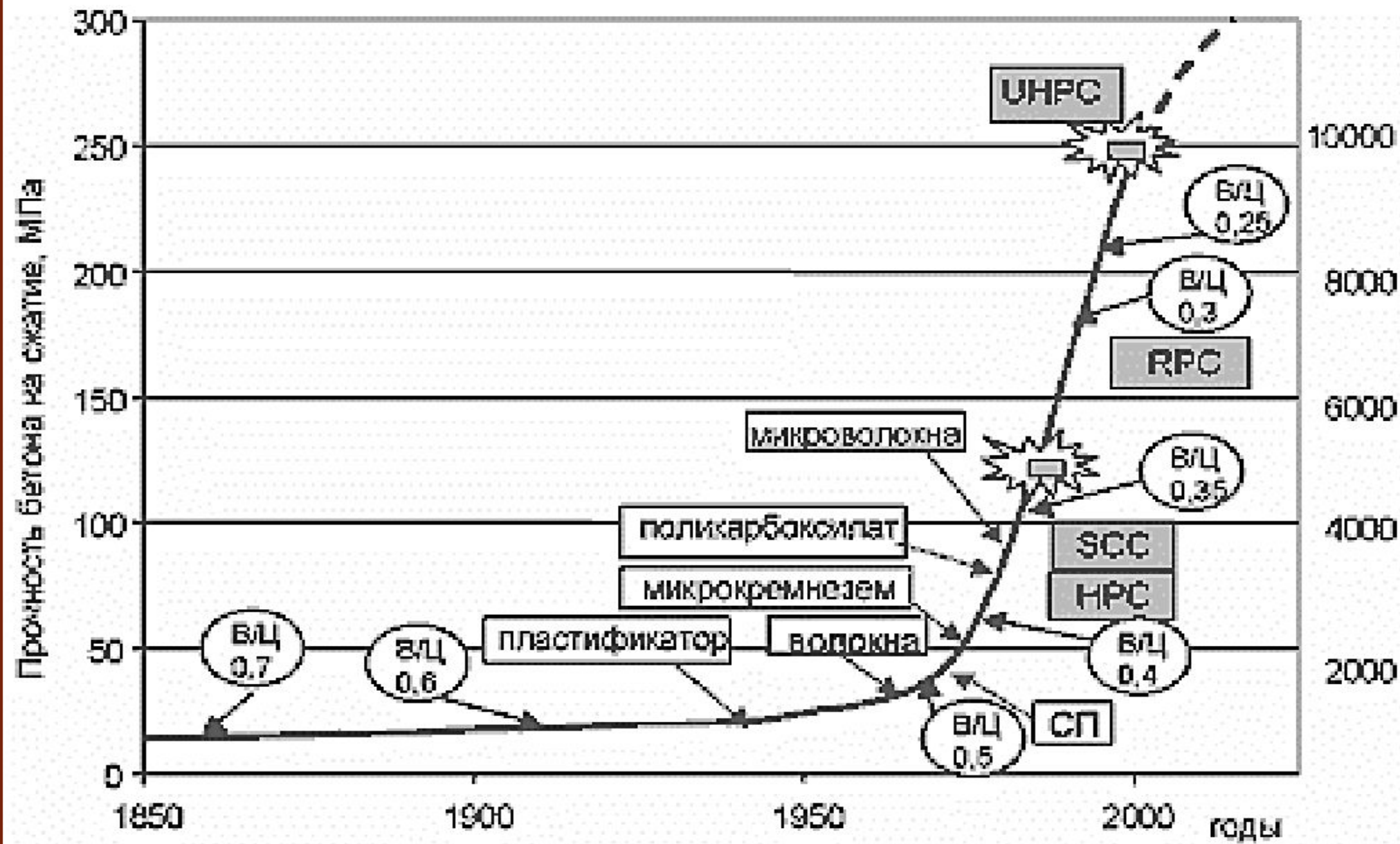


Современные КОМПОЗИЦИОННЫЕ материалы

Зимакова Г.А.



Объем производства, млн. т.

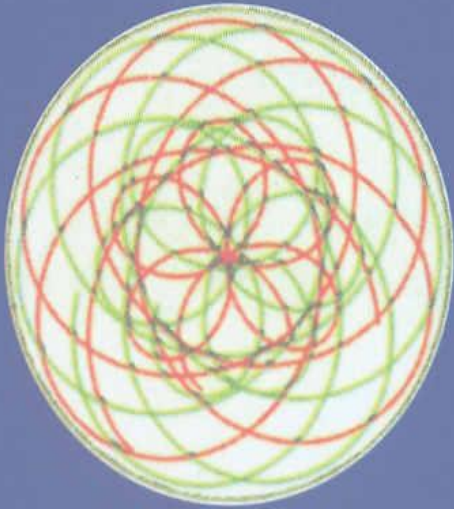
Высокофункциональные бетоны (High Performance Concrete, HPC).

- **Достижения строительного материаловедения позволили объединить в единый комплекс положительные свойства разных групп бетонов. Так появился новый класс бетонов - высокофункциональные бетоны. Это многокомпонентные бетоны, в которых используются композиционные вяжущие вещества, химические модификаторы структуры, свойств и технологии, активные минеральные компоненты и расширяющие добавки. Многокомпонентность системы позволяет управлять структурообразованием на всех этапах технологии.**
- **Композиционные вяжущие представляют собой продукт механохимической активации портландцемента или другого вяжущего с химическими модификаторами, содержащими водопонижающий компонент, и минеральными добавками.**

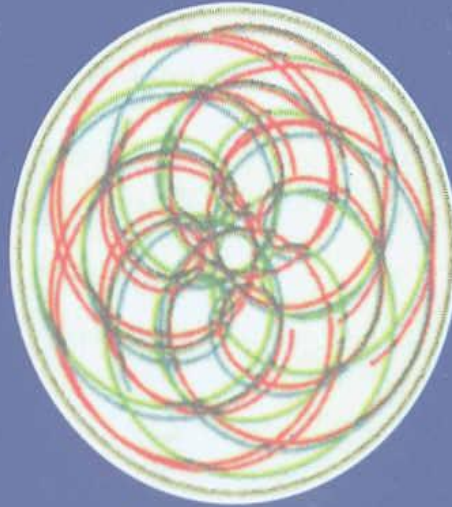
Современные бетоны

КОНЦЕПЦИЯ

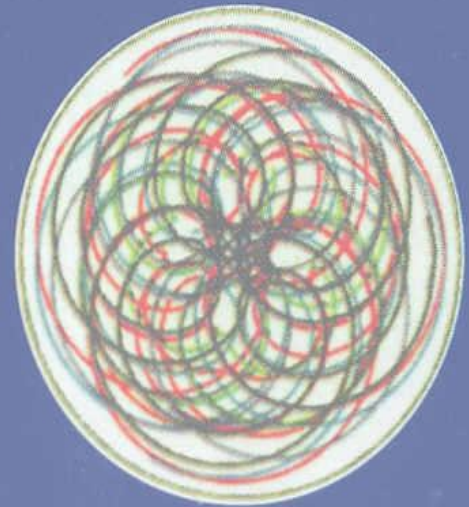
- 1. Высокие физико-технические характеристики бетонов: класс по прочности В40...В80, низкая проницаемость для воды (эквивалентная маркам W12...W20), низкая усадка и ползучесть, повышенная коррозионная стойкость и долговечность, т.е. характеристики, сочетание которых или преобладание одной из которых обеспечивает высокую надежность конструкций в требуемых условиях эксплуатации;
- 2. Доступная технология производства бетонных смесей и бетонов с вышеуказанными характеристиками, основанная на использовании традиционных материалов и сложившейся производственной базы.



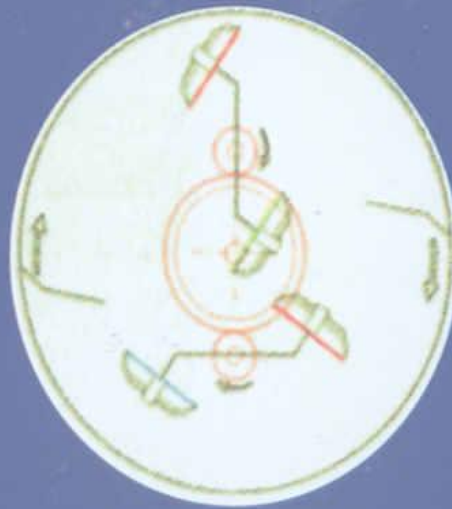
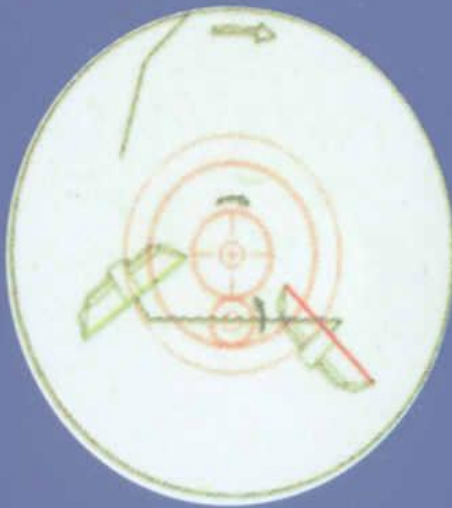
HPGM 375-1125 L



HPGM 1500-2250 L



HPGM 3000-4500 L



В качестве модификаторов и активных компонентов используют вещества и материалы,

влияющие на реологию смеси, структуру и свойства материала, кинетику физико-химических процессов:

- комплексы химических модификаторов различного назначения;**
- дисперсные наполнители-разбавители;**
- ультрадисперсные наполнители-уплотнители и активизаторы;**
- компоненты, управляющие объемными изменениями структуры;**
- компоненты, позволяющие управлять физико-химическими процессами твердения и гарантирующие долговечность бетона;**
- компоненты, придающие бетону специальные свойства;**
- компоненты, позволяющие совместно с химическими модификаторами управлять реологией бетонной смеси и процессами затвердевания;**
- дисперсные волокнистые материалы;**
- компоненты, регулирующие внутреннее тепловыделение материала.**

Диаграмма формирования комплексных добавок.



Высокая функциональность суперпластификаторов отведает им роль своеобразного центра формирования многокомпонентных составов, обеспечивающих практически любые потребности технологии бетона.

Учет химических и коллоидно-химических явлений аддитивности (сложения), синергизма (усиления) или антагонизма при взаимодействии добавок различной природы.



Бетонная смесь

Класс	ОК, мм
S1	10 ...40
S2	50...90
S3	100 ...150
S4	160 ...210
S5	>220

Марка	Степень уплотнения
CO	>1,46
C1	1,45 ...1,26
C2	1,25 ...1,11
C3	1,10... 1,04

Класс	Жесткость по Вебе, сек
VO	> 31
VI	30...21
V2	20 ...11
V3	10. ..6
V4	5...3

Марка	Распływ, диаметр, мм
F1	>340
F2	350 ...410
F3	420 ...480
F4	490...550
F5	560. ..620
F6	>620



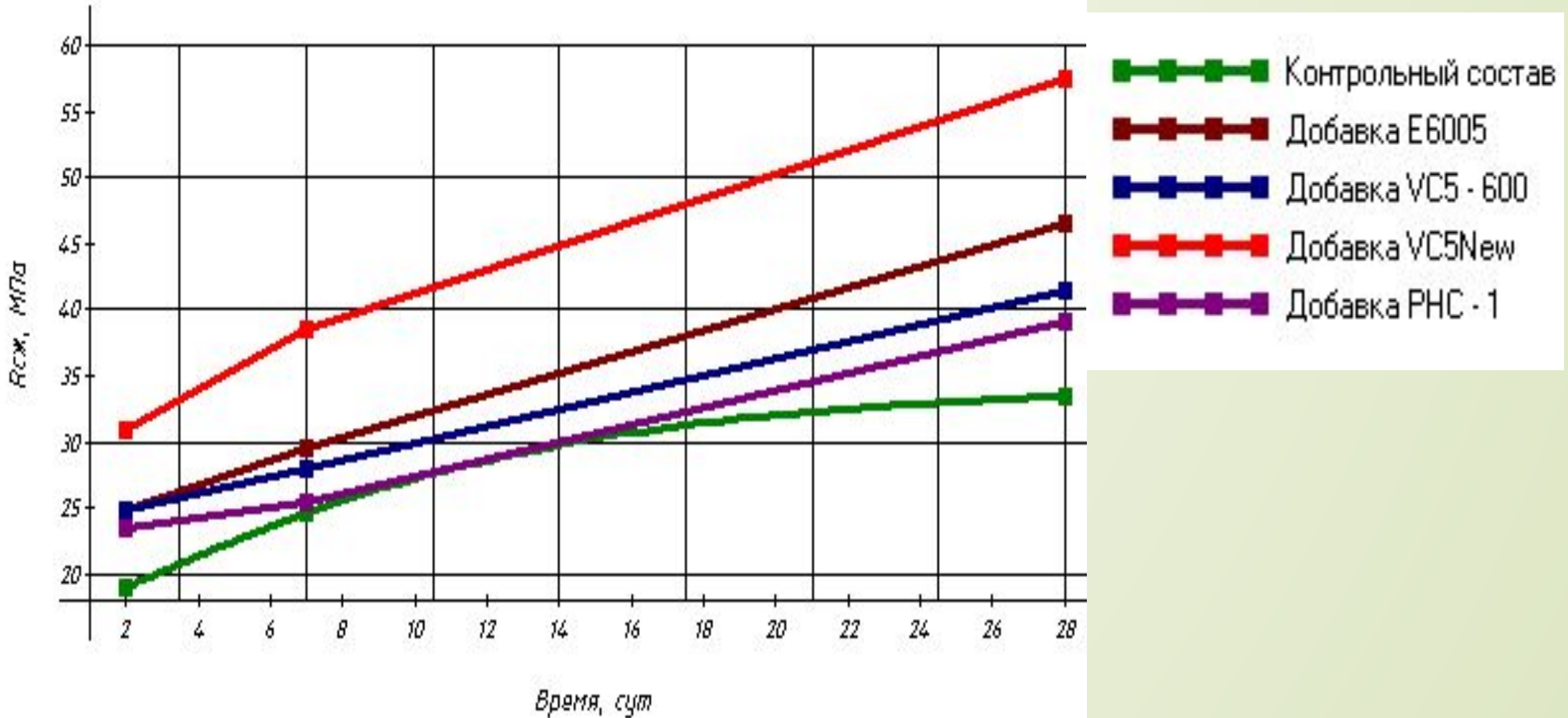
Марка бетона	Прочность, МПа	
	цилиндры	кубы
С 8/10	8	10
С 12/15	12	15
С 16/20	16	20
С 20/25	20	25
С 25/30	25	30
С 30/37	30	37
С 35/45	35	45
С 40/50	40	50
С 45/55	45	55
С 50/60	50	60
С 55/67	55	67
С 60/75	60	75
С 70/85	70	85
С 80/95	80	95
С 90/1 05	90	105
С 100/1 15	100	115

Состав и свойства бетона УНРС

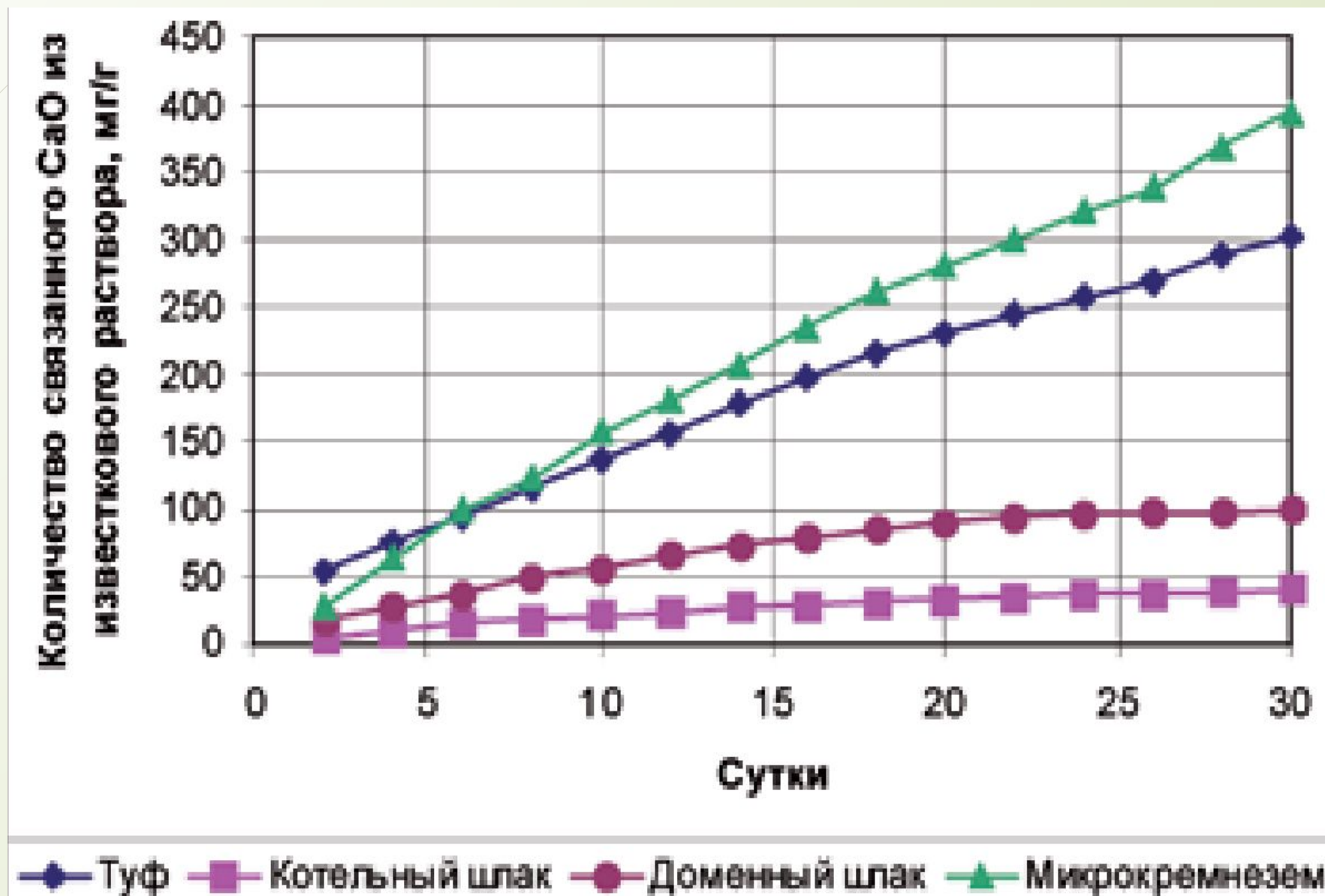
Рецептура смеси	+ МК	«О»		Прочность, МПа (Т тверд = 20°C)	
				+ МК	«О»
Nanodur CEM II/B-S 52,5 R	-	832			
CEM I 52,5 R-HS/NA	832	-	Призма 7 сут	122,6	125,2
Микрокремнезем (МК)	135	-	Призма 28 сут	154,1	154,1
Кварцевый порошок	207	288	Куб 7 сут	116,3	125,1
Песок	975	1056	Куб 28 сут	160,5	158,1
Вода	166	179	Прочность на разрыв		
Водоцементное отношение	0,22	0,24	Призма 7	15,4	20,7
Содержание СП в вяжущем	4,2%	4,2%	Призма 28	21,2	21,5

№ п/п	Добавка	Расход добавки, %	В/Ц	Плотность кг/м ³	Прочность на растяжение при изгибе, R _{изг'} , МПа	ΔR _{изг'} , %	Прочность при сжатии, R _{сж'} , МПа	ΔR _{сж'} , %
1	Контрольн.	-	0,44	2360	8,8		39,2	0
2	39P22	0,9	0,36	2280	10,1	14,8	40,8	4,1
3	BV82CF	0,4	0,366	2430	10,1	14,8	38,0	-3,1
4	E6000	0,6	0,37	2410	10,7	21,6	39,6	1,0
5	E6005	0,9	0,37	2430	11,6	31,8	41,2	5,1
6	VC5-600	0,8	0,37	2420	10,9	23,9	48,0	22,5
7	VC5 New	0,8	0,36	2360	12,0	36,4	40,0	2,0
8	VC20HE	1,0	0,36	2360	10,5	19,3	34,4	-12,2
9	PHC-1	0,3	0,36	2420	11,1	26,1	44,0	12,2
10	VC20 Gold	1,0	0,36	2330	10,1	14,8	36,0	-8,2
11	VC 3088	1,0	0,36	2380	10,1	14,8	40,0	2,0

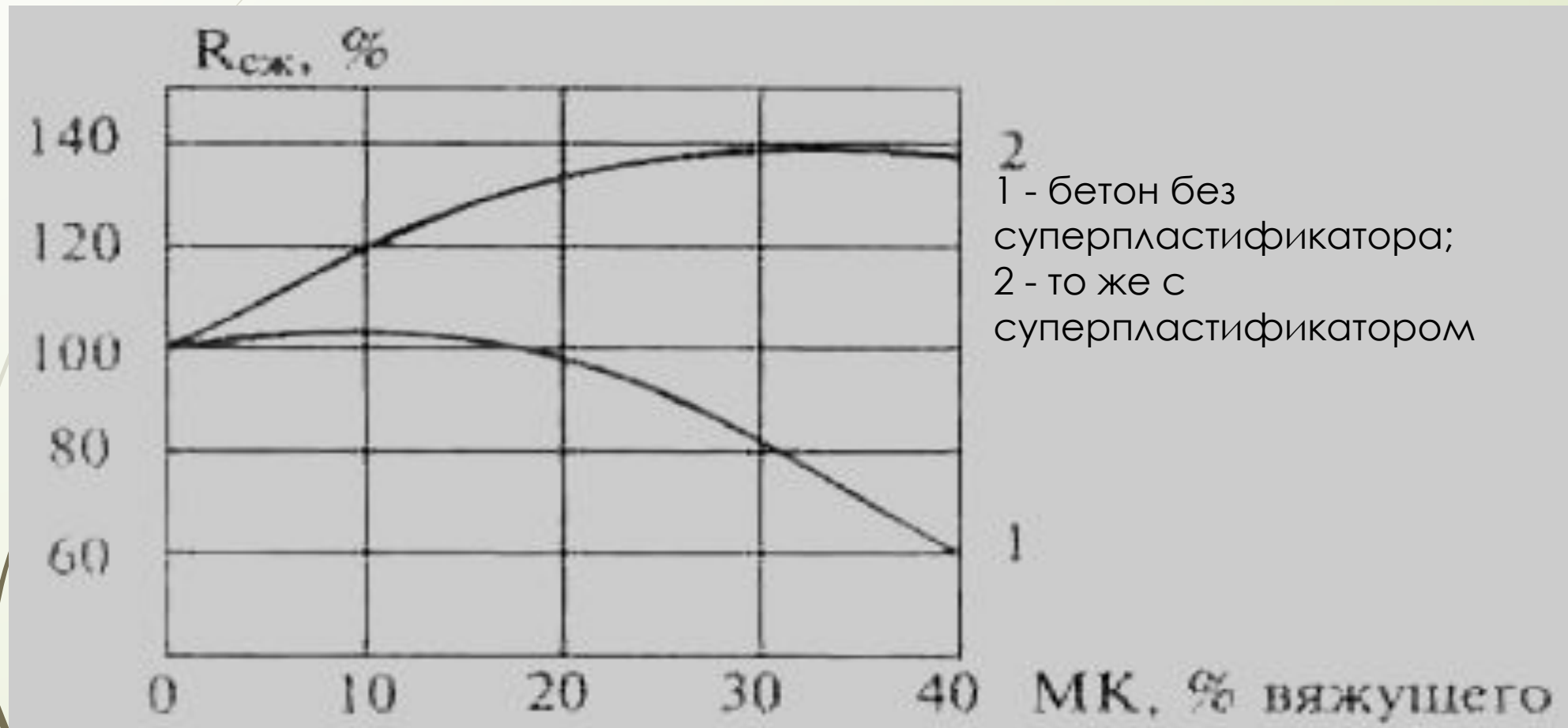
Снижение количества воды затворения в присутствии добавок приводит к росту прочности бетона в возрасте 2, 7 и 28 суток



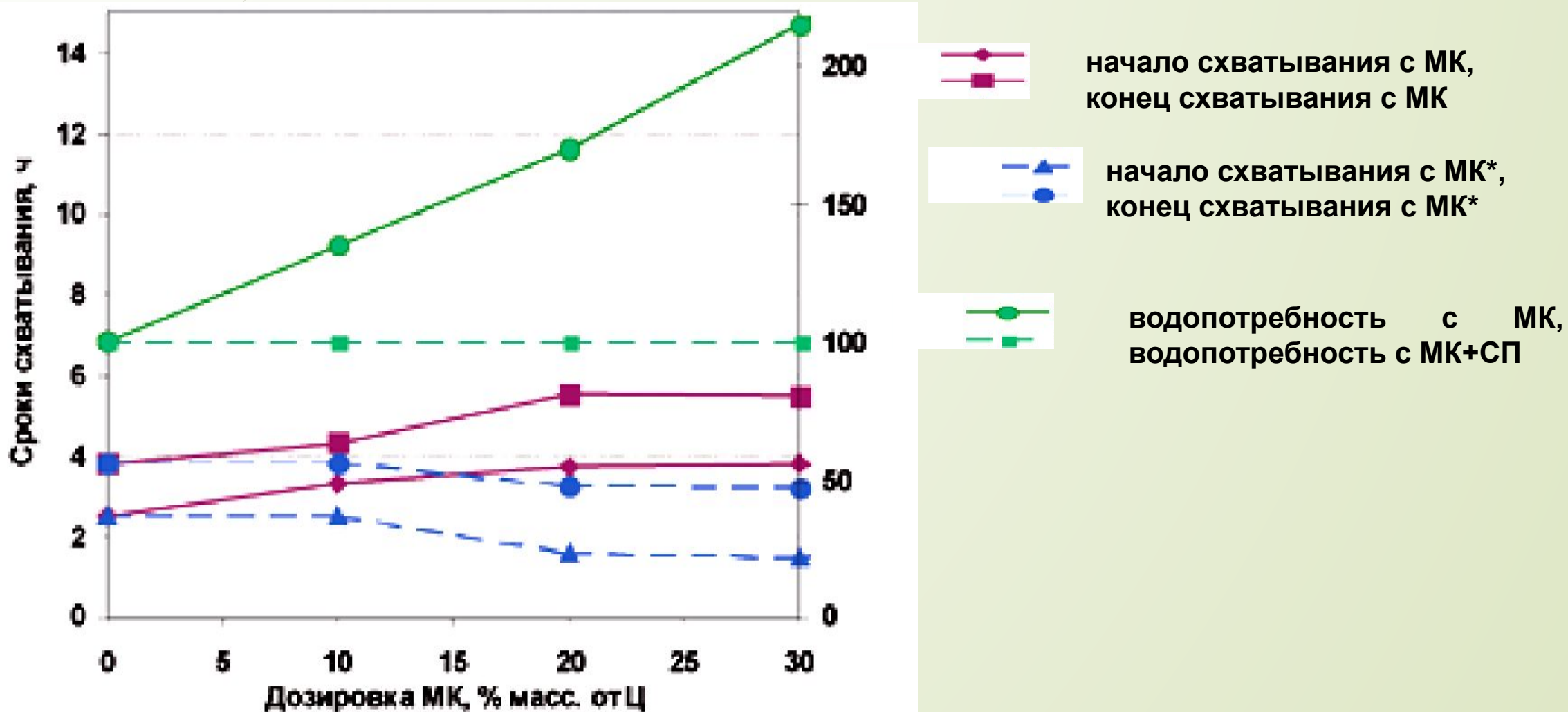
Кинетика связывания СаО различными минеральными добавками



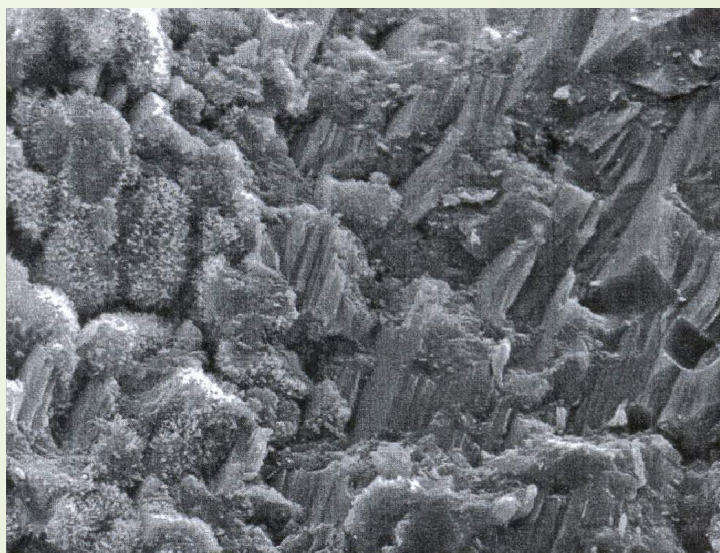
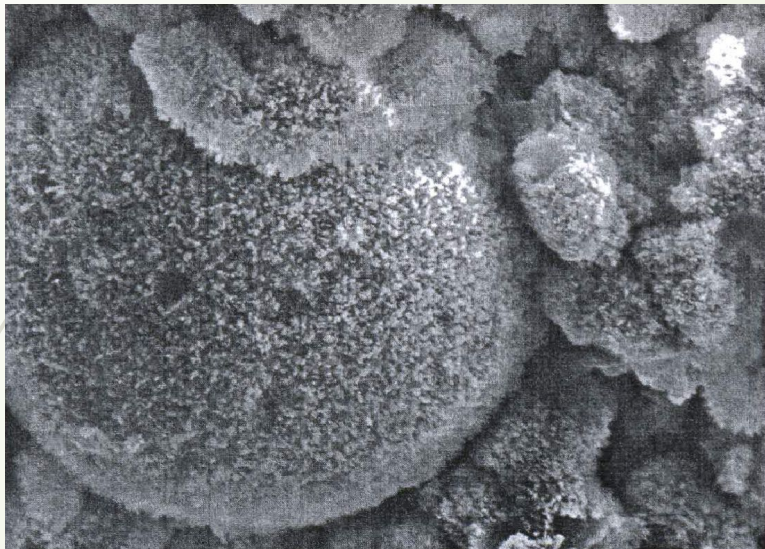
Изменение прочности бетона в зависимости от количества замещенного микрокремнеземом цемента и пластифицирующей добавки



Сроки схватывания цементного теста и водопотребность при введении микрокремнезема



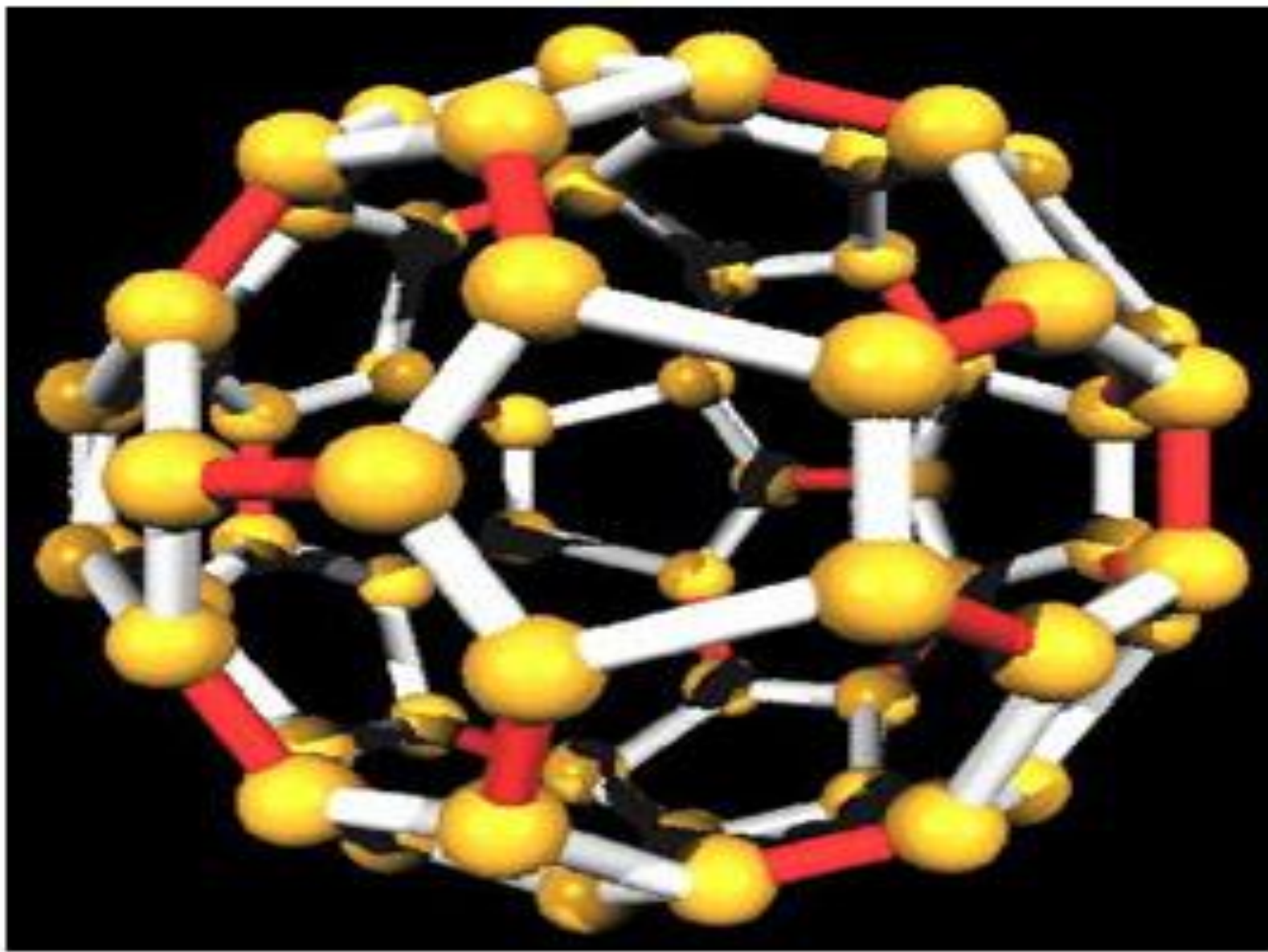
Продукты гидратации на ЗМС



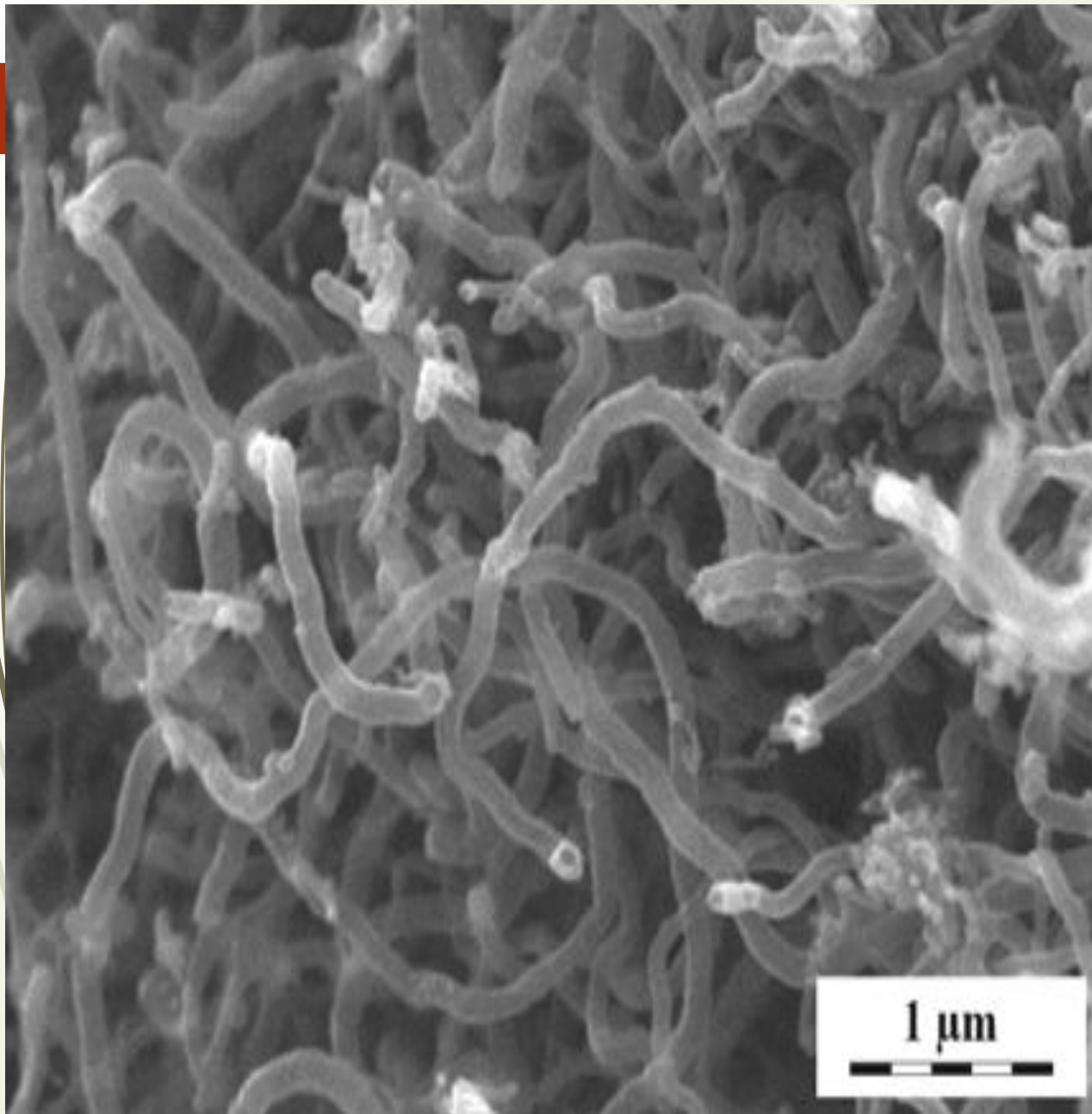
	2585	32,2	52,3	61,7
	2558	32,5	52,8	57,1
	2580	39,0	63,4	64,3
	2675	58,0	94,2	78,3
	2660	52,0	84,5	83,0
	2640	59,0	95,8	83,6
	2630	52,0	84,5	83,0

Влияние нано- SiO₂ на свойства цементных

Характеристики материалов	Материалы			Обозначение состава	Прочность на сжатие, МПа (B/B=0,35)	
	ПЦ	МК	Нано-Si O ₂		В возрасте 7 сут.	В возрасте 28 сут.
Химический состав, %				О	38,26	44,64
SiO ₂	22,0	95,0	99,9	МК5	38,64	43,89
Al ₂ O ₃	6,6	0,9	-	МК 10	40,22	47,12
Fe ₂ O ₃	2,8	0,6	-	МК 15	41,61	50,47
CaO	60,1	0,3	-	S 3	38,87	47,85
MgO	3,3	0,9	-	S 6	40,19	50,67
SO ₃	2,1	0,5	-	S 9	43,76	51,37
Плотность	3,15	2,33	-	S 12	48,74	58,11
Средний размер частиц	43 мкм	0,1 мкм	40 нм			
удельная поверхность, м ² /г	0,38	20	50			



Фуллерен C_{60}



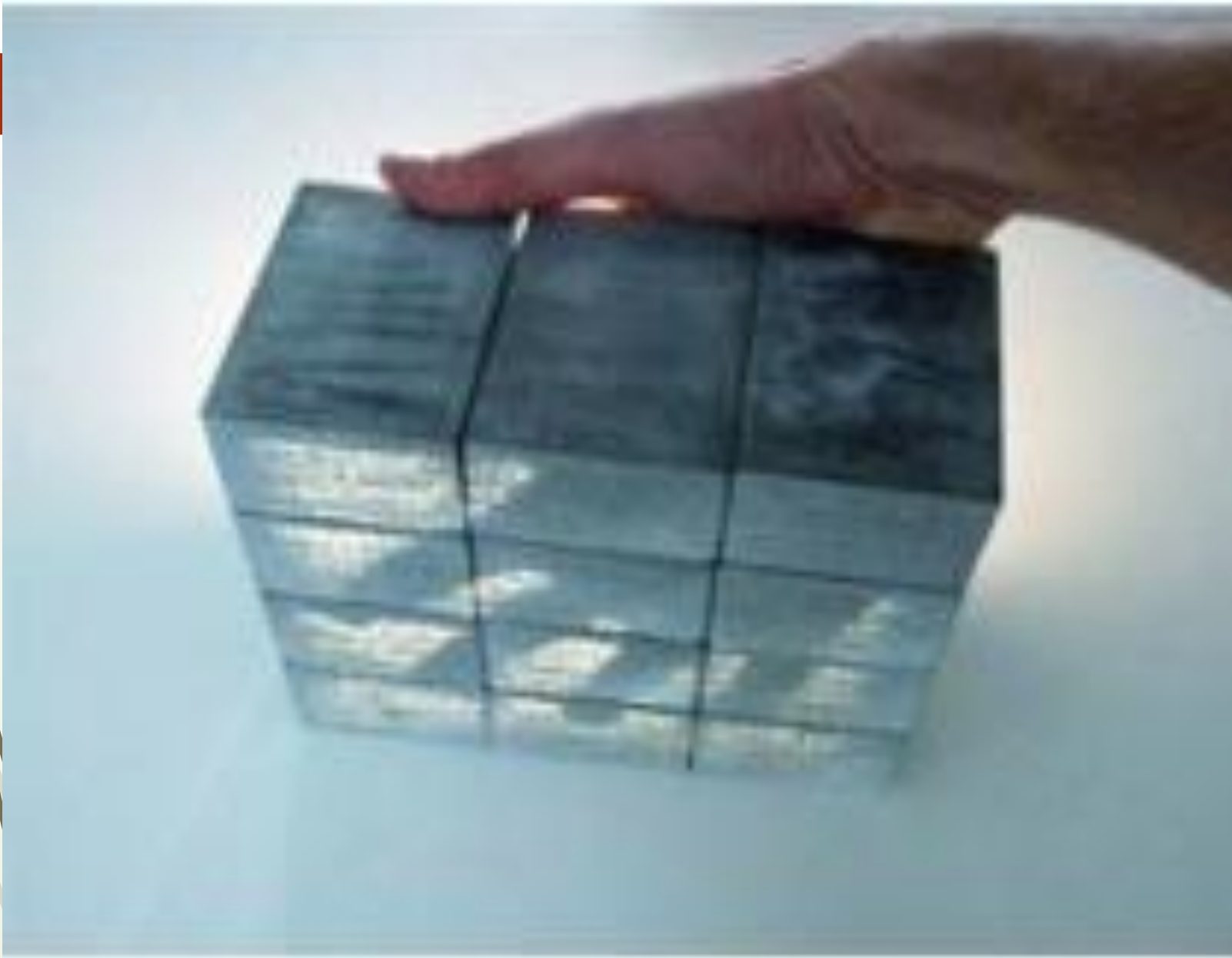
Низкотемпературный каталитический метод получения нового материала - углеродных нанотрубок (УНТ).

Метод основан на превращении углеродсодержащих газовых выбросов (метан, пропан, бутан, оксид и диоксид углерода) в новые композиционные материалы – нанотрубки.

В зависимости от условий проведения процесса диаметр полых углеродных волокон составляет 20-200 нм. Длина дискретных углеродных волокон на несколько порядков превышает их диаметр и составляет 1-7 мкм. Диаметр и длина трубок может варьироваться изменением условий получения. Поверхность образцов нового материала составляет 90-120 м²/г.



**Электронно-микроскопическое изображение цементного камня при увеличении 6000х:
а — обычный цементный камень; б — цементный камень после введения нанотрубки**



**Бетон, который
противостоит
проникновению ионов
соли.**

**Название нового
метода VERDiCT
(Viscosity Enhancers
Reducing Diffusion in
Concrete Technology),
"технология снижения
диффузии в бетоне
при помощи
вязкостного агента".**