

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ КРЕМНЕБЕТОНА

Сланевский С. И. (Одесская государственная академия
строительства и архитектуры)

Исследован характер изменения свойств кремнебетона при различной продолжительности изотермической выдержки. Определена оптимальная продолжительность изотермической выдержки при различных рецептурно-технологических параметрах.

1. Методика проведения экспериментальных работ.

Изучали кинетику структурообразования кремнебетона, приготовленного на основе высококремнезёмистого щелочного стекла (ВКС вяжущего) с предельной крупностью зёрен 1,25 мм и на тридимито-кристобалитовом вяжущем (ТК вяжущем) с предельной крупностью зёрен 0,63 и 1,25 мм. Кремнебетон на ВКС вяжущем затворяли водой, а кремнебетон на ТК вяжущем – водой и жидким стеклом.

Время изотермической выдержки варьировали в интервале: для кремнебетона на основе ВКС вяжущего – от 7 до 35 часов; для кремнебетона на основе ТК вяжущего – от 10 до 49. Для бетона на ВКС вяжущем время изотермической выдержки закрепляли на пяти уровнях (7, 14, 21, 28 и 35 ч), а для бетона на ТК вяжущем – на семи уровнях (10, 14, 21, 28, 35, 42 и 49 ч). Уровни и интервалы варьирования времени изотермической выдержки выбирали, исходя из априорной информации. При этом принимали во внимание степень растворимости кремнезёма в различных полиморфных состояниях и при различной щёлочности среды, учитывали также как лабораторный, так и производственный опыт изготовления кремнебетона. В связи с тем, что время предварительной выдержки, подъёма и снижения температуры и давления не оказывает существенного влияния на кинетику структурообразования и свойства кремнебетона, оно было принято постоянным и соответственно составляло 3, 3 и 4 часа.

Исследования проводили на пяти составах, изготавливая образцы-кубы с размером ребра 10 см. Составы кремнебетона, отличающиеся

видом вяжущего, предельной крупностью зёрен ТК вяжущего и видом затворителя, приведены в табл. 1. О кинетике структурообразования кремнебетона судили по таким свойствам, как прочность, водопоглощение и водостойкость. Результаты испытаний образцов приведены в табл. 2.

Таблица 1.

Составы кремнебетонной смеси для определения оптимального времени изотермической выдержки кремнебетона

Наименование материалов	Номер состава				
	1	2	3	4	5
ВКС фракции менее 1,25 мм	301	—	—	—	—
ТК смесь фракции менее 0,63 мм	—	291	291	-	—
ТК смесь фракции менее 1,25 мм	—	—	—	307	307
Затравка, $S_{уд}=5000 \text{ см}^2/\text{г}$	297	328	328	346	346
Песок кварцевый рядовой	366	274	274	301	301
Щебень кварцитовый фракции 5-20 мм	1321	1379	1379	1321	1321
Жидкое стекло, $\rho = 1,3 \text{ г/см}^3$	—	—	167	—	164
Вода	121	128	—	128	—

Таблица 2.

Результаты испытаний образцов по определению оптимального времени изотермической выдержки кремнебетона

Номера составов	Время изотермической выдержки, ч	Свойства кремнебетона			
		Прочность на сжатие, МПа		Водостойкость, %	Водопоглощение, %
		в сухом состоянии	в водонасыщенном состоянии		
1	2	3	4	5	6
1	7	69,7	40,3	57,8	4,6
	14	110,3	79,1	71,7	3,4
	21	128,2	102,9	80,3	2,2
	28	123,1	92,2	74,9	2,6
	35	115,0	71,9	68,5	3,4
2	10	98,9	69,7	70,5	3,6
	14	104,5	86,0	82,3	3,2
	21	106,6	91,7	86,0	2,4
	28	108,1	81,9	75,8	3,0
	35	109,2	69,5	63,6	3,6
	42	110,4	64,7	58,6	3,8
	49	111,6	64,1	57,4	3,9

1	2	3	4	5	6
3	10	123,1	84,1	68,3	2,3
	14	134,2	101,3	75,5	1,4
	21	117,4	76,8	65,4	2,8
	28	99,2	46,1	46,5	4,8
	35	92,0	30,1	32,7	5,9
	42	89,5	23,5	26,3	6,4
	49	88,8	22,7	25,6	6,5
4	10	99,1	69,2	69,8	3,9
	14	106,8	83,4	78,1	3,5
	21	110,8	94,4	85,2	2,6
	28	112,8	94,0	83,3	2,7
	35	114,9	82,2	71,5	3,2
	42	116,2	74,1	63,8	3,5
	49	117,6	73,5	62,5	3,5
5	10	119,7	79,2	66,2	2,6
	14	132,0	99,1	75,1	1,7
	21	130,0	96,1	73,9	2,2
	28	114,5	70,8	61,8	4,2
	35	105,6	50,9	48,2	5,4
	42	102,7	38,5	37,5	5,9
	49	102,2	36,2	35,4	6,0

2. Анализ полученных результатов.

Исследуемые свойства кремнебетона в рассматриваемом эксперименте изменяются в достаточно широком интервале: прочность на сжатие в сухом состоянии – от 69,7 до 134,2 МПа, водостойкость – от 25,6 до 86 %, водопоглощение – от 1,4 до 6,5 %.

По полученным результатам построены графики зависимости прочности, водостойкости и водопоглощения кремнебетона от времени изотермической выдержки (см. рис. 1... 3).

Из приведенных зависимостей следует, что для всех составов кремнебетона в начальный период изотермической выдержки (до 15-20 часов) наблюдается интенсивное структурообразование, которое сопровождается ростом прочности и водостойкости и понижением водопоглощения кремнебетона. Оптимальное время изотермической выдержки зависит от исследуемых факторов и изменяется в интервале от 15 до 23 часов. Дальнейшее увеличение продолжительности изотермической выдержки приводит к деструктивным явлениям, природу которых ещё предстоит установить, и сопровождается существенным снижением свойств.

Как интенсивность процесса структурообразования, так и степень деструкции — в значительной степени зависят от щёлочности кремнезёмного вяжущего, предельной крупности его зёрен и вида затворителя. Со снижением предельной крупности зёрен техногенного кремнезёма и повышением щёлочности среды интенсивность процесса структурообразования возрастает, вследствие чего оптимальное время изотермической выдержки, обеспечивающее максимальную стойкость кремнебетона, снижается от 24 до 14 часов.

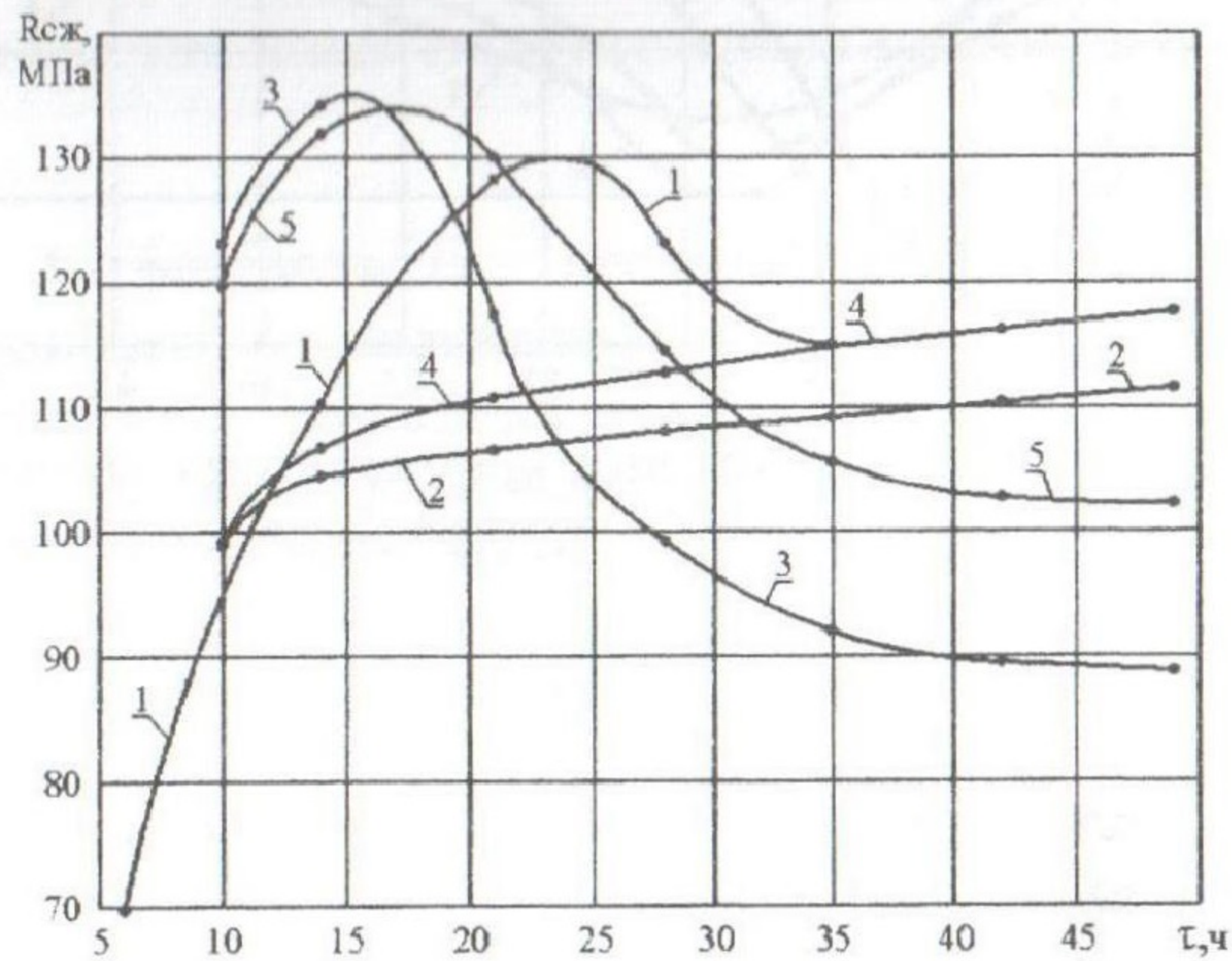


Рис. 1. Зависимость прочности кремнебетона от времени изотермической выдержки: 1... 5 — номера составов по табл. 1

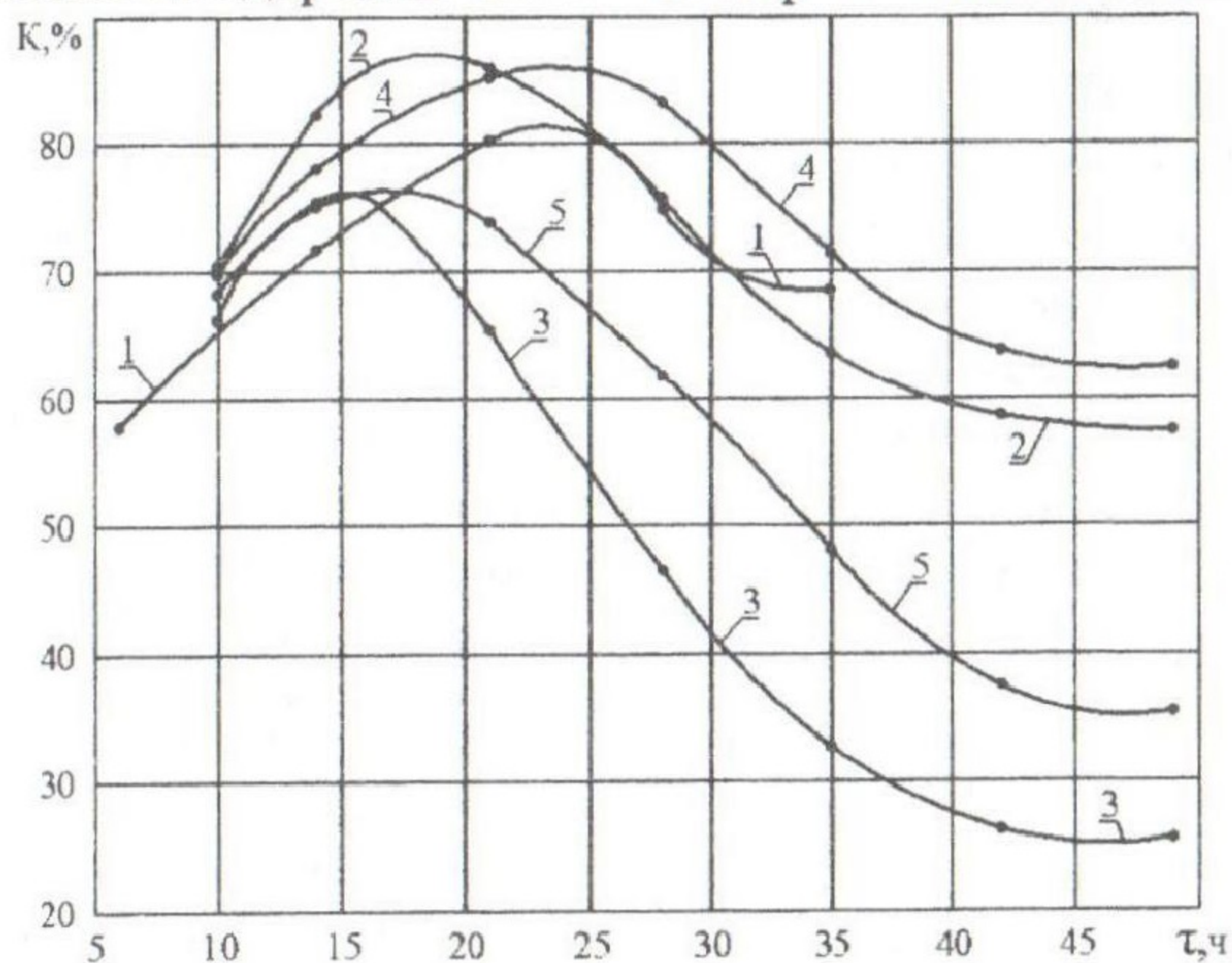


Рис. 2. Зависимость водостойкости кремнебетона от времени изотермической выдержки: 1... 5 — номера составов по табл. 1

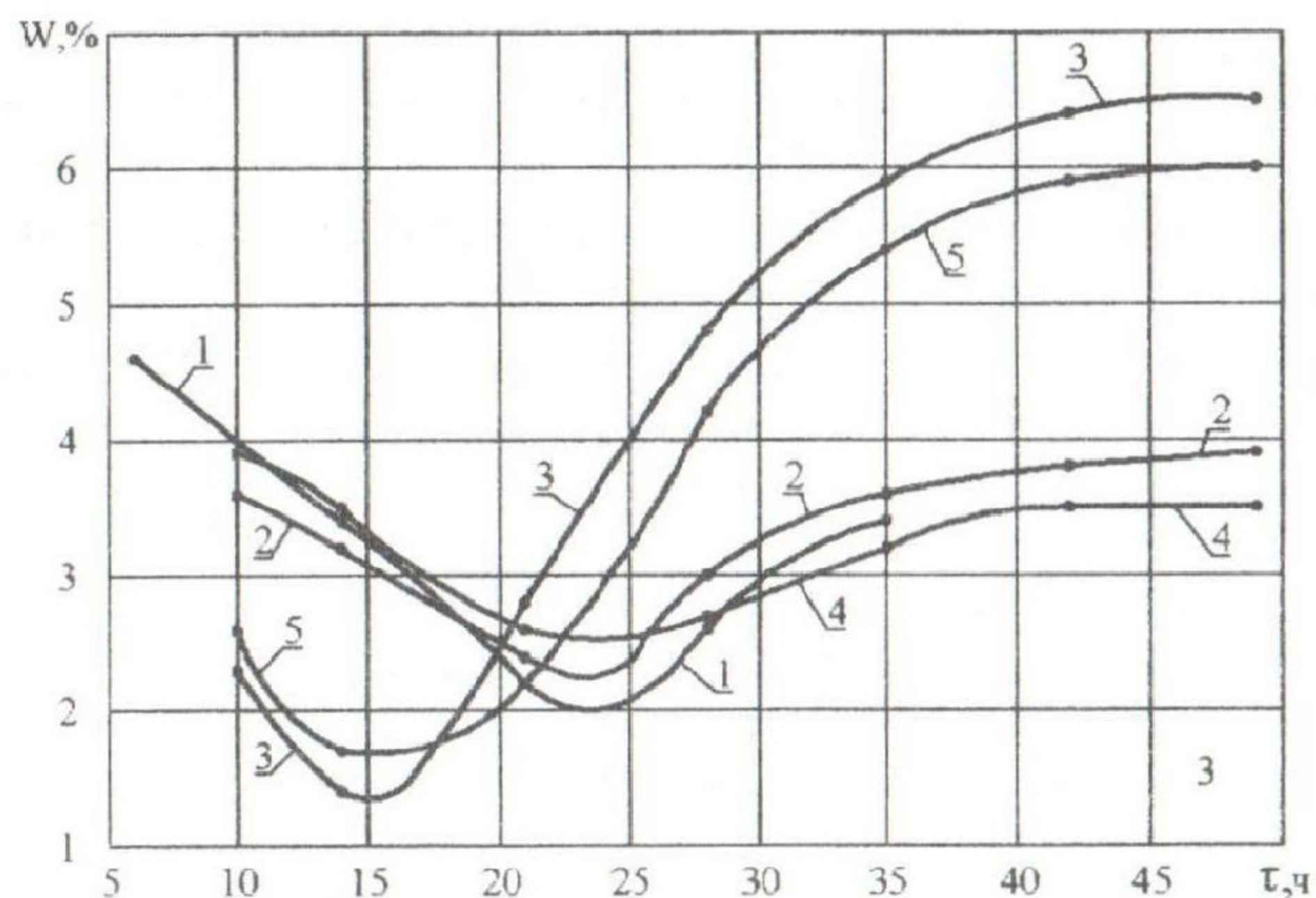


Рис. 3. Зависимость водопоглощения кремнебетона от времени изотермической выдержки: 1... 5 – номера составов по табл. 1

Вид кремнезёмного вяжущего при прочих равных условиях на интенсивность процесса структурообразования существенного влияния не оказывает. Так при предельной крупности зёрен ВКС вяжущего и ТК вяжущего 1,25 мм оптимальное время изотермической выдержки в обоих случаях составляет 20 часов. Степень деструкции кремнебетона главным образом зависит от вида кремнезёмного вяжущего и щёлочности среды. Изменение же предельной крупности зёрен техногенного кремнезёма с 1,25 до 0,63 мм существенного влияния не оказывает. С повышением щёлочности вяжущего степень деструкции повышается, вследствие чего, например, водостойкость состава № 3 изменяется в интервале от 75 до 25 %.

Наиболее высокими свойствами обладает кремнебетон на высококремнезёмистом щелочном стекле и тридимито-кристобалитовом вяжущем, затворённым жидким стеклом: прочность – 131... 138 МПа; водостойкость – 78... 83 %; водопоглощение – 1,3... 2,1%. Кремнебетон на ТК вяжущем, затворённый водой, обладает достаточно высокими характеристиками по прочности ($R=106... 110$ МПа), водостойкости ($K=80... 83\%$) и проницаемости ($W=2,1... 2,7\%$).

Учитывая характер влияния степени концентрации химически агрессивных растворов на свойства кремнебетона, в агрессивных средах низкой концентрации наиболее высокой стойкостью будет обладать кремнебетон на ТК вяжущем, затворённый водой, а в агрессивных средах средних и высоких концентраций – кремнебетон на ВКС и ТК вяжущем, затворённым жидким стеклом.