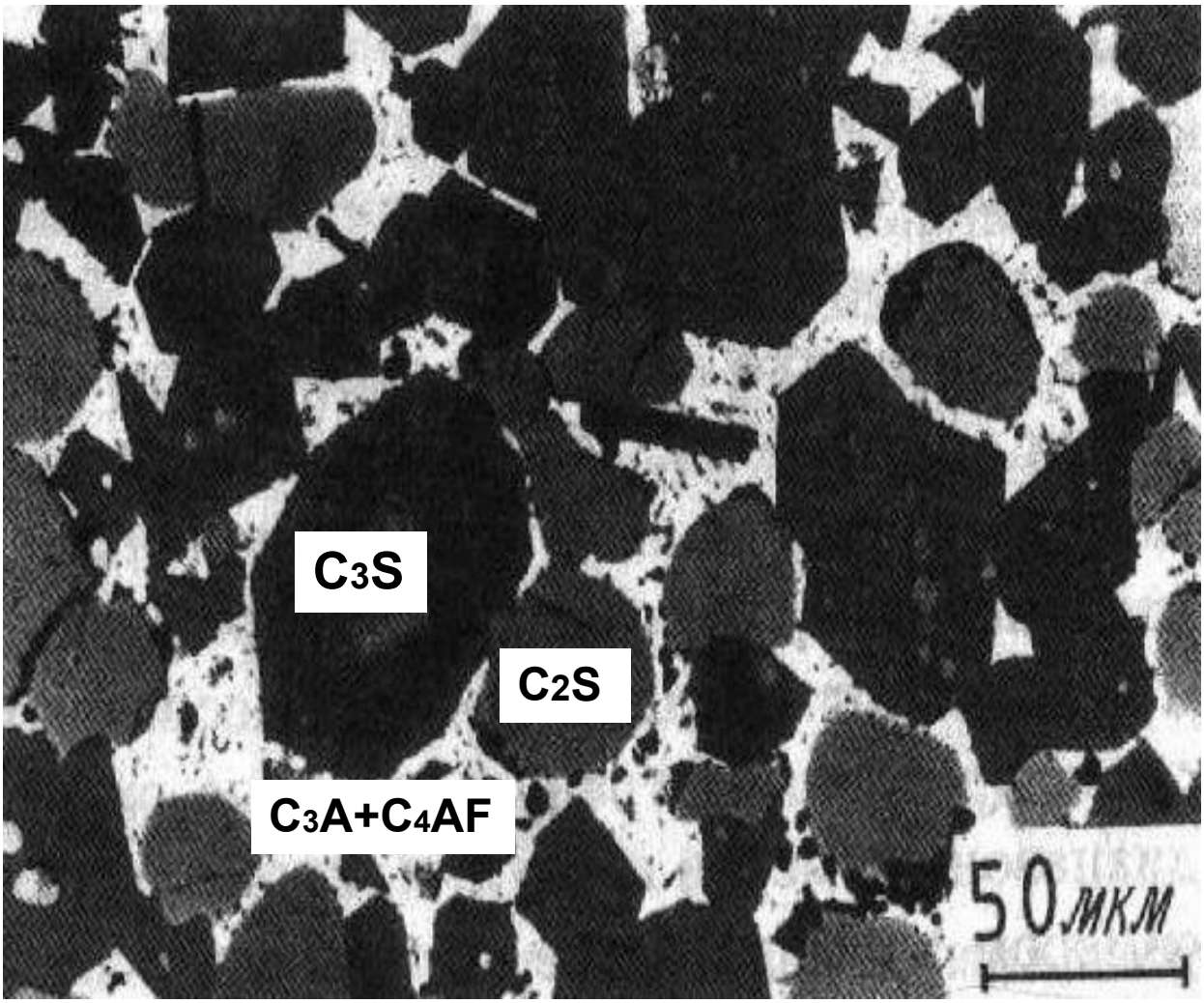
Микроскопический снимок шлифа цементного клинкера

$3CaO \cdot SiO_2$; $2CaO \cdot SiO_2$; $3CaO \cdot Al_2O_3$; $4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$



$CaO=C$, $SiO_2=S$, $Al_2O_3=A$, $Fe_2O_3=F$

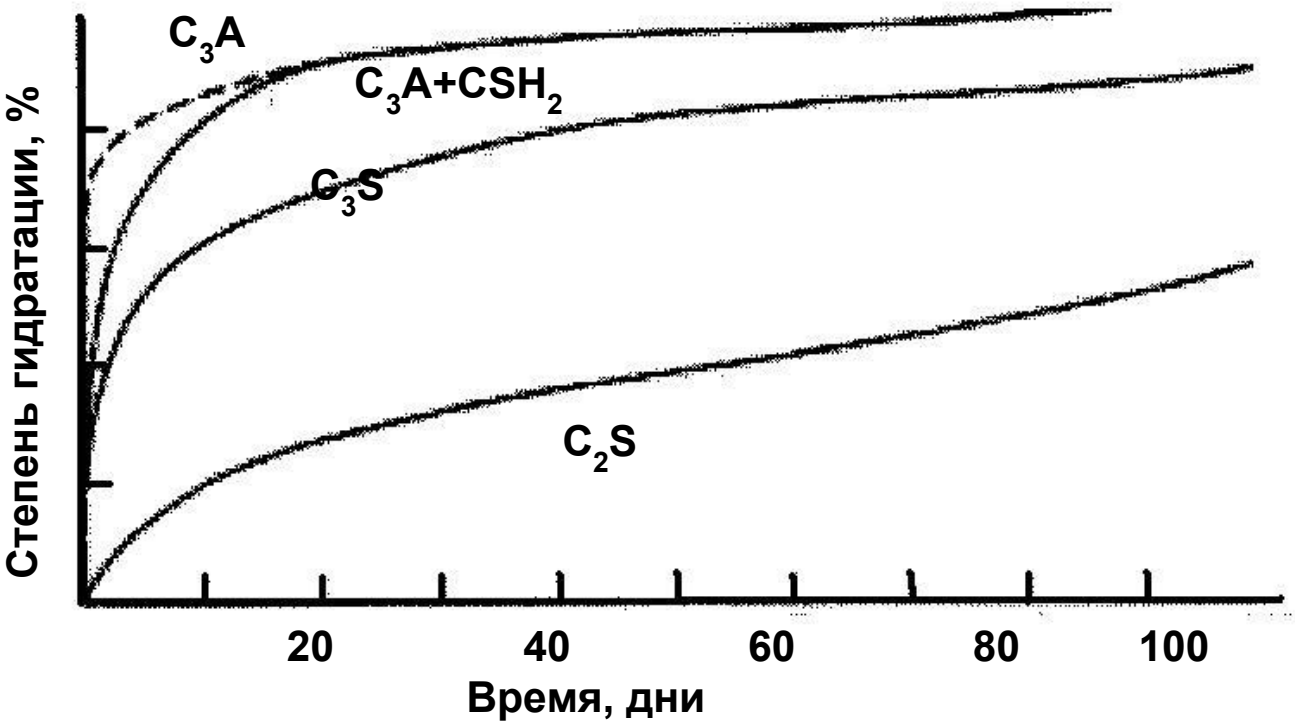
Тейлор Х. Химия цемента. Пер. с англ. – М.: Мир, 1986. – 560 с.

Химические превращения при взаимодействии цемента с водой

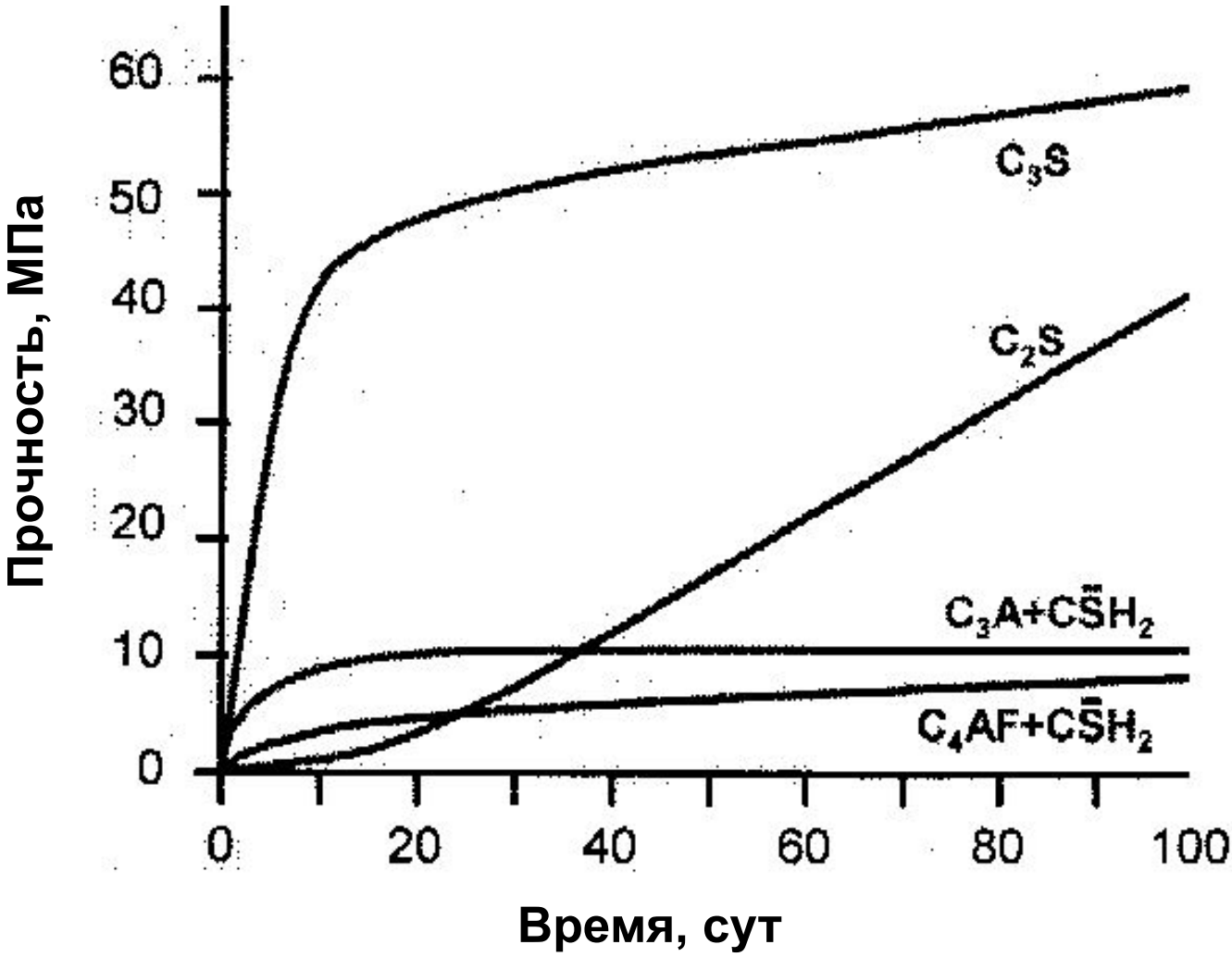
- C_3S (C_2S) + H_2O -> C-S-H-гель + $Ca(OH)_2$
- C_3A + H_2O -> C_2AH_8 + C_4AH_{19} -> C_3AH_6
- C_3A + 3 $C\bar{S}H_2$ + 26H_2O -> $(Ca_3Al(OH)_6 \cdot 12H_2O)_2 \cdot (SO_4)_3 \cdot 2H_2O$ или $C_6A\bar{S}_3H_{32}$ (эттрингит)

- CaO=C, SiO_2=S, Al_2O_3=A, Fe_2O_3=F, H=H2O, $\bar{S}$=SO_3

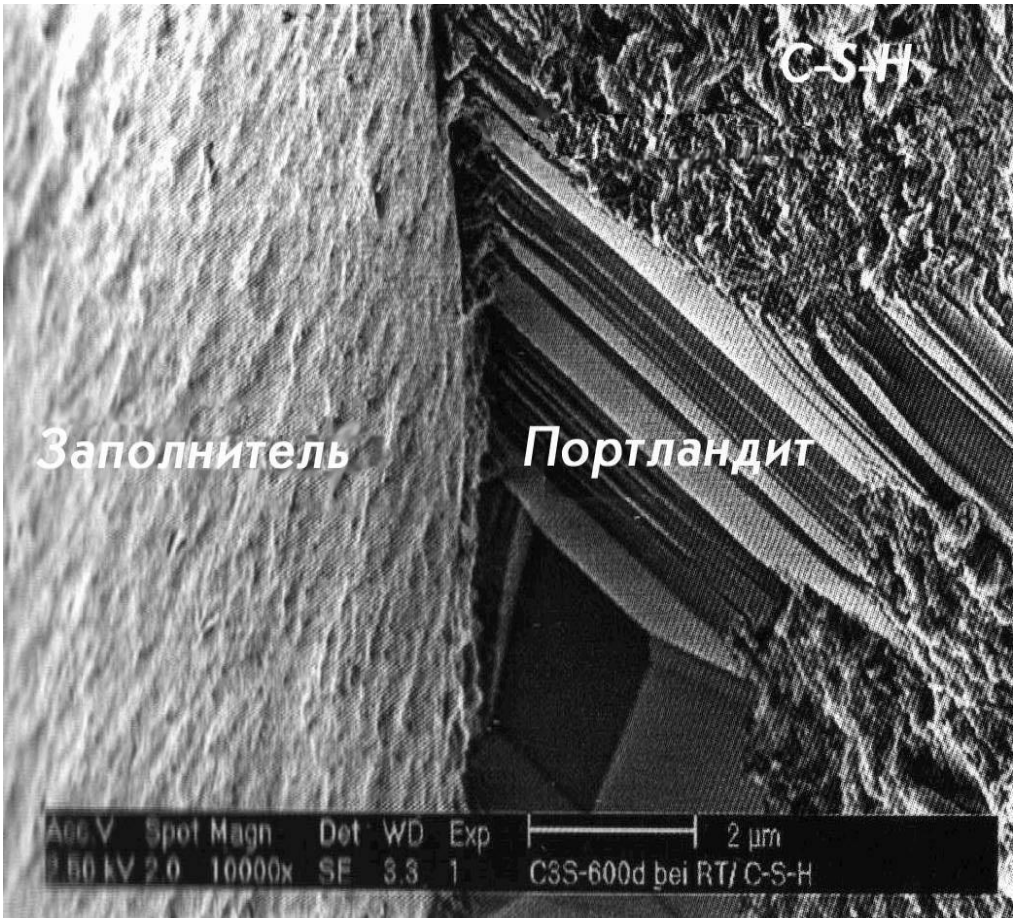
Гидратационная активность соединений, образующих фазы портландцементного клинкера



Гидравлическая активность соединений, образующих фазы портландцементного клинкера

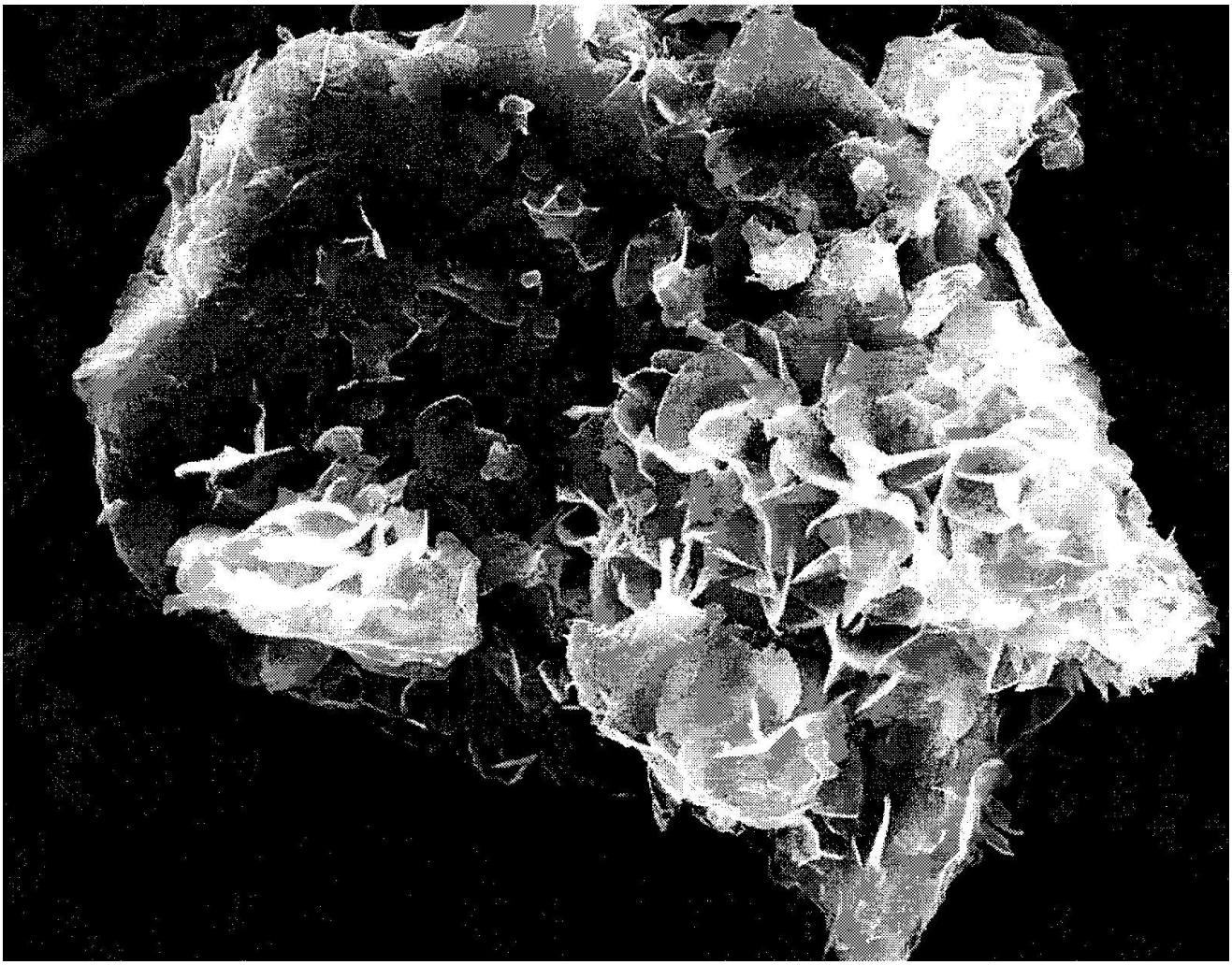


Гель C-S-H и сростки кристаллов портландита в структуре затвердевшего камня



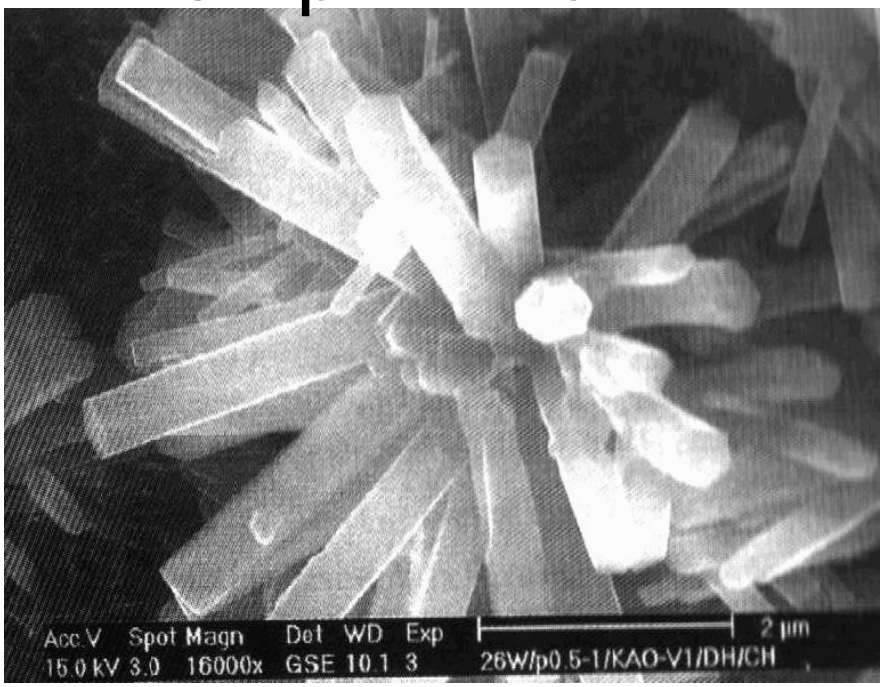
C3S (C2S) + H2O = C-S-H-гель + Ca(OH)2

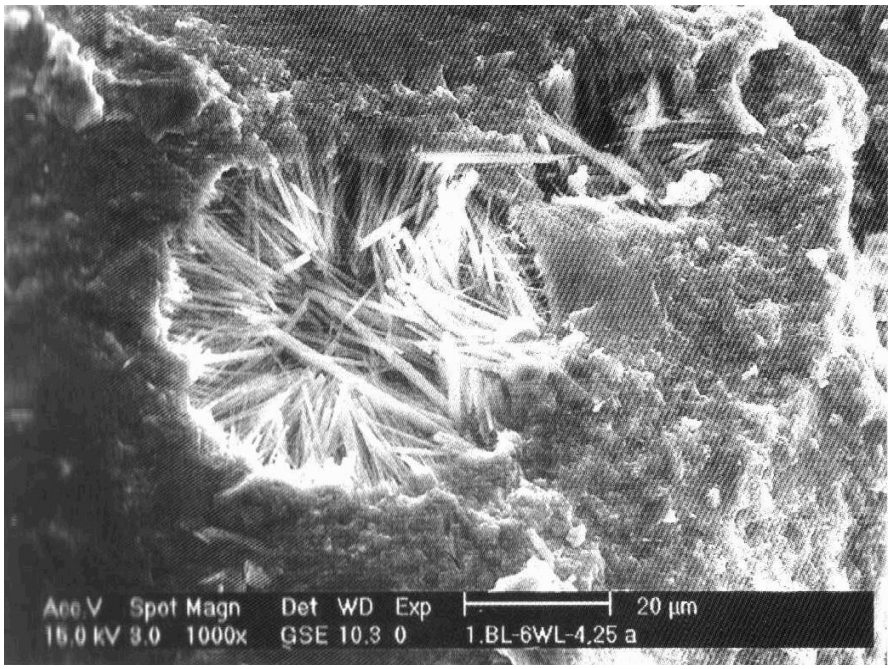
Частица C3A и гидроалюминаты кальция



$C_3A + H_2O \rightarrow C_2AH_8 + C_4AH_{19}$

Электронно-микроскопические фотографии эттрингита

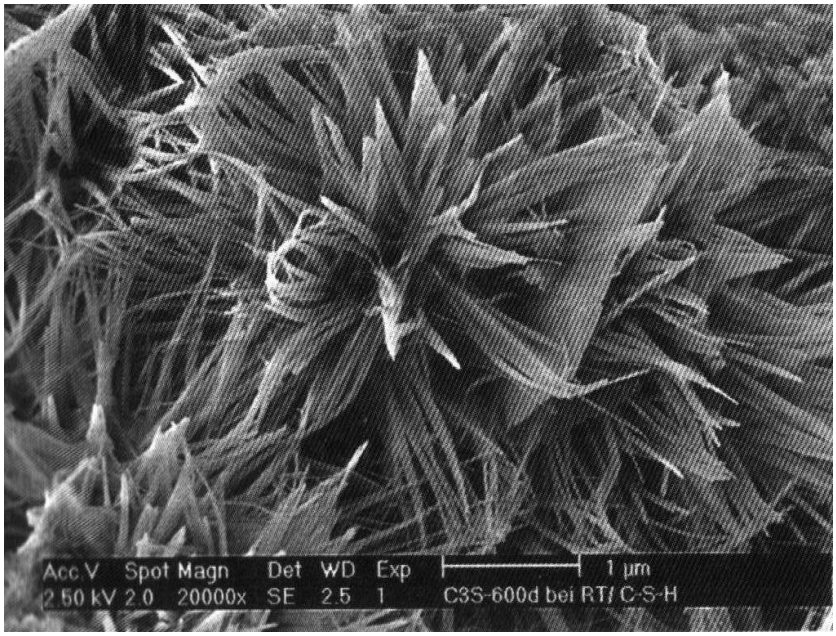


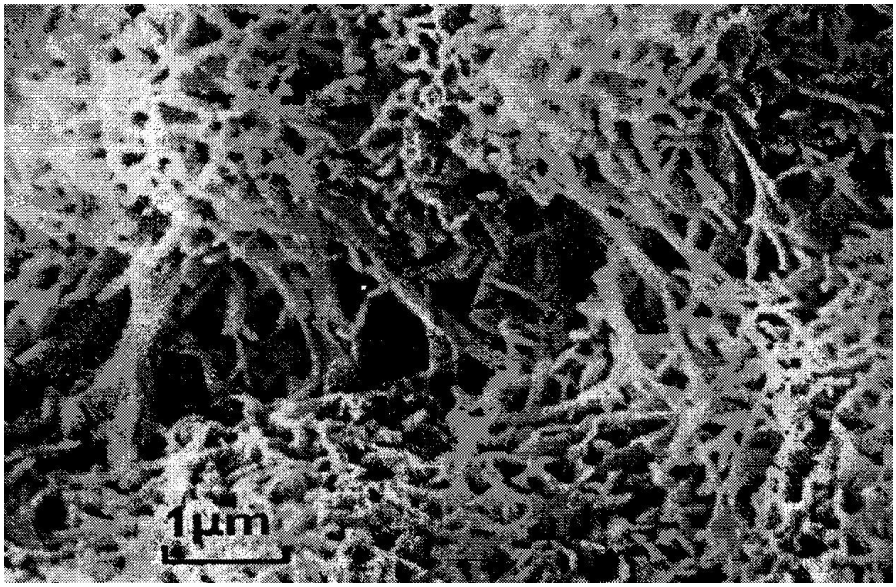


C3A + 3 $C\bar{S}H_2$ **+ 26H2O ->** $C_6A\bar{S}_3H_{32}$

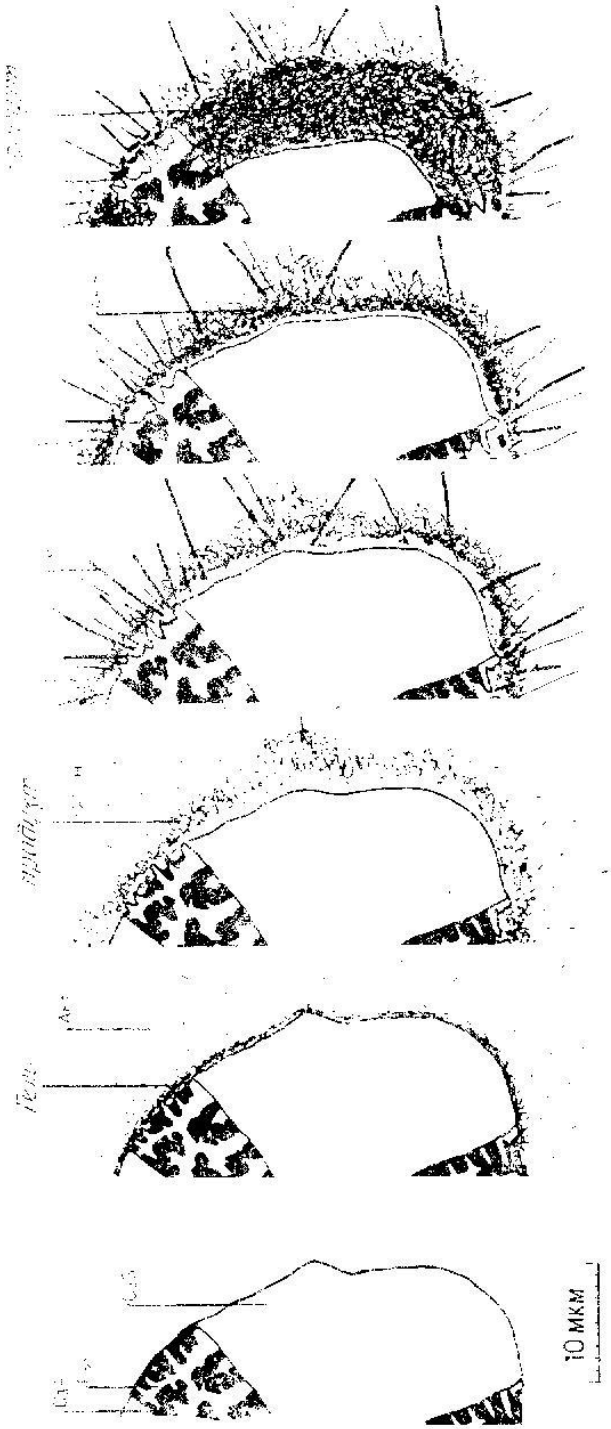
Штарк И., Вихт Б. Долговечность бетона - Пер. с нем. Киев: Оранта, 2004, 301 с.

Гель C-S-H волокнистой и дендритоподобной морфологии

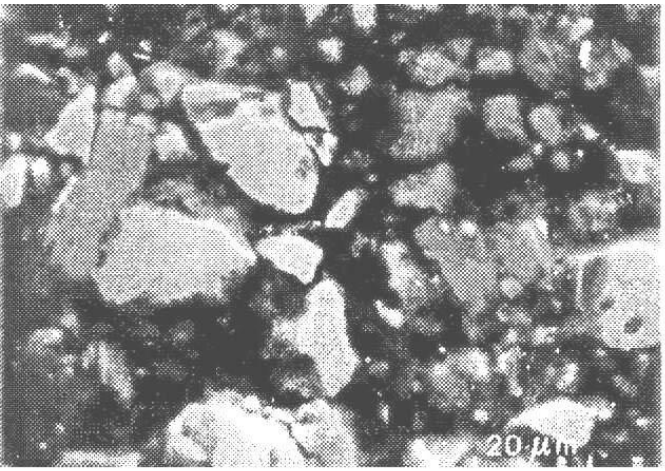


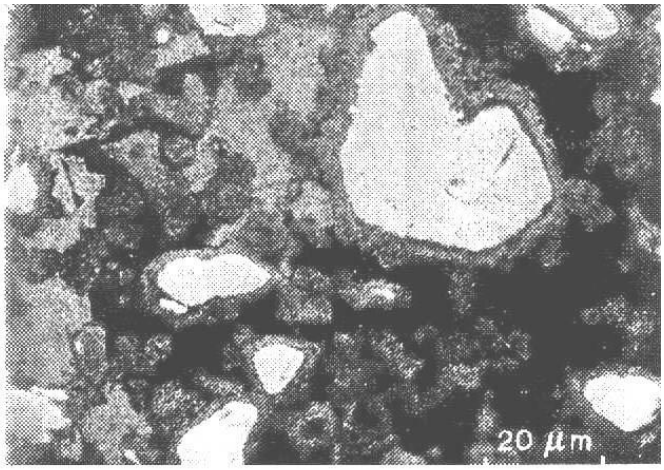


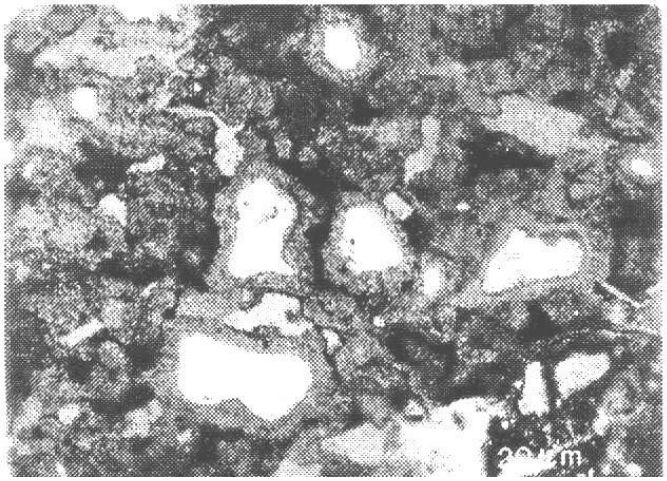
Развитие микроструктуры при гидратации портландцемента



Структура цементной пасты

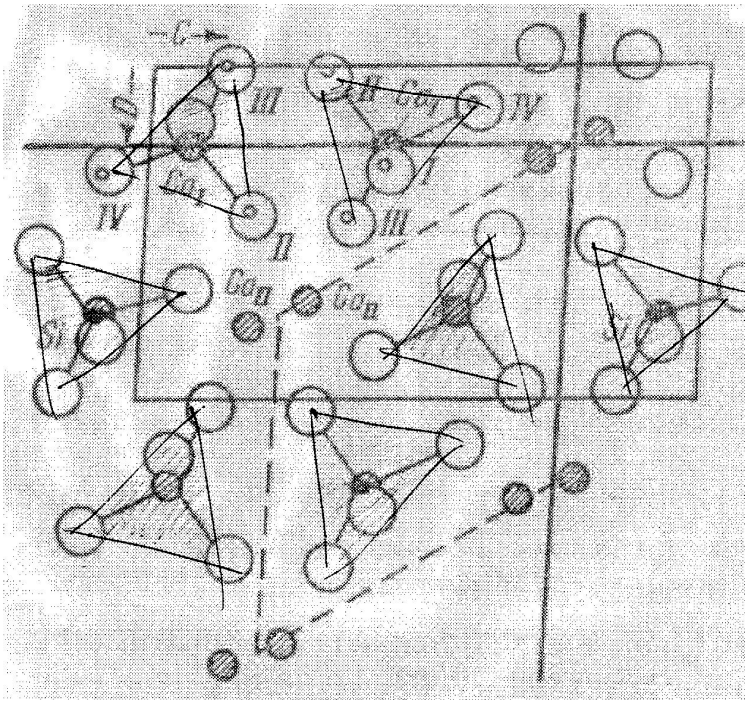


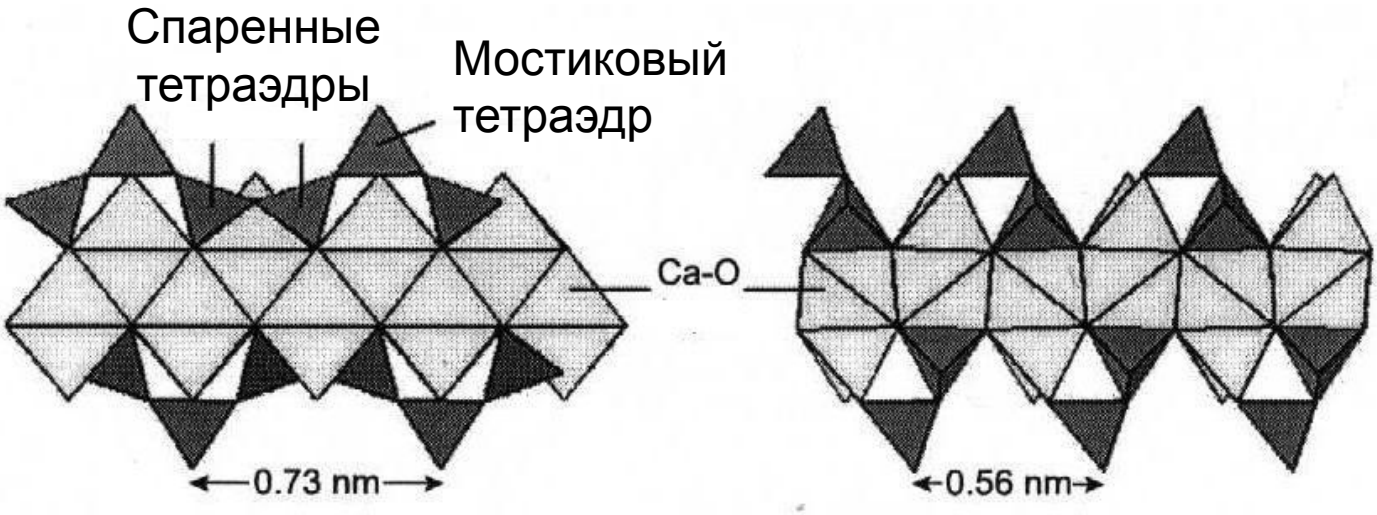




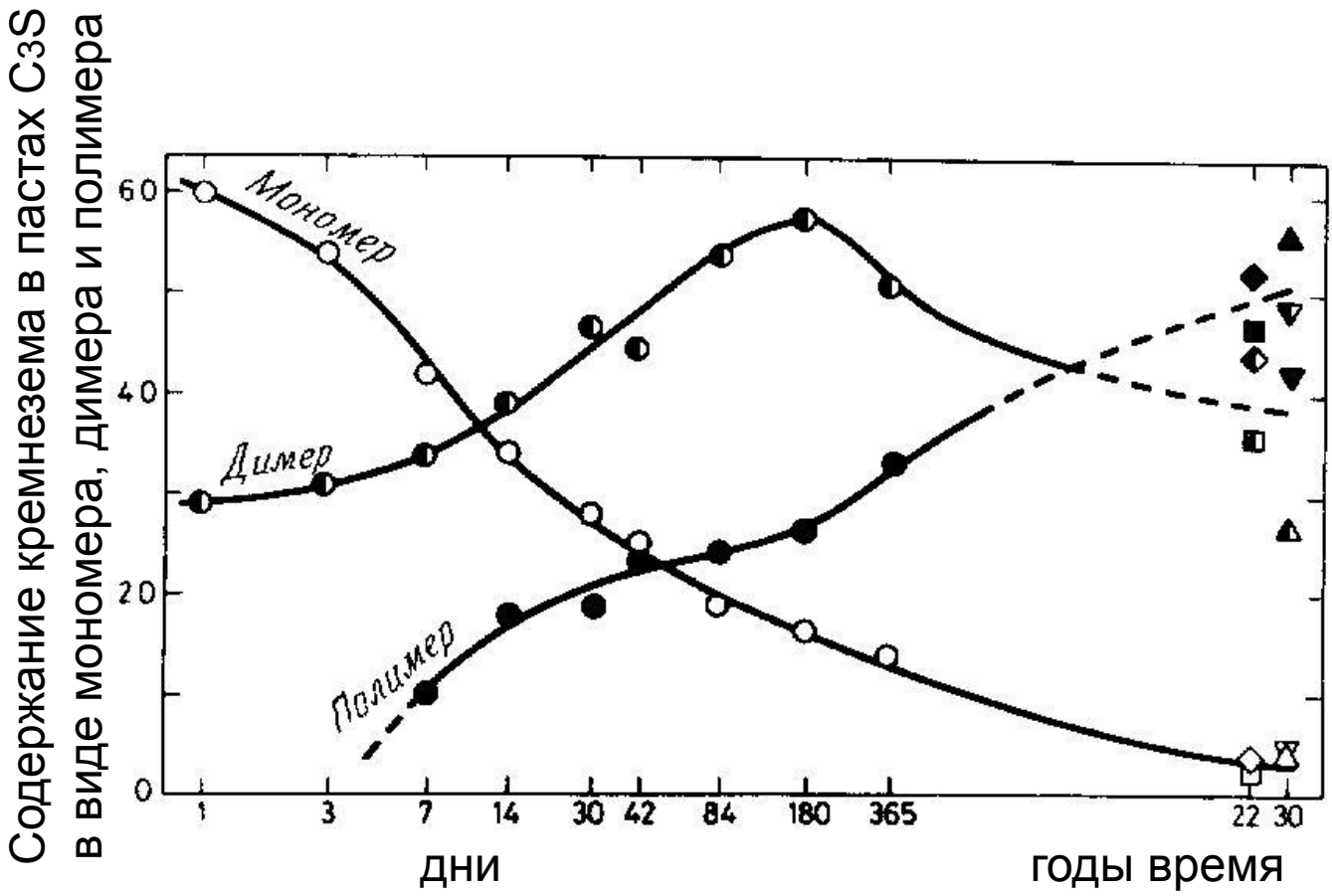
возраст, сут: 1 – 1; 2 – 3; 3 - 28

Структура ортосиликата кальция (C_2S) и тоберморитоподобного геля

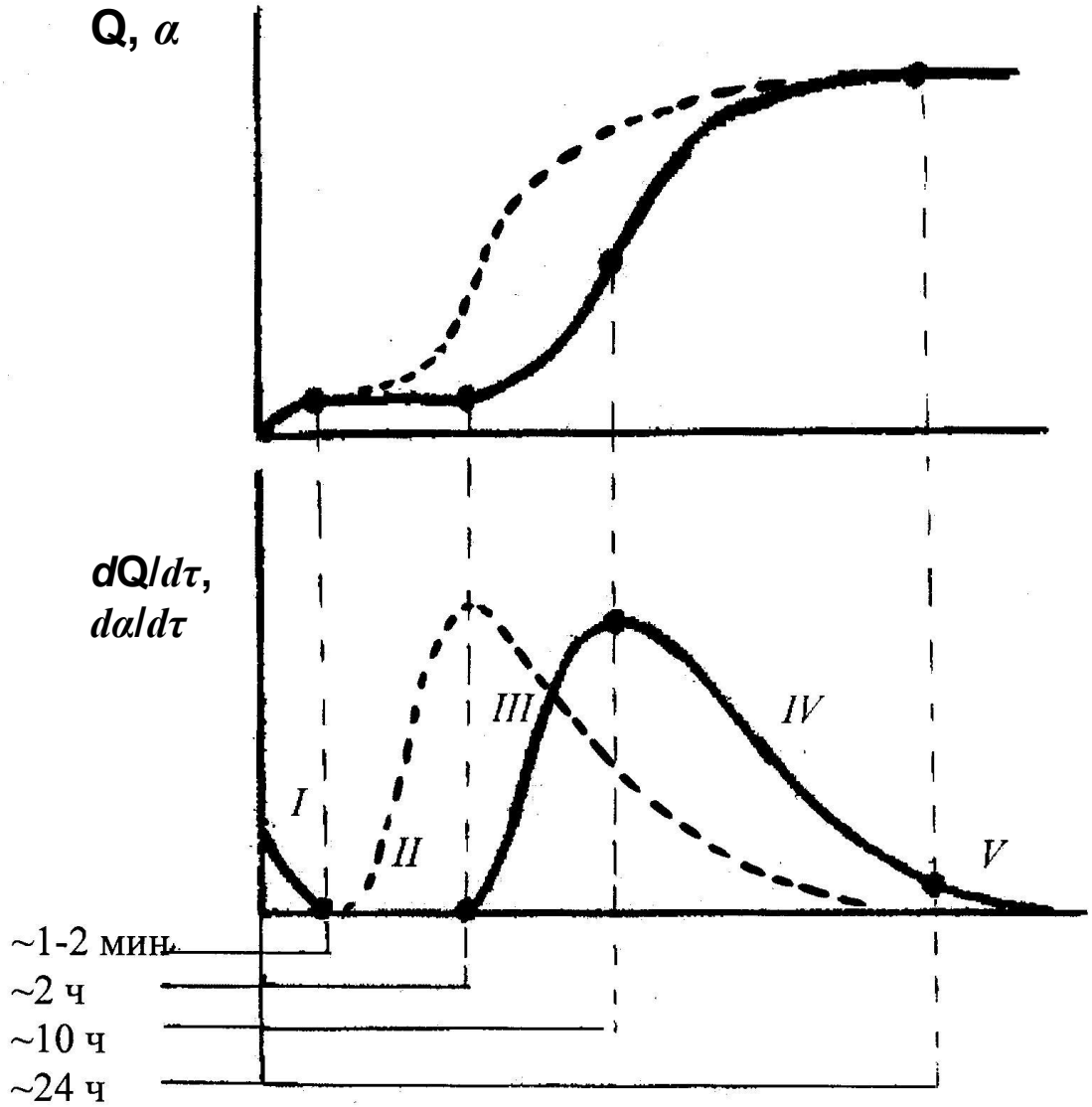




Содержание кремнезема в пастах C_3S в виде мономера, димера и полимера



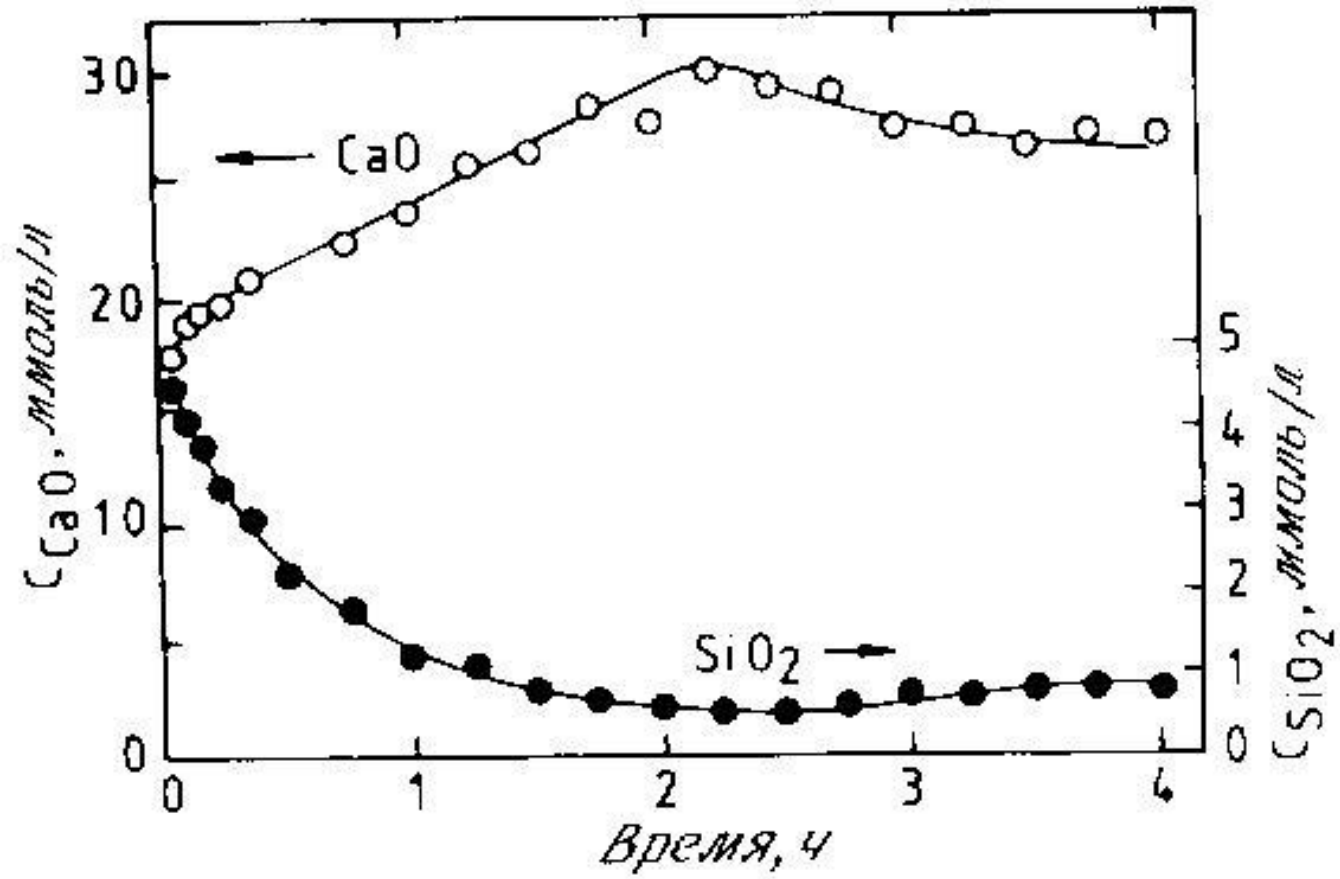
Интегральные и дифференциальные кривые гидратации портландцемента (C_3S)



I - начальный период; II - индукционный период, III - период ускорения, IV - период замедления, V - период медленного взаимодействия

пунктирной линией обозначены кривые гидратации в присутствии добавки-ускорителя

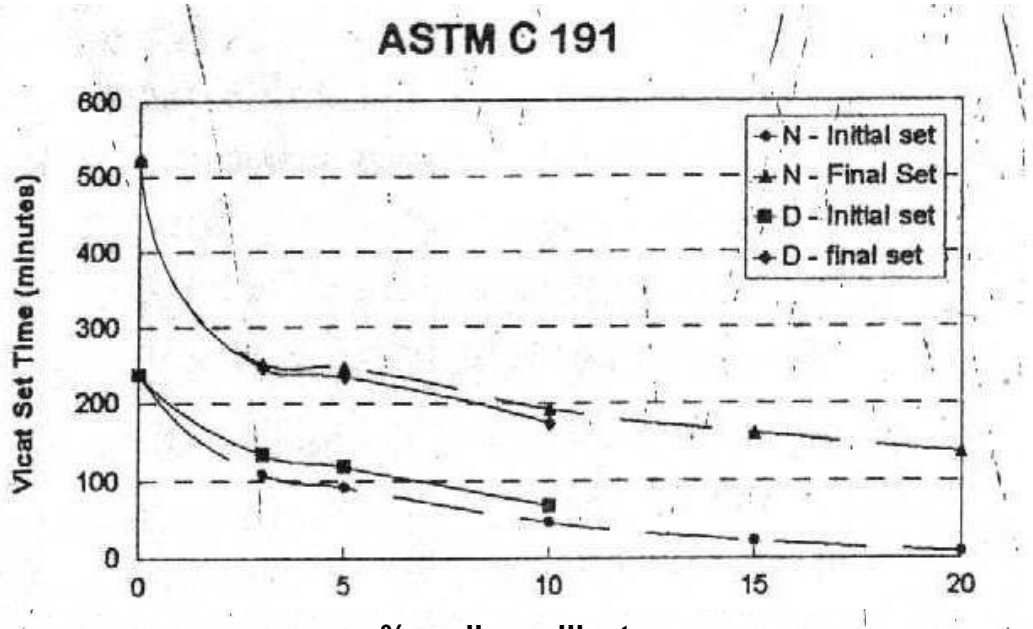
Зависимость концентрации CaO и SiO2 в цементной пасте от времени

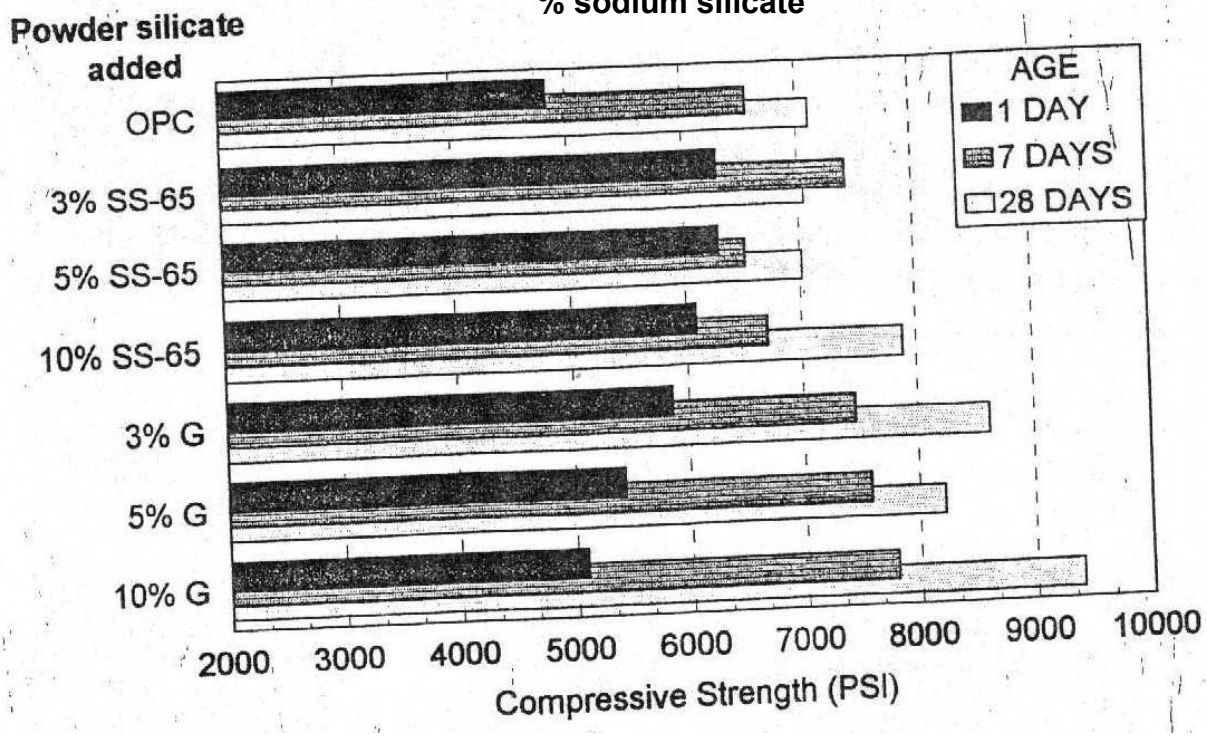


C3S (C2S) + H2O = C-S-H-гель + Ca(OH)2

$$\text{ПР}_{\text{Ca(OH)}_2} = \text{a}_{\text{Ca}^{2+}} \cdot \text{a}^2_{\text{OH}^-} = const(T)$$

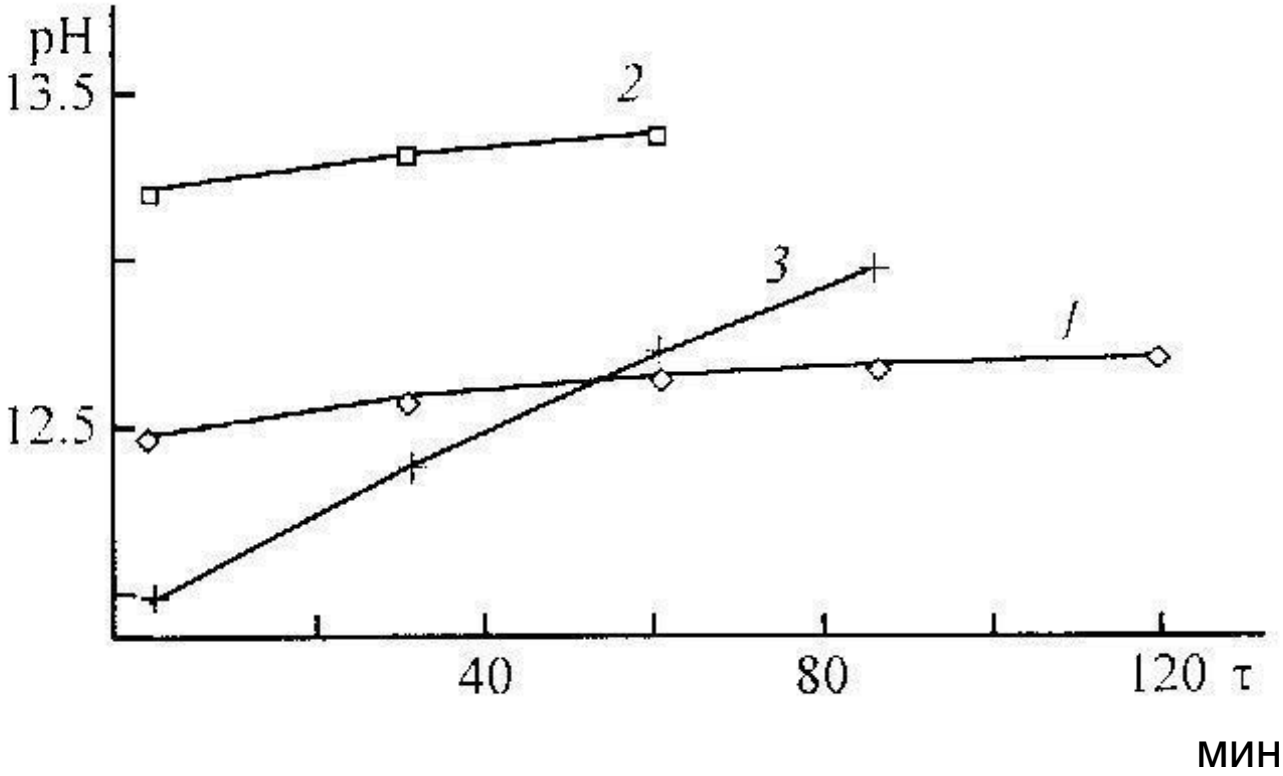
Влияние силикатов натрия на схватывание и твердение ПЦ





10th Int. Cong. Chem. Cem.: Proceed. - Gothenburg, 1997. V. 3. P. 3iii024 (8pp).

Зависимость величины pH цементных паст от времени



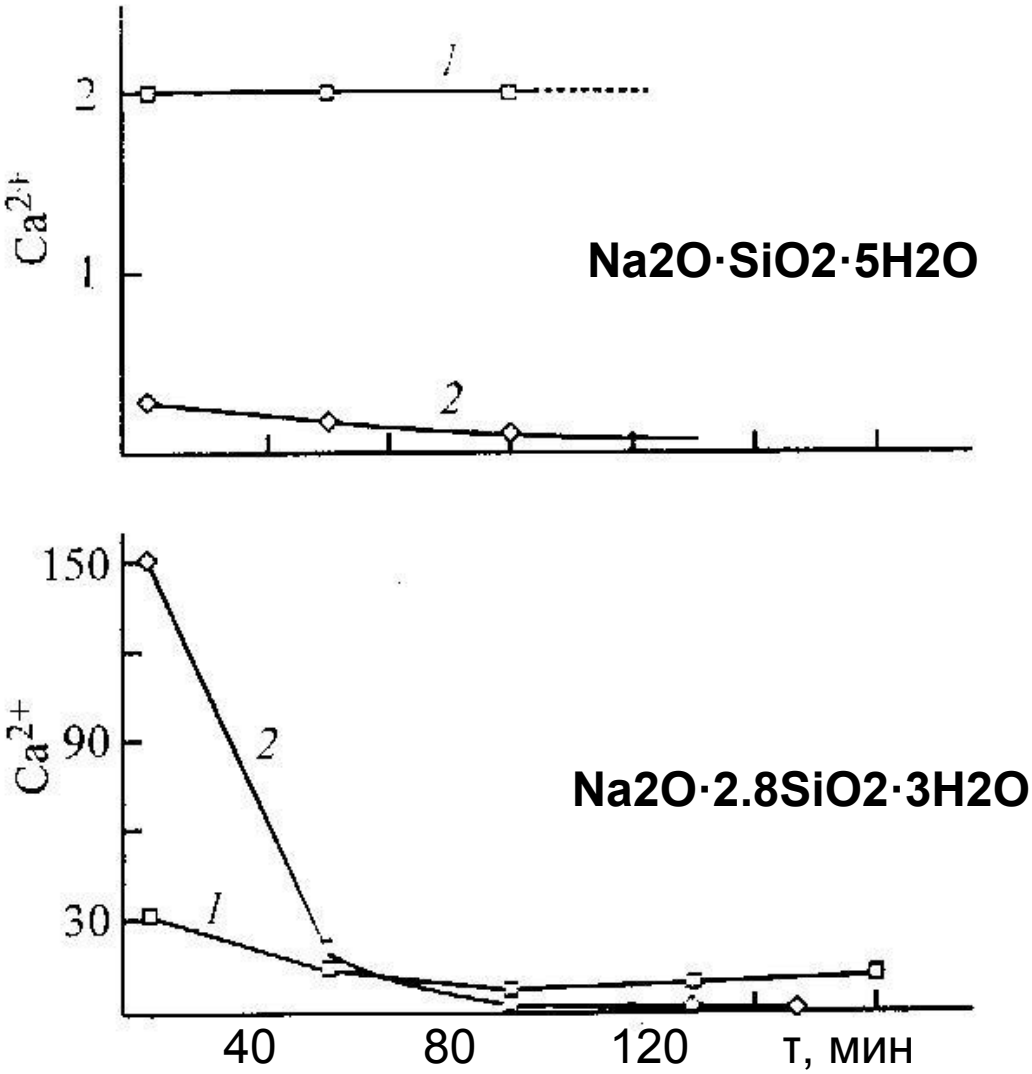
1 – контрольная паста;

2 – добавка метасиликата натрия $Na_2O \cdot SiO_2 \cdot 5H_2O$;

3 – добавка гидросиликата натрия $Na_2O \cdot 2.8SiO_2 \cdot 3H_2O$

ЖПХ. 2006. Т. 79. № 4. С. 533-536.

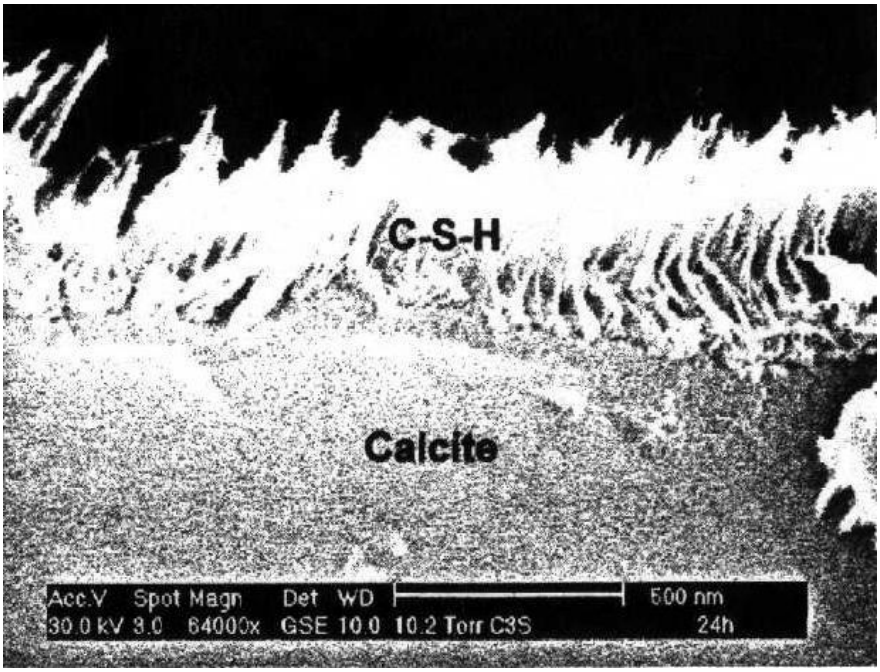
Концентрация кальция (ммоль/л) в жидкой фазе цементных паст в зависимости от времени

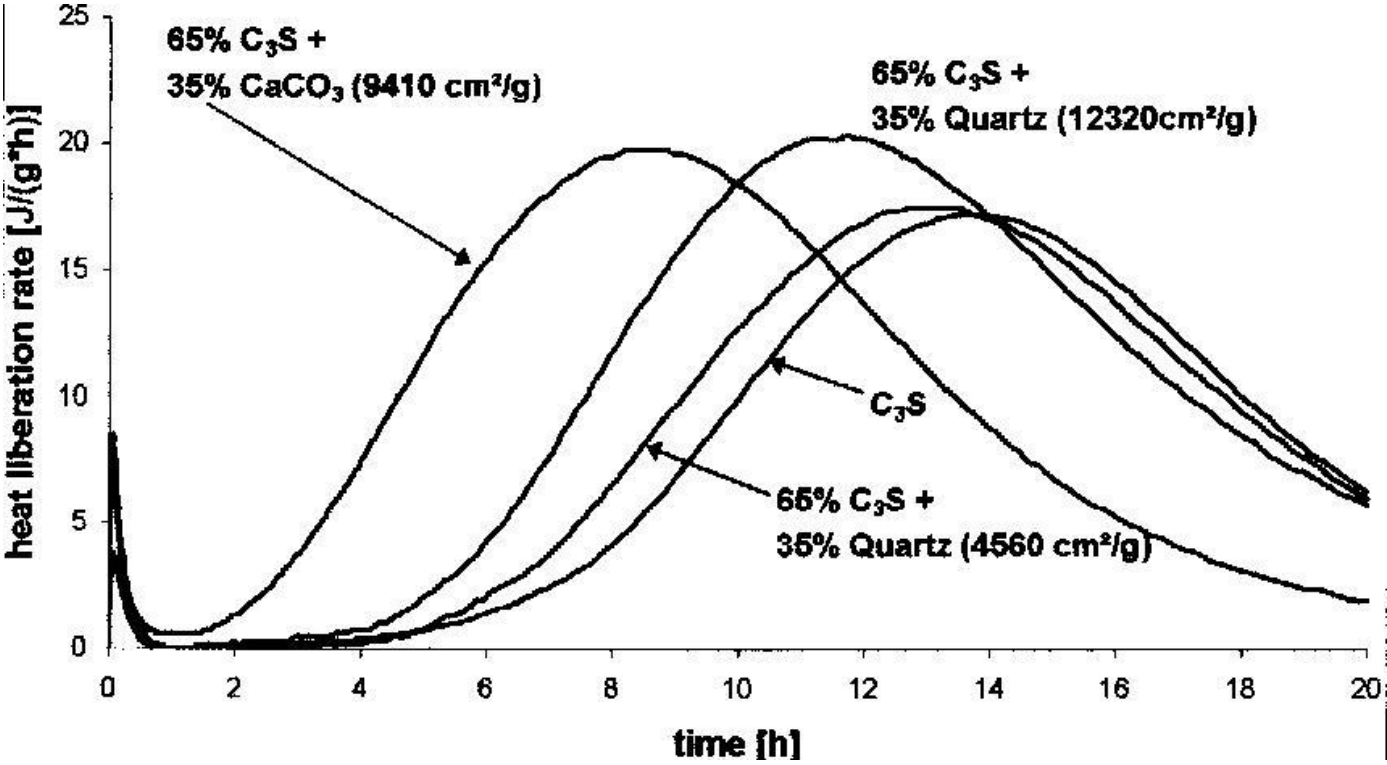


1- экспериментальные значения;

2 – расчетные (равновесные) концентрации

Нуклеация и рост C-S-H фазы на частицах минеральных добавок





Advances in Construction Materials. 2007. P. 531-538.