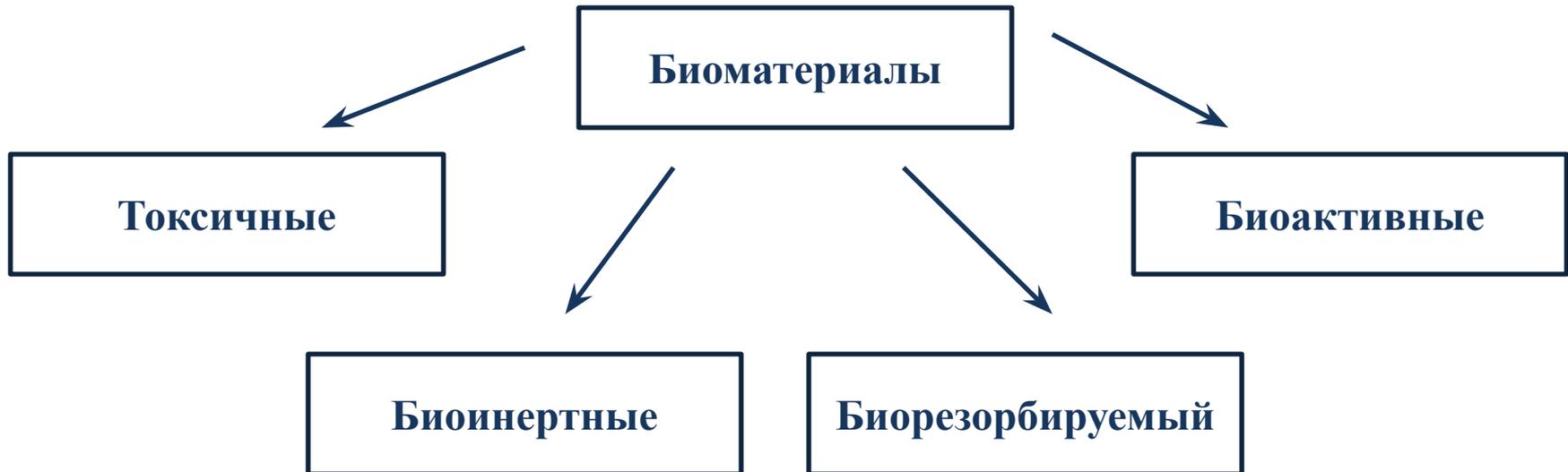


СОВРЕМЕННЫЕ БИОМАТЕРИАЛЫ

Биоматериалы = материалы медицинского назначения = медицинские материалы = биомедицинские материалы

Что такое биосовместимость?



Требования: химические свойства, механические свойства, биологические свойства.

ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ, ВОССТАНОВЛЕНИЯ И ЗАМЕНЫ 2

1. Кожные покровы, мышечная ткань

2. Кровеносные сосуды

3. Нервные волокна

4. Костная ткань

4.1. Эндопротезы в травматологии и ортопедии

4.2. Стоматология (пломбировочные материалы), челюстно-лицевая хирургия

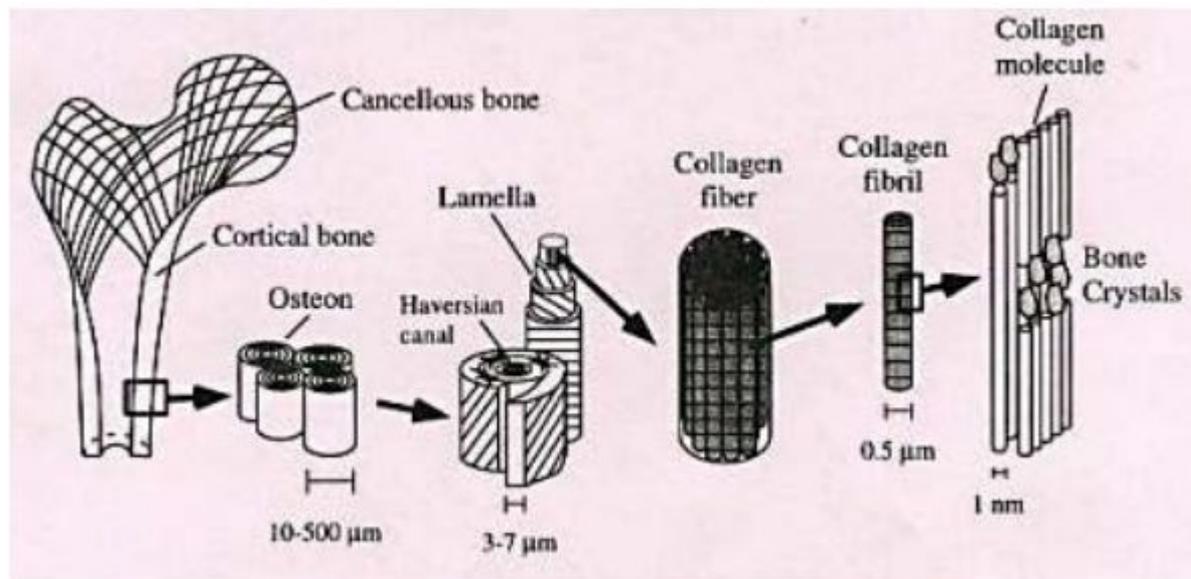
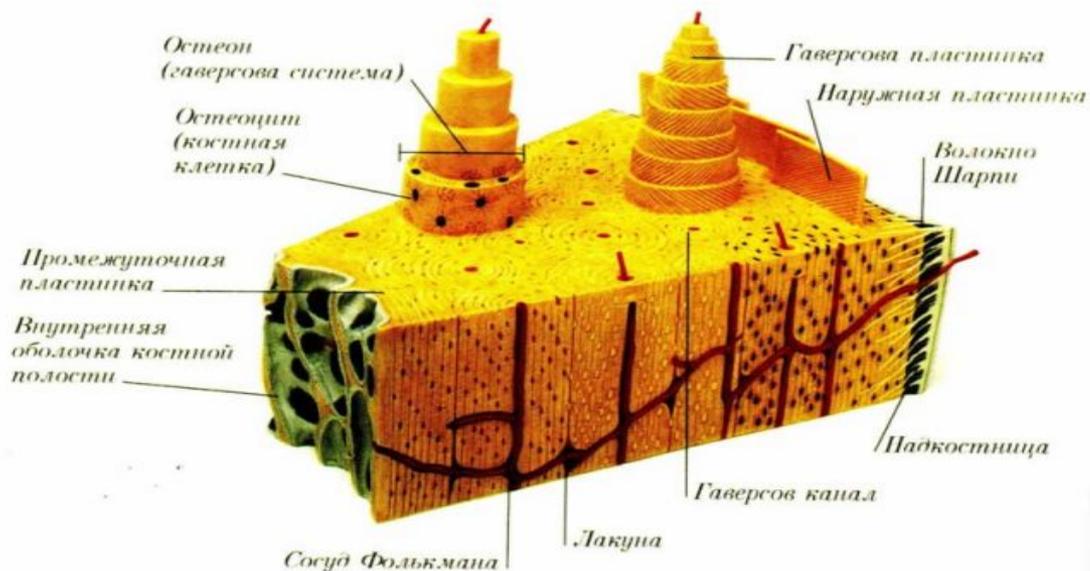
4.3. Медико-косметические средства (кремы, пасты)

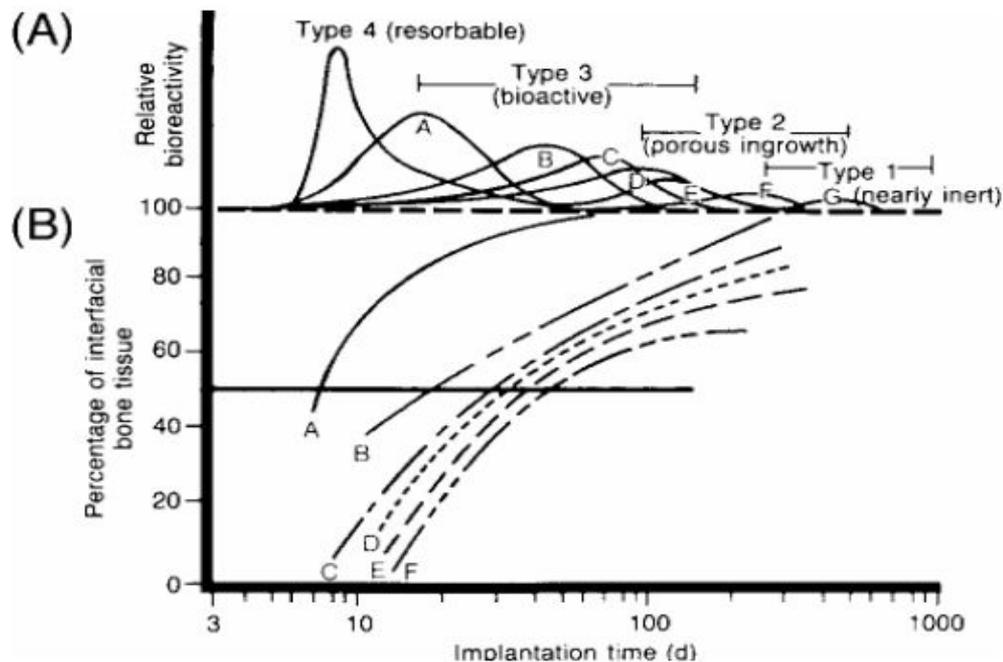
30 ЛЕТ

40 РАЗЛИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ (КЕРАМИКА , МЕТАЛЛЫ, ПОЛИМЕРЫ)

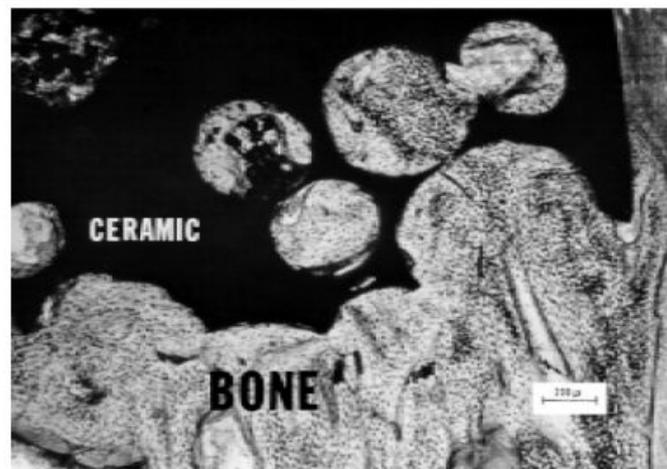
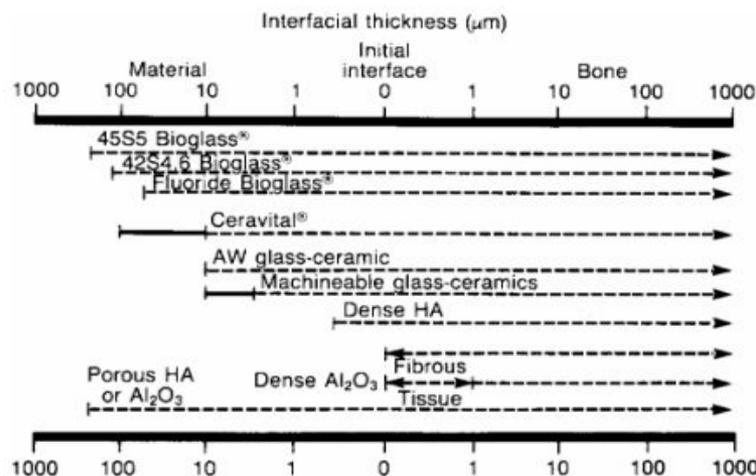
40 РАЗЛИЧНЫХ ЧАСТЕЙ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ТЕЛА

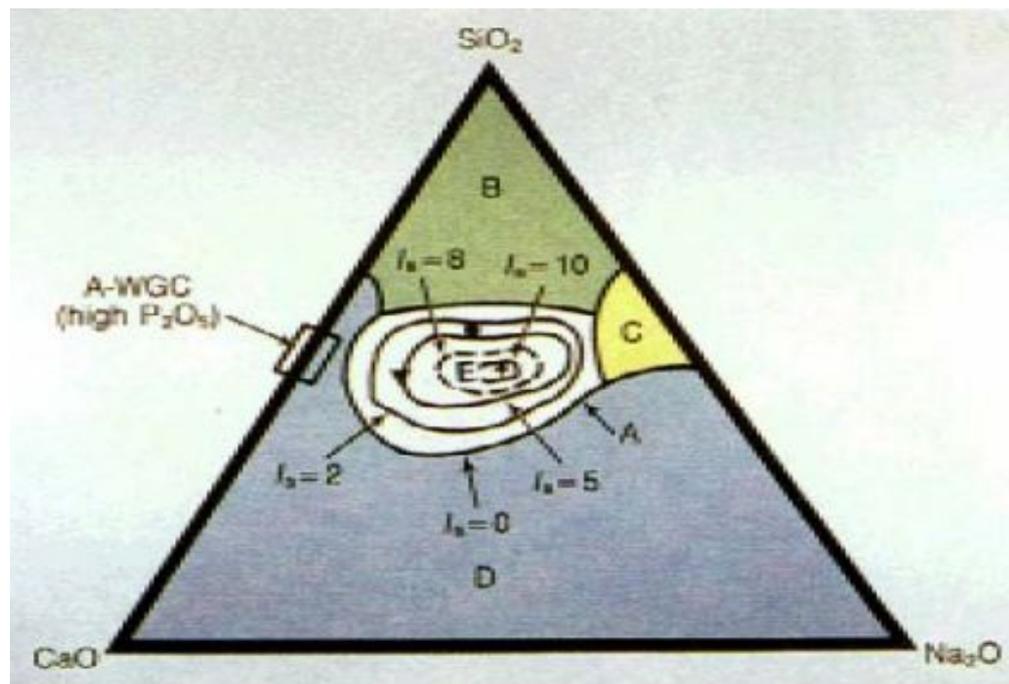
СТРОЕНИЕ ТРУБЧАТОЙ КОСТИ





- A – Bioglass 45S5
- B – KGS стеклокерамика
- C – S53P4
- D – стеклокерамика A/W (ГАП/волластонит)
- E – плотная ГАП керамика
- F – КГХ стеклокерамика
- G – Al₂O₃

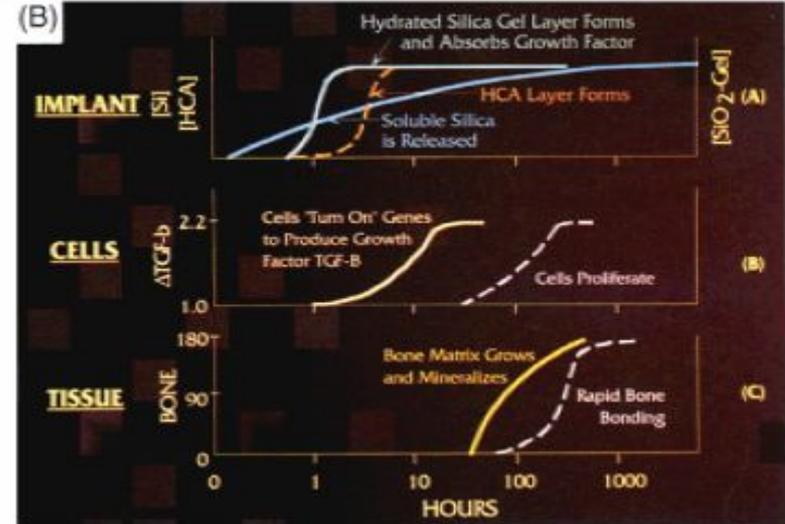
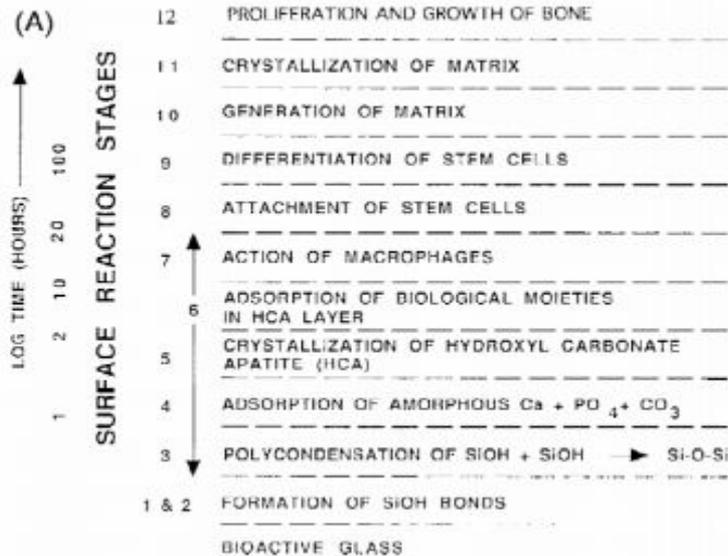




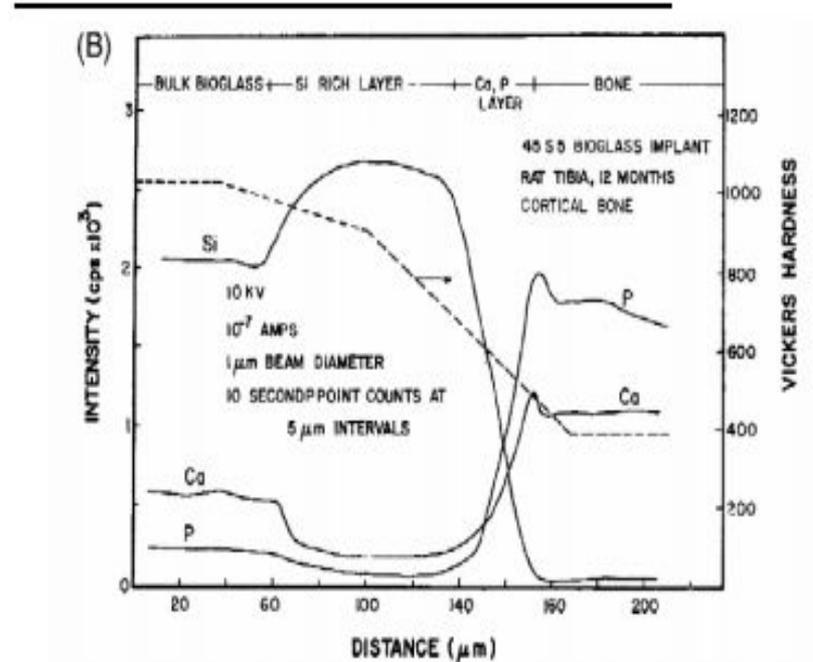
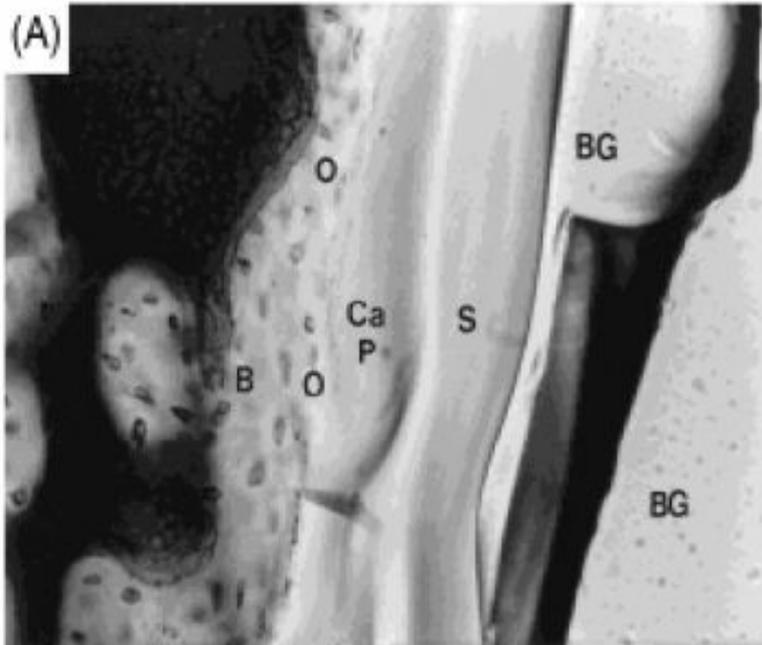
Биоактивность стекол и стеклокерамики системы Na₂O-CaO-SiO₂-P₂O₅ (содержание P₂O₅ – 6%). Состав области **A** – биоактивны и срастаются с костью; состав области **B** – биоинертны; **C** – резорбируемы, **D** – ограничены технологическими факторами.

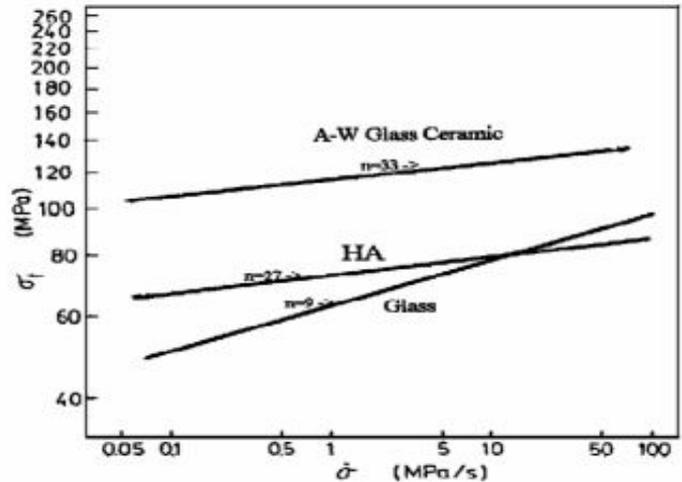
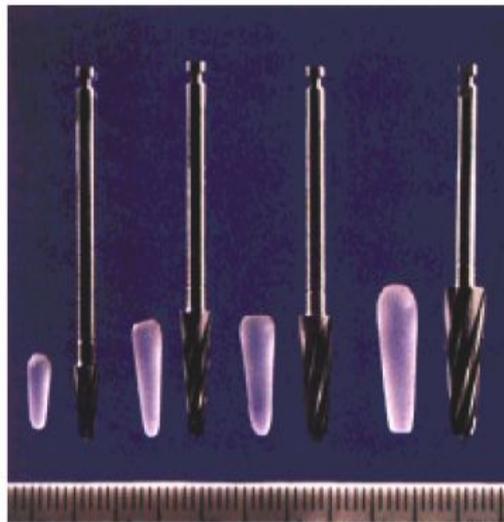
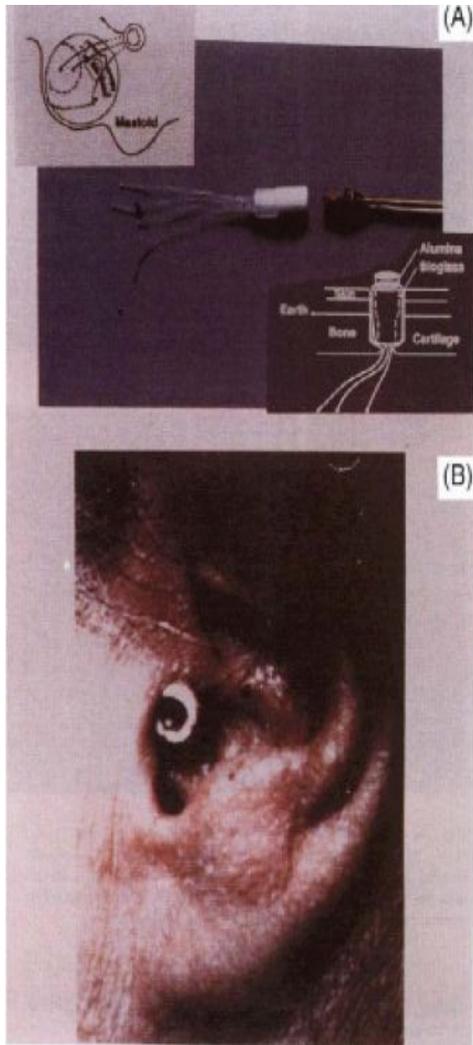
СОСТАВ И СВОЙСТВА НЕКОТОРЫХ БИОМАТЕРИАЛОВ

Свойства	Bioglass 45S5	S45PZ	Стекло- керамика Ceravital	Стекло- керамика Cerabone	Стекло- керамика Itarplant L1	Стекло- керамика Biovert	HAp (>99.2%)	β -TCP (>99.7%)
Состав:								
Na_2O	24.5	24	5-10	0	4.6	3-8		
K_2O	0		0.5-3	0	0.2	3-8		
MgO	0		2.5-5	4.6	2.8	2-21		
CaO	24.5	22	30-35	44.7	31.9	10-34		
Al_2O_3	0		0	0	0	8-15		
SiO_2	45.0	45	40-50	34	44.3	19-54		
P_2O_5	6.0	7	10-50	16.2	11.2	2-10		
CaF_2	0			0.5	5	3-23		
B_2O_3	0	2						
Плотность (г/см³)	2.6572			3.07		2.8	3.16	3.07
Твердость (HV) по Виккерсу	458 ± 9.4			680		500	600	
Прочность МПа на: сжатие			500	1080		500	500-1000	460-687
на изгиб	42			215		100 - 160	115-200	140-154
Модуль Юнга, ГПа	35		100 - 150	218	160	70 - 88	80 - 110	33 - 90
K_{10} МПа·м^{1/2}				2	2.5	0.5 - 1	1	

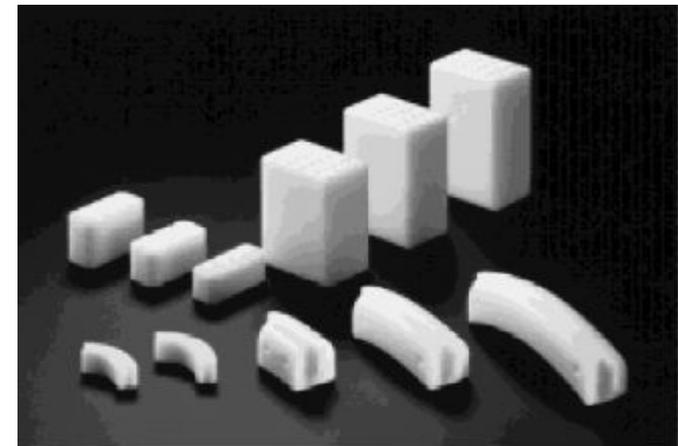


Stage	Reaction
1	Rapid exchange of Na ⁺ or K ⁺ with H ⁺ or H ₃ O ⁺ from solution: $\text{Si-O-Na}^+ + \text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{Si-OH} + \text{Na}^+(\text{solution}) + \text{OH}^-$ This stage is usually controlled by diffusion and exhibits a $t^{-1/2}$ dependence.
2	Loss of soluble SiO ₂ in the form of Si(OH) ₄ to the solution, resulting from breaking of Si-O-Si bonds and formation of Si-OH (silanols) at the glass solution interface: $\text{Si-O-Si} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Si-OH} + \text{OH-Si}$ This stage usually is controlled by interfacial reaction and exhibits a $t^{1.0}$ dependence.
3	Condensation and repolymerization of a SiO ₂ -rich layer on the surface depleted in alkalis and alkaline-earth cations: $\begin{array}{c} \text{O} & & \text{O} & & \text{O} & & \text{O} \\ & & & & & & \\ \text{O-Si-OH} & + & \text{HO-Si-O} & \rightarrow & \text{O-Si-O-Si-O} & + & \text{H}_2\text{O} \\ & & & & & & \\ \text{O} & & \text{O} & & \text{O} & & \text{O} \end{array}$
4	Migration of Ca ²⁺ and PO ₄ ³⁻ groups to the surface through the SiO ₂ -rich layer, forming a CaO-P ₂ O ₅ -rich film on top of the SiO ₂ -rich layer, followed by growth of the amorphous CaO-P ₂ O ₅ -rich film by incorporation of soluble calcium and phosphates from solution.
5	Crystallization of the amorphous CaO-P ₂ O ₅ film by incorporation of OH ⁻ , CO ₃ ²⁻ , or F ⁻ anions from solution to form a mixed hydroxyl, carbonate, fluorapatite layer.





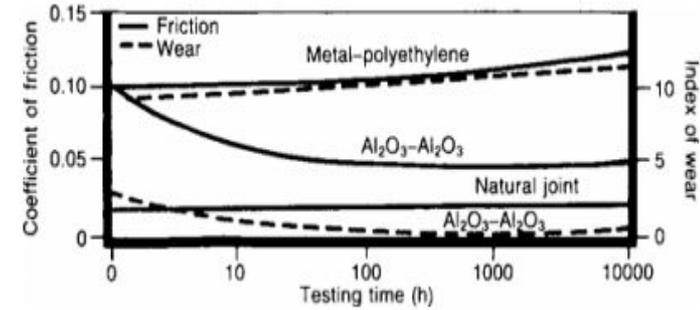
Предсказание долговечности биокерамки



Ортопедические имплантанты из апатитволастонитовой (A/W) стеклокерамики

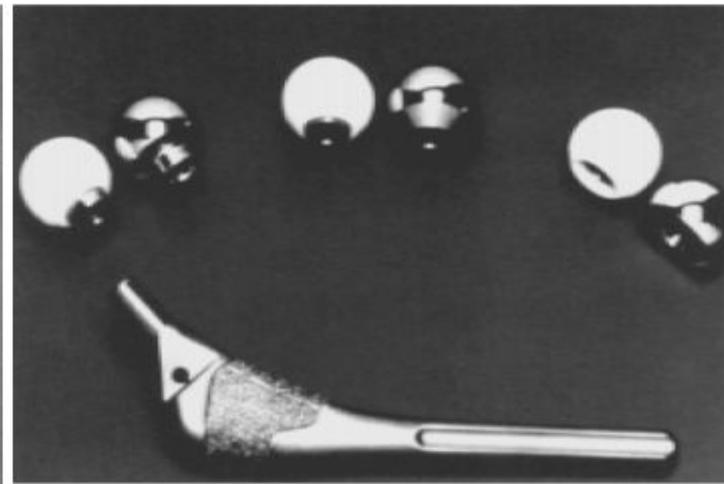
А, В – имплантация электродов для восстановления слуха при повреждении слухового нерва

Свойство	Al ₂ O ₃	Mg-PSZ	TZP
Хим.состав	99.9% Al ₂ O ₃ +MgO	ZrO ₂	ZrO ₂
Плотность (г/см ³)	3.97	5.74-6	>6
Прочность на изгиб (МПа)	500	450-700	900-1200
Прочность на сжатие (МПа)	4100	2000	2000
Модуль Юнга (ГПа)	380	200	210
Трещиностойкость K _{Ic} (МПа·м ^{-1/2})	4	7-15	7-10
Теплопроводность (Вт·м·К ⁻¹)	30	2	2
Твердость (по Виккерсу)	2200	1200	1200



Трение и износ некоторых биоматериалов

Свойство керамики применяемой в медицине



1. **L.L. Hench. Bioceramics. J.Am.Ceram.Soc., 1998, 81 (7), p.1705-28.**
2. **W. Suchanek, M. Yashimura. Processing and properties of hydroxyapatite-based biomaterials for use as hard tissue replacement implants. J.Mater. Res., 1998, 13(1), p.94-117.**
3. **Klinkmann and Davidson, 1994.**

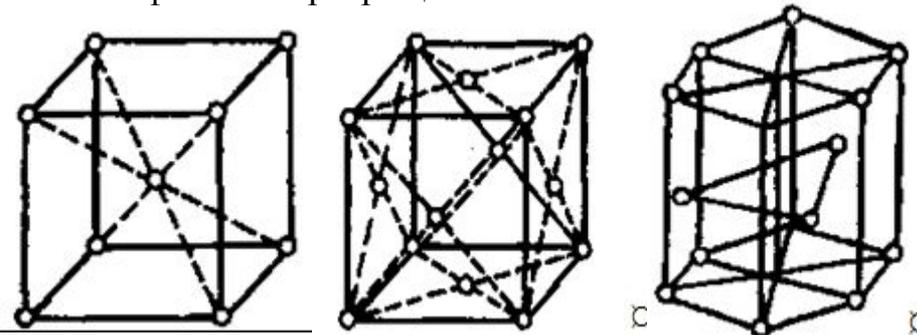
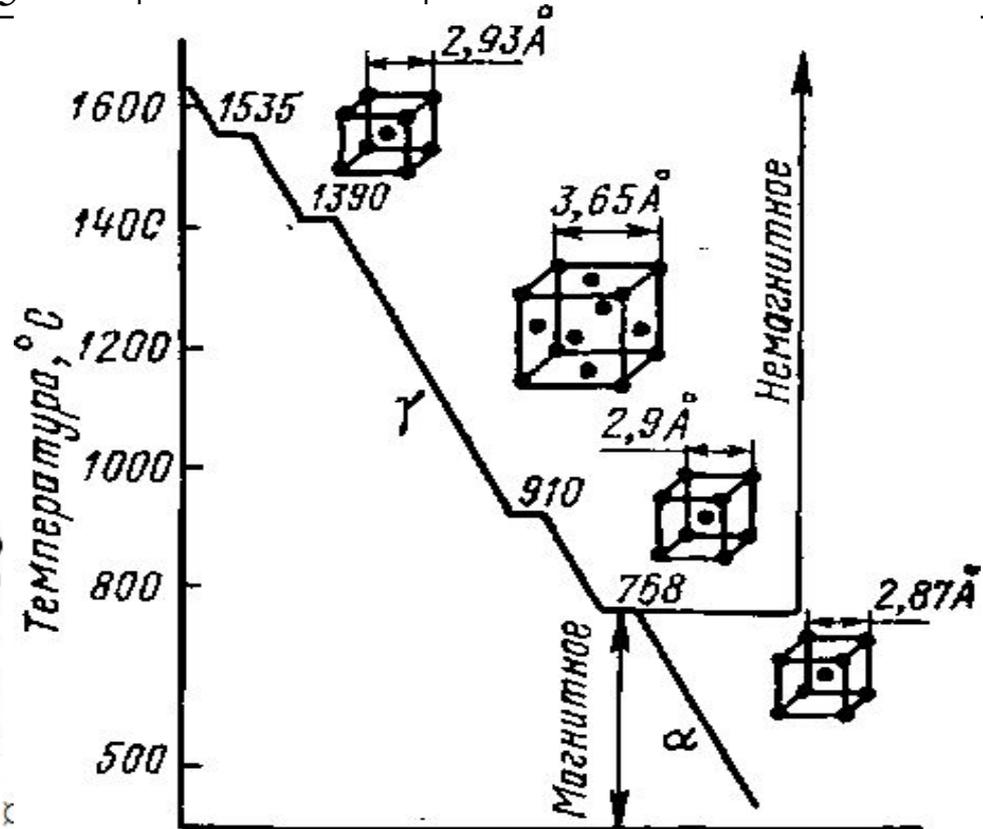
Аллотропические превращения Fe

Тип Fe	T, °C	Период решетки, Å	Тип решетки	Магнитные свойства
Fe _α	20 768 (точка Кюри)	2,862	КОЦР	ферромагнитно
Fe _β	768-910	2,899	КОЦР	парамагнитно
Fe _γ	910-1392	3,65	ГЦКР	парамагнитно
Fe _δ	1392 1536°C	2,925 2,935	КОЦР	парамагнитно

*точка Кюри - ферромагнитное α-Fe переходит в "немагнитное α-Fe", т.е. в упорядоченное антиферромагнитное β-Fe

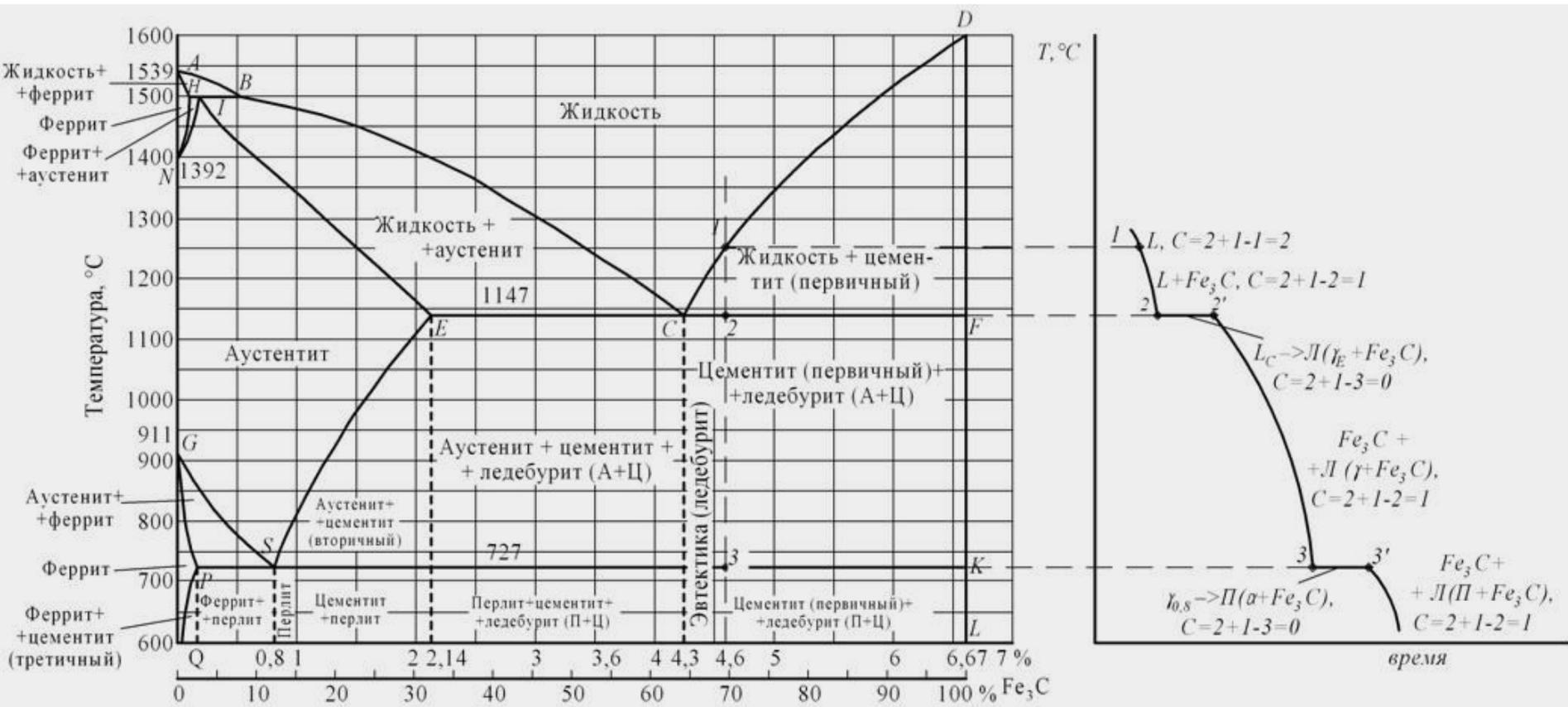
Критическую температуру* 910 °C превращения Fe_α ↔ Fe_γ обозначают точкой A₃, температуру 1392° C превращения Fe_γ ↔ Fe_δ - точкой A₄.
При температуре ниже 768 °C железо ферромагнитно, а выше – парамагнитно.
Точка Кюри железа 768° C обозначается A₂.

*- T фазовых превращений



Фазы в железоуглеродистых сталях определенным образом располагаются в их объемах, образуя в зависимости от массовой доли углерода, ту или иную структуру:

Феррит; Аустенит; Цементит; Графит



а- диаграмма железо-цементит

б – кривая охлаждения для сплава, содержащего 4,6% углерода