

## ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

УДК 54-145.16+546.284-325+553.55

## КАУСТИФИКАЦИЯ ЩЕЛОЧНО-КРЕМНЕЗЕМИСТЫХ РАСТВОРОВ

III. КАУСТИФИКАЦИЯ ЩЕЛОЧНО-КРЕМНЕЗЕМИСТЫХ РАСТВОРОВ  
ОБОЖЖЕННЫМ ИЗВЕСТНЯКОМ

Г. Г. МАРТИРОСЯН и Г. О. ГРИГОРЯН

Изучена зависимость степени каустификации щелочно-кремнеземистого раствора известью от температуры процесса и условий обжига известняка. Химическим, рентгенофазовым, термическим и кристаллооптическим анализами изучена зависимость составов получаемых соединений от концентрации  $\text{Na}_2\text{O}$  в исходном растворе, температуры и продолжительности процесса. Установлено, что максимальная степень каустификации достигается при использовании извести, полученной двухчасовым обжигом араратского известняка при  $1100^\circ$ . Повышение температуры процесса каустификации до  $80^\circ$  приводит к возрастанию степени каустификации до максимальной. Определены пределы концентрации раствора по  $\text{Na}_2\text{O}$ , температура и экспозиция процесса, при которых в результате каустификации образуется натрий-кальциевый гидрометасиликат.

В работе [1] было показано, что при каустификации щелочно-кремнеземистых растворов окисью магния получается  $\text{MgSiO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , который в исследуемых условиях (при температуре до  $350^\circ$ , концентрации раствора по  $\text{Na}_2\text{O}$  ( $\text{K}_2\text{O}$ ) до 250 г/л и экспозиции до 60 мин.) не взаимодействует со щелочью. При каустификации щелочно-кремнеземистых растворов гидроокисью кальция при температурах выше  $120^\circ$  [2,3] образуется натриево-кальциевый силикат. Известно также, что гидрометасиликат кальция при обработке едким натром переходит в  $\text{CaNa}[\text{HSiO}_4]$  [4].

Однако, зависимость образования натрий-кальциевого гидросиликата от концентрации щелочи в исходном растворе, температуры и продолжительности процесса исследована недостаточно подробно. Не изучено также влияние условий обжига известняка и температуры опыта на степень каустификации щелочно-кремнеземистого раствора. Различные исследования, ставившие целью установление оптимальной температуры обжига известняка для получения активной извести, дали различные результаты (от  $900$  до  $1250^\circ$ ) [5].

Целью настоящей работы является систематическое изучение каустификации щелочно-кремнеземистых растворов как с точки зрения установления технологических условий получения метасиликата кальция, так и выяснения некоторых вопросов принципиального значения.

## Экспериментальная часть

Известь для опыта была получена обжигом араратского известняка, содержащего 98%  $\text{CaCO}_3$  и 2% примесей ( $\text{MgCO}_3 + \text{SiO}_2 + \text{R}_2\text{O}_3$ ), со средним диаметром частиц 0,5 мм в электрической трубчатой печи, в кварцевой трубке ( $d = 40$  мм,  $l = 250$  мм).

Нагрев до требуемой температуры проводился в течение одного аса с последующей двухчасовой выдержкой при температурах 600, 700, 800, 900, 950, 1000, 1100°. В обожженном известняке было определено количество окиси кальция — общей и активной — комплексометрическим [6] и сахаратным [7] методами.

В опытах, относящихся к зависимости степени каустификации от условий обжига известняка и к влиянию температуры опыта на степень каустификации, использовался раствор следующей концентрации (г/л):  $\text{Na}_2\text{O}_{\text{кауст.}}$  — 63,55;  $\text{Na}_2\text{O}_{\text{кварб.}}$  — 6,2;  $\text{SiO}_2$  — 41,6. А в опытах, определяющих влияние концентрации  $\text{Na}_2\text{O}$  в исходном растворе, температуры и продолжительности процесса каустификации на состав осадка, использовались растворы с соотношением  $\text{Na}_2\text{O}/\text{SiO}_2$  от 1 до 5, при постоянной концентрации  $\text{SiO}_2$  (~50 г/л).

Опыты по определению зависимости скорости каустификации от температуры и продолжительности обжига известняка проводились в литровом реакторе при температуре 80° и продолжительности два часа; остальные опыты — в полулитровом автоклаве при общей экспозиции 1,5 часа и экспозиции при исследуемой температуре 20 минут. Пульпа после необходимой выдержки в автоклаве сразу же фильтровалась, осадок семикратно промывался водой ( $t=80^\circ$ ) путем репульпации при Ж : Т = 10 : 1 (продолжительность репульпации — 5 мин.) и фильтрации. Осадки, полученные после промывки и сушки при 110°, для отличия от остальных осадков, называемые готовым продуктом, а также осадки до промывки подвергались химическому анализу. Содержание химически связанной воды определялось по разнице между п.п.п и  $\text{CO}_2$  в высушенном при 110° осадке. Содержание  $\text{Na}_2\text{O}$  в осадке определялось методом пламенной фотометрии. Проводились рентгенометрические, термические и кристаллооптические исследования осадков.

*Зависимость степени каустификации от температуры и продолжительности обжига известняка.* Результаты опытов по обжигу известняка приведены на рисунках 1 (кр. 1, 3) и 2 (кр. 1, 2, 3, 4). Как следует из полученных данных, известняк не разлагается при температуре до 800°, при 900° разлагается медленно (за 2 часа  $\text{CaO}$  акт. 50%), а при 1100° разложение практически заканчивается за час ( $\text{CaO}$  акт. = 94,5%). Полученные образцы были использованы для каустификации щелочно-кремнеземистого раствора. Обожженный известняк брался из расчета 1 моль  $\text{CaO}$  общ. на 1 моль  $\text{SiO}_2$ .

Как следует из данных, приведенных на рисунке 1, количество активной  $\text{CaO}$  в обожженном известняке и скорость каустификации (кр. 3 и 2) растут с увеличением температуры обжига до 1100°. Про-

должительность обжига известняка также значительно влияет на степень каустификации; так, увеличение продолжительности обжига (до 6 часов) при температурах ниже  $1100^{\circ}$  приводит к возрастанию степени каустификации (рис. 2, кр. 5), а при  $1100^{\circ}$  (более двух часов) — к уменьшению (рис. 2, кр. 6)..

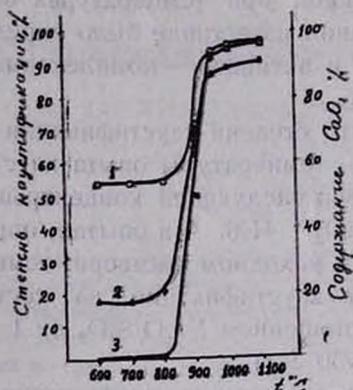


Рис. 1. Зависимость изменения содержания общей и активной СаО в обожженном известняке и степени каустификации щелочно-кремнеземистого раствора от температуры обжига известняка. (1 — СаО общ.; 2 — степень каустификации, 3 — СаО акт.).

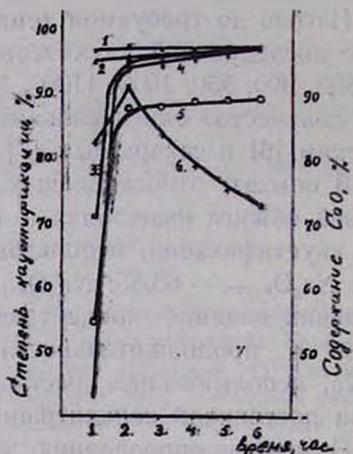
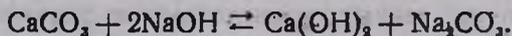


Рис. 2. Зависимость содержания общей и активной СаО в обожженном известняке и степени каустификации от продолжительности обжига известняка, при  $950^{\circ}$  и  $1100^{\circ}$ С. (1 — СаО общ. при  $1100^{\circ}$ , 2 — СаО акт. при  $1100^{\circ}$ , 3 — СаО общ. при  $950^{\circ}$ , 4 — СаО акт. при  $950^{\circ}$ , 5 — степень каустификации известью, обожженной при  $950^{\circ}$ , 6 — степень каустификации известью, обожженной при  $1100^{\circ}$ ).

Повышение температуры обжига ( $>1100^{\circ}$ ) приводит к увеличению плотности извести и уменьшению степени деформации кристаллической решетки извести [5], чем и объясняется снижение степени каустификации.

Из приведенных данных следует, что максимальная степень каустификации достигается при использовании извести, полученной двухчасовым обжигом араратского известняка при  $1100^{\circ}$ .

Хотя при температуре обжига  $800^{\circ}$  СаО акт. в обожженном известняке составляет всего  $1,3\%$ , она каустифицирует раствор на  $20\%$  (рис. 1). В данном случае процесс каустификации осуществляется гидроокисью кальция, образующейся по следующей реакции:



Этот факт подтверждается тем, что в опытах, проведенных и с обожженным (при  $600\text{--}800^{\circ}$ , рис. 1, кр. 2), и с необожженным из-

вестняком (табл. 1) степень каустификации практически одинакова, а содержание  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  в реакционной среде в течение опытов повышается от 14,93 до 33,7 г/л.

Таблица 1

Взаимодействие щелочно-кремнеземистого раствора ( $\text{Na}_2\text{O}$  кауст. — 63,55;  $\text{Na}_2\text{O}$  карб. — 6,2;  $\text{SiO}_2$  — 41,6 г/л) с необожженным известняком

Количество раствора, мл	Количество известняка, г	Температура опыта, °С	Продолжительность опыта, час	Состав фильтрата, г/л				Состав осадка, %			
				$\text{Na}_2\text{O}$ кауст.	$\text{Na}_2\text{O}$ карб.	$\text{SiO}_2$	Степень каустификации, %	$\text{CaO}$	$\text{SiO}_2$	$\text{CO}_2$	Молярное отношение $\text{CaO}/\text{SiO}_2$
300	21,3	80	2	55,02	13,95	33,1	20,4	41,42	13,8	30,1	3,21

Расчет на основании данных, приведенных в таблице 2, показывает, что при каустификации щелочно-кремнеземистого раствора необожженным известняком при данных условиях из общего количества окиси кальция 31,2% связываются с  $\text{SiO}_2$ , а 68,8% остаются связанными с  $\text{CO}_2$ .

#### *Влияние температуры опыта на степень каустификации.*

Изучена степень каустификации щелочно-кремнеземистого раствора указанного состава в интервале температур 25—150°. В опытах были использованы: известь марки „ЧДА“, известь, полученная в электропечи при 950°, и на заводе — (в шахтных печах) с целью установления влияния способа получения извести на степень каустификации. Количество извести для опыта определялось по содержанию активной окиси кальция.

Как следует из данных, приведенных на рис. 3, повышение температуры процесса приводит к увеличению степени каустификации.

При использовании реактивной извести максимальная степень каустификации достигается при 80°; дальнейшее повышение температуры существенного влияния не оказывает.

Образцы извести, полученные из араратского известняка в лабораторных и промышленных условиях, активны практически одинаково (кр. 2, 3).

Повышенная степень каустификации при использовании реактивной извести (кр. 1) объясняется высокой дисперсностью последней (судя по размеру частиц извести).

*Влияние концентрации  $\text{Na}_2\text{O}$  в исходном растворе, температуры и продолжительности процесса каустификации на состав получаемых соединений.* Опыты проводились при температурах от 80 до 250°. Использовалась окись кальция марки „ЧДА“.

Результаты химических анализов (рис. 4) показывают, что при постоянной экспозиции повышение температуры процесса и концентрации в исходном растворе приводит к увеличению количества  $\text{Na}_2\text{O}$  в готовом продукте, причем влияние изменения температуры значи-

Таблица 2

Состав осадка до и после промывки в зависимости от условий опыта

№ опыта	Концентрация исходного раствора, г/л		Температура опыта, °С	Состав фильтрата			Состав осадка, %								Молярное соотношение Са/SiO <sub>2</sub> в осадке
	Na <sub>2</sub> O общ.	SiO <sub>2</sub>		Na <sub>2</sub> O общ., г/л	SiO <sub>2</sub> , г/л	степень каустификации, б/д	СаО	SiO <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ппп	СО <sub>2</sub>	сумма	влага	
1	51,15	50,68	80	45,7	1,32	97,3	до промывки								1,05
							38,06	38,62	8,2	0,51	14,34	0,51	99,63	33,4	
2	248,0	50,00	200	215,45	1,28	97,5	после промывки								1,0
							40,90	43,82	0,20	0,50	14,0	0,50	99,42	49,2	
2	248,0	50,00	200	215,45	1,28	97,5	до промывки								1,02
							32,95	34,56	21,8	0,8	9,44	2,0	99,55	—	
2	248,0	50,00	200	215,45	1,28	97,5	после промывки								1,0
							34,60	37,2	18,4	0,55	9,0	1,86	99,75	—	

тельно заметнее при высоких концентрациях по  $\text{Na}_2\text{O}$ . Так, при каустификации раствора концентрацией ( $z/l$ )  $\text{Na}_2\text{O}$ —51,15,  $\text{SiO}_2$ —50,68 с повышением температуры от 80 до  $250^\circ$  содержание  $\text{Na}_2\text{O}$  в готовом продукте возрастает в 3,7 раза (рис. 4, кр. 5), а при концентрации исходного раствора  $\text{Na}_2\text{O}$ —248,0,  $\text{SiO}_2$ —50,0 количество  $\text{Na}_2\text{O}$  в готовом продукте возрастает примерно в 34 раза (рис. 4, кр. 1). Из данных анализов (табл. 2) видно, что осадок, полученный каустификацией растворов сравнительно низкой концентрации, при низких температурах, до и после промывки

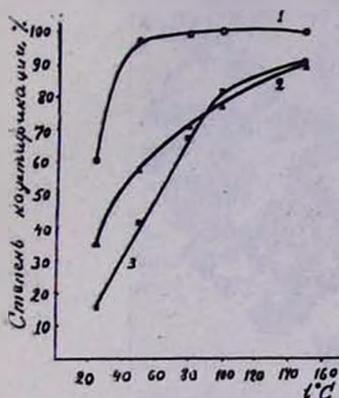


Рис. 3. Зависимость степени каустификации от температуры процесса и способа получения извести. (1 — реактивная известь, 2 — известь, обожженная при  $950^\circ$ , 3 — известь, обожженная в заводских условиях).

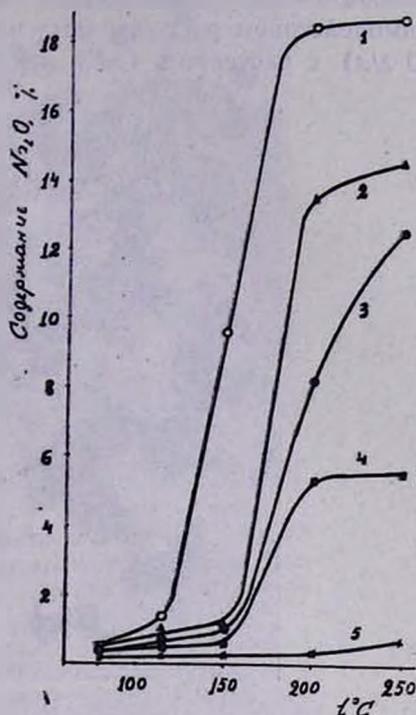


Рис. 4. Зависимость изменения содержания  $\text{Na}_2\text{O}$  в осадке после промывки и сушки от концентрации  $\text{Na}_2\text{O}$  в исходном растворе и температуры опыта. (Концентрация исходных растворов ( $z/l$ ): 1— $\text{Na}_2\text{O}$  общ.—248,0,  $\text{SiO}_2$ —50,0. 2— $\text{Na}_2\text{O}$  общ.—200,3,  $\text{SiO}_2$ —49,9; 3— $\text{Na}_2\text{O}$  общ.—142,6,  $\text{SiO}_2$ —48,65. 4— $\text{Na}_2\text{O}$  общ.—101,9,  $\text{SiO}_2$ —50,6. 5— $\text{Na}_2\text{O}$  общ.—51,15,  $\text{SiO}_2$ —50,68).

представляет собой  $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ; осадки же, полученные при высоких температурах из растворов высоких концентраций по  $\text{Na}_2\text{O}$ — $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ .

Эти результаты были подтверждены рентгеноструктурными анализами. Межплоскостные расстояния самых интенсивных линий осадков, полученных каустификацией растворов низкой концентрации по  $\text{Na}_2\text{O}$  при низких температурах, равны 3,2854, 3,013 Å до промывки и 3,267, 2,998 Å — после промывки, и для осадков, полученных из растворов высокой концентрации по  $\text{Na}_2\text{O}$  при высоких температурах,

равны 3,759, 2,823, 2,675 Å, до промывки, и 3,811, 2,811, 2,685 Å после промывки. Они идентичны с данными Тило [4]. Вышеизложенное подтверждается также термическими и оптическими анализами. Кристаллооптические исследования показывают, что осадки, полученные взаимодействием раствора метасиликата натрия ( $\text{Na}_2\text{O} - 50,0$ ;  $\text{SiO}_2 - 50,0$  г/л) с раствором  $\text{CaCl}_2$ , а также с окисью кальция при  $80^\circ$ ,

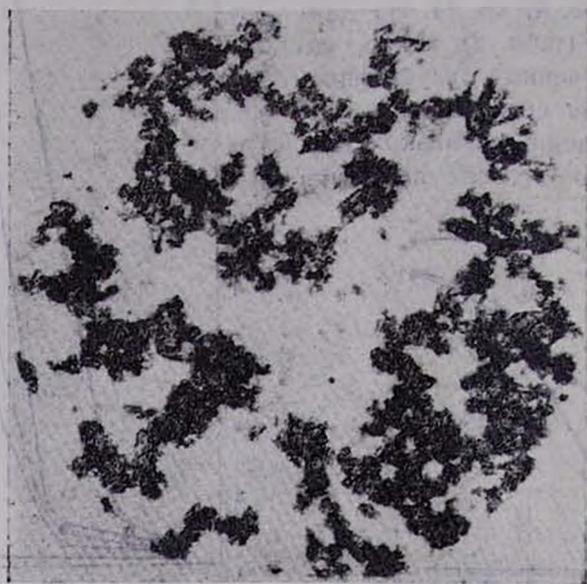


Рис. 5. Гидрометасиликат кальция, полученный взаимодействием растворов метасиликата натрия ( $\text{Na}_2\text{O} - 50,0$  г/л;  $\text{SiO}_2 - 50,0$  г/л) и хлористого кальция при  $80^\circ\text{C}$ . Проходящий свет,  $\times 200$ .

после промывки (рис. 5, 6) идентичны. Около 50% массы составляют бесформенные зернистые кристаллы бесцветного минерала, обладающие очень высоким двупреломлением, а вторая половина представлена аморфными зернами буроватого цвета. Осадок, полученный при взаимодействии щелочно-кремнеземистого раствора ( $\text{Na}_2\text{O} - 248$  г/л;  $\text{SiO}_2 - 50$  г/л) с окисью кальция при  $200^\circ$ , после промывки состоит из короткопризматических бесцветных, сравнительно крупных кристаллов с очень высоким двупреломлением (рис. 7).

Определялись также показатели преломления некоторых осадков после промывки и сушки (табл. 3). Для первой пробы определены  $N_g$  и  $N_p$ , для остальных, вследствие мелкодисперсности их, только  $N$ .

Как показывают данные, приведенные в таблице 3, с повышением температуры и концентрации щелочи в исходном растворе показатель преломления возрастает.

Термические исследования показывают, что гидрометасиликат кальция, полученный при низких температурах из щелочно-кремнеземистых растворов низкой концентрации по  $\text{Na}_2\text{O}$  (рис. 8), при на-

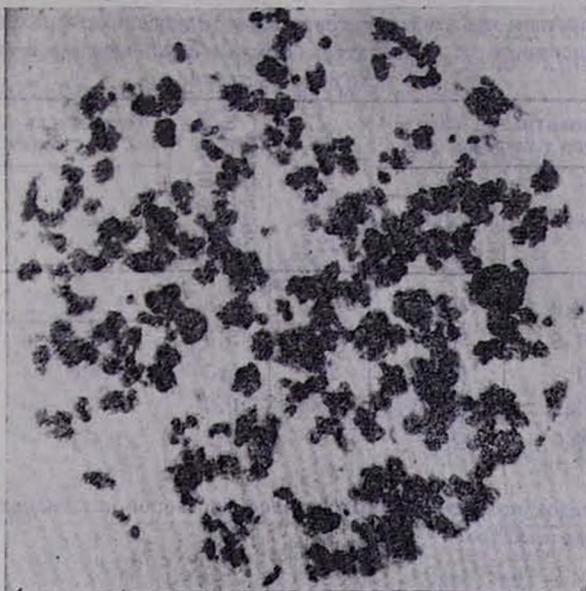


Рис. 6. Гидрометасиликат кальция, полученный каустификацией раствора метасиликата натрия ( $\text{Na}_2\text{O} - 50 \text{ г/л}$ ,  $\text{SiO}_2 - 50,0 \text{ г/л}$ ) окисью кальция при  $80^\circ$ . Проходящий свет,  $\times 200$ .

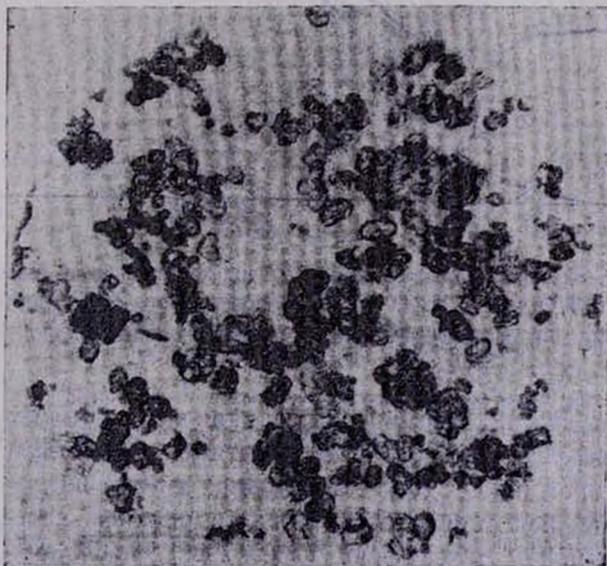


Рис. 7. Натрий-кальциевый гидросиликат, полученный каустификацией щелочно-кремнеземистого раствора ( $\text{Na}_2\text{O} - 248,0 \text{ г/л}$ ,  $\text{SiO}_2 - 49,98 \text{ г/л}$ ), окисью кальция при  $200^\circ$ . Проходящий свет,  $\times 200$ .

Таблица 3

Показатели преломления кристаллов гидросиликата кальция в зависимости от температуры опыта и концентрации щелочи в исходном растворе

№ № п/п	Концентрация исходного раствора, г/л		Температура опыта, °С	Содержание Na <sub>2</sub> O в осадке после промывки, 0/0	Показатель преломления	
	Na <sub>2</sub> O	SiO <sub>2</sub>			Ng	Np
1	248,0	49,98	150	16,5	1,570	1,552
2	101,9	50,63	250	5,5	1,564	— 1,567
3	101,9	50,63	200	5,39	1,540	— 1,543
4	101,9	50,63	80	0,6	1,534	— 1,537
5*	100,0	98,5	80	0,2	1,477	— 1,479

\* Осадок получен взаимодействием растворов метасиликата натрия и хлористого кальция.

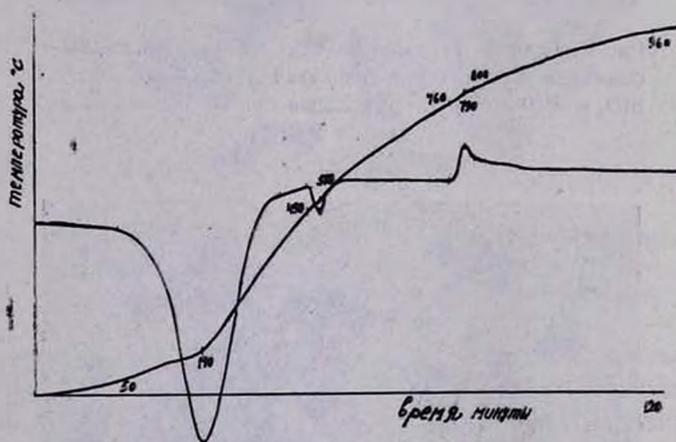


Рис. 8. Термограмма промытого гидрометасиликата кальция ( $\text{CaO/SiO}_2 - 1,0$ ;  $\text{Na}_2\text{O} - 0,73\%$ ), полученного при каустификации щелочно-кремнеземистого раствора ( $\text{Na}_2\text{O} - 50,0$  г/л;  $\text{SiO}_2 - 50,0$  г/л) известью при  $80^\circ$ .

гревании дает два эндотермических и один экзотермический эффекты. Первый эндоэффект ( $50-140^\circ$ ) соответствует выделению адсорбционной воды, второй ( $490-510^\circ$ ) — выделению химически связанной воды и дегидратации некоторого количества гидроокиси кальция, не вступившей в реакцию. Экзоэффект ( $760-790^\circ$ ), наиболее характерный для метасиликата кальция, соответствует превращению последнего в волластонит.

С увеличением концентрации щелочи в исходном растворе и температуры опыта (рис. 9, 10) картина меняется: второй эндоэффект продвигается в сторону высоких температур, а экзоэффект посте-

пенно уменьшается и, наконец, при отсутствии гидрометасиликата кальция в том же температурном интервале наблюдается эндозэффект, который, по-видимому, соответствует разрушению кристаллической решетки натрий-кальциевого гидрометасиликата.

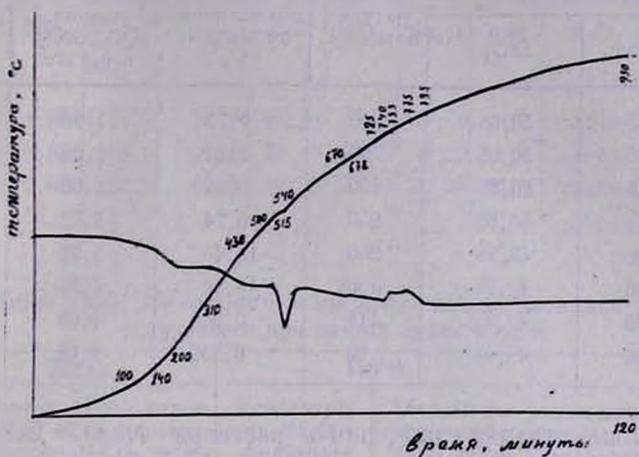


Рис. 9. Термограмма промытого гидрометасиликата кальция ( $\text{CaO}/\text{SiO}_2 - 1,04$ ;  $\text{Na}_2\text{O} - 4,5\%$ ), полученного при каустификации щелочно-кремнеземистого раствора ( $\text{Na}_2\text{O} - 101,9 \text{ г/л}$ ;  $\text{SiO}_2 - 50,6 \text{ г/л}$ ) известью при  $250^\circ$ .

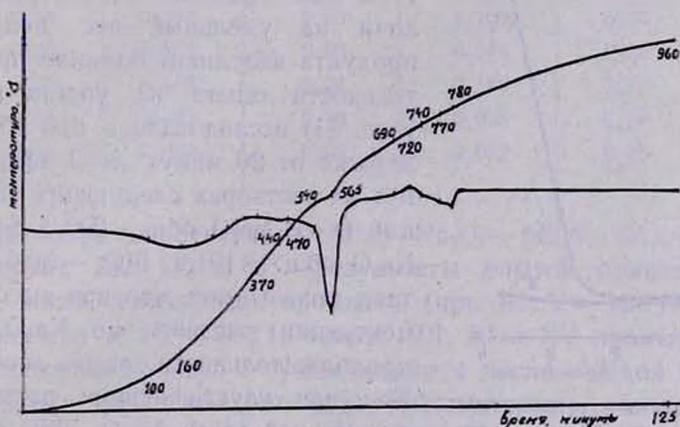


Рис. 10. Термограмма промытого кальций-натриевого гидросиликата ( $\text{CaO}/\text{SiO}_2 - 1,1$ ,  $\text{Na}_2\text{O} - 11,0\%$ ), полученного при каустификации раствора ( $\text{Na}_2\text{O} - 142,6 \text{ г/л}$ ,  $\text{SiO}_2 - 48,65 \text{ г/л}$ ) известью при  $250^\circ$ .

В зависимости от температуры процесса и концентрации щелочи в исходном растворе изменяются удельные веса осадков после промывки (табл. 4). Так, с повышением температуры процесса от  $80^\circ$  до  $250^\circ$  при концентрации исходного раствора  $\text{Na}_2\text{O} - 51,15 \text{ г/л}$ ;  $\text{SiO}_2 - 50,68 \text{ г/л}$  удельный вес осадка возрастает от  $1,7054$  до  $2,2497 \text{ г/см}^3$  (1,32 раза).

Таблица 4

Зависимость удельного веса осадка от температуры опыта и концентрации щелочи в исходном растворе

№ п/п	Концентрация исходного раствора, г/л		Температура опыта, °С	Содержание $\text{Na}_2\text{O}$ в осадке после промывки, %	Молярное соотношение $\text{CaO}/\text{SiO}_2$ в осадке	Удельный вес промытого осадка, г/см <sup>3</sup>
	$\text{Na}_2\text{O}$ общ.	$\text{SiO}_2$				
1	51,15	50,68	80	0,73	1,00	1,7054
2	51,15	50,68	80	0,24	1,06	1,7090
3	51,15	50,68	150	0,29	1,00	1,9311
4	51,15	50,68	250	0,74	1,02	2,2497
5	248,00	49,98	200	19,40	1,00	2,5341
6	248,00	49,98	150	16,50	0,99	2,3699
7	248,00	49,98	115	0,566	1,00	2,3549
8	248,00	49,98	80	0,539	1,05	2,3500

При концентрации исходного раствора  $\text{Na}_2\text{O}$  — 248,0;  $\text{SiO}_2$  — 49,98 г/л с повышением температуры опыта от 80 до 200° удельный вес полученного продукта возрастает от 2,3500 до 2,5341 г/см<sup>3</sup> (1,08 раза).

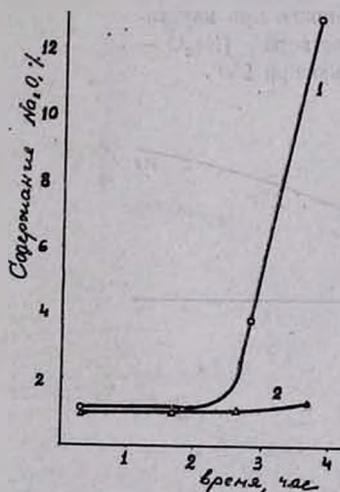


Рис. 11. Зависимость изменения содержания  $\text{Na}_2\text{O}$  в осадке (после промывки и сушки) от продолжительности опыта при 150°С. Концентрация исходных растворов (г/л): 1— $\text{Na}_2\text{O}$  общ.— 200,3,  $\text{SiO}_2$ —49,9 2— $\text{Na}_2\text{O}$  общ.— 101,9,  $\text{SiO}_2$ —50,6.

Таким образом, влияние температуры при высоких концентрациях щелочи на удельный вес полученного продукта невелико. Влияние продолжительности опыта на состав продукта (рис. 11) исследовалось при 150° и выдержке от 20 минут до 3 часов 50 минут на растворах следующих концентраций (г/л):  $\text{Na}_2\text{O}$  общ.—200,3;  $\text{SiO}_2$ —49,9;  $\text{Na}_2\text{O}$  общ.— 101,9,  $\text{SiO}_2$ —50,6. Результаты показывают, что при высокой концентрации раствора по  $\text{Na}_2\text{O}$  влияние продолжительности опыта значительно.

Так, при каустификации раствора концентрацией (г/л)  $\text{Na}_2\text{O}$  — 200,3;  $\text{SiO}_2$  — 49,9 с увеличением продолжительности до 2 часов содержание  $\text{Na}_2\text{O}$  в готовом продукте не превышает 1,15%, с увеличением продолжительности от 2,6 до 3,8 часов оно повышается в 7,17 раз (от 1,8 до 12,9%). При каустификации раствора концентрации (г/л)  $\text{Na}_2\text{O}$  — 101,9  $\text{SiO}_2$  — 50,6 повышение продолжительности заметного эффекта не производит.

Для установления устойчивости связи между  $\text{Na}_2\text{O}$  и  $\text{CaSiO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  в зависимости от температуры опыта осадок, полученный каустифи-

Таблица 5

Состав осадков, полученных при различных температурах

Температура охлаждения, °С	Состав фильтрата, г/л			Состав осадка до промывки, %							Молярное соотношение CaO/SiO <sub>2</sub>
	Na <sub>2</sub> O общ.	SiO <sub>2</sub>	степень каустифика- ции, %	влаж- ность	CaO	SiO <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O	ппп	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	сумма	
250	122,14	1,20	97,7	53,14	29,40	28,60	32,10	9,8	следы	99,9	1,09
115	128,26	0,85	98,2	69,2	23,40	24,50	40,20	11,6	следы	99,7	1,02
80	132,52	0,67	98,5	69,5	24,25	25,44	40,00	10,3	следы	99,99	1,02

Таблица 6

Количество Na<sub>2</sub>O, отмываемого водой после каждой промывки из осадка, полученного при разных температурах

№№ промывок	250°С		115°С		80°С	
	Концентра- ция Na <sub>2</sub> O в фильтрате после про- мывки, г/л	Абсолютное количество Na <sub>2</sub> O, пере- ходящей в раствор, г	Концентра- ция Na <sub>2</sub> O в фильтрате после про- мывки, г/л	Абсолютное количество Na <sub>2</sub> O, пере- ходящей в раствор, г	Концентра- ция Na <sub>2</sub> O в фильтрате после про- мывки, г/л	Абсолютное количество Na <sub>2</sub> O, пере- ходящей в раствор, г
1	6,97	2,020	43,00	12,420	43,01	12,460
2	1,30	0,380	15,50	4,490	15,50	4,500
3	0,68	0,197	5,95	1,720	6,30	1,830
7	0,25	0,072	0,60	0,174	0,36	0,104
8	0,20	0,116	0,31	0,180	0,25	0,144
11	0,15	0,087	0,10	0,058	0,09	0,052
15	0,15	0,087	0,09	0,052	0,06	0,034

кацией раствора концентрации (г/л) Na<sub>2</sub>O — 142,6; SiO<sub>2</sub> — 48,65 при температурах 250, 115 и 80° (результаты опытов приведены в таблице 5), после семикратной промывки (при Ж:Т = 10:1) промывали еще 8 раз при Ж:Т = 20:1. После VII, XI и XV промывок определялось содержание Na<sub>2</sub>O в сухом осадке, а после каждой промывки — в фильтрате. Результаты (см. табл. 6) показывают, что из I осадка в течение первых двух промывок, а из II и III осадков в течение 7 промывок Na<sub>2</sub>O выделяется легко, после чего выделение Na<sub>2</sub>O очень замедляется. Суммарное количество Na<sub>2</sub>O, выделенное в результате 15 промывок из осадков, соответственно составляет 3,741; 20,966 и 20,958 г. Несмотря на то, что до промывки содержание Na<sub>2</sub>O в I осадке значительно меньше, чем во II и III (табл. 5), после 15 промывок во II и III осадках количество Na<sub>2</sub>O незначительное, а в I — почти в 70 раз больше (11,0; 0,134 и 0,156%).

По нашему мнению, выделенная сравнительно легко, при начальных промывках (от 1 до 3—7, в зависимости от концентрации

щелочи в исходном растворе и температуры опыта), окись натрия была адсорбирована осадком, а остальное количество ее находится в составе химического соединения и выделяется лишь вследствие гидролиза, проходящего при данных условиях очень медленно.

Количество адсорбционной  $\text{Na}_2\text{O}$  в I осадке приблизительно в 8 раз меньше, чем во II и III осадках (табл. 6).

Ереванский научно-исследовательский  
институт химии

Поступило 29 VII 1966

## ՀԻՄՔԱՍԻԼԻԿԱՏԱՑԻՆ ԼՈՒԾՈՒՅԹՆԵՐԻ ԿԱՌՆԱՏԻՑԻԿԱՑՈՒՄ

### III. ՀԻՄՔԱՍԻԼԻԿԱՏԱՑԻՆ ԼՈՒԾՈՒՅԹՆԵՐԻ ԿԱՌՆԱՏԻՑԻԿԱՑՈՒՄ ԹՐՇԱԾ ԿՐՈՎ

#### Գ. Գ. ՄԱՐՏԻՐՈՍՅԱՆ և Գ. Չ. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ

#### Ա մ փ ո փ ու մ

Ուսումնասիրել ենք հիմքասիլիկատային լուծույթների կառուստիֆիկացման սառեմանը կախված փորձի ջերմաստիճանից և կրաքարի թրծման պայմաններից:

Ուսումնասիրել ենք նաև նատրիում-կալցիումային սիլիկատի առաջացումը՝ կախված հիմքասիլիկատային լուծույթում հիմքի խտությունից (50—250 գ/լ  $\text{Na}_2\text{O}$ ), փորձի ջերմաստիճանից (50—250°C) և տեղում թլուցից (20 բոպե 3 ժ. 40 բոպե) կատարել ենք ստացված նստվածքների քիմիական, ռենտգենաֆազային, թերմիկ և բյուրեղագրության ուսումնասիրություններ:

Ցույց է տրված, որ առավելագույն կառուստիֆիկացում կարելի է ապահովել Արարատի կրաքարից 1100°-ում 2 ժամ տեղում թլումբ թրծումով ստացված կրի օգտագործման դեպքում: Փորձի ջերմաստիճանի բարձրացումը մինչև 80° մեծացնում է կառուստիֆիկացման աստիճանը. ջերմաստիճանի հետագա բարձրացումը որոշակի փոփոխություն չի առաջացնում:

Որոշված են լուծույթի կոնցենտրացիայի, փորձի ջերմաստիճանի և տեղում թլուցի սահմանները, որոնց դեպքում կառուստիֆիկացման արդյունքում ստացվում է նատրում-կալցիումային հիդրոմեթասիլիկատ:

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Г. Г. Мартиросян, Г. О. Григорян, М. Г. Манвелян, ЖПХ, 39, 266 (1966), Г. Г. Мартиросян, Г. О. Григорян, ЖПХ, 40, 36 (1967).
2. М. Г. Манвелян, А. А. Айрапетян, В. Д. Галстян, Изв. АН АрмССР, ХН, 14, 15, 113, 237 (1961).
3. М. М. Гольдман, Л. П. Ни, Изв. АН Каз. ССР, серия металлургии обогащения и огнеупоров, вып. 1 (7), 32 (1960).
4. Физическая химия силикатов, сборник статей под ред. Н. А. Торопова, ИЛ, Москва, 1956 г.

5. *K. W. Ray, F. C. Mather*, Ind. Eng. Chem. 20, 415 (1928); *H. R. Staley, S. H. Grenfeld*, Ind. Eng. Chem. 41, 520 (1949); *H. T. Britton, S. J. Gregg, G. W. Winsor*, J. Appl. Chem. 2, 693 (1952); *П. П. Будников, А. Г. Гулинова*, „Строительные материалы“, № 7, 16 (1936); *П. П. Будников, А. Я. Заборикин*, Известия Иваново-Вознесенского политехнического института, 8, вып. 1, 3 (1924); *Г. В. Брусиловский*, Производство извести, Госхимиздат, Москва, 1954; *П. Н. Григорьев, А. М. Кузнецов*, Известь, ее производство и применение, Стройиздат, Москва, 1944; *И. А. Конопелько, К. И. Беляй*, Из зарубежного опыта по обжигу известняка, Стройиздат, Минск, 1960.
6. *Г. Шварцман, Р. Прибил*, Комплексометрия, Теоретические основы и практические применения, Сборник переводов, Госнауч.-тех. изд. Москва, 1958 г.
7. *В. А. Воробьева*, Технико-химический контроль в производстве извести, Стройиздат, Москва, 1946.