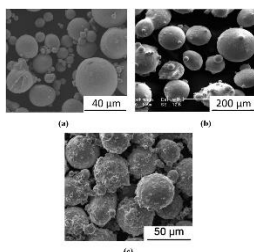


# Получение и обработка сплавов с памятью формы

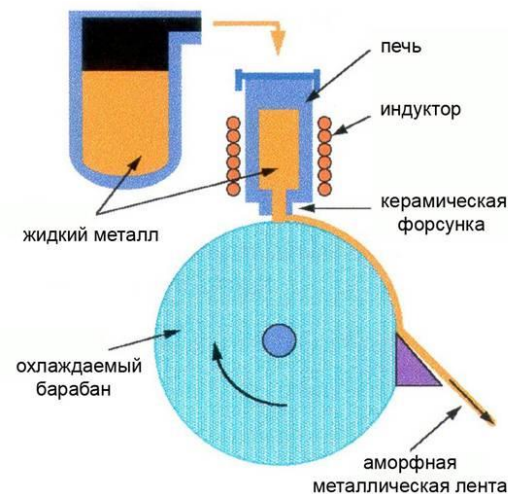
## Традиционная технология



## Порошковая технология

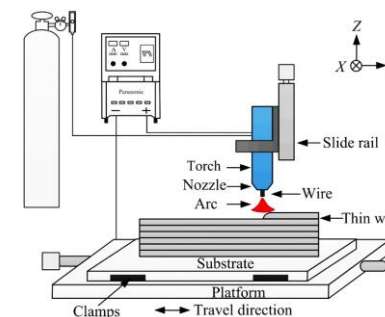


## Закалка из расплава

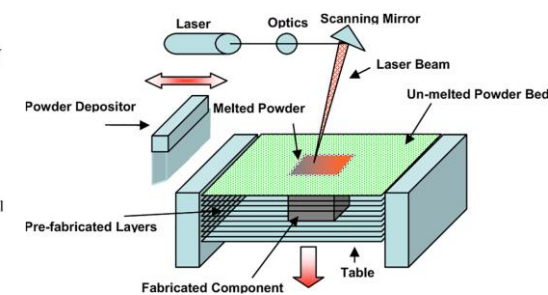


## Аддитивное производство

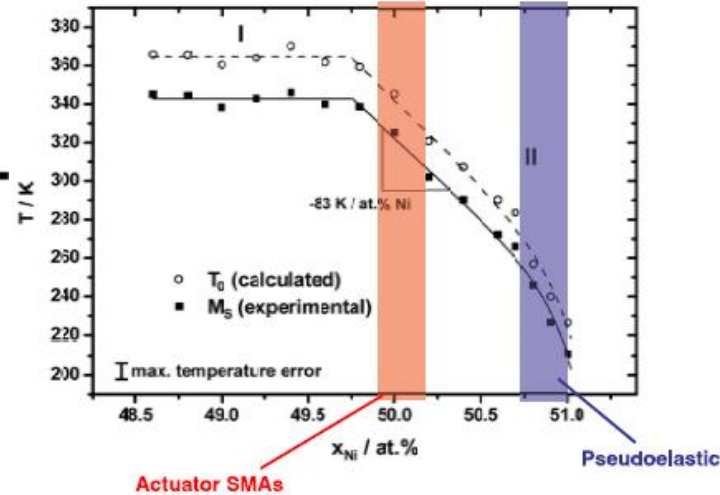
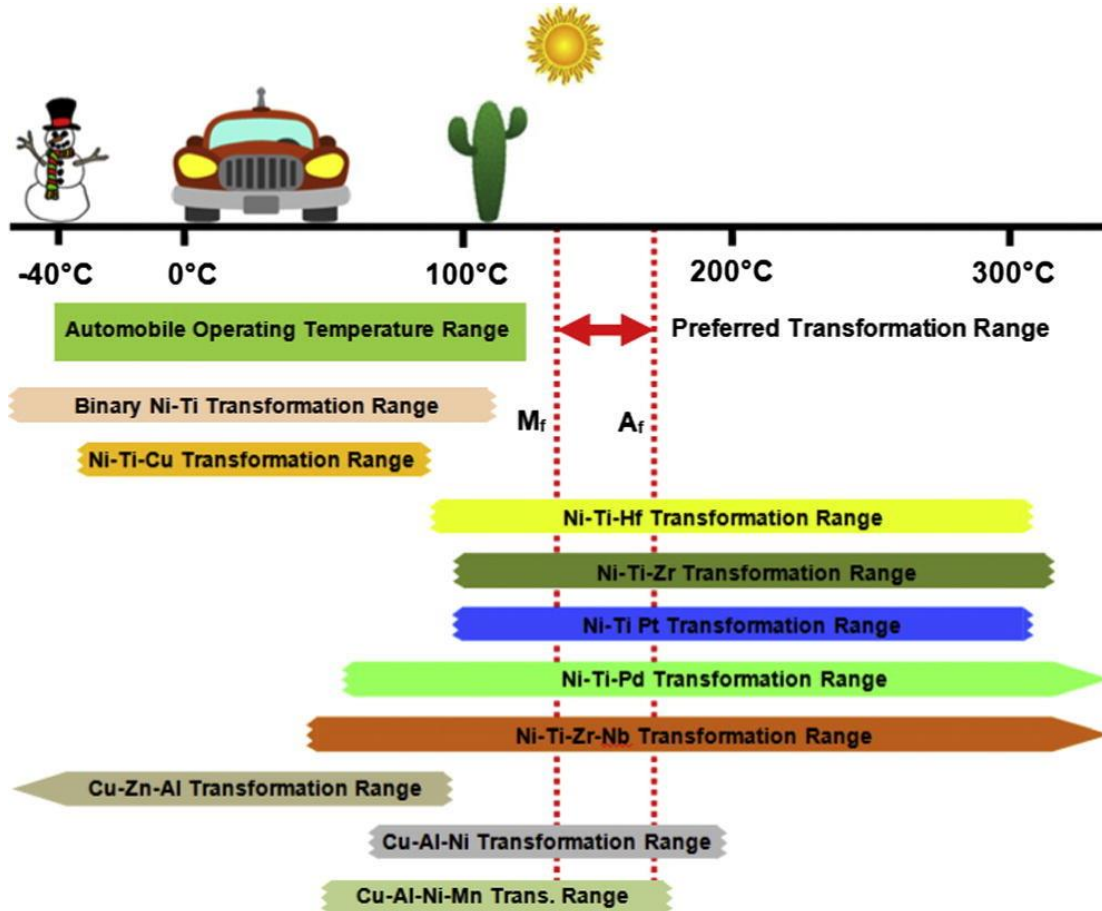
### WAAM



### SLM

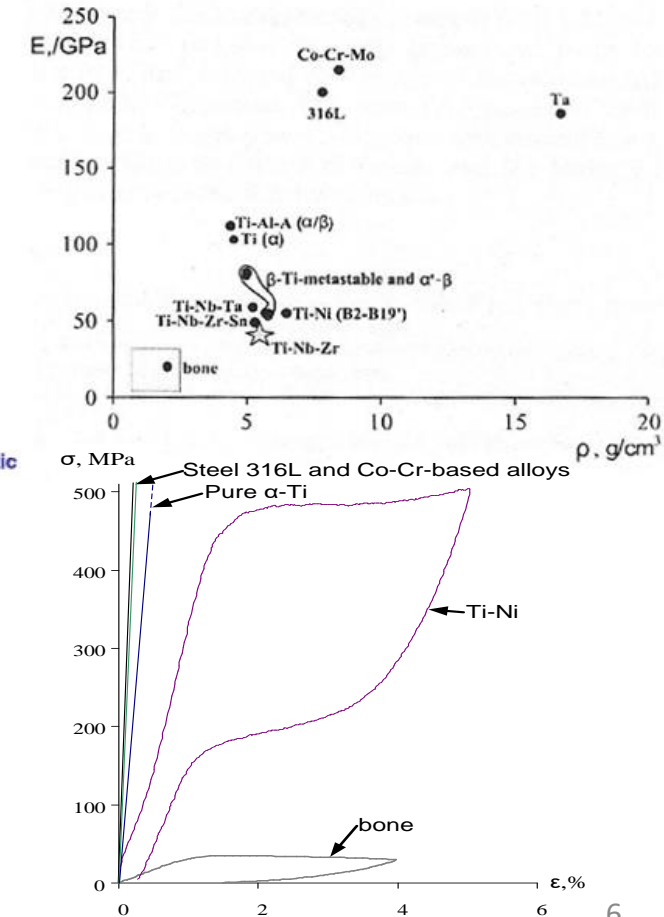


# Сплавы с памятью формы (СПФ) на основе никелида титана (Ti-Ni)



Температурные интервалы мартенситных превращений в зависимости от состава СПФ TiNi

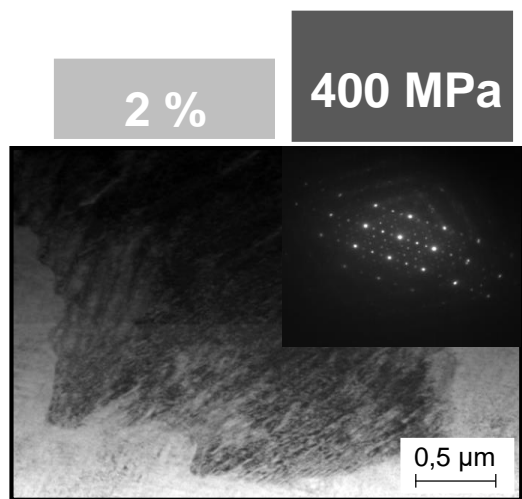
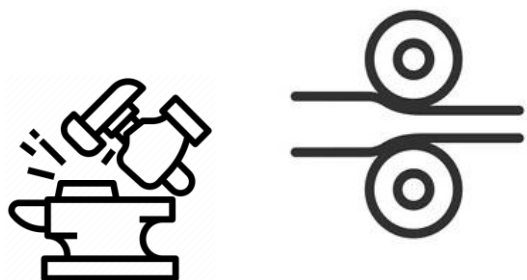
**ВЫСОКАЯ БИОМЕХАНИЧЕСКАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ:** низкий модуль Юнга, сверхупругое поведение, схожее с механическим поведением кости



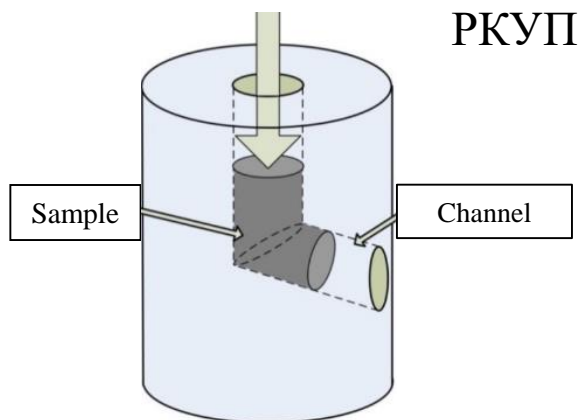
# Взаимосвязь структуры и свойств СПФ TiNi

Горячая деформация

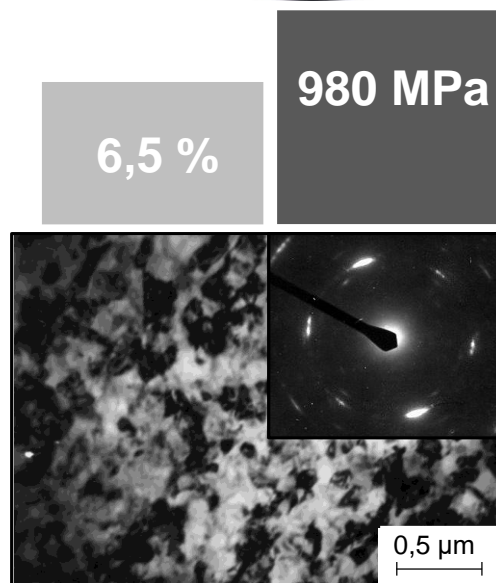
$T_{def} = 800-950 \text{ } ^\circ\text{C}$



Рекристаллизованная структура

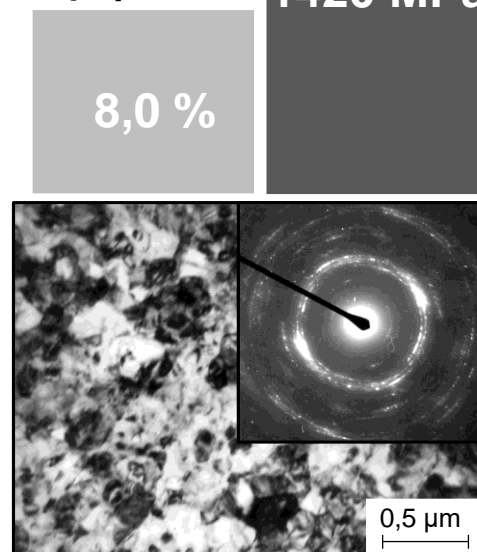


РКУП



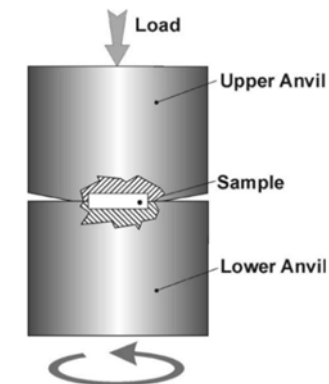
Субмикроструктурная структура

Максимальное реактивное напряжение  
Максимальная полностью обратимая деформация

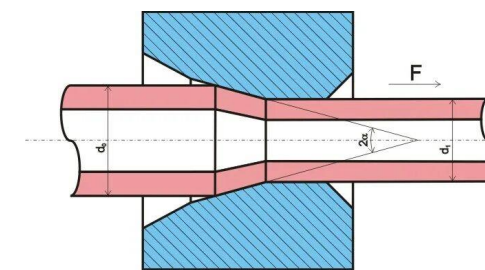


Нанокристаллическая структура

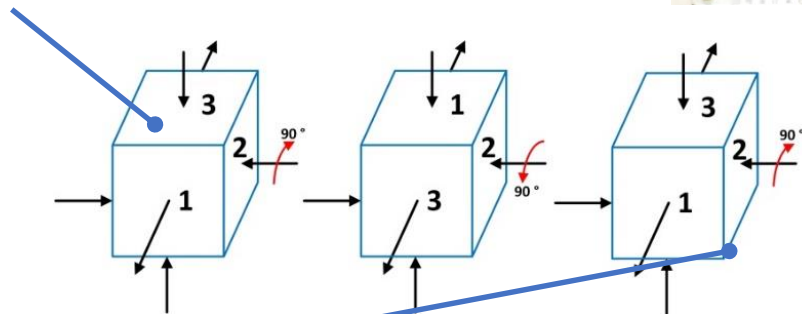
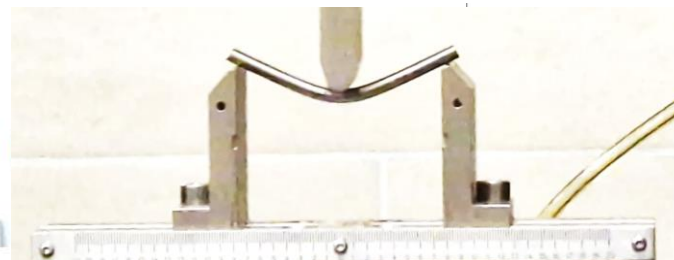
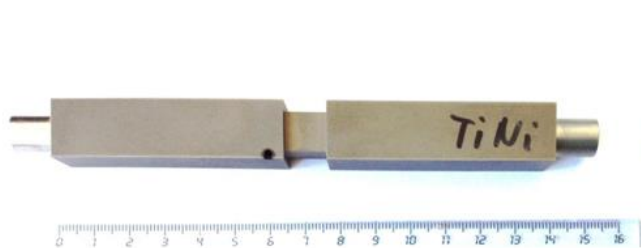
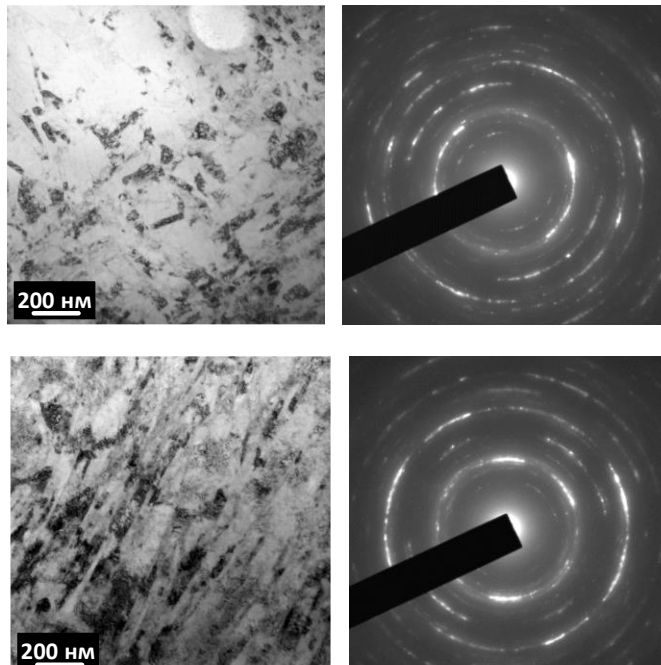
КВД



Холодное волочение

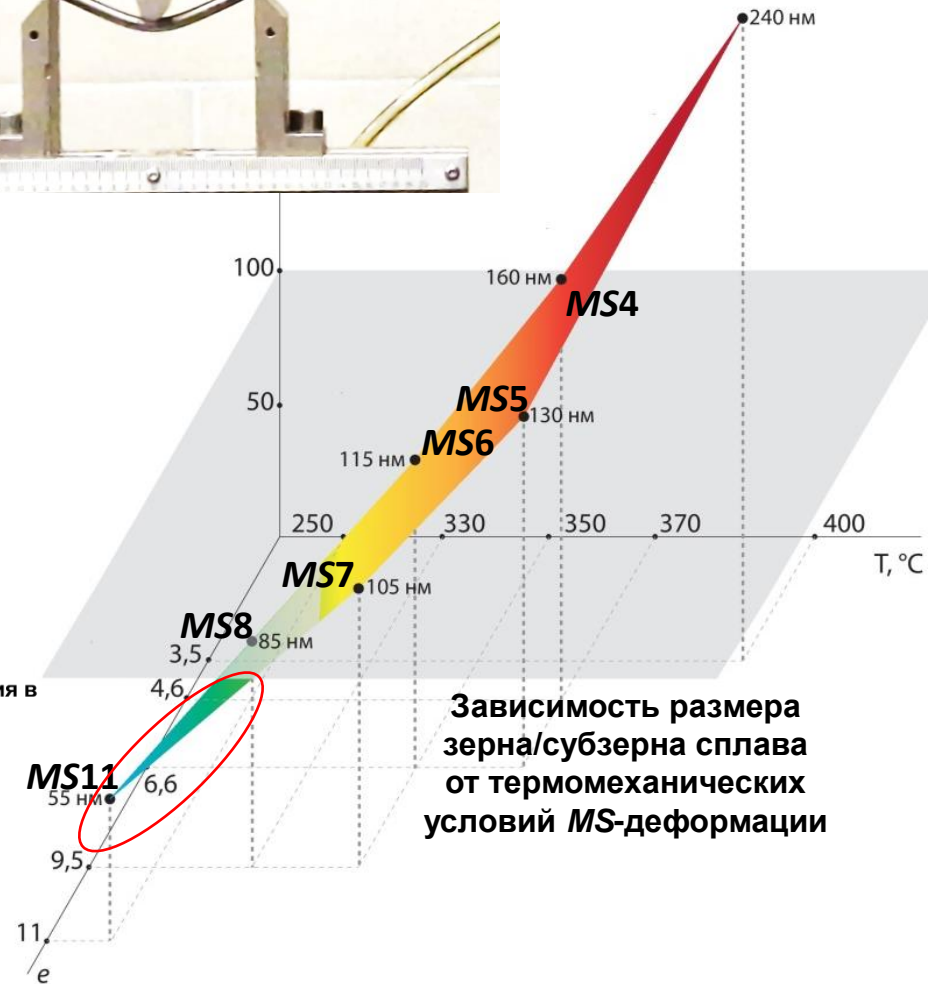
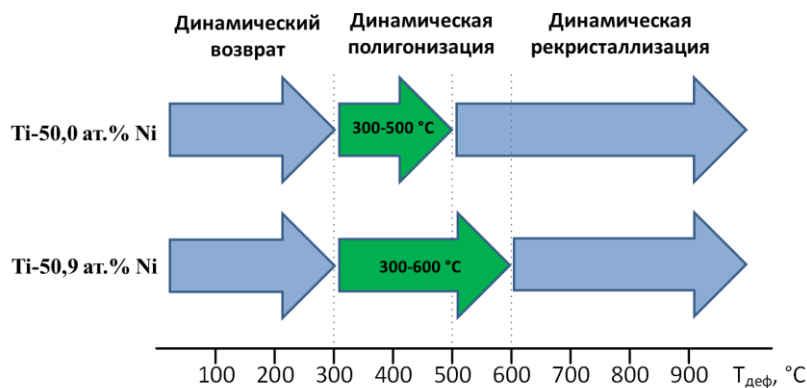


# Формирование нанокристаллической структуры в объёмных образцах никелида титана

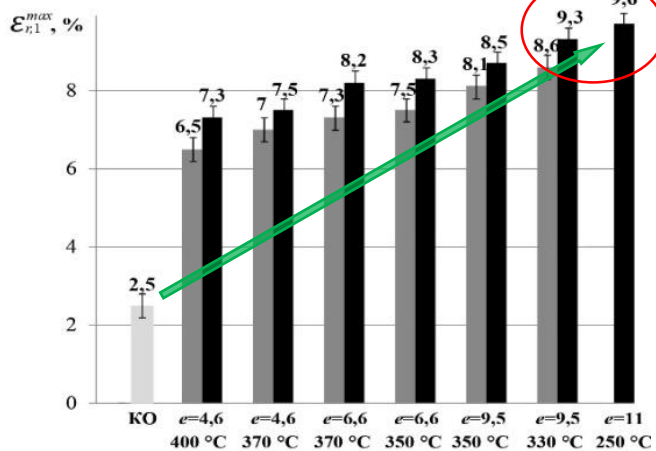


$\epsilon=11, T=250\text{ }^\circ\text{C}$

Температурные области развития динамических процессов разупрочнения в условиях деформации СПФ Ti-Ni



Зависимость размера зерна/субзерна сплава от термомеханических условий MS-деформации

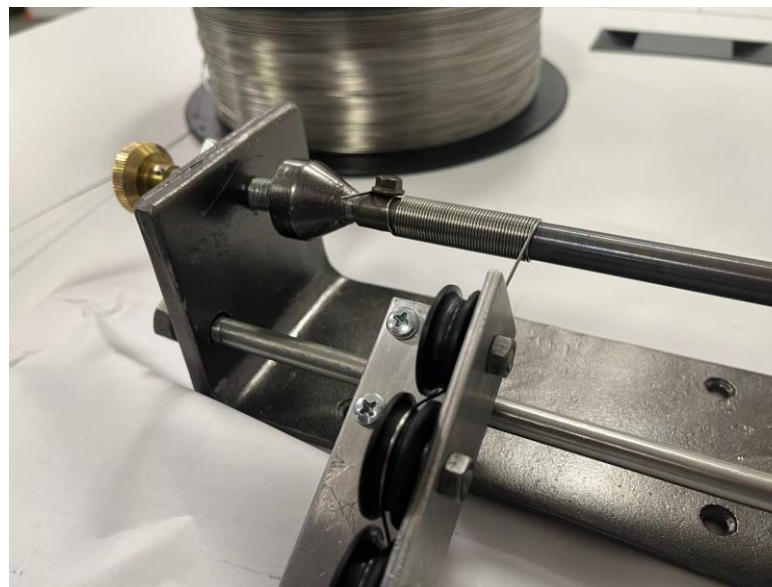
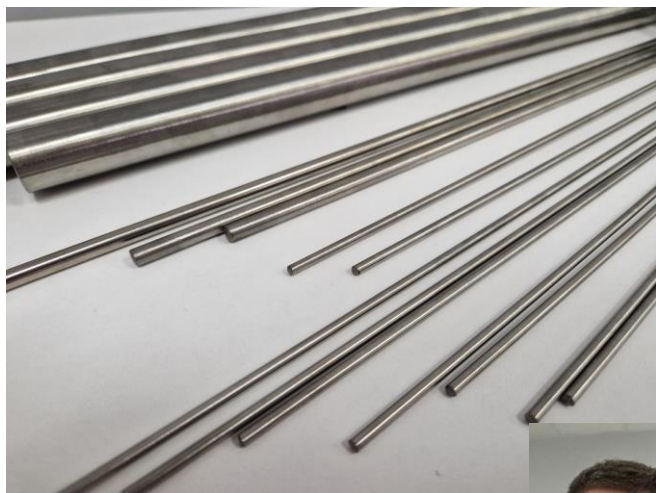


Komarov, V., Khmelevskaya, I., Karelin, R., et al. (2019). *J. of Alloys and Compounds*, 797, 842-848.

Khmelevskaya, I., Komarov, V., Kawalla et al. (2017). *Journal of Materials Engineering and Performance*, 26, 4011-4019.

Komarov, V., Karelin, R., Khmelevskaya, I., et al. (2023). *Materials*, 16(2), 511.

# Получение полуфабрикатов из сплавов с памятью формы



PhD student's  
Startup



СПЛАВЫ  
С ПАМЯТЬЮ  
ФОРМЫ

ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ  
НАБОР  
SMART MINI X2

+

ПРИМЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ  
СПЛАВОВ С ПАМЯТЬЮ ФОРМЫ

САМОРАСКРЫВАЮЩИЙСЯ  
СОСУДИСТЫЙ СТЕНТ



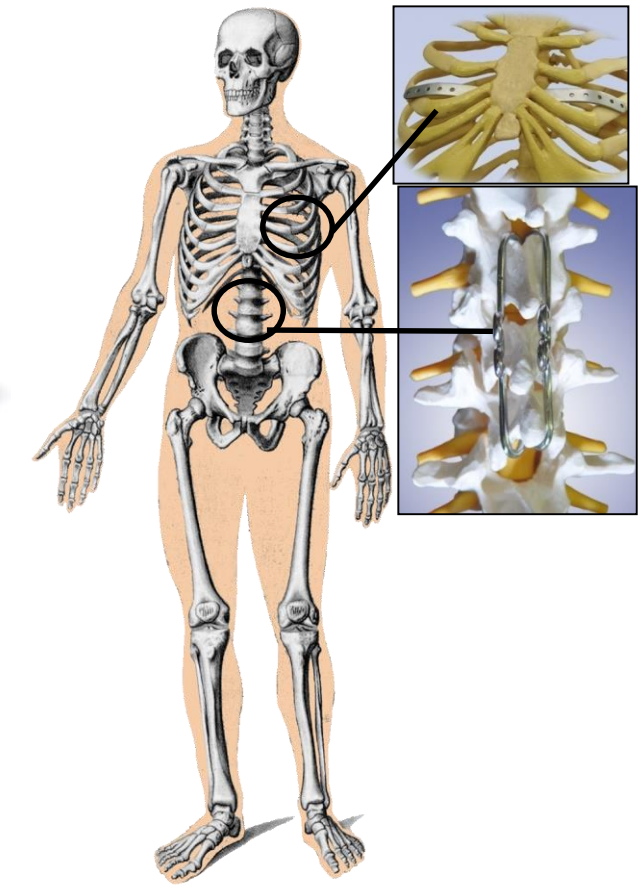
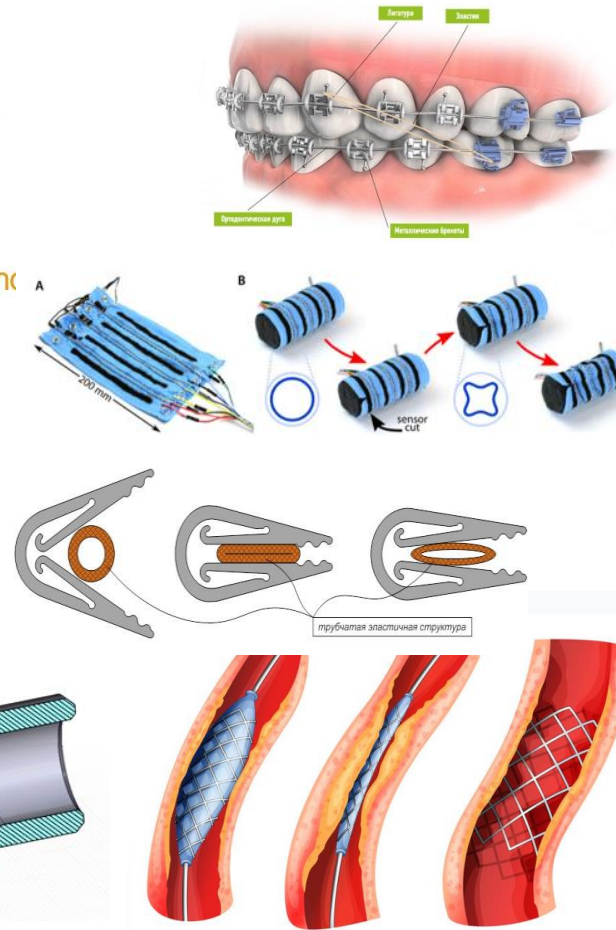
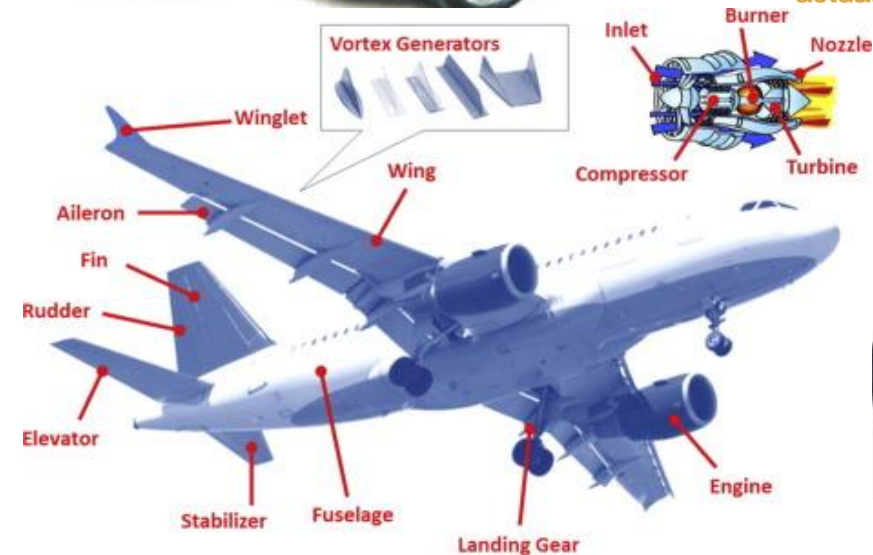
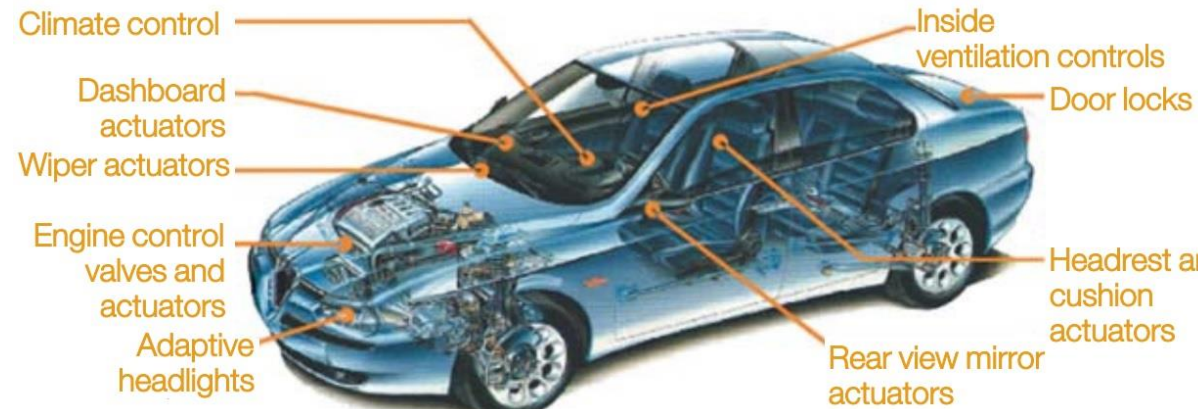
КОЛЕСО С ПАМЯТЬЮ ФОРМЫ



# Применение сплавов с памятью формы

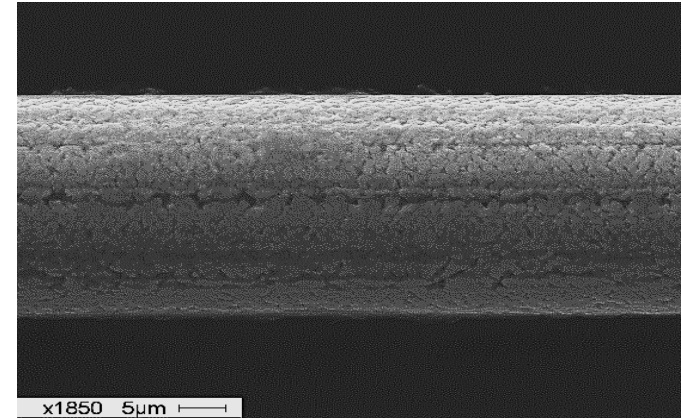
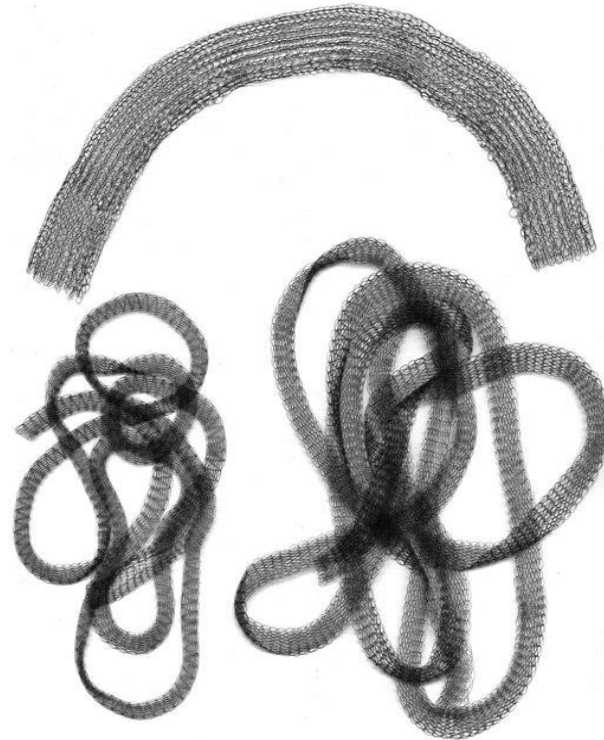
**Ti-49,9 ... 50,2 ат.% Ni**  
**50 – 120 °C**

**Ti-50,6 ... 50,9 ат.% Ni**  
**25 – 45 °C**

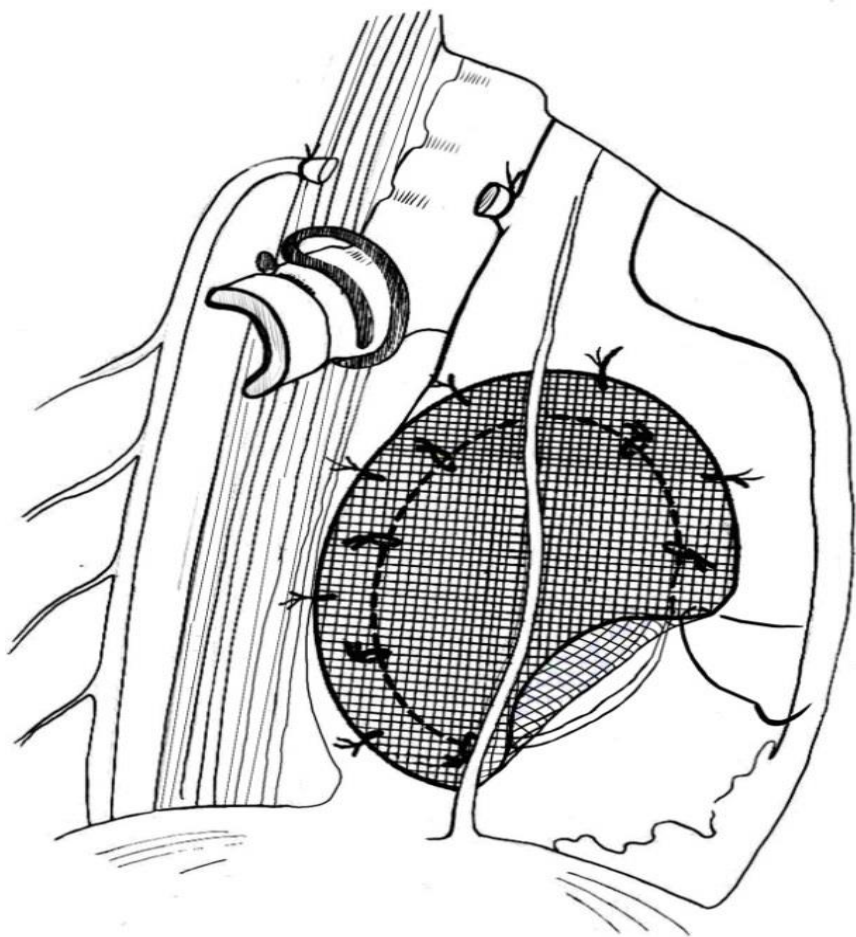


# Применение сплавов с памятью формы

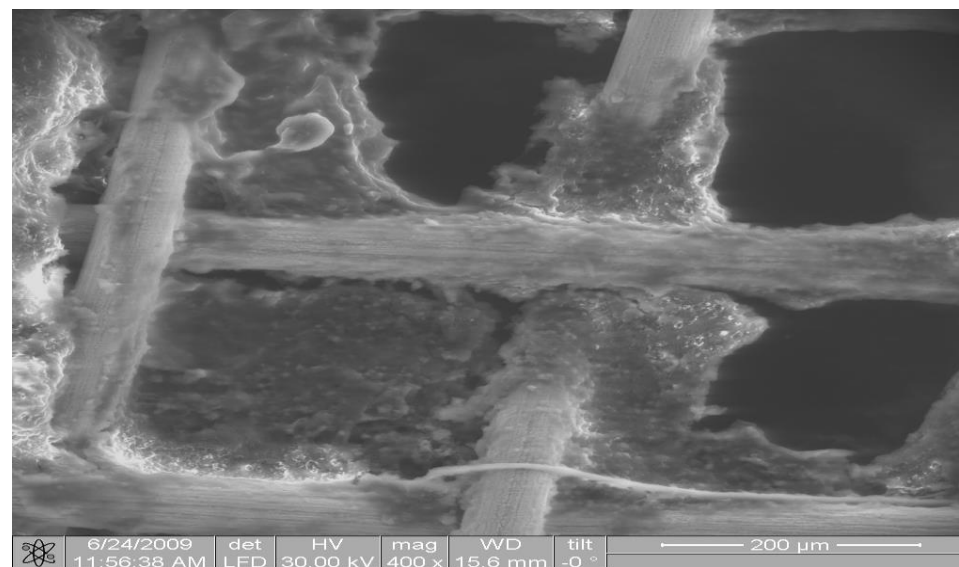
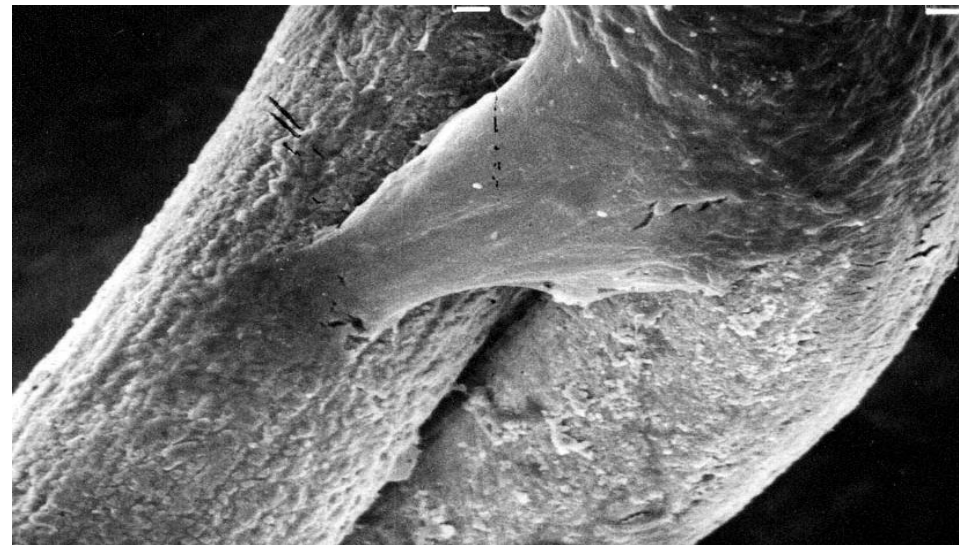
- Тонкие нити TiNi (30-90 мкм), **текстильные** и волокнистые материалы на их основе.
- Конструкции получают путем машинного плетения. Текстильные имплантаты активно используются для реконструкции мягких тканей организма человека. Внедрены для применения в офтальмологии, сосудистой, челюстно-лицевой хирургии, онкологии.



Пример замещения дефекта перикарда  
тканевым материалом на основе TiNi



Процесс биоинтеграции тканевого материала  
на основе TiNi



# Спасибо за внимание!

Сплавы с памятью формы

Dr.-Ing., к.т.н.  
Виктор Комаров

vickomarov@gmail.com



1938

*ИМФ РАН*

