



ИФПМ СО РАН



ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Повышение механических свойств низкомодульного сплава Ti-40 мас.%Nb за счет измельчения зерен методами интенсивной пластической деформации

А.М. Майрамбекова

Научный руководитель: И.А. Глухов
Научный консультант: Ю.П. Шаркеев

Томск - 2015

Требования к материалам для имплантатов



Биосовместимость



Низкий модуль упругости



Высокие механические свойства

Цели и задачи исследования

В качестве материала для исследований был выбран сплав Ti-40 мас.% Nb

Цель исследования состояла в анализе эволюции свойств сплава Ti-40 мас.%Nb в зависимости от используемых методов термомеханической обработки

Задачи

- Анализ изменения структуры образцов на различных этапах термомеханической обработки
- Анализ изменения механических свойств на различных этапах термомеханической обработки

Оборудование и методы исследования

Измерение
микротвердости

микротвердомер
ПМТ- 3М



Оптическая
микроскопия

оптический микроскоп
Altami MET 1MT

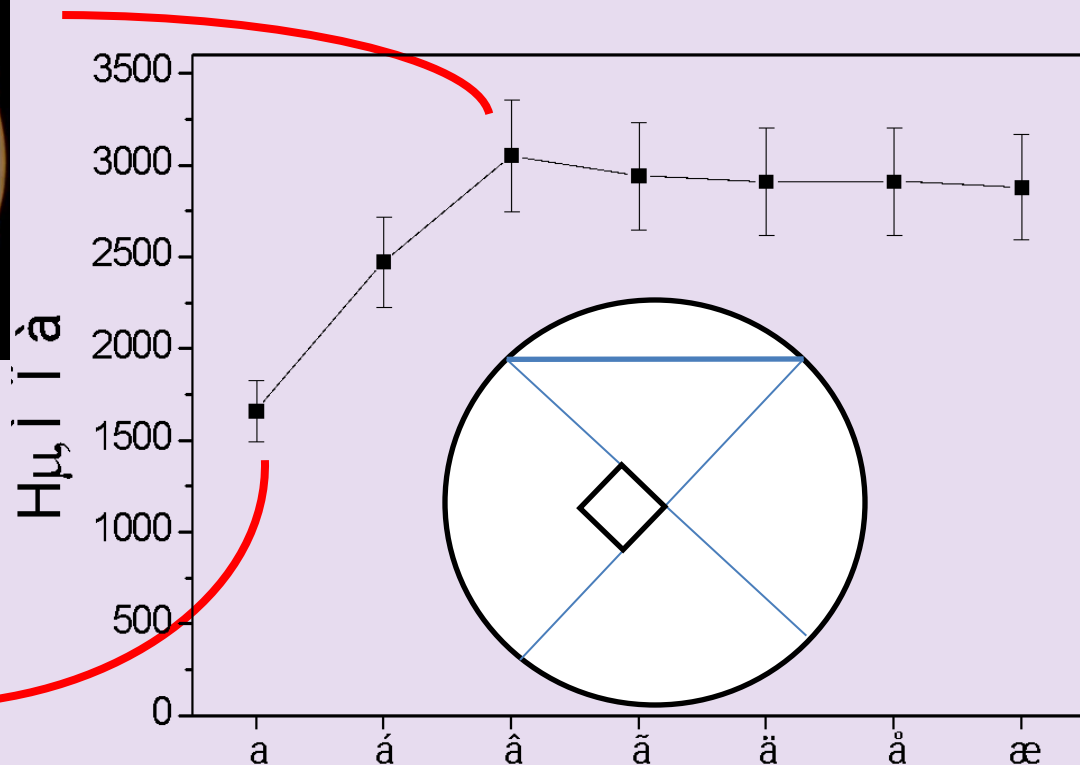
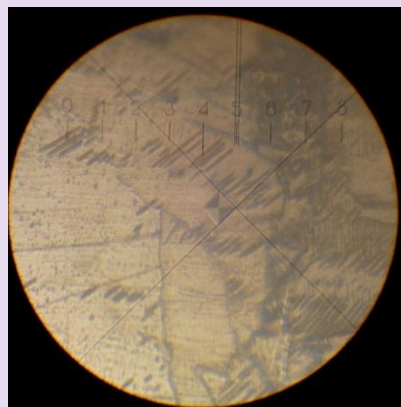
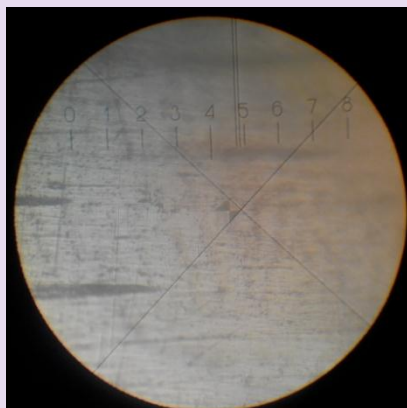


Электронная
микроскопия

электронный
микроскоп JEOL
JEM-2100



Механические свойства



а – закалка;

б – закалка+3 ⊥ ;

в – закалка+3 ⊥ +прокатка;

г – закалка+3 ⊥ +прокатка+отжиг 350С, 2ч;

д – закалка+3 ⊥ +прокатка+отжиг 350С, 5ч;

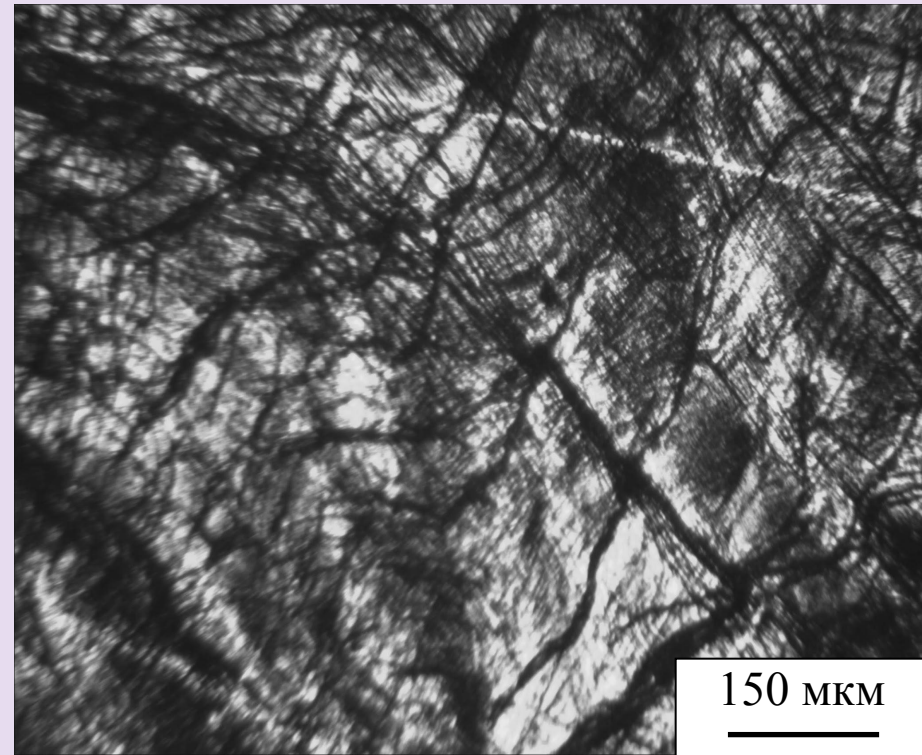
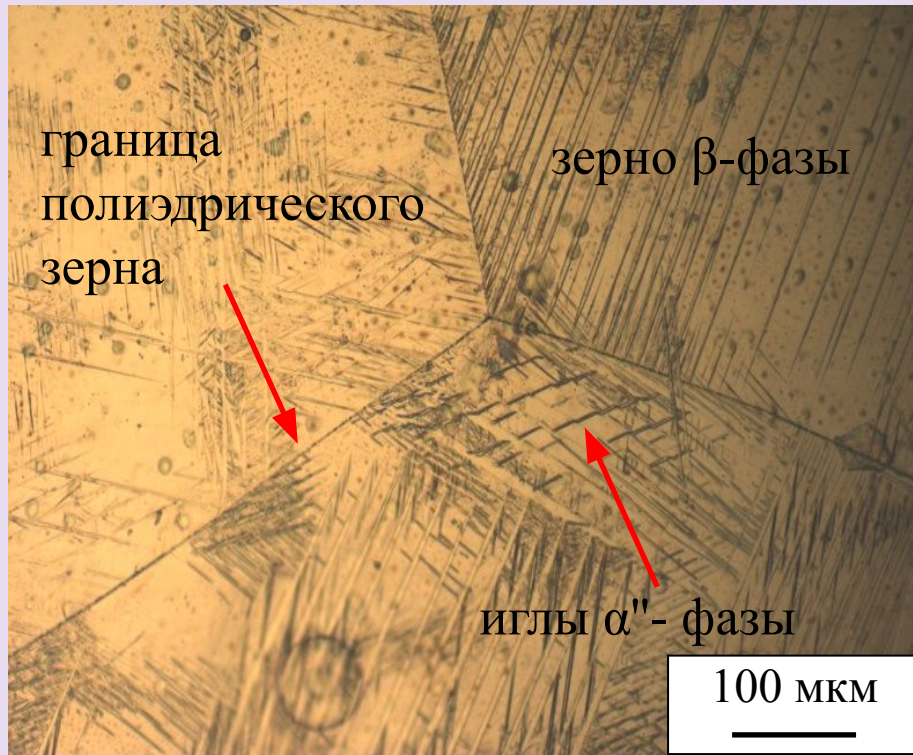
е – закалка+3 ⊥ +прокатка+отжиг 350С, 10ч;

ж – закалка+3 ⊥ +прокатка+отжиг 350С, 24ч.

Ýöäî û öäðî î ì äöäí è-äñêî é î áöäáí öèè



Структура сплава (оптическая микроскопия)

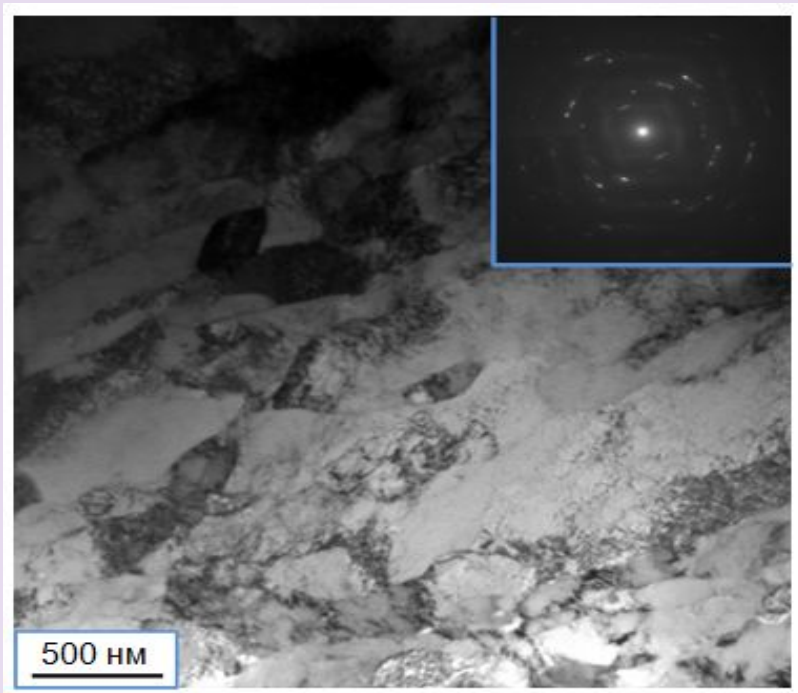


Закалка (исходное состояние)

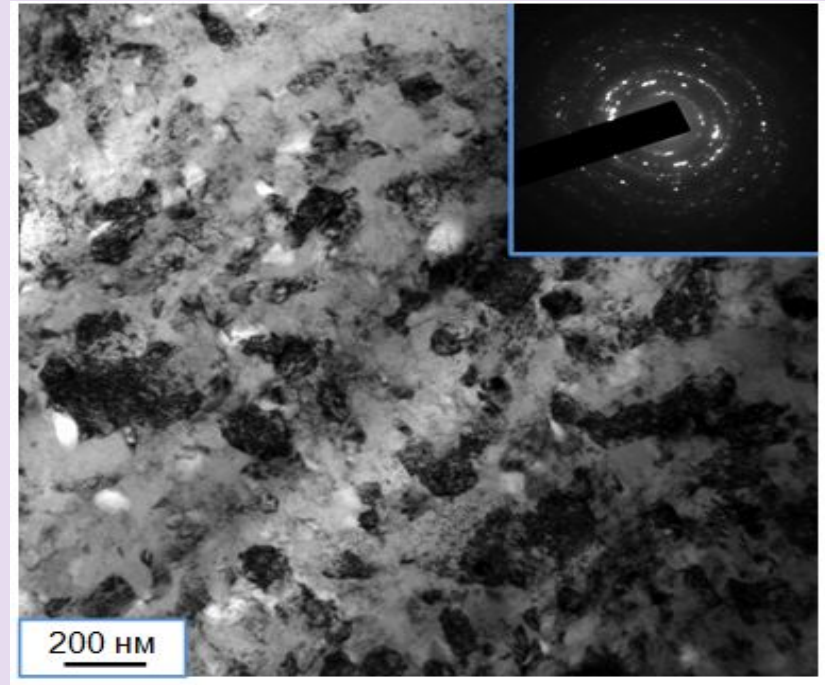
3D-прессование



Микроструктура сплава (электронная микроскопия)



З ⊥ - прессование



З ⊥ - прессование +
прокатка



Заключение

Выбранный комбинированный метод двухэтапной интенсивной пластической деформации в сплаве Ti – 40 масс.% Nb:

- формирует ультрамелкозернистую структуру со средним размером элементов 0,2 мкм;

Заключение

Выбранный комбинированный метод двухэтапной интенсивной пластической деформации в сплаве Ti – 40 масс.% Nb:

- формирует ультрамелкозернистую структуру со средним размером элементов 0,2 мкм;

Заключение

Выбранный комбинированный метод двухэтапной интенсивной пластической деформации в сплаве Ti – 40 масс.% Nb:

- формирует ультрамелкозернистую структуру со средним размером элементов 0,2 мкм;
- **увеличивает микротвердость более чем в 1,5 раза;**

Заключение

Выбранный комбинированный метод двухэтапной интенсивной пластической деформации в сплаве Ti – 40 масс.% Nb:

- формирует ультрамелкозернистую структуру со средним размером элементов 0,2 мкм;
- увеличивает микротвердость более чем в 1,5 раза;

Заключение

Выбранный комбинированный метод двухэтапной интенсивной пластической деформации в сплаве Ti – 40 масс.% Nb:

- формирует ультрамелкозернистую структуру со средним размером элементов 0,2 мкм;
- увеличивает микротвердость более чем в 1,5 раза;
- **отжиг при температуре 350°C не приводит к существенному изменению микротвердости.**

Заключение

Выбранный комбинированный метод двухэтапной интенсивной пластической деформации в сплаве Ti – 40 масс.% Nb:

- формирует ультрамелкозернистую структуру со средним размером элементов 0,2 мкм;
- увеличивает микротвердость более чем в 1,5 раза;
- отжиг при температуре 350°C не приводит к существенному изменению микротвердости.

Заключение

Выбранный комбинированный метод двухэтапной интенсивной пластической деформации в сплаве Ti – 40 масс.% Nb:

- формирует ультрамелкозернистую структуру со средним размером элементов 0,2 мкм;
- увеличивает микротвердость более чем в 1,5 раза;
- отжиг при температуре 350°С не приводит к существенному изменению микротвердости.

Автор выражает искреннюю благодарность сотрудникам лаборатории физики наноструктурных биоконпозитов ИФПМ СО РАН :. Шаркееву Ю.П, Глухову И.А за постановку и обсуждение полученных результатов, Толмачеву А.И., Ерошенко А.Ю., Ковалевской Ж.Г. за помощь в проведении экспериментов и участие в подготовке образцов для исследования , внимания к работе и полезные советы, ЦКП НОЦ за предоставление оборудования.



ИФПМ СО РАН



ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

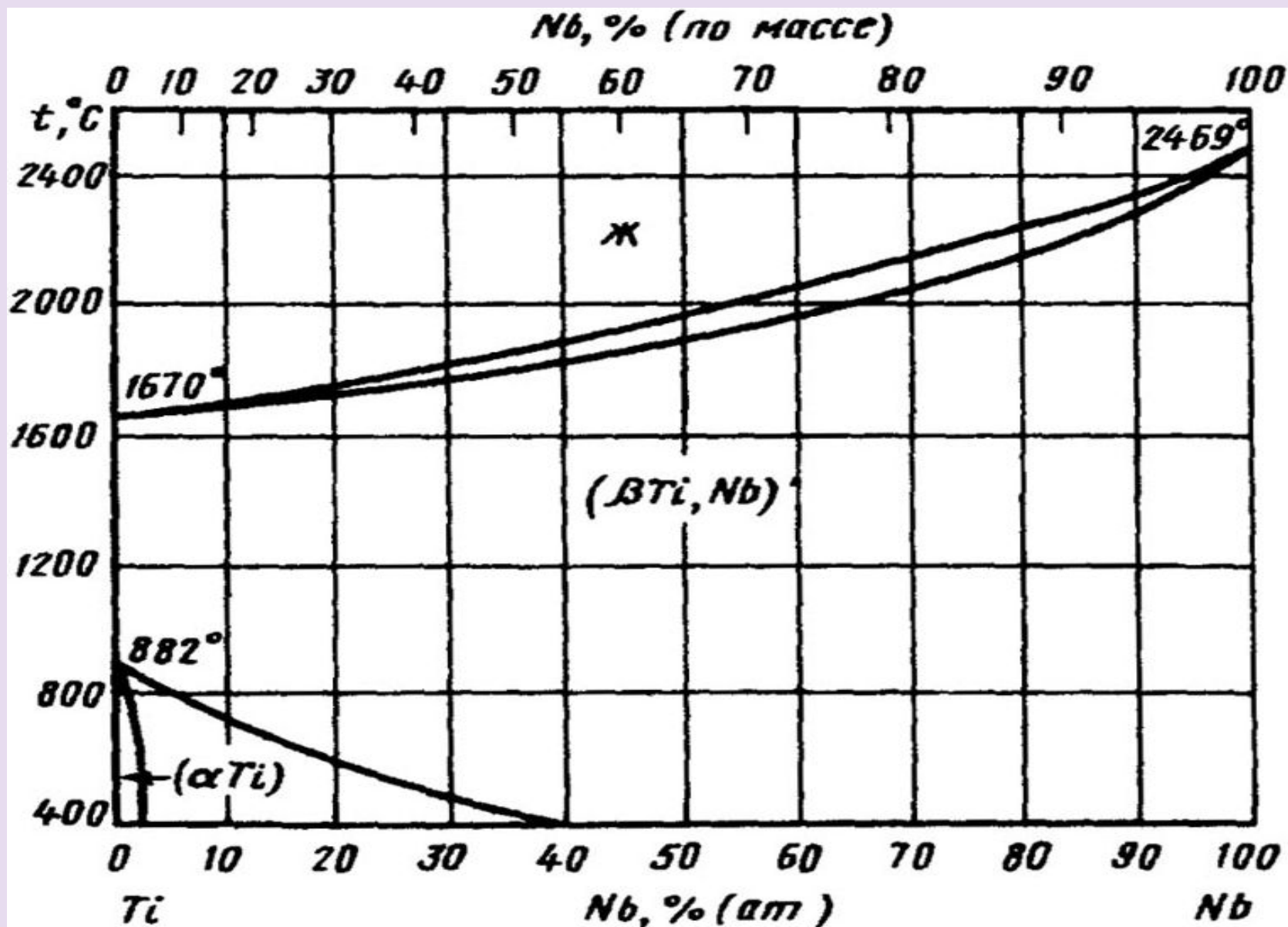
Повышение механических свойств низкомодульного сплава Ti-40 мас.%Nb за счет измельчения зерен методами интенсивной пластической деформации

А.М. Майрамбекова

Научный руководитель: И.А. Глухов
Научный консультант: Ю.П. Шаркеев

Спасибо за внимание !

Фазовая диаграмма Ti-Nb



Оборудования



ПМТ- 3М

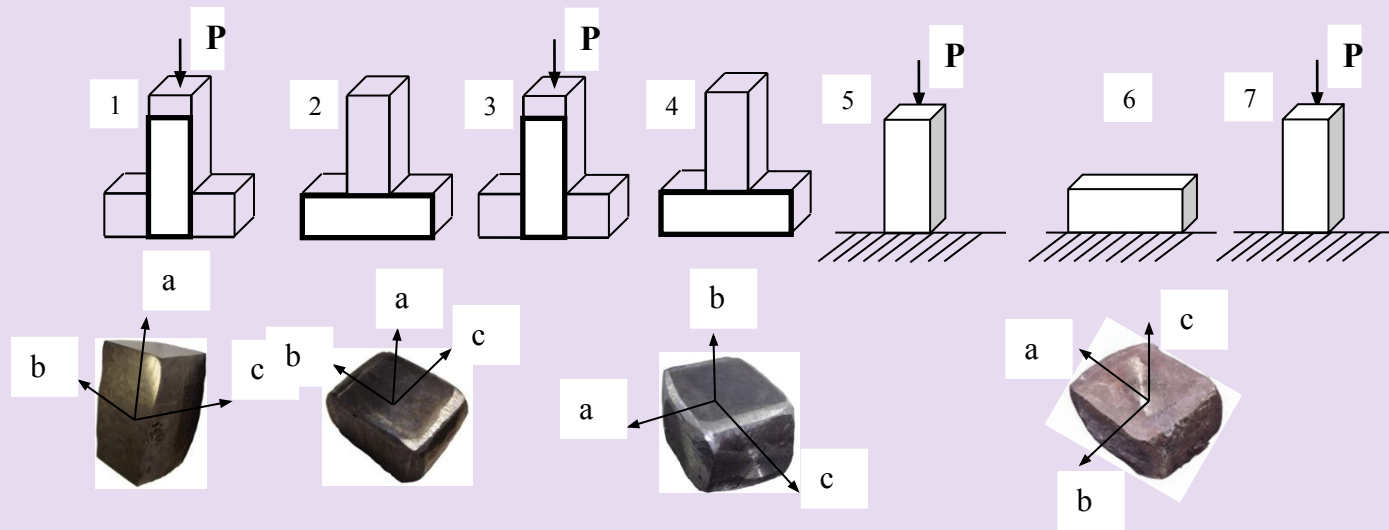


Altami MET 1MT

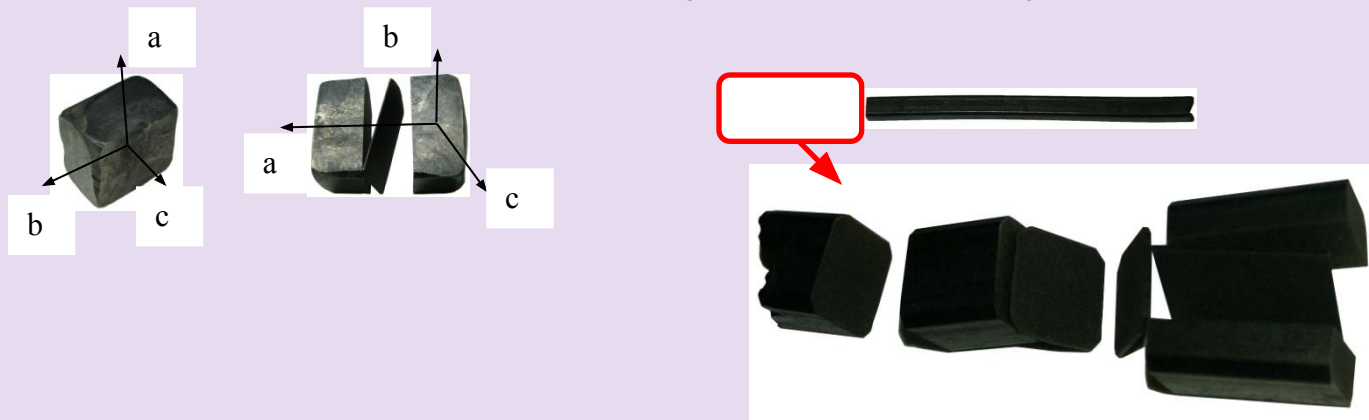


JEOL JEM-2100

Схема прессования образцов



Далее выполняем еще 6 свободных прессований по схеме abc – прессования и получаем следующий образец



Масштабная классификация кристаллических тел [*]

Наименование		Размерный интервал
Атомные кластеры и аморфное состояние		0,5-1 нм
Квазикристаллы		2-5 нм
УМЗ	Нанокристаллы	5-10 нм
	Субмикроркристаллы	0,01-0,1 мкм
	Микроркристаллы	0,1-1 мкм
Мелкозернистый, поликристалл		1-10 мкм
Обычный размер зерна		10-100 мкм
Крупные зерна		100 мкм
Монокристаллы		Макроскопический, мм и более

[*] Э.В. Козлов, Ю.Ф. Иванов, Л.Н. Игнатенко, Н.А. Конева. Масштабная классификация кристаллических тел и ее обоснование // Функционально – механические свойства материалов и их компьютерное моделирование. Материалы 29-го Межреспубликанского семинара “Актуальные проблемы прочности”, 15 – 18 июня 1993 г. Псков. 1993, с 90-99