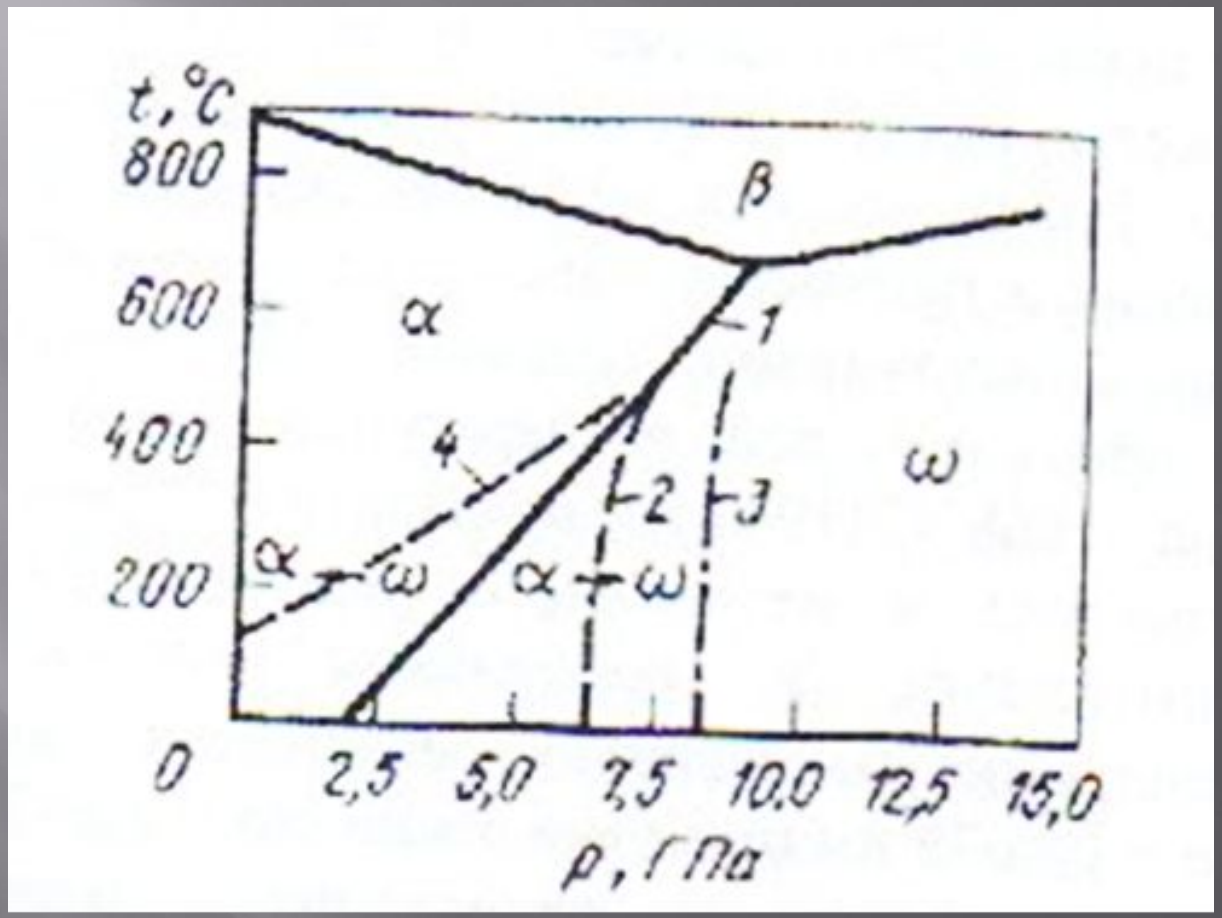
СТРУКТУРА И СВОЙСТВА ЧИСТОГО ТИТАНА

СВОЙСТВА Ti, Fe, Ni И Al

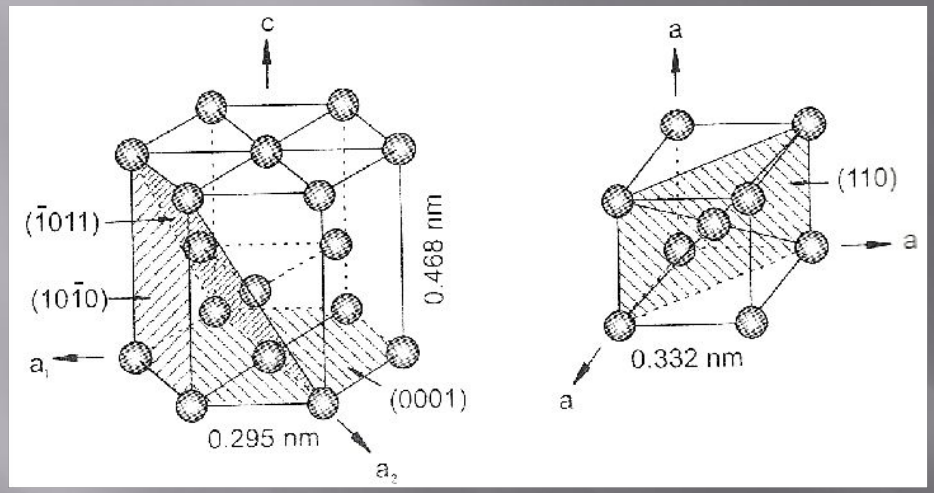
№	Свойства	Ti	Fe	Ni	Al
1	Температура плавления, °С	1670	1538	1455	660
2	Аллотропное превращение	$\beta \xrightarrow{882°C} \alpha$	$\gamma \xrightarrow{912°C} \alpha$	-	-
3	Кристаллическая структура	ОЦК→ГП	ГЦК→ОЦК	ГЦК	ГЦК
4	Прочность ($\sigma_в$), МПа / Уд. прочность, км	550/12	300/4	300/3,4	150/5,5
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

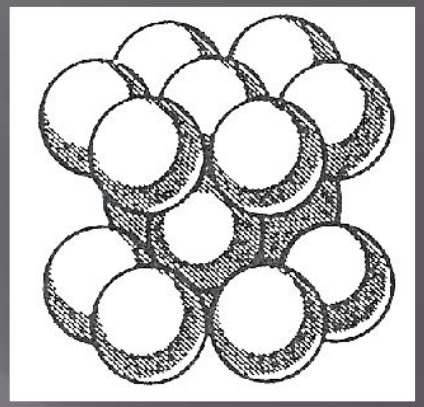
Т-Р ДИАГРАММА ТИТАНА

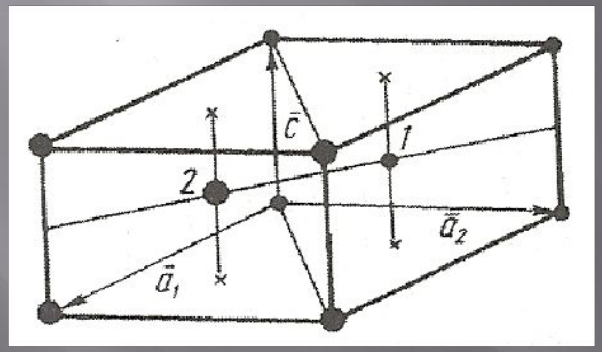


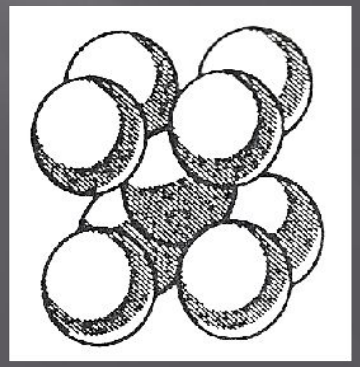
1 − линии равновесия; 2,3 − линии α→ω превращения; 4 − линия ω→α превращения

ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ ЯЧЕЙКИ А, В И Ω- ФАЗ В ТИТАНЕ

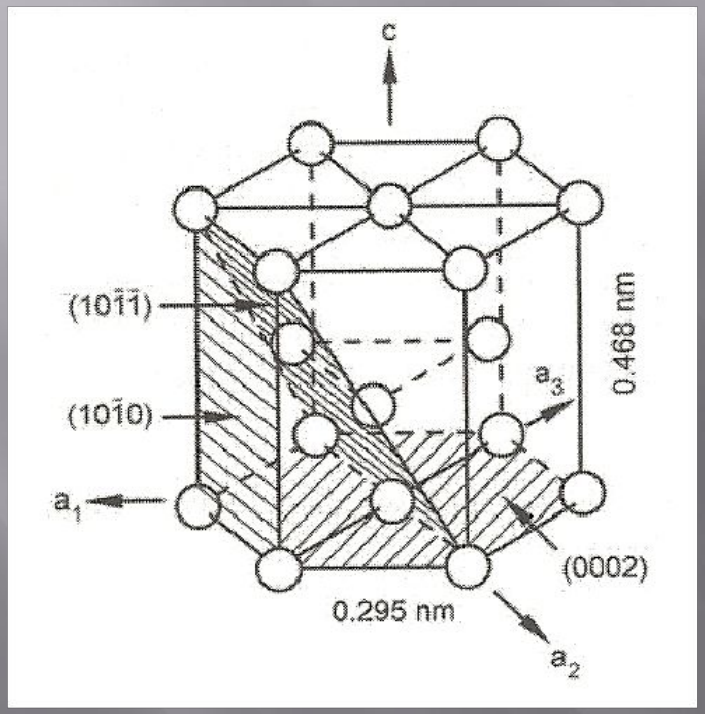


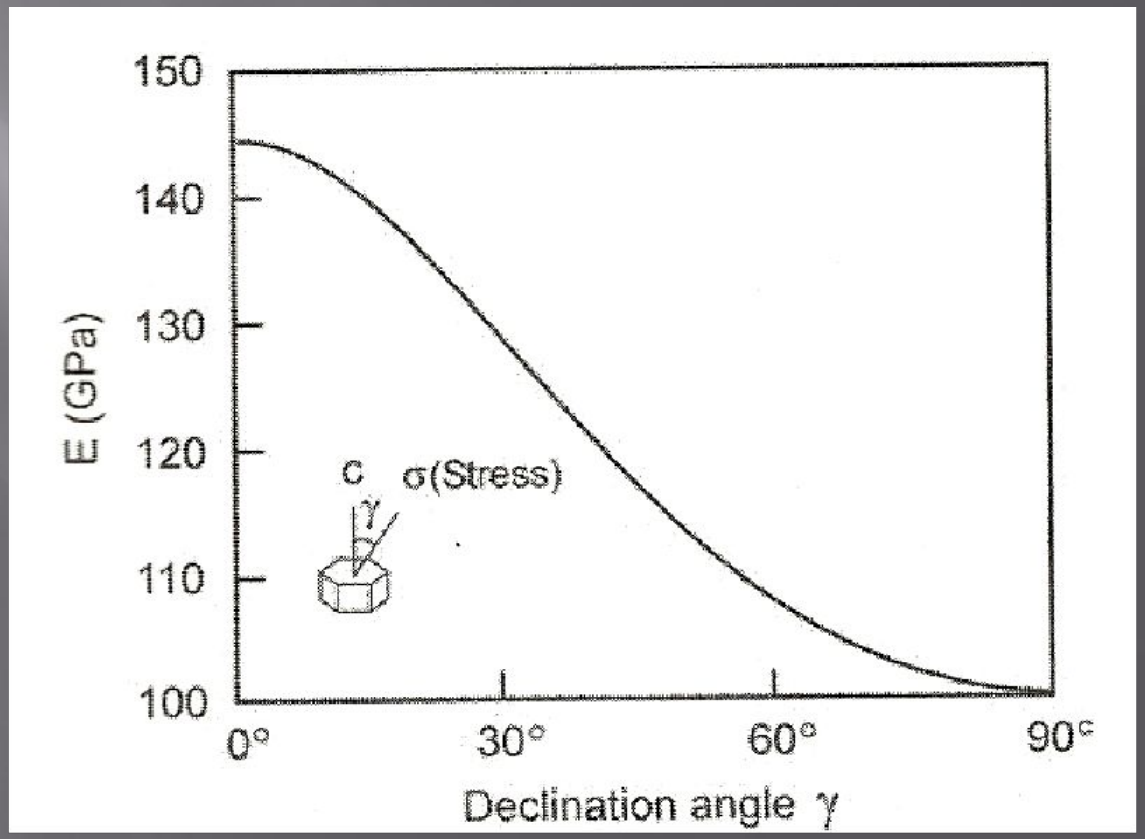




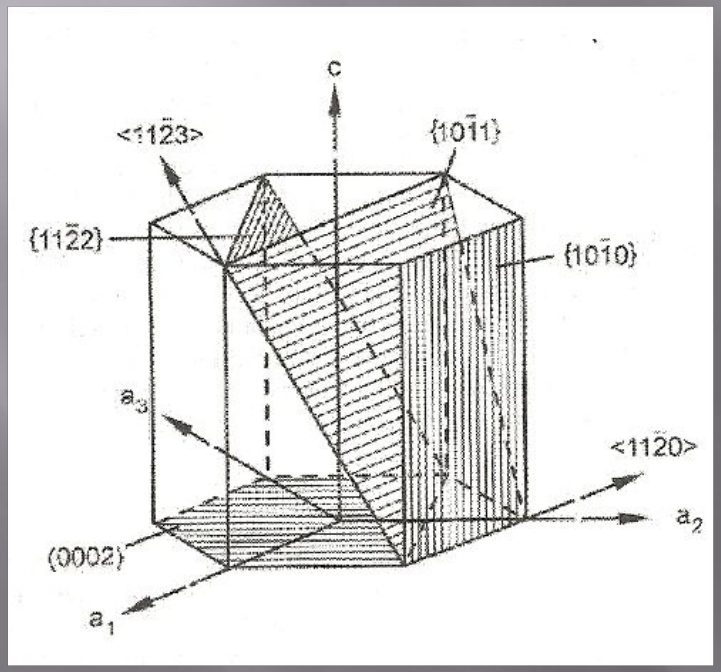


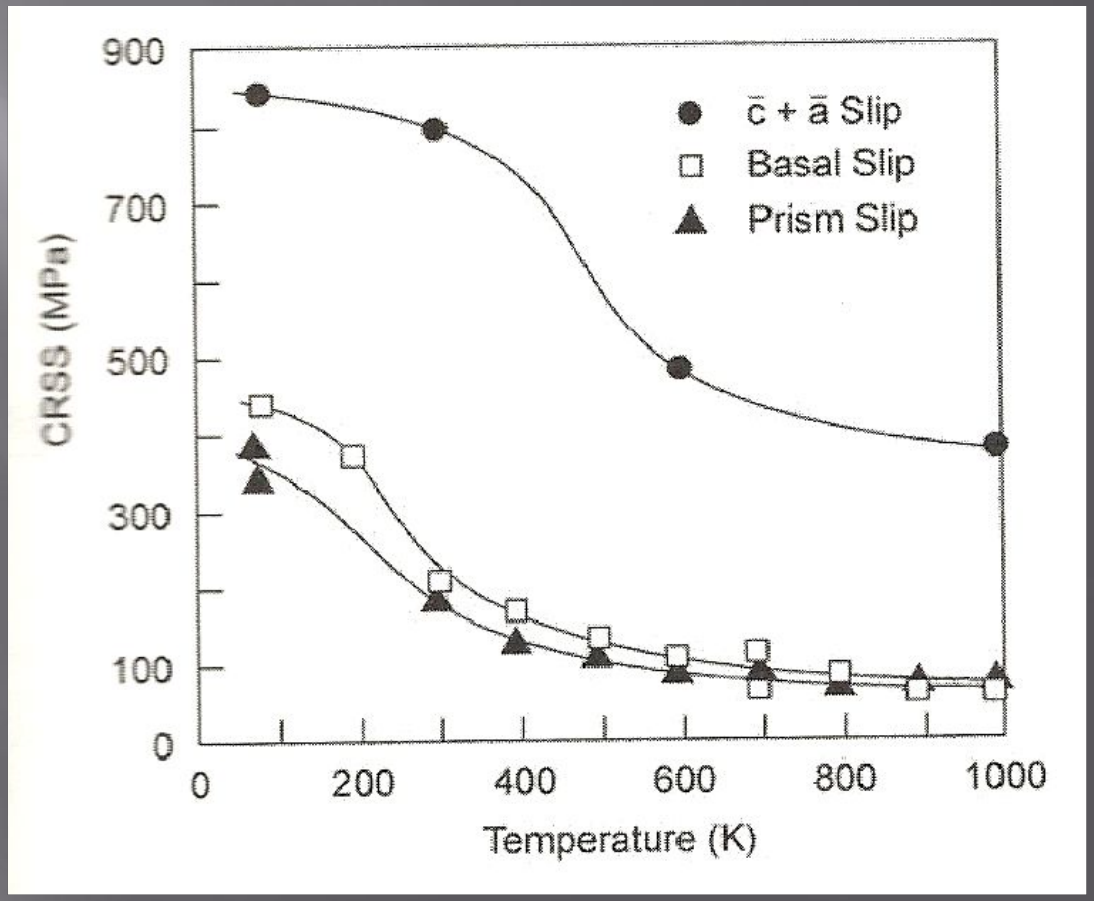
АНИЗОТРОПИЯ МОДУЛЯ УПРУГОСТИ В А-ТИТАНЕ





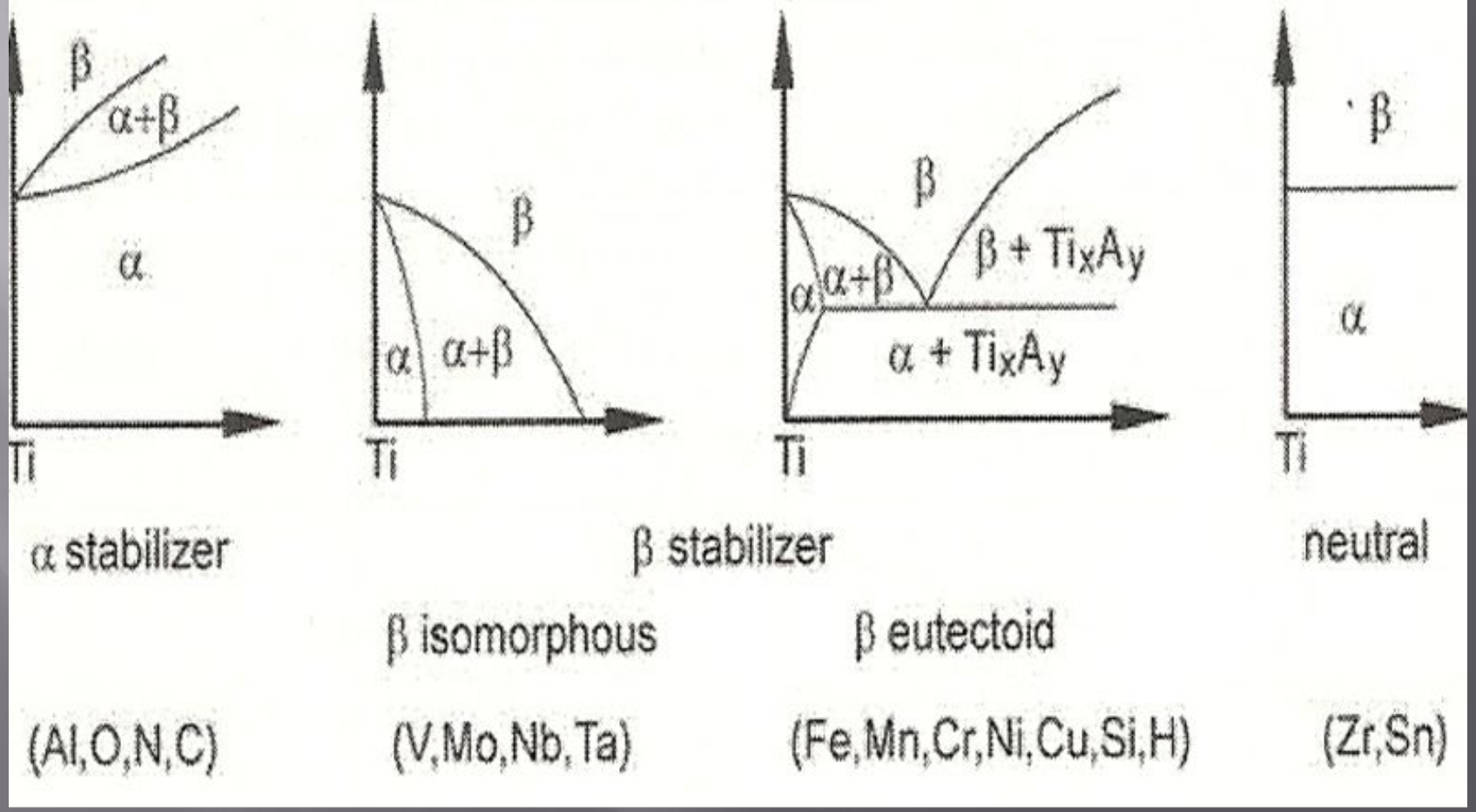
ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ КРИТИЧЕСКОГО НАПРЯЖЕНИЯ СДВИГА



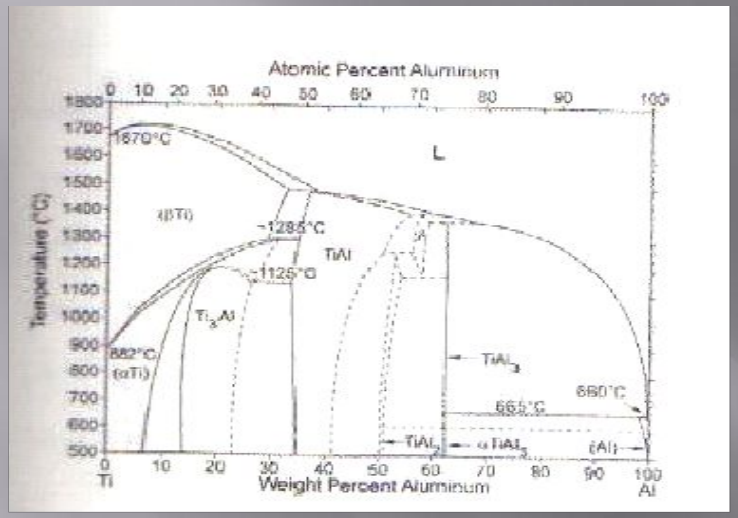


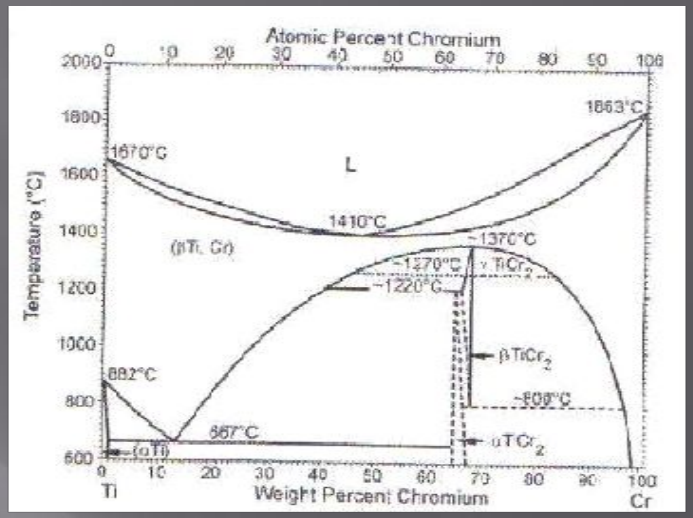
СТАБИЛЬНЫЕ И МЕТАСТАБИЛЬНЫЕ ФАЗЫ В ТИТАНОВЫХ СПЛАВАХ

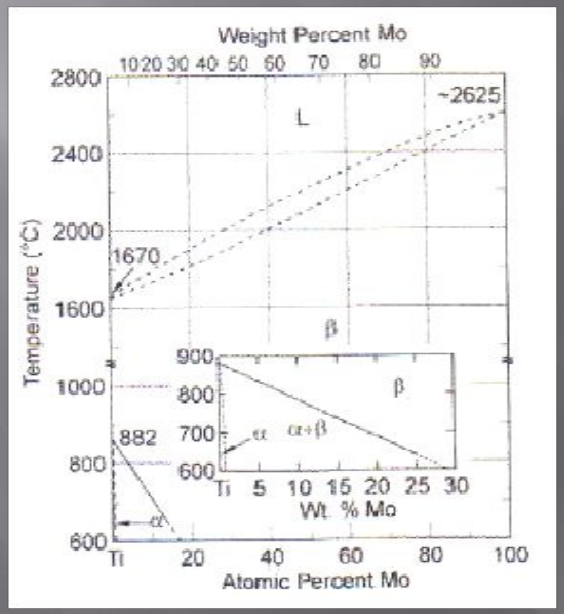
ВЛИЯНИЕ ЛЕГИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ТЕМПЕРАТУРУ ПОЛИМОРФНОГО ПРЕВРАЩЕНИЯ ТИТАНА

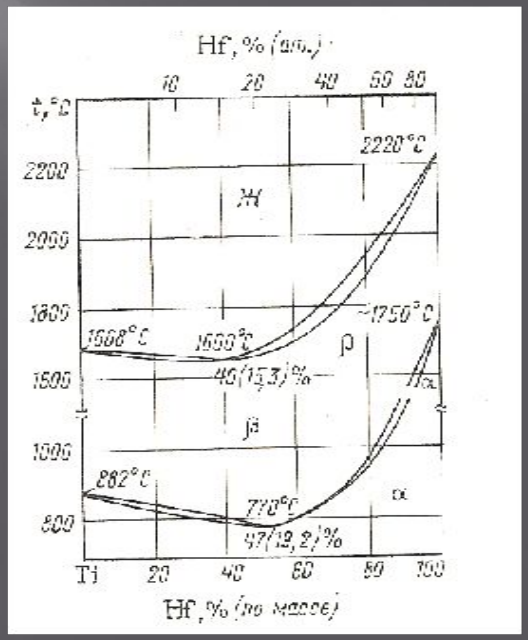


ПРИМЕРЫ ДИАГРАММ СОСТОЯНИЯ

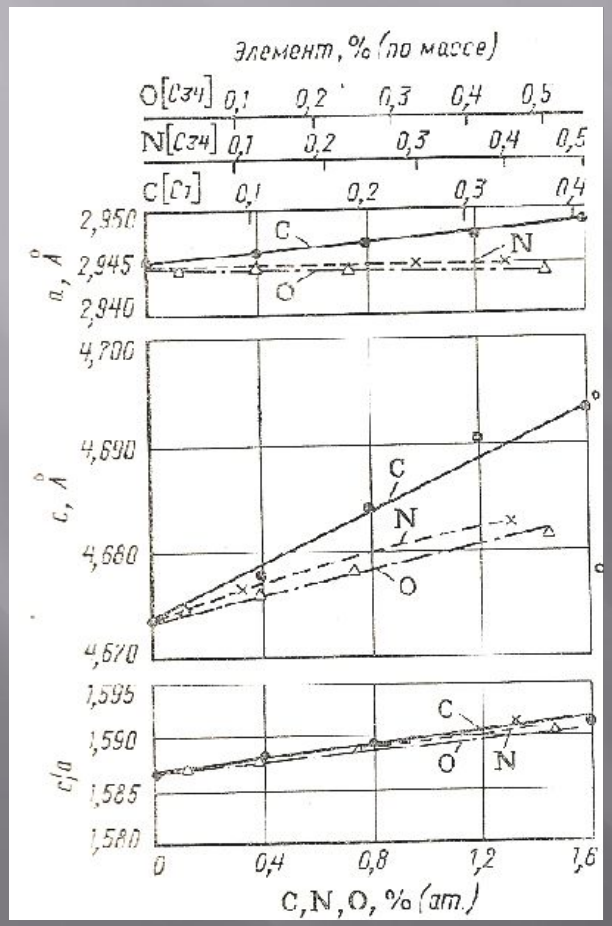


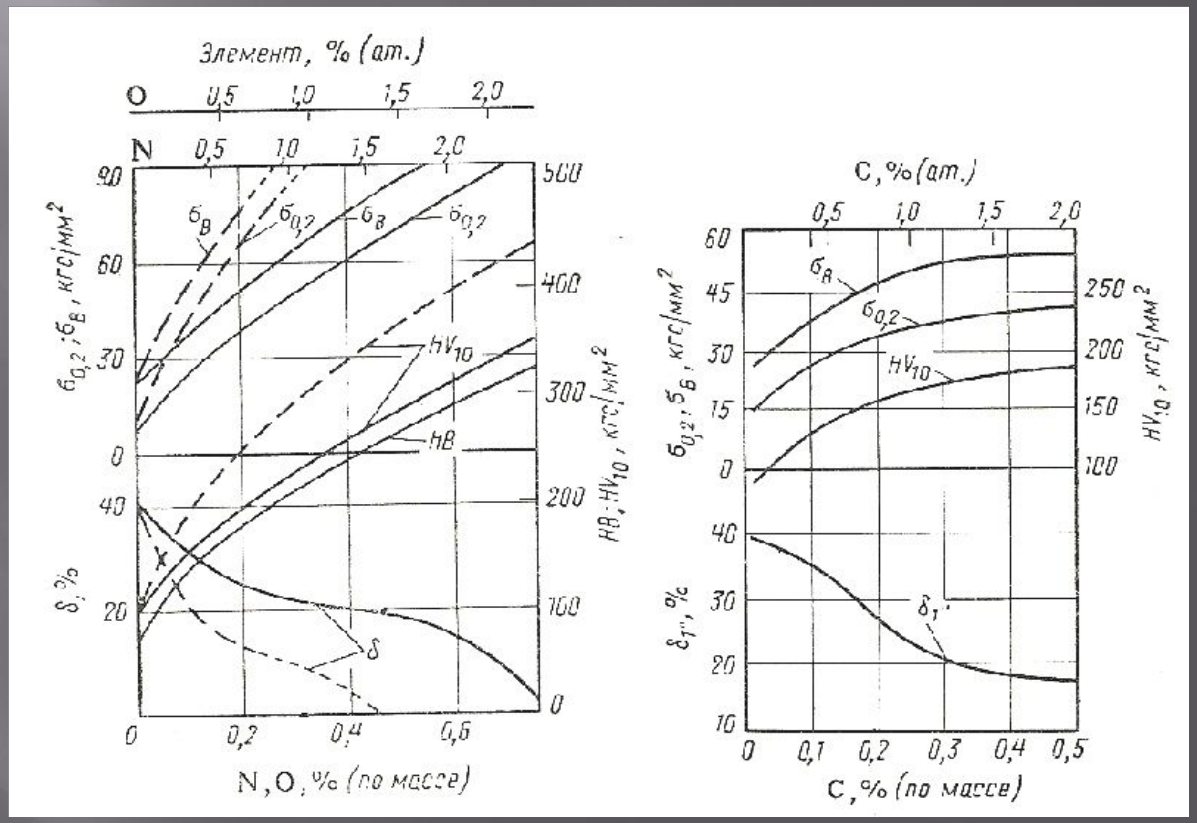




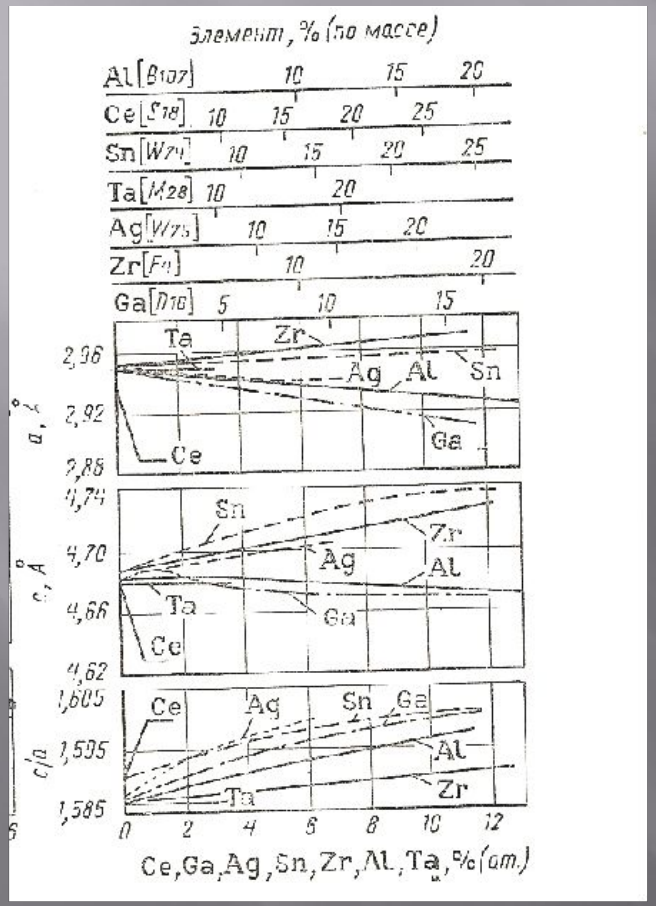


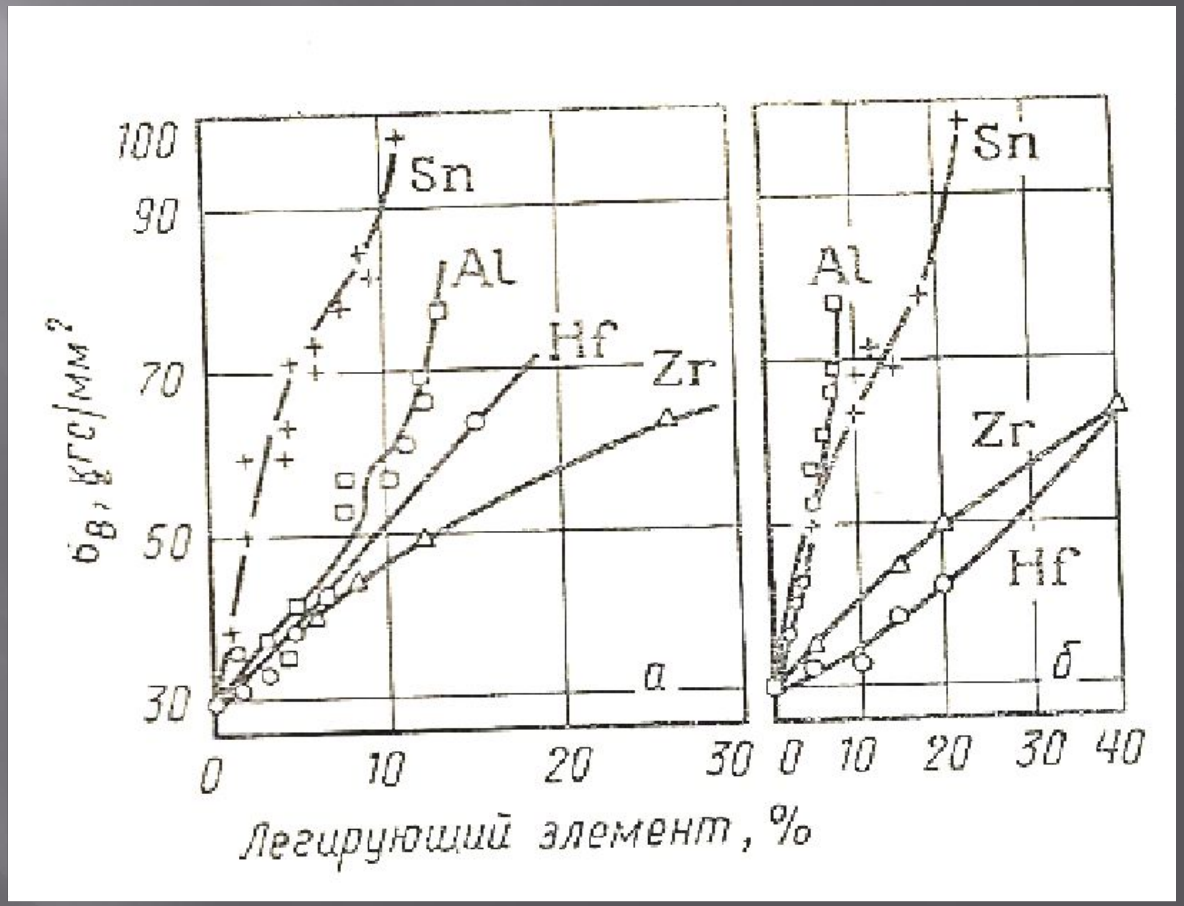
ВЛИЯНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ВНЕДРЕНИЯ НА ПАРАМЕТРЫ РЕШЕТКИ И СВОЙСТВА А-ТИТАНА





ВЛИЯНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ЗАМЕЩЕНИЯ НА ПАРАМЕТРЫ РЕШЕТКИ И СВОЙСТВА А-ТИТАНА

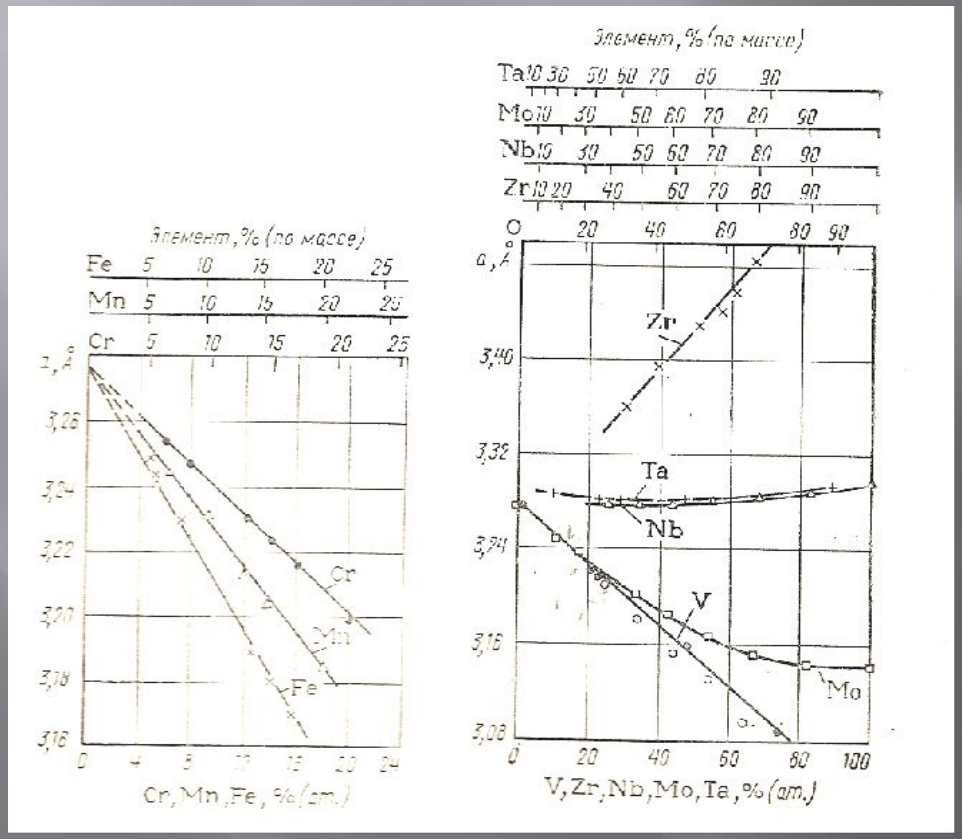


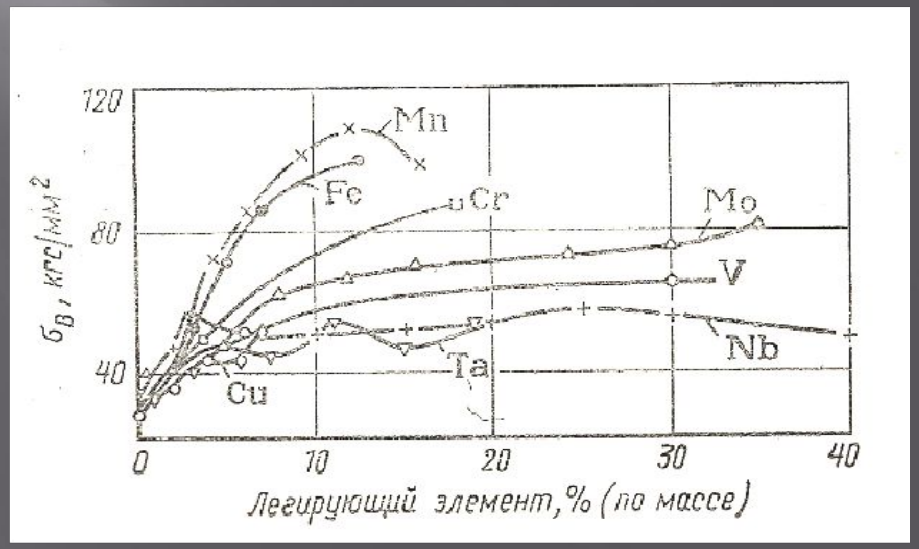


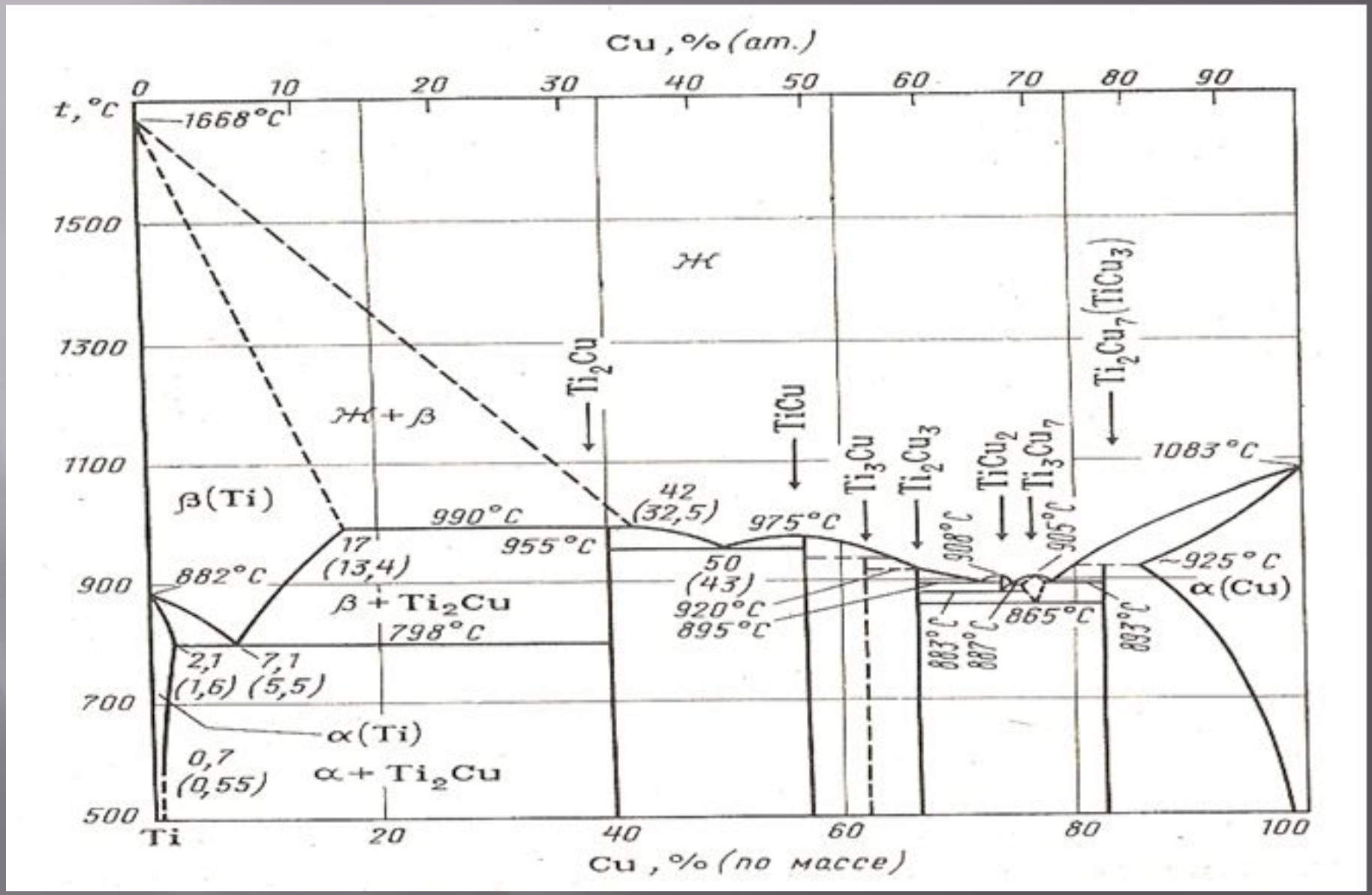
АТОМНЫЕ РАДИУСЫ ОСНОВНЫХ ЛЕГИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ТИТАНОВЫХ СПЛАВАХ

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 β-ТИТАНА






Cu, % (ат.)
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
t, °C
1668°C
1500
1300
1100
900
700
500
Ж
Ж + β
β(Ti)
990°C
955°C
882°C
17
(13,4)
β + Ti₂Cu
798°C
2,1
(1,6)
7,1
(5,5)
α(Ti)
0,7
(0,55)
α + Ti₂Cu
Ti₂Cu
42
(32,5)
975°C
TiCu
50
(43)
920°C
895°C
Ti₃Cu
Ti₂Cu₃
908°C
TiCu₂
Ti₃Cu₇
905°C
Ti₂Cu₇(TiCu₃)
1083°C
~925°C
α(Cu)
865°C
883°C
887°C
893°C
Ti
20
40
60
80
100
Cu, % (по массе)

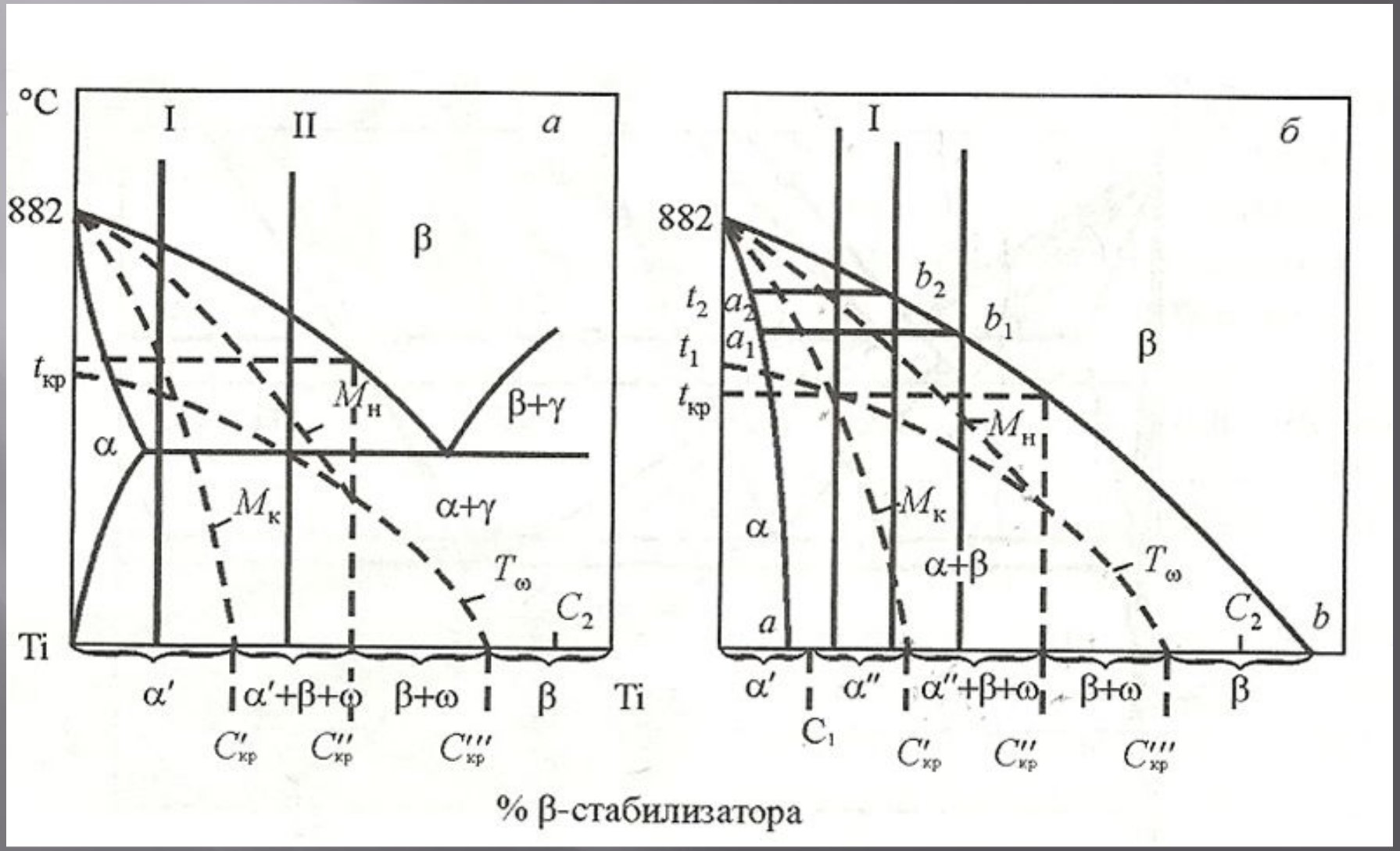
КОНЦЕНТРАЦИЯ ЛЕГИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ДВОЙНЫХ ТИТАНОВЫХ СПЛАВАХ, ПРИ КОТОРОЙ ПРОИСХОДИТ А′/А″- ПЕРЕХОД (C_1)

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

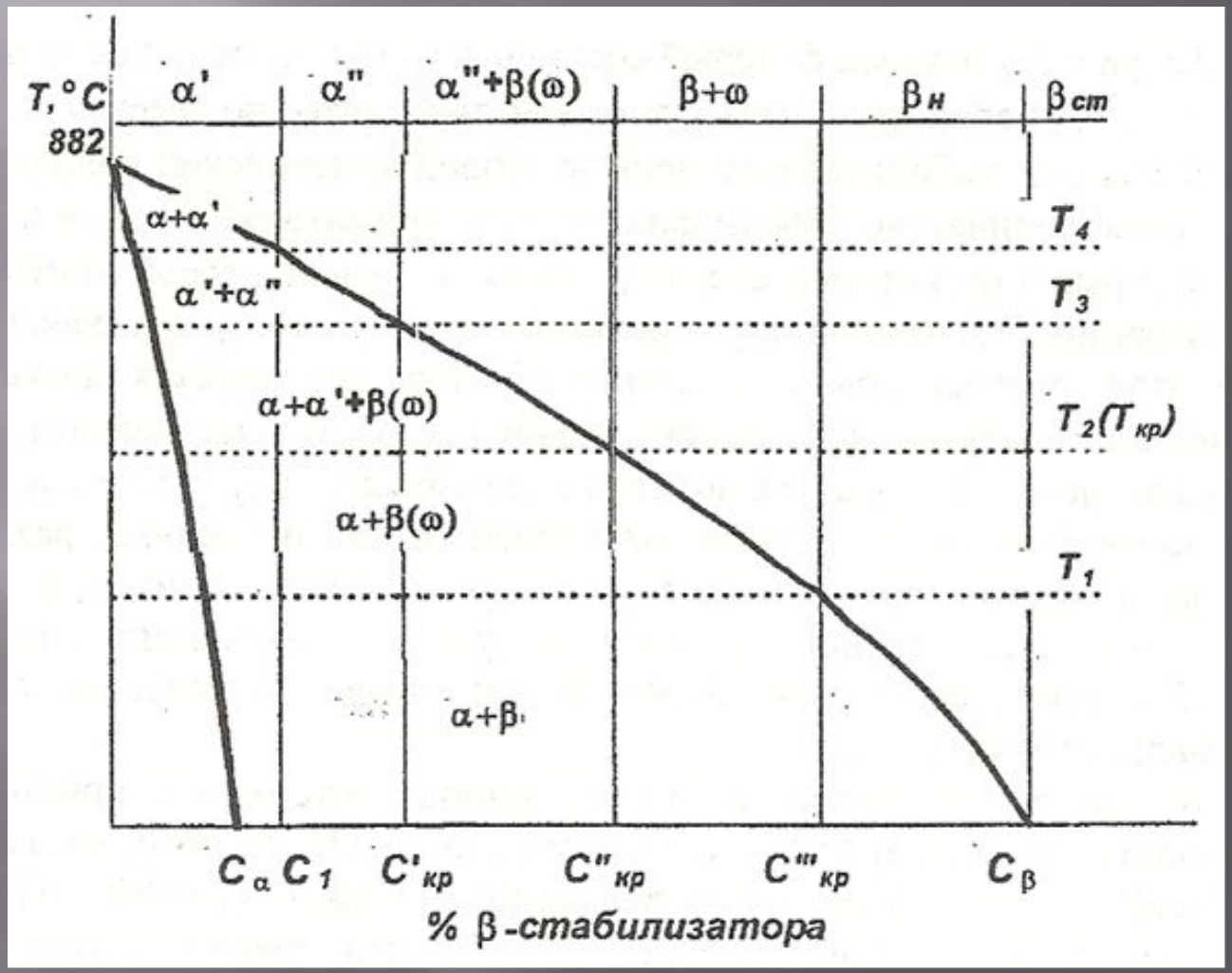
СОДЕРЖАНИЕ ЛЕГИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ДВОЙНЫХ ТИТАНОВЫХ СПЛАВАХ ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ В-ФАЗЫ ПРИ ЗАКАЛКЕ

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

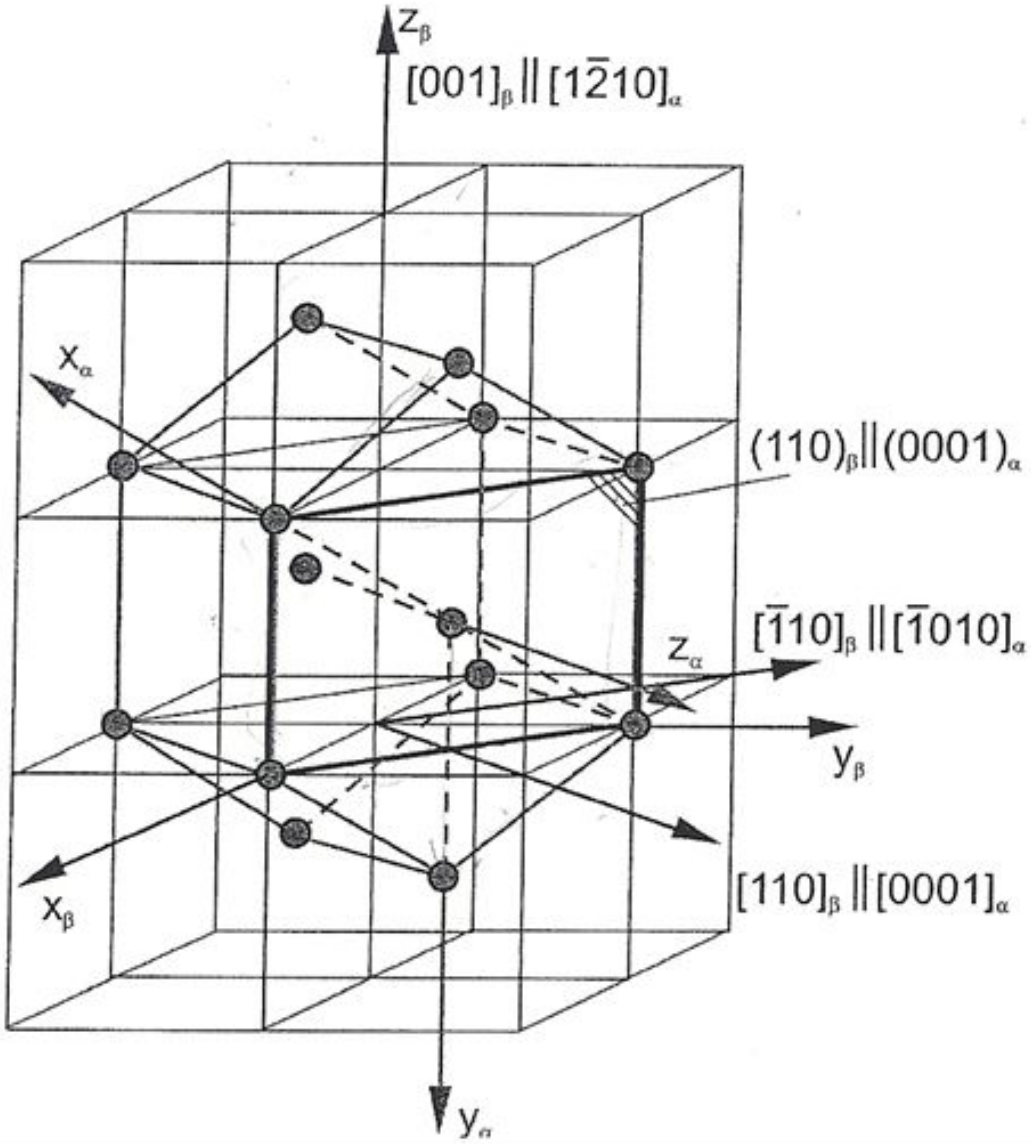
ФАЗОВЫЙ СОСТАВ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ С ЭВТЕКТОИДООБРАЗУЮЩИМИ И ИЗОМОРФНЫМИ β-СТАБИЛИЗАТОРАМИ ПОСЛЕ ЗАКАЛКИ ИЗ β-ОБЛАСТИ



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



КРИСТАЛЛОГРАФИЯ В→А-ПРЕВРАЩЕНИЯ



$X_\alpha \parallel [1\bar{1}1]_\beta$

$Y_\alpha \parallel [00\bar{1}]_\beta$

$U_\alpha \parallel [\bar{1}11]_\beta$

$Z_\alpha \parallel [110]_\beta$

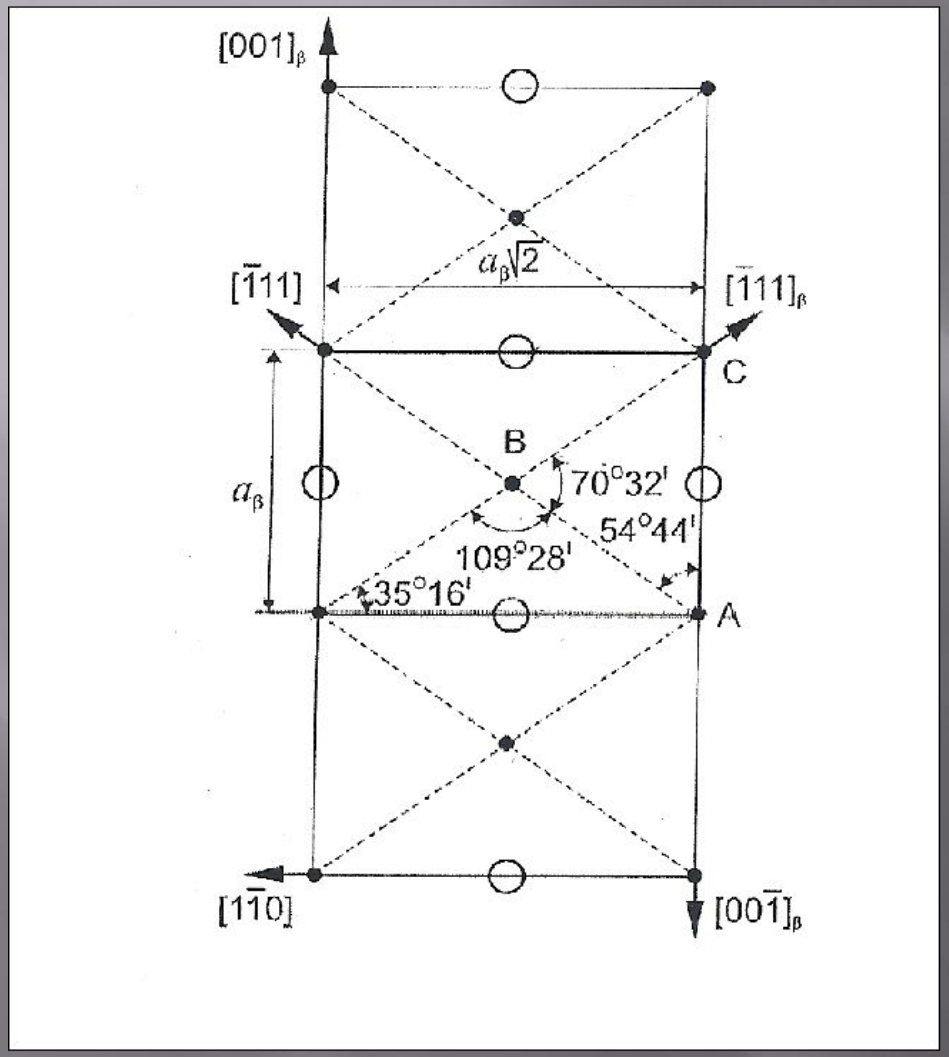
$[2\bar{1}\bar{1}0]_\alpha \parallel [1\bar{1}1]_\beta$

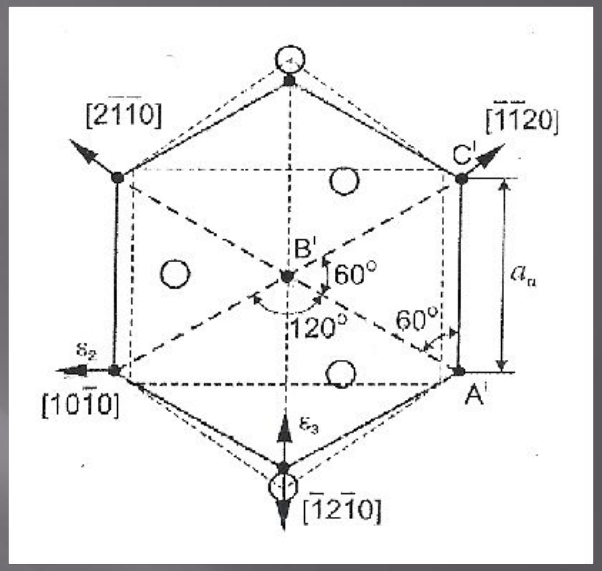
$[\bar{1}2\bar{1}0]_\alpha \parallel [00\bar{1}]_\beta$

$[\bar{1}\bar{1}20]_\alpha \parallel [\bar{1}11]_\beta$

$[0001]_\alpha \parallel [110]_\beta$

КРИСТАЛЛОГРАФИЯ В→А-ПРЕВРАЩЕНИЯ





Деформация Бейна:

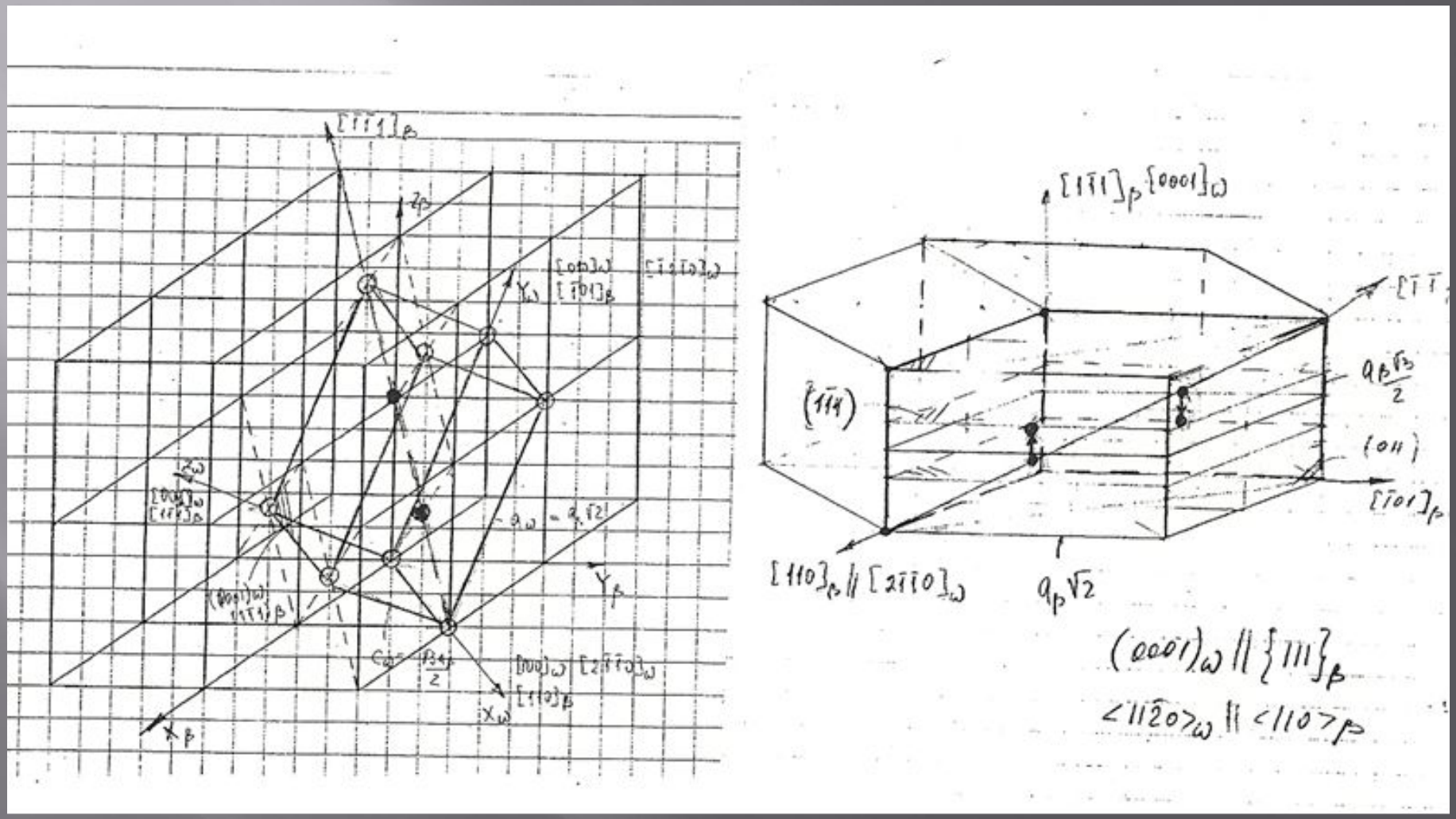
$$\varepsilon^3_{001} = \frac{a_\alpha - a_\beta}{a_\beta} = -10\%$$

$$\varepsilon^2_{1\bar{1}0} = \frac{2a_\alpha \cdot \sin 60^\circ - a_\beta\sqrt{2}}{a_\beta\sqrt{2}} = \frac{a_\alpha\sqrt{3} - a_\beta}{a_\beta\sqrt{2}} = +10\%$$

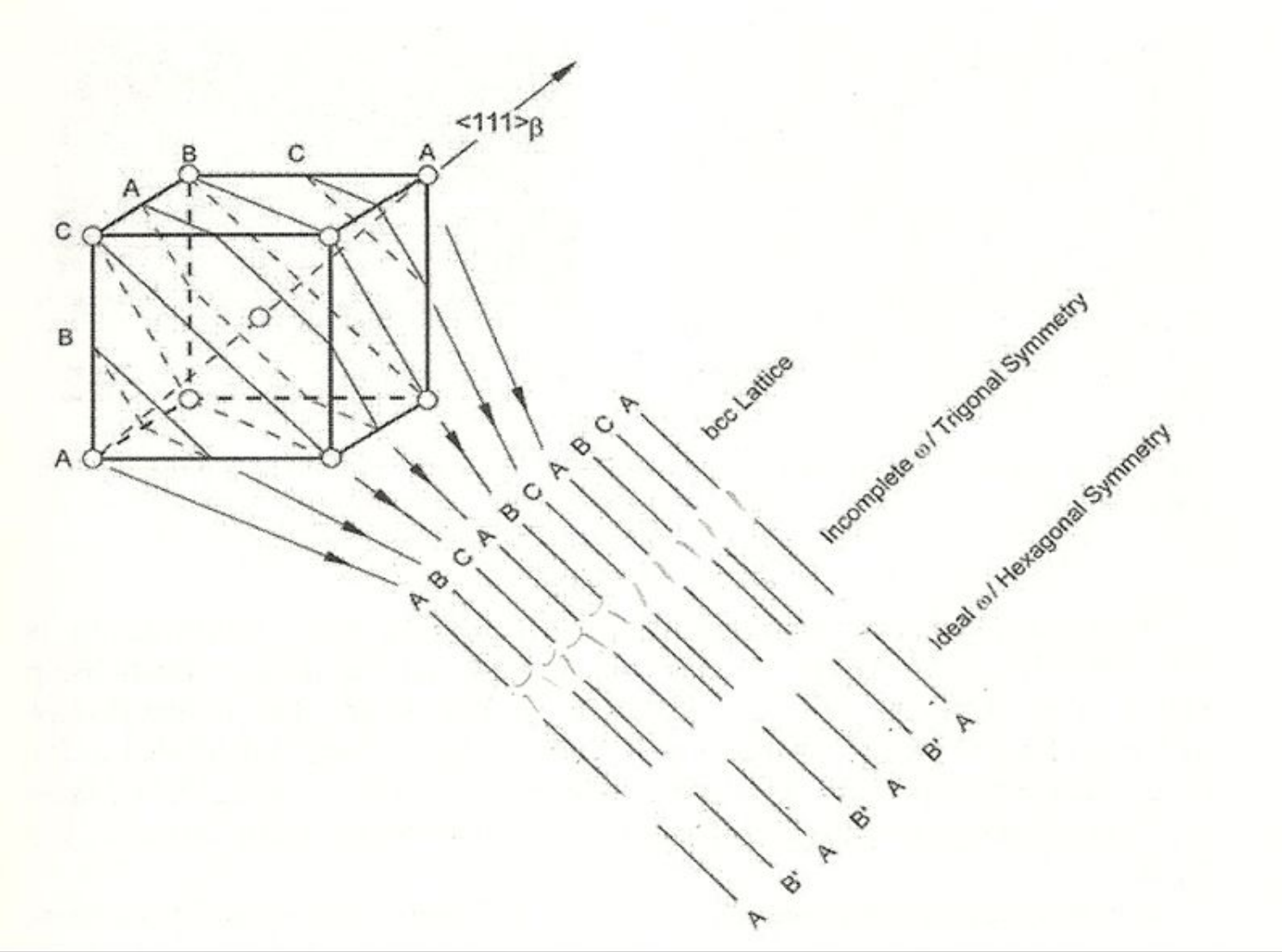
$$\varepsilon^1_{110} = \frac{c_\alpha - \sqrt{2}\cdot a_\beta}{\sqrt{2}\cdot a_\beta} = +1\%$$

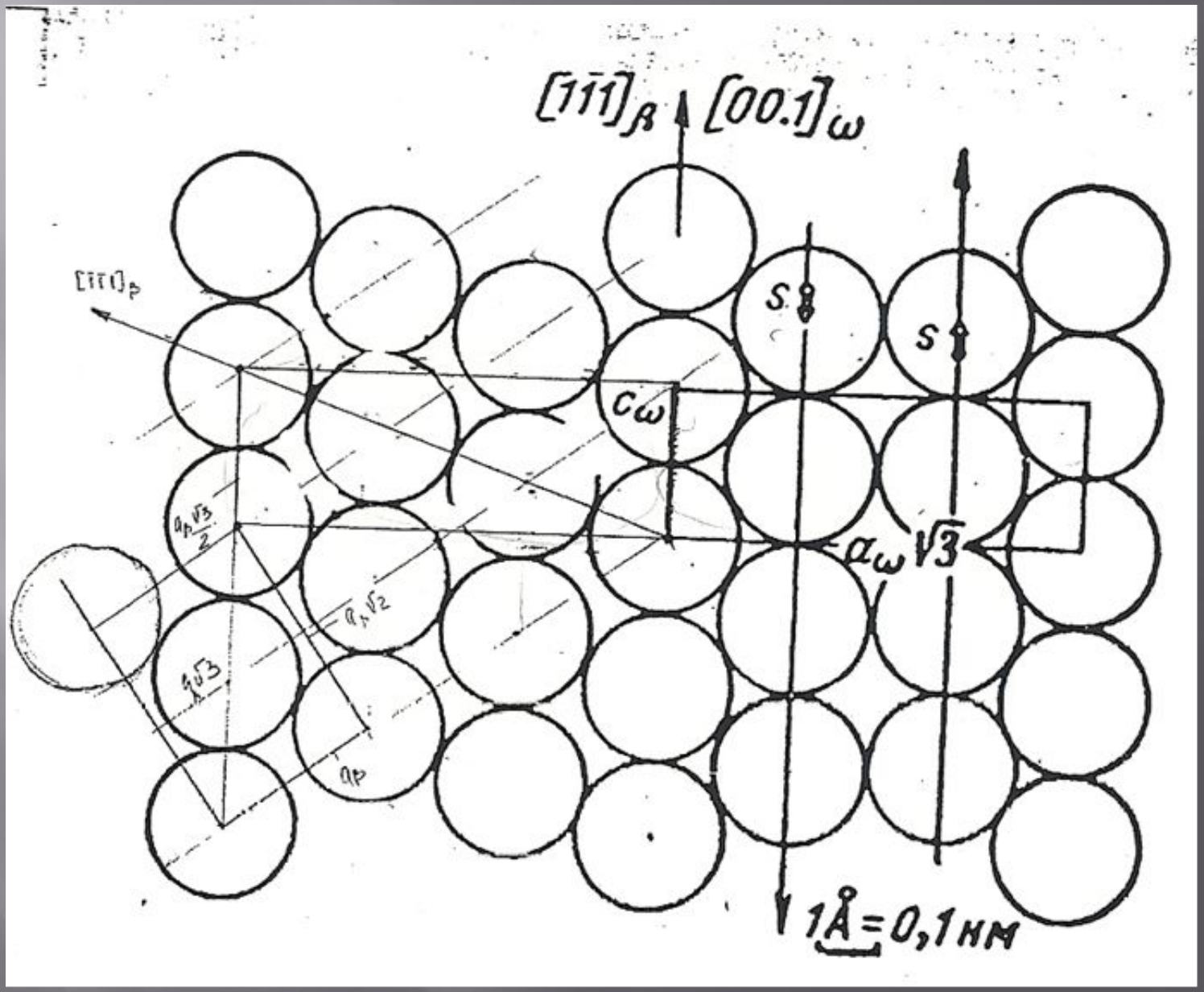
СУБСТРУКТУРА МАРТЕНСИТА А′ И А″

КРИСТАЛЛОГРАФИЯ В→Ω-ПРЕВРАЩЕНИЯ



КРИСТАЛЛОГРАФИЯ В→Ω-ПРЕВРАЩЕНИЯ




[1̄11]β
[00.1]ω
[111]β
S
S
cω
aω√3
aβ√3/2
aβ√2
aβ√3
aβ
1Å=0,1нм

ЭЛЕКТРОННО-МИКРОСКОПИЧЕСКОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ Ω-ФАЗЫ