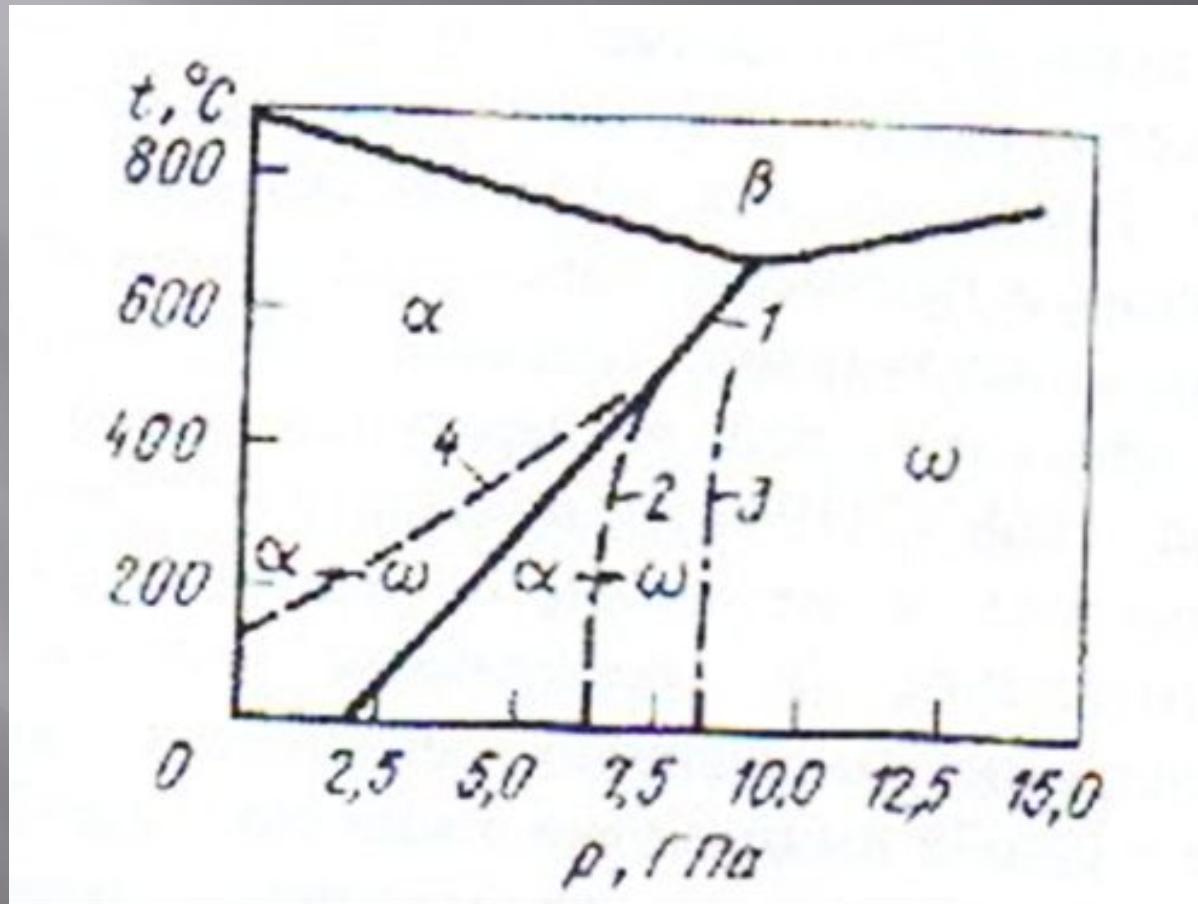


СТРУКТУРА И СВОЙСТВА ЧИСТОГО ТИТАНА

СВОЙСТВА Ti, Fe, Ni и Al

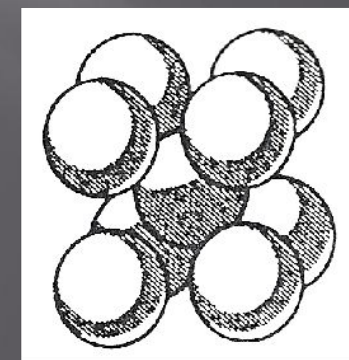
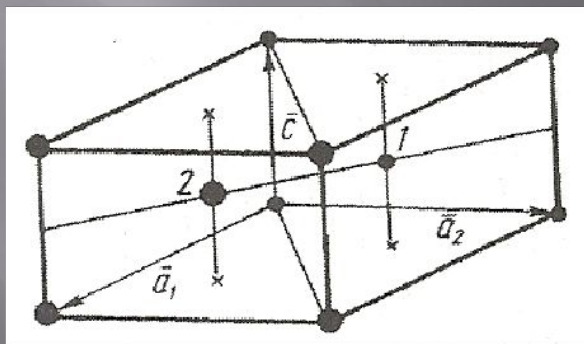
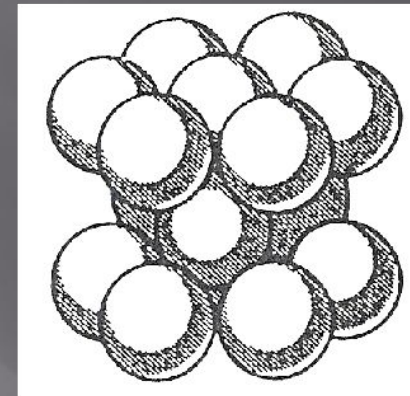
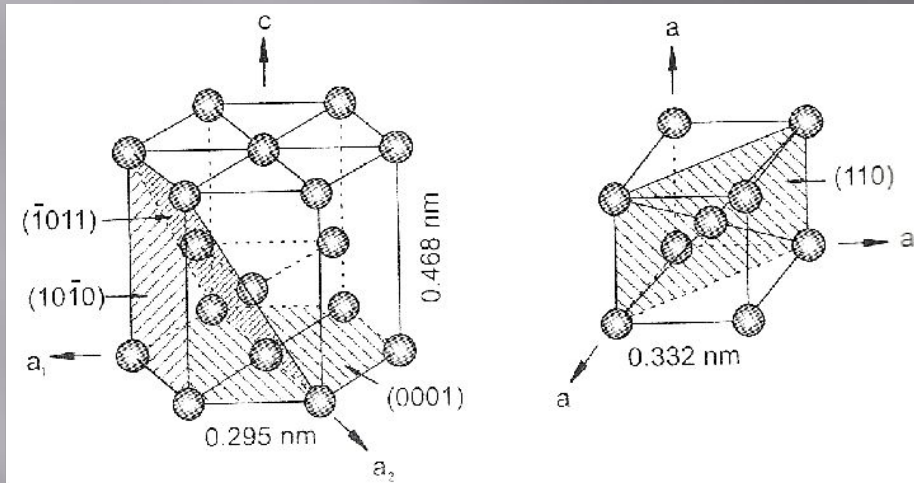
№	Свойства	Ti	Fe	Ni	Al
1	Температура плавления, °С	1670	1538	1455	660
2	Аллотропное превращение	$\beta \xrightarrow{882^\circ\text{C}} \alpha$	$\gamma \xrightarrow{912^\circ\text{C}} \alpha$	-	-
3	Кристаллическая структура	ОЦК→ГП	ГЦК→ОЦК	ГЦК	ГЦК
4	Прочность (σ_b), МПа / Уд. прочность, км	550/12	300/4	300/3,4	150/5,5
5	Плотность, г/см ³	4,5	7,9	8,9	2,7
6	Модуль норм. упругости (E), ГПа	115	215	200	72
7	Удельная теплопроводность при 20°С, Вт/м·К (Cu-387)	21,9	80	88,5	221,5
8	Коэффициент линейного расширения при 25°С, 10 ⁶ , К ⁻¹	9,2	12,0	13,5	23,3
9	Удельное электросопротивление при 20°С, мкОм·м	0,58	0,086	0,0684	0,02767
10	Модуль сдвига, ГПа	39	83	73	27
11	Сравнительная коррозионная стойкость	Очень высокая	Низкая	Средняя	Высокая
12	Взаимодействие с кислородом	Очень высокое	Низкое	Низкое	Высокое
13	Цена металла	Очень высокая	Низкая	Высокая	Средняя

T-P ДИАГРАММА ТИТАНА

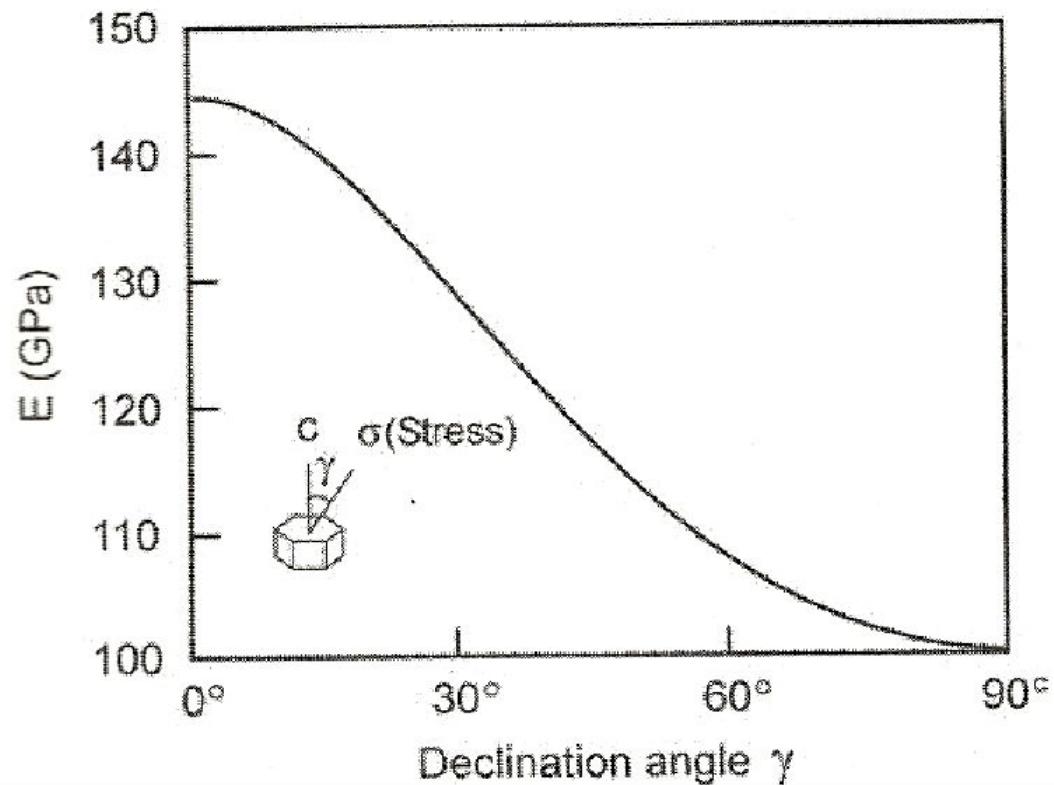
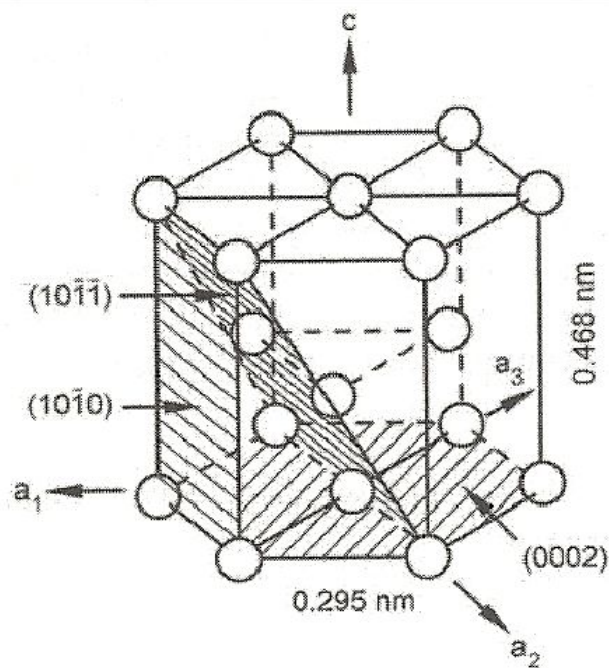


1 – линии равновесия; 2,3 – линии $\alpha \rightarrow \omega$ превращения; 4 – линия $\omega \rightarrow \alpha$ превращения

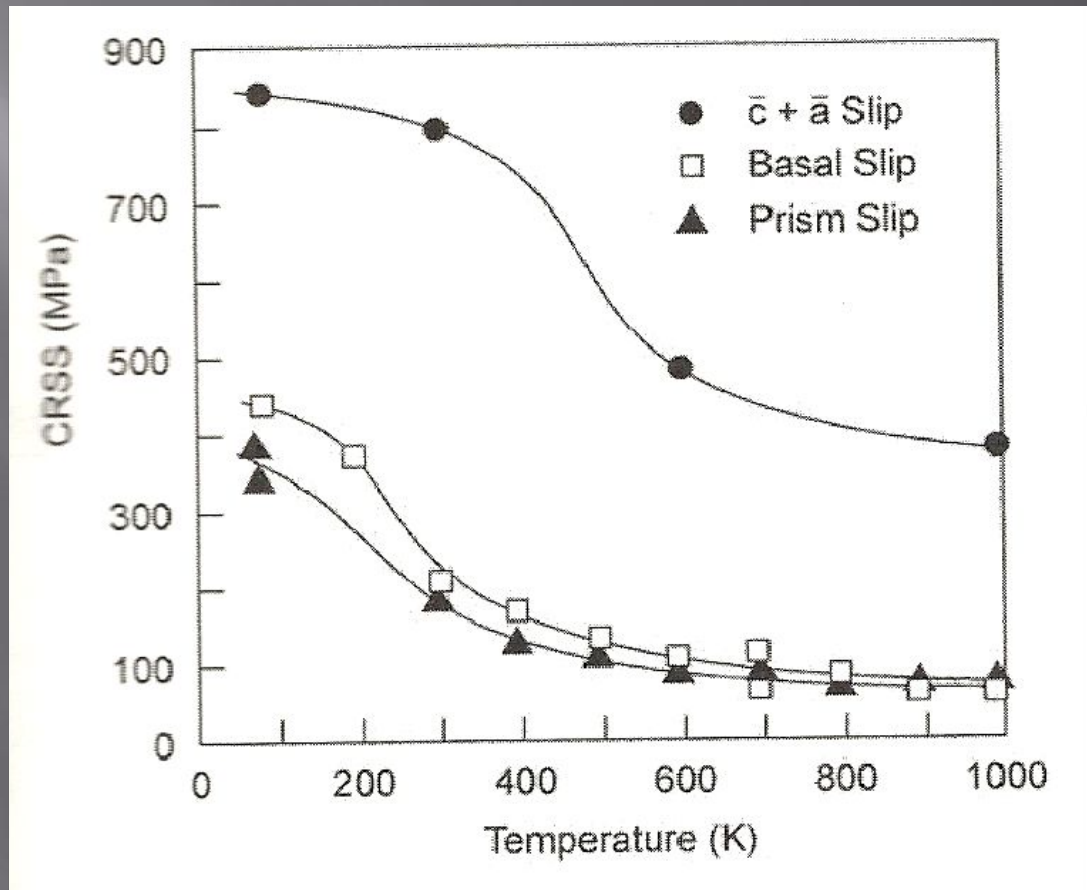
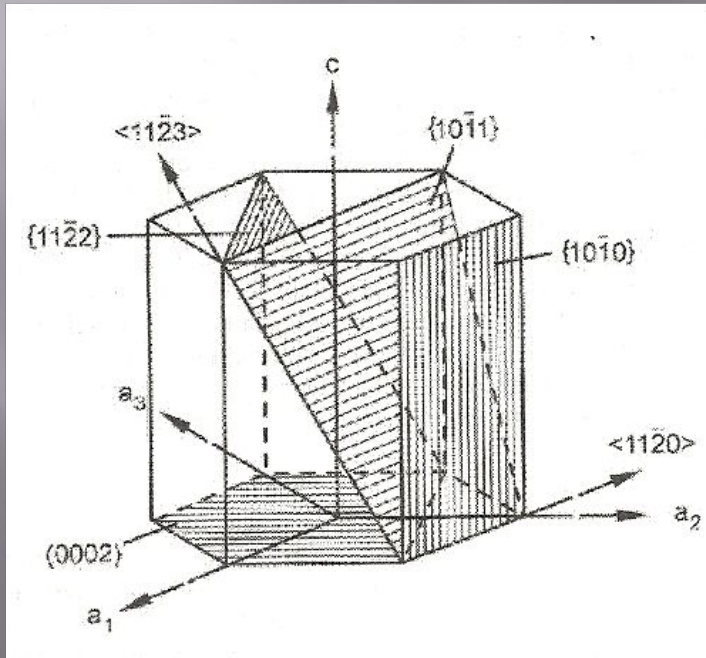
ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ ЯЧЕЙКИ А, В И Ω- ФАЗ В ТИТАНЕ



АНИЗОТРОПИЯ МОДУЛЯ УПРУГОСТИ В А-ТИТАНЕ

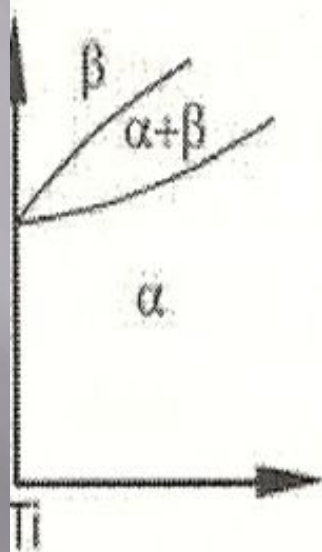


ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ КРИТИЧЕСКОГО НАПРЯЖЕНИЯ СДВИГА



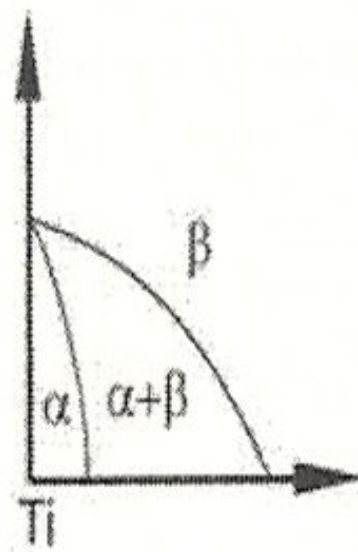
СТАБИЛЬНЫЕ И МЕТАСТАБИЛЬНЫЕ ФАЗЫ В ТИТАНОВЫХ СПЛАВАХ

ВЛИЯНИЕ ЛЕГИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ТЕМПЕРАТУРУ ПОЛИМОРФНОГО ПРЕВРАЩЕНИЯ ТИТАНА



α stabilizer

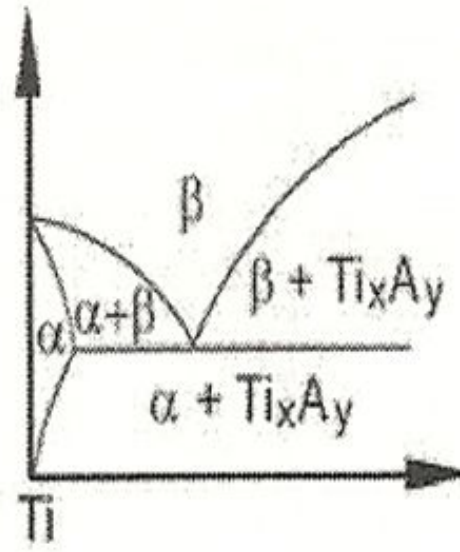
(Al, O, N, C)



β stabilizer

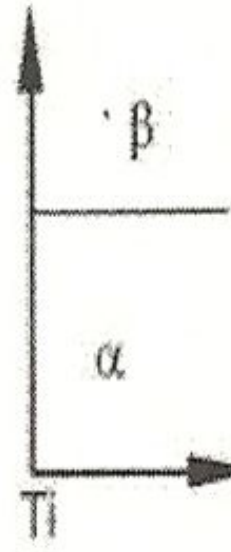
β isomorphous

(V, Mo, Nb, Ta)



β eutectoid

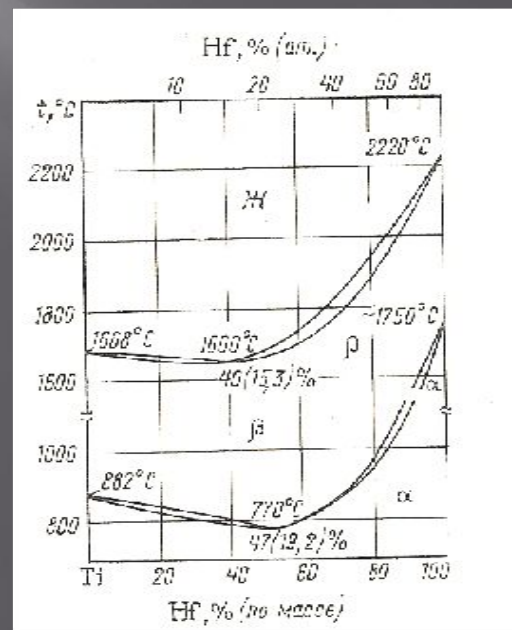
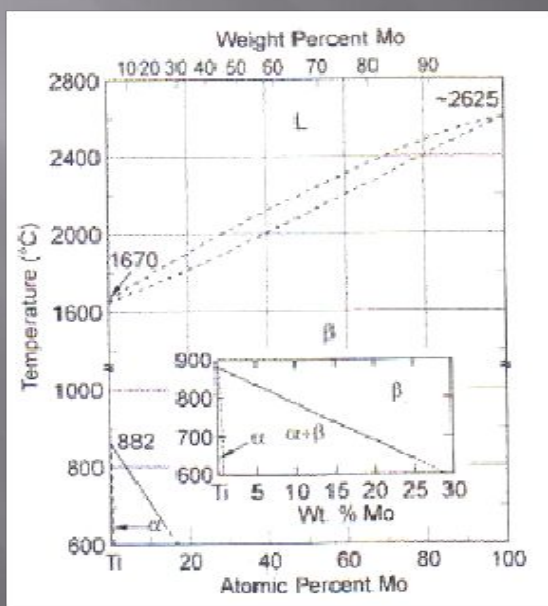
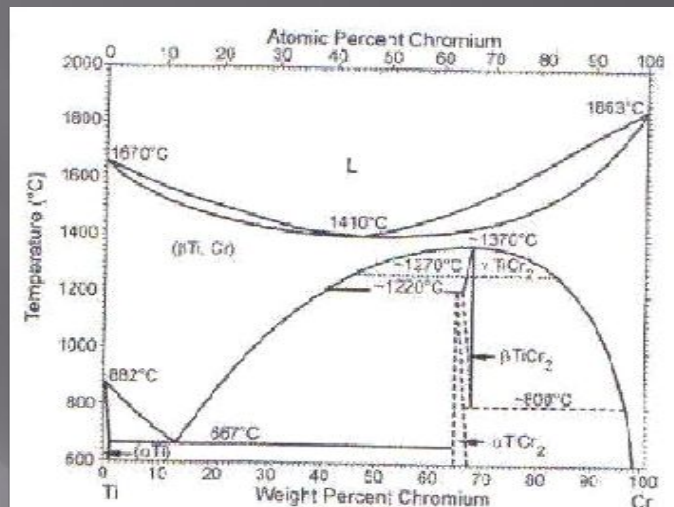
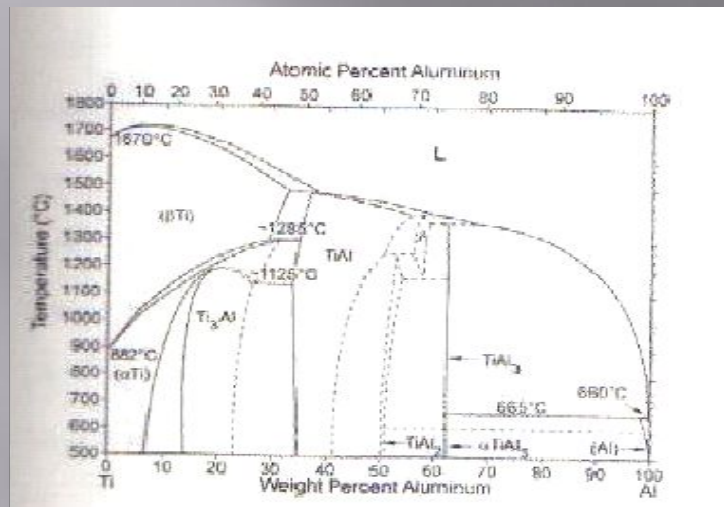
(Fe, Mn, Cr, Ni, Cu, Si, H)



neutral

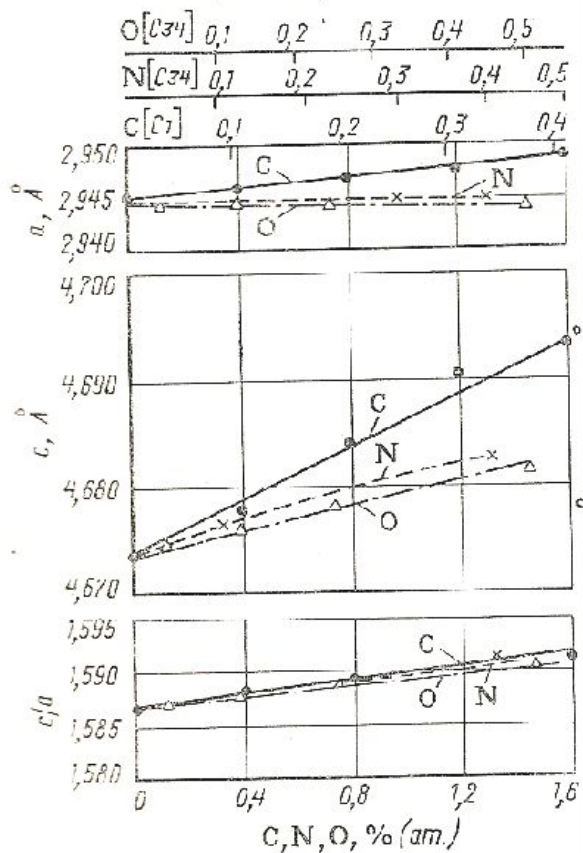
(Zr, Sn)

ПРИМЕРЫ ДИАГРАММ СОСТОЯНИЯ

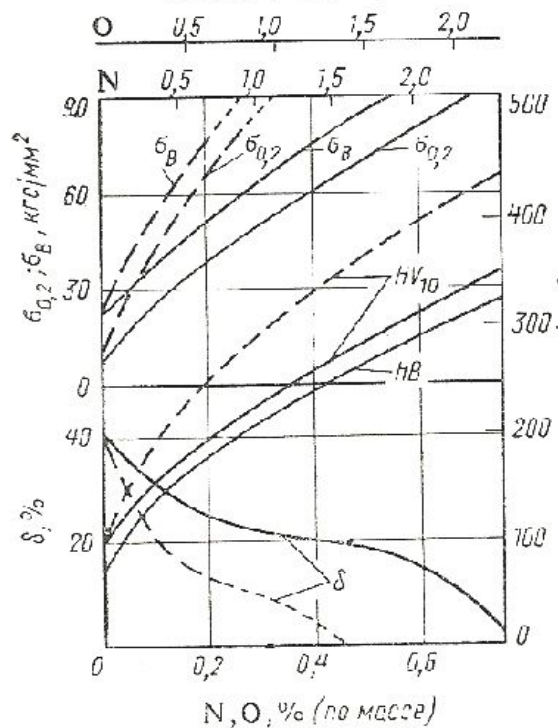


ВЛИЯНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ВНЕДРЕНИЯ НА ПАРАМЕТРЫ РЕШЕТКИ И СВОЙСТВА А-ТИТАНА

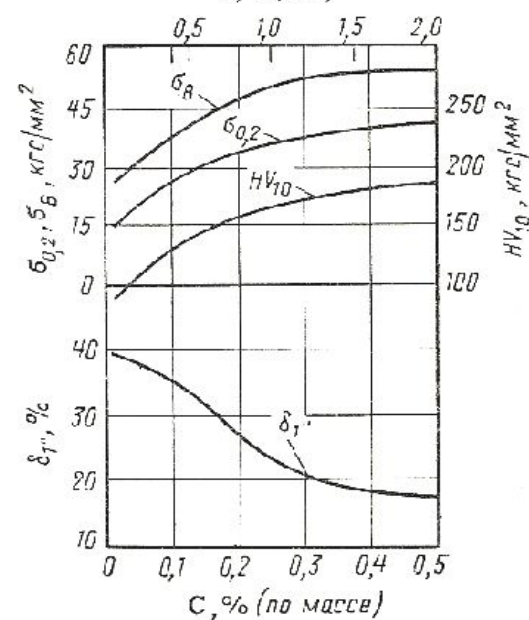
Элемент, % (по массе)



Элемент, % (ат.)



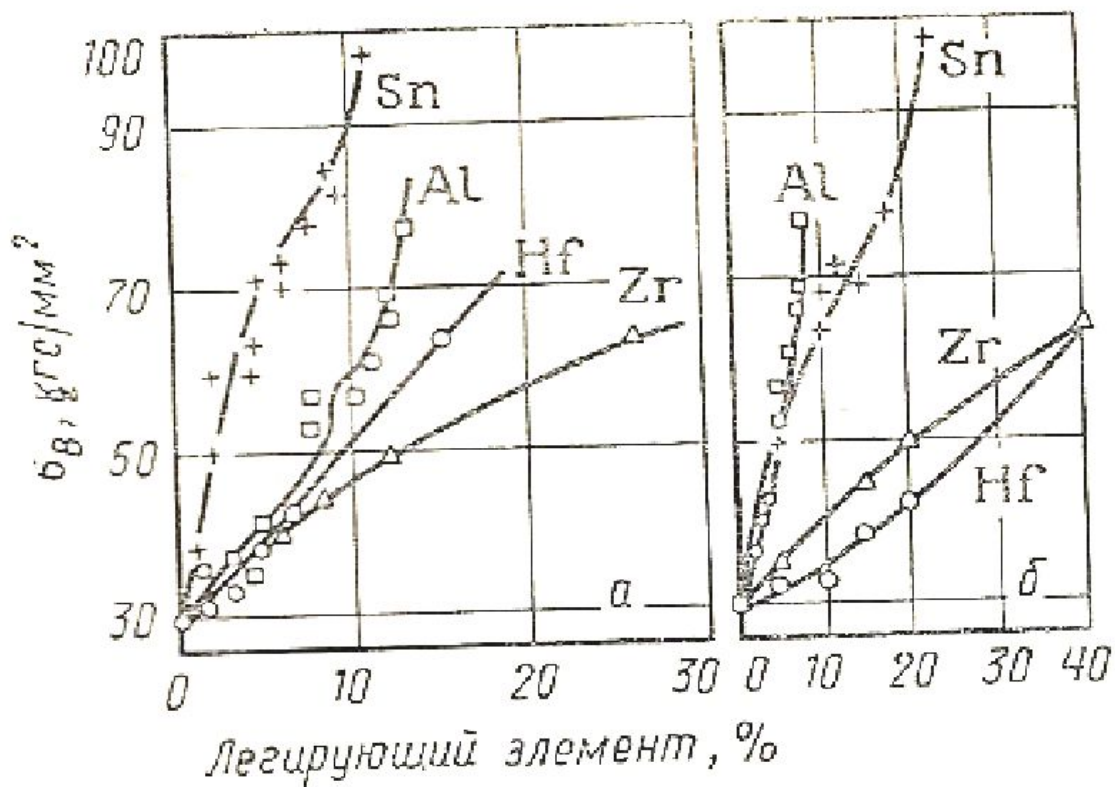
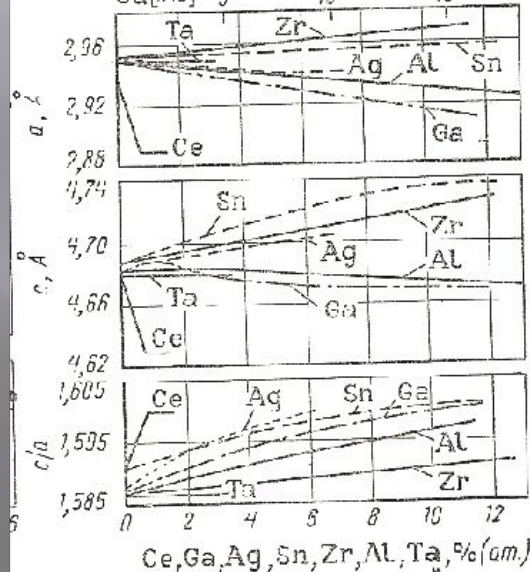
C, % (ат.)



ВЛИЯНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ЗАМЕЩЕНИЯ НА ПАРАМЕТРЫ РЕШЕТКИ И СВОЙСТВА А-ТИТАНА

элемент, % (по массе)

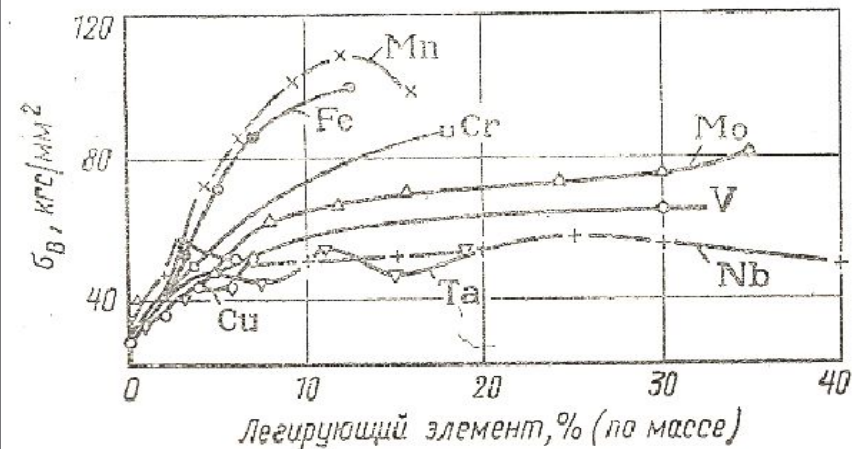
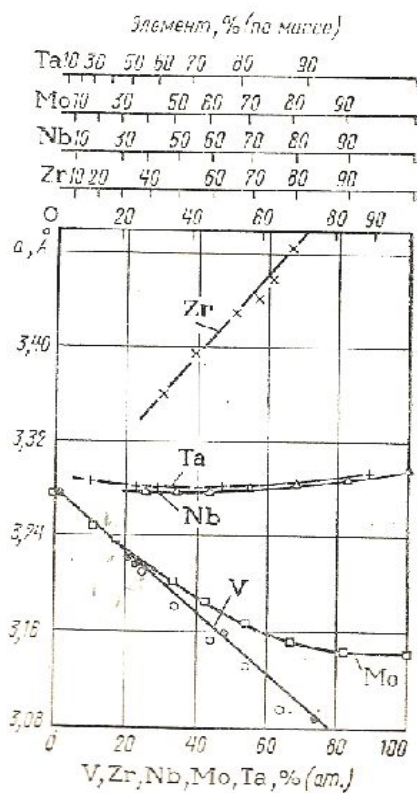
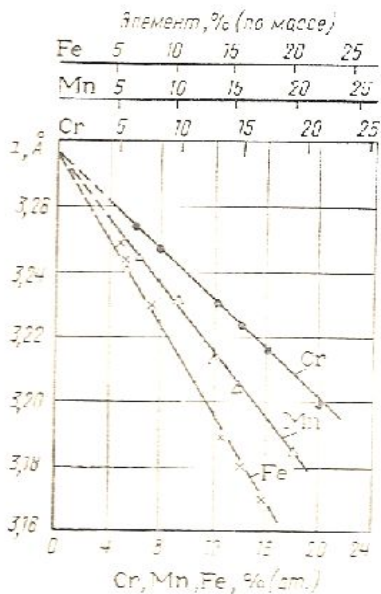
Al [В107]	10	15	20	
Ce [С18]	10	15	20	25
Sn [W71]	10	15	20	25
Ta [M28]	10	20		
Ag [V73]	10	15	20	
Zr [F1]	10	20		
Ga [D10]	5	10	15	

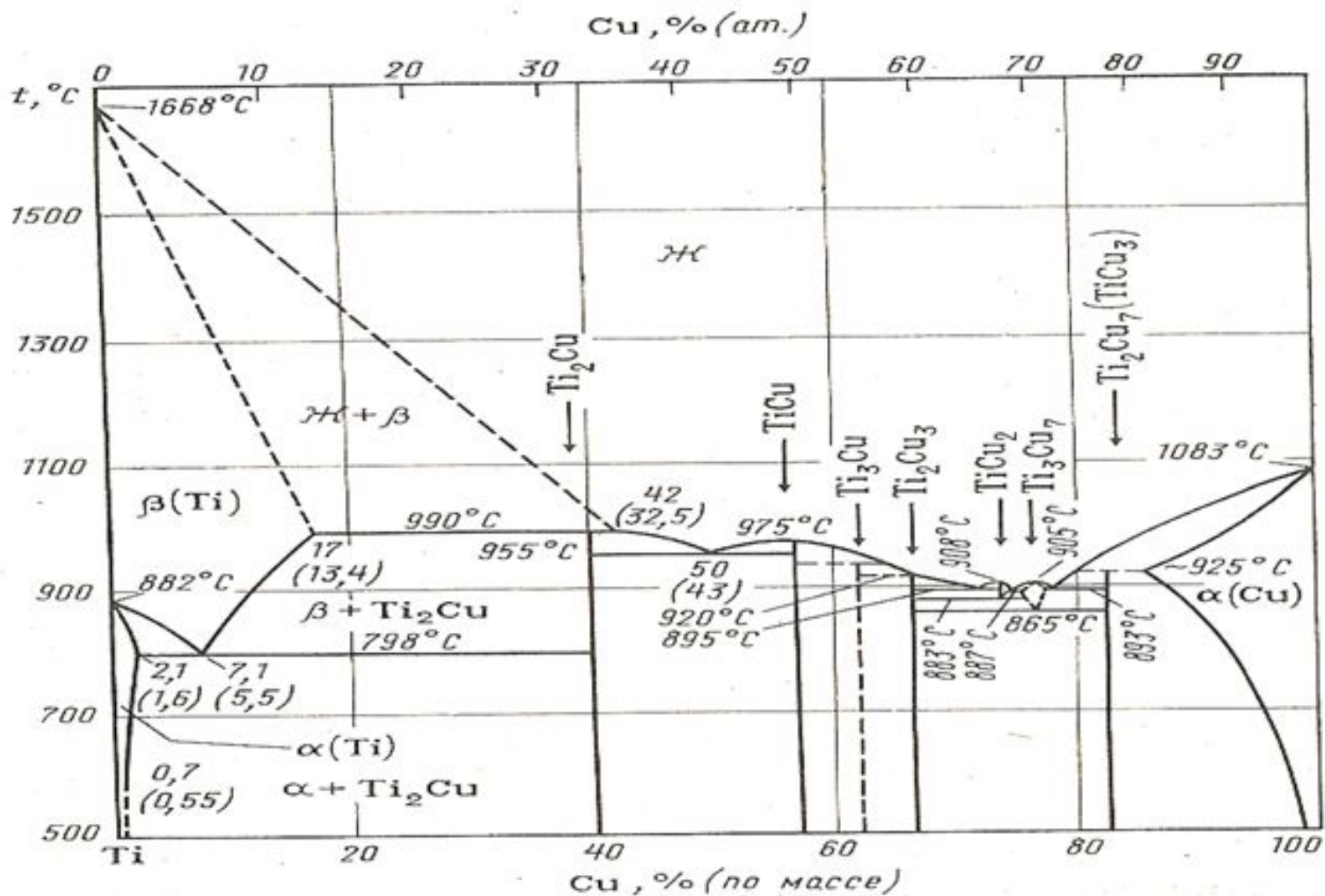


АТОМНЫЕ РАДИУСЫ ОСНОВНЫХ ЛЕГИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ТИТАНОВЫХ СПЛАВАХ

Элемент	Атомный радиус, нм
Ti	0,145
Mo	0,140
V	0,136
Cr	0,128
Fe	0,127
Al	0,143
Zr	0,160
Sn	0,158
Nb	0,147
Mn	0,130

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ЗАМЕЩЕНИЯ НА ПАРАМЕТРЫ РЕШЕТКИ И СВОЙСТВА В- ТИТАНА





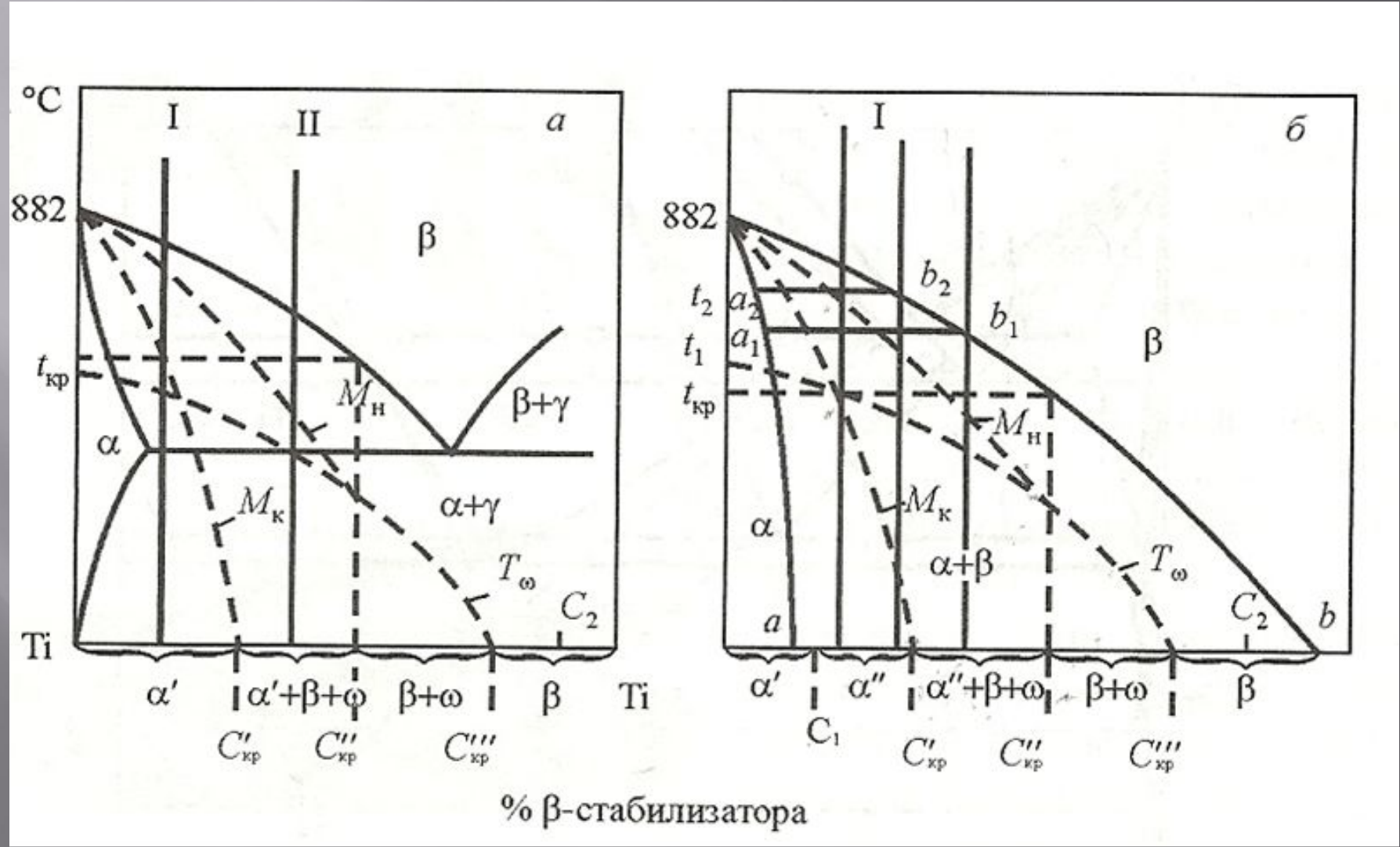
КОНЦЕНТРАЦИЯ ЛЕГИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ДВОЙНЫХ ТИТАНОВЫХ СПЛАВАХ, ПРИ КОТОРОЙ ПРОИСХОДИТ А'/А''- ПЕРЕХОД (C_1)

V	Nb	Ta	Mo	W
9,4	10,5	26,5	4,0	8,0

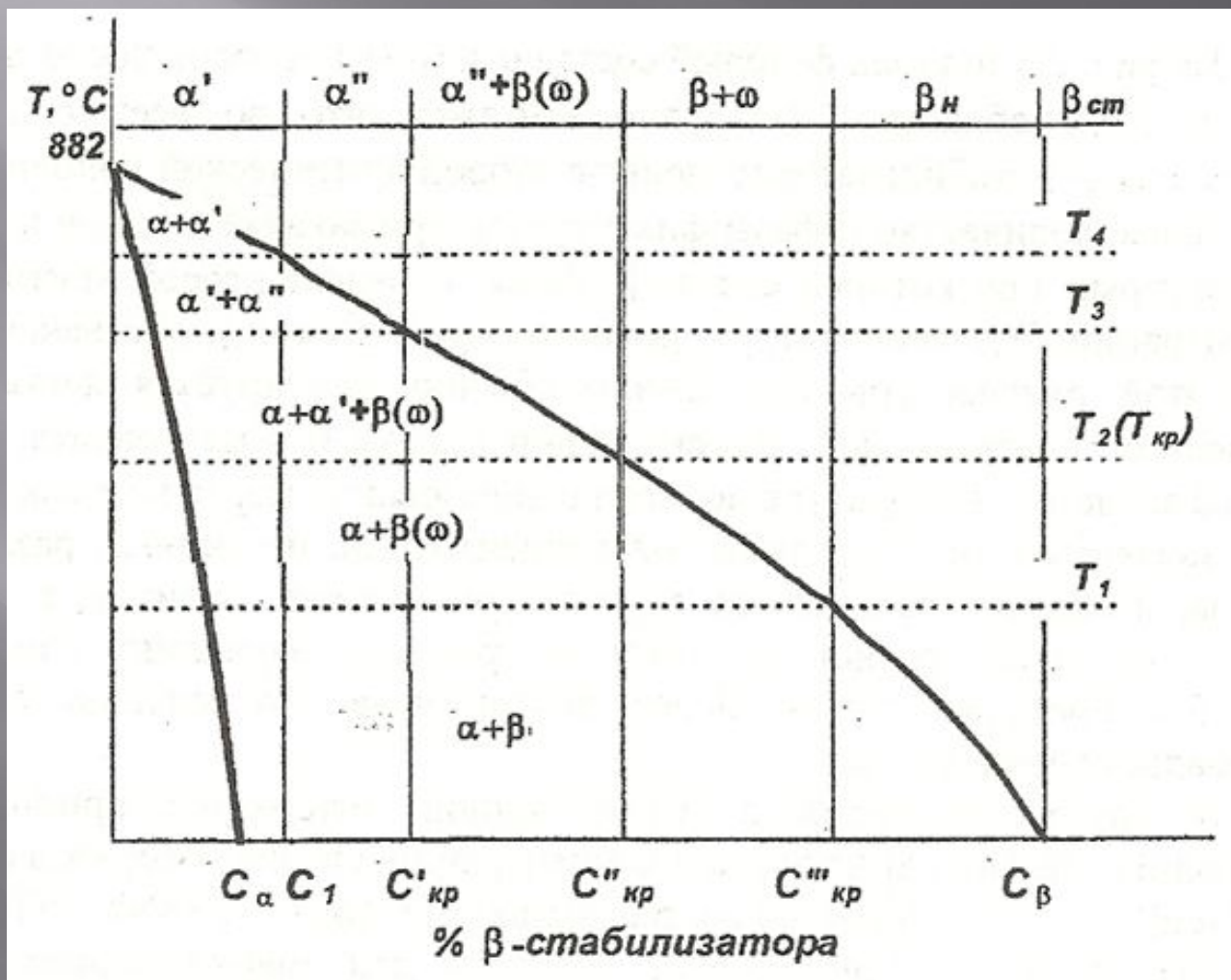
СОДЕРЖАНИЕ ЛЕГИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ДВОЙНЫХ ТИТАНОВЫХ СПЛАВАХ ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ В-ФАЗЫ ПРИ ЗАКАЛКЕ

Легирующий элемент	$C''_{кр}$, мас.%
Молибден	10-11
Ванадий	15-16
Тантал	45
Ниобий	36
Вольфрам	22-23
Хром	6,3-6,5
Железо	5,5-5,6
Марганец	6,0-6,5
Никель	8,5-9,0
Кобальт	7,5-9,5
Медь	13

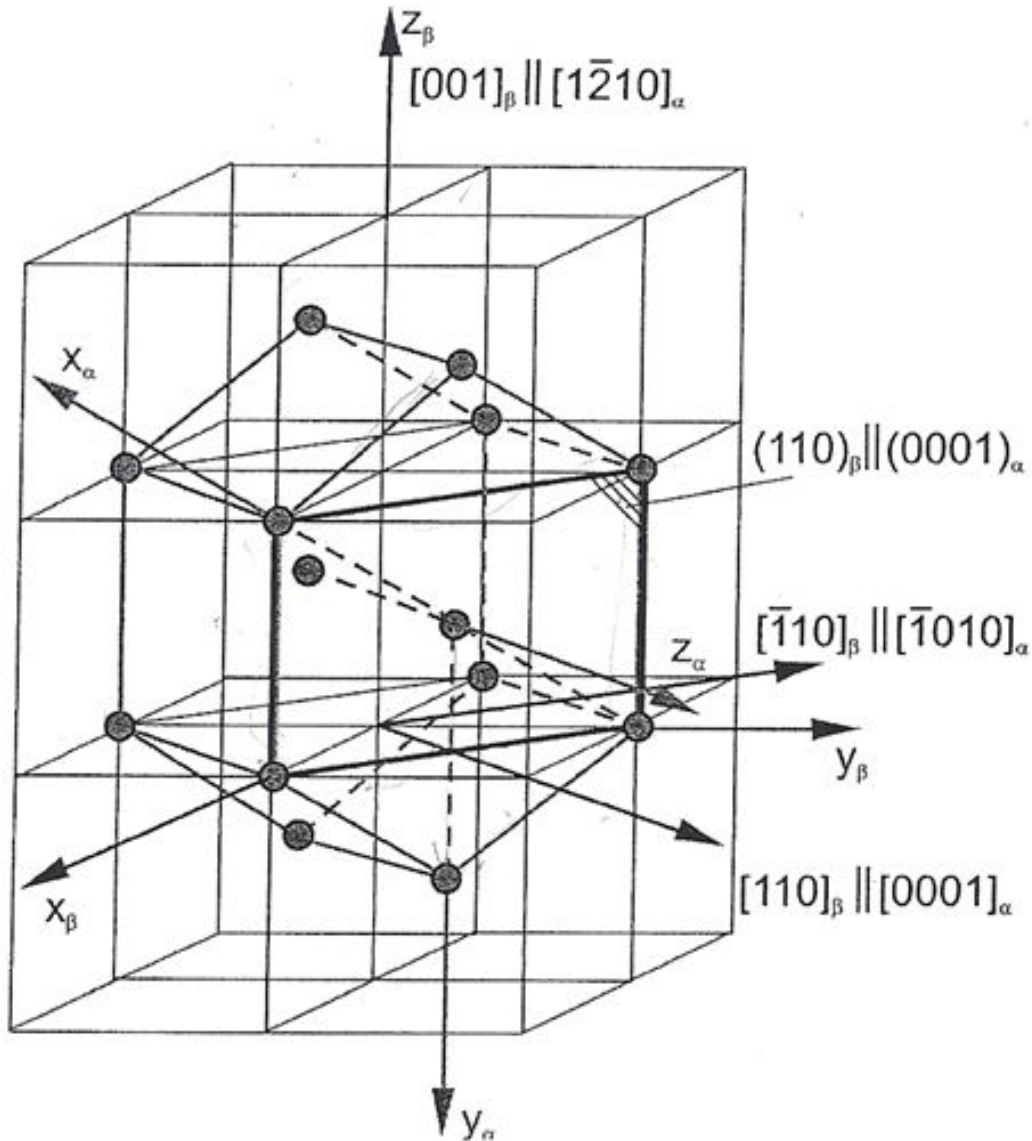
ФАЗОВЫЙ СОСТАВ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ С ЭВТЕКТОИДООБРАЗУЮЩИМИ И ИЗОМОРФНЫМИ В-СТАБИЛИЗАТОРАМИ ПОСЛЕ ЗАКАЛКИ ИЗ В-ОБЛАСТИ



ФАЗОВЫЙ СОСТАВ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ С В-ИЗОМОРФНЫМИ СТАБИЛИЗАТОРАМИ ПОСЛЕ ЗАКАЛКИ ИЗ В- И (А+В)-ОБЛАСТИ

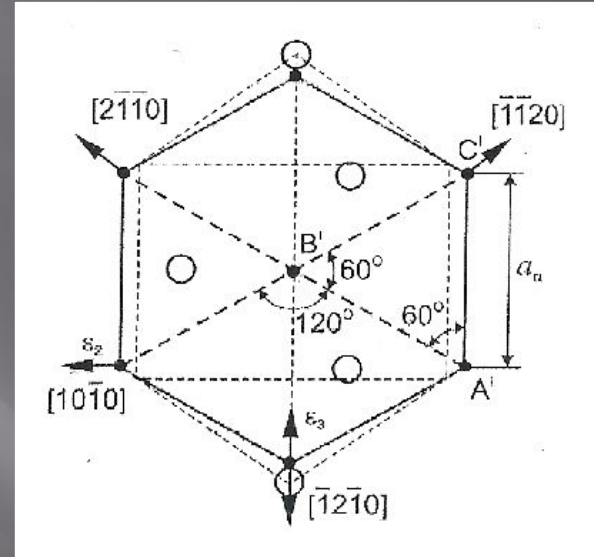
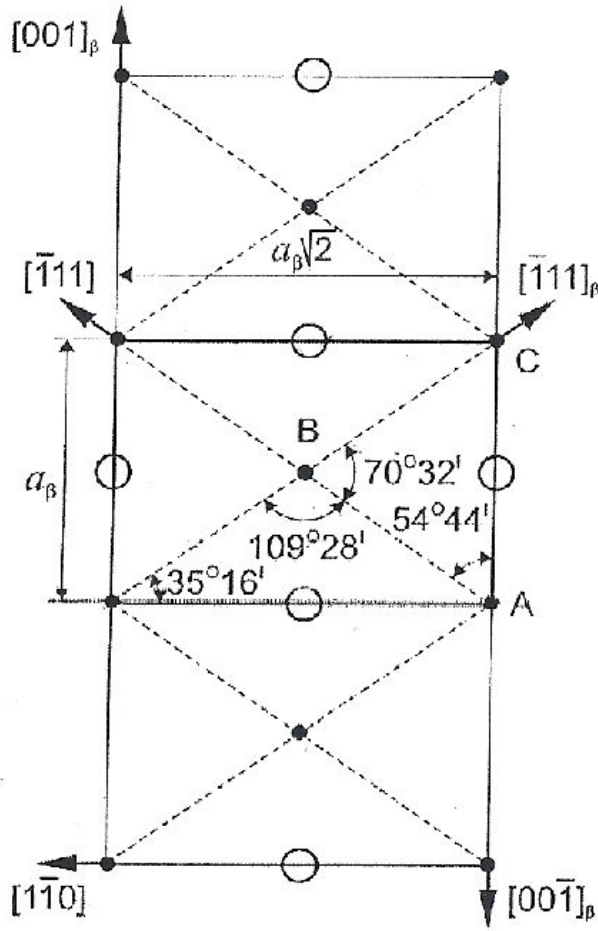


КРИСТАЛЛОГРАФИЯ В→А-ПРЕВРАЩЕНИЯ



- $X_\alpha \parallel [1\bar{1}1]_\beta$
- $Y_\alpha \parallel [00\bar{1}]_\beta$
- $U_\alpha \parallel [\bar{1}11]_\beta$
- $Z_\alpha \parallel [110]_\beta$
- $[2\bar{1}\bar{1}0]_\alpha \parallel [1\bar{1}1]_\beta$
- $[\bar{1}2\bar{1}0]_\alpha \parallel [00\bar{1}]_\beta$
- $[\bar{1}\bar{1}20]_\alpha \parallel [\bar{1}11]_\beta$
- $[0001]_\alpha \parallel [110]_\beta$

КРИСТАЛЛОГРАФИЯ В→А-ПРЕВРАЩЕНИЯ



Деформация Бейна:

$$\varepsilon_{001}^3 = \frac{a_{\alpha} - a_{\beta}}{a_{\beta}} = -10\%$$

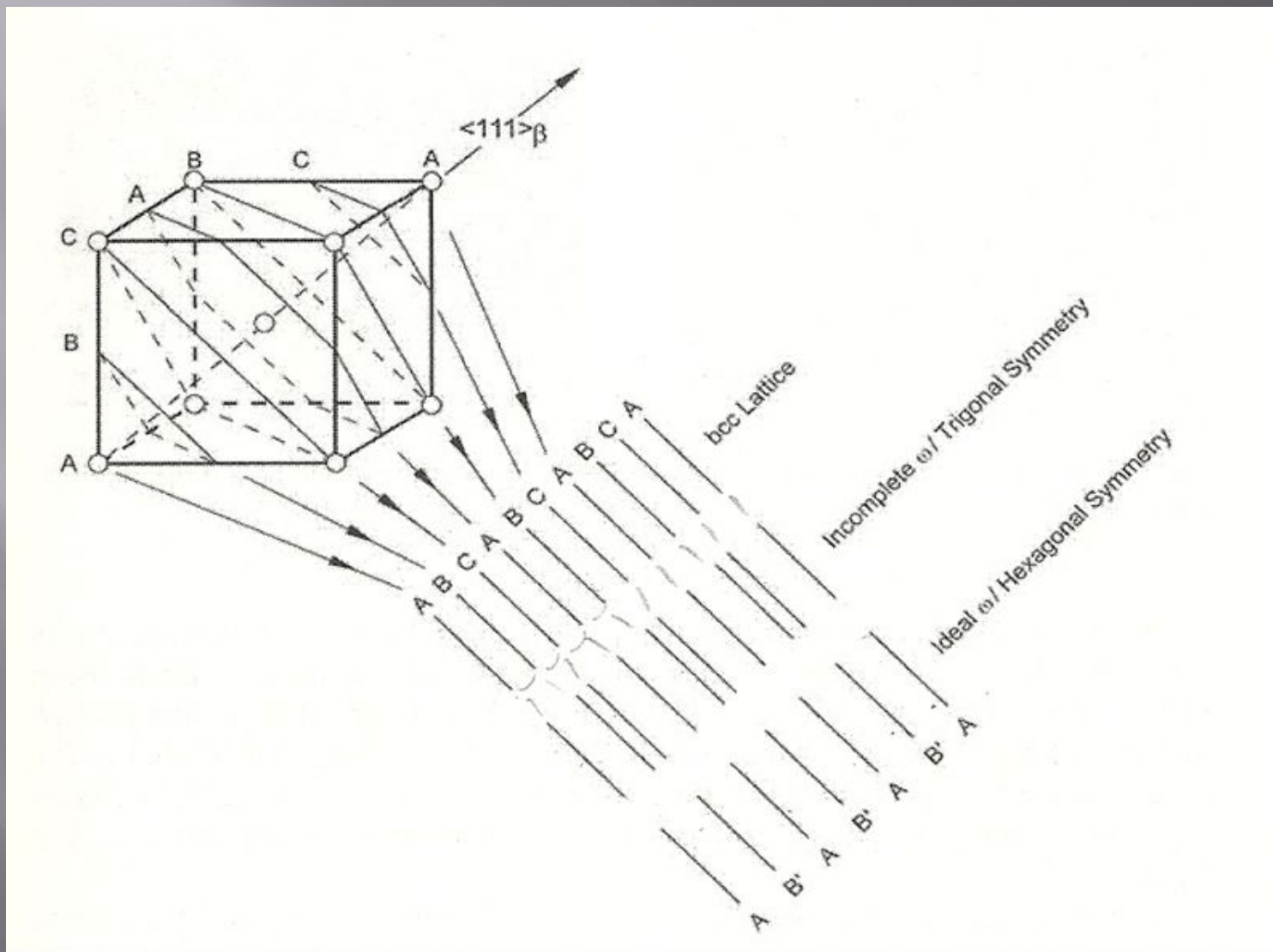
$$\varepsilon_{110}^2 = \frac{2a_{\alpha} \cdot \sin 60^{\circ} - a_{\beta}\sqrt{2}}{a_{\beta}\sqrt{2}} = \frac{a_{\alpha}\sqrt{3} - a_{\beta}}{a_{\beta}\sqrt{2}} = +10\%$$

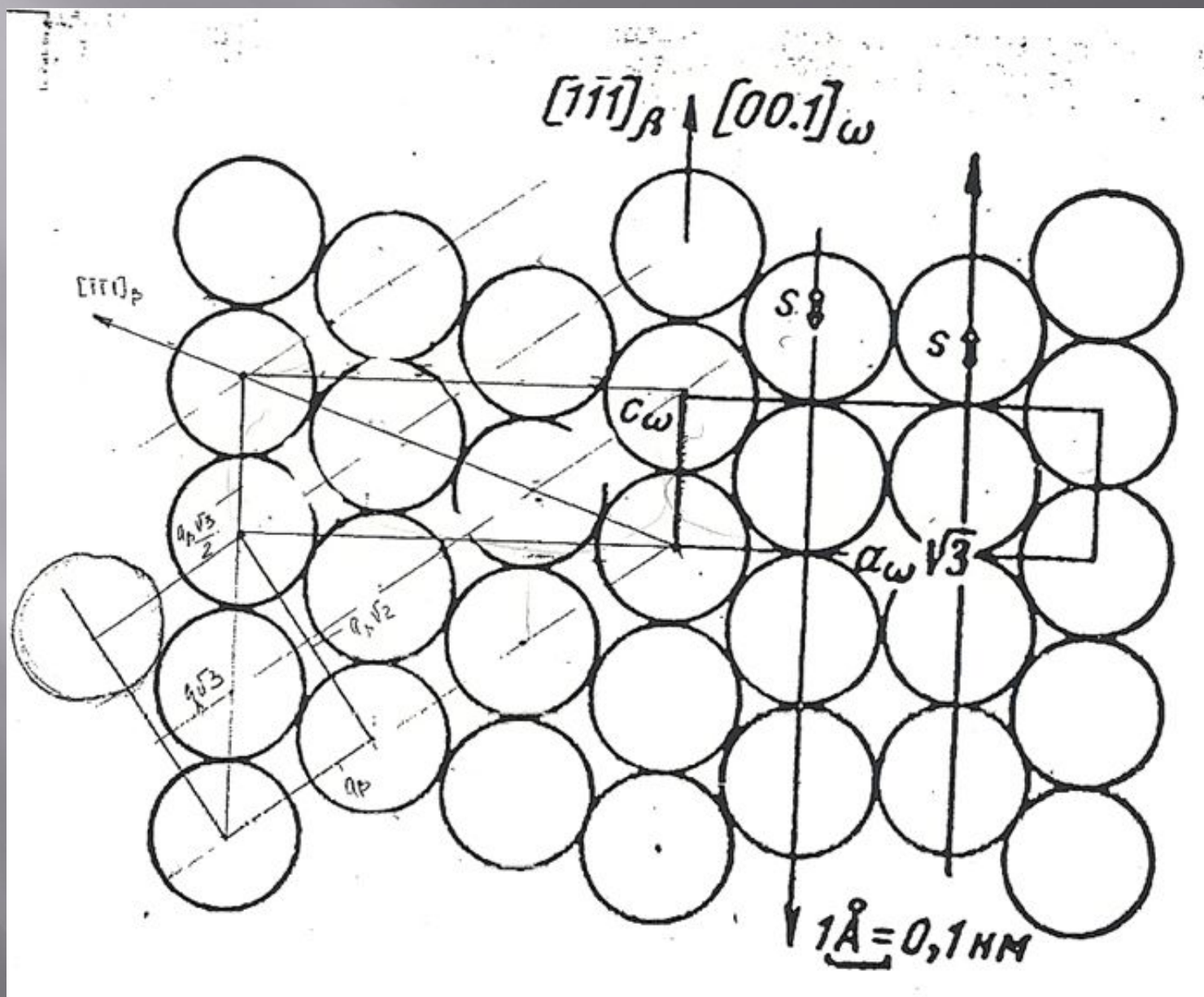
$$\varepsilon_{110}^1 = \frac{c_{\alpha} - \sqrt{2} \cdot a_{\beta}}{\sqrt{2} \cdot a_{\beta}} = +1\%$$

СУБСТРУКТУРА МАРТЕНСИТА А' И А''



КРИСТАЛЛОГРАФИЯ В→Ω-ПРЕВРАЩЕНИЯ





ЭЛЕКТРОННО-МИКРОСКОПИЧЕСКОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ Ω -ФАЗЫ

