

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Член-корреспондент АН СССР П. П. БУДНИКОВ и О. В. КЛЮКА

**К ТЕОРИИ ТВЕРДЕНИЯ ИЗВЕСТКОВО-ГЛИНО-ПЕСЧАНЫХ
СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ГИДРОТЕРМАЛЬНОЙ
ОБРАБОТКИ**

Силикатный кирпич в течение сравнительно короткого времени получил широкое распространение благодаря высоким строительным свойствам и техно-экономическим показателям.

Долгое время считали, что песок, употребляемый для производства силикатного кирпича, не должен содержать значительного количества глинистых и других примесей. Так, согласно общесоюзному стандарту (ОСТ-5798, ныне отменен) кварцевый песок должен содержать не менее 90% SiO_2 и не более 8% равномерно распределенных в песке глинистых частиц. Для производства кирпича с пониженной механической прочностью допускалось применение песка с содержанием SiO_2 не менее 87%. Это приводило к браковке песков многих месторождений, в результате чего возникло мнение об ограниченности в СССР сырьевой базы для производства силикатного кирпича.

Однако мнение это было опровергнуто исследованиями одного из нас в (1). Экспериментально было доказано, что глина с добавкой извести при автоклавной обработке обладает способностью твердеть. Образцы, изготовленные из глины и извести, подвергнутые гидротермальной обработке, приобретают неразмываемость и прочность на сжатие до 135 кг/см².

К. Г. Дементьев (2) писал, что при производстве силикатного кирпича к песку желательно добавлять небольшое количество глины, так как она облегчает формовку. С. М. Розенбит (3) пришел к выводу, что роль глины в повышении прочности известково-песчаных материалов объясняется не только ее физическими свойствами, т. е. дисперсностью частиц, но также и участием ее в процессе образования цементирующих веществ, обуславливающих прочность силикатного кирпича. Но природа твердения известково-глино-песчаных и известково-глиняных изделий выяснена не была, и работы эти не нашли практического применения.

Московский институт местных строительных материалов (4) в своих широко поставленных исследованиях еще раз подтвердил, что добавка глины к песку в производстве силикатного кирпича повышает его строительные качества. В этом же институте были решены основные вопросы технологии известково-глиняного и известково-глино-песчаного кирпича и организован выпуск этого кирпича на ряде силикатных заводов. Но вопросы химического взаимодействия извести с глинистым веществом в процессе твердения решены не были.

Твердение известково-глино-песчаных материалов объяснялось наличием в глине мелкодисперсного кремнезема, который, вступая в реакцию с известью, образует дополнительное количество гидрокальциевого силиката, увеличивая таким образом прочность готового изделия.

В нашей работе мы стремились изучить реакции, протекающие при твердении известково-глино-песчаных и известково-глиняных изделий в условиях гидротермальной обработки, и установить роль глинистого вещества в процессе твердения.

Для изготовления опытных образцов нами были взяты люберецкий песок, известь марки «чистая» и просяновский каолин, химический состав которого следующий (в %): SiO_2 47,15, Al_2O_3 35,29, TiO_2 0,39, Fe_2O_3 1,70, CaO 0,64, MgO 0,33, MnO следы, SO_3 0,10, щелочи 1,46, потери при прокаливании 13,67.

За исходную массу для опытных образцов принималась шихта, состоящая из песка и 8% CaO . Каолин вводился за счет песка в количестве от 10 до 92%. Содержание извести во всех случаях оставалось постоянным и равным 8%. Составленная шихта тщательно перемешивалась, увлажнялась и из нее под давлением 200 кг/см² прессовались образцы размером 1,41 × 1,41 × 1,41 см. Обработка образцов паром производилась в лабораторном автоклаве под давлением 8 атм. в течение 8 час. Через сутки после автоклавной обработки образцы подвергались испытанию на предел прочности при сжатии. Результаты испытаний приведены в табл. 1 и на рис. 1.

Из рис. 1 видно, что добавка каолина к силикатной массе резко повышает прочность получаемого строительного материала. При этом было замечено, что указанные образцы обладают гидравлическими свойствами. При хранении в воде прочность их сначала снижается, но со временем нарастает (табл. 1).

Данные табл. 1 позволили нам сделать предположение, что каолинит под действием пара высокого давления становится активным по отношению к извести, причем в результате взаимодействия каолинита с известью образуются минералы, обладающие гидравлическими свойствами.

В целях выяснения поведения глинистого вещества при гидротермальной обработке и его роли в твердении глино-известковых материалов отмученный каолин обрабатывался в автоклаве под давлением 8 атм. в течение 48 час. Продукт обработки исследовался под электронным микроскопом. При этом было обнаружено, что полупрозрачные пластинки каолина после автоклавной обработки меняют свой внешний вид. Края их становятся неровными, как бы разъеденными, с глубокими впадинами.

Каолин, подвергнутый гидротермальной обработке в указанных условиях, затворялся избытком известковой воды и после длительного стояния исследовался под микроскопом. В препарате, содержащем аморфный гидросиликат кальция, были обнаружены крупные шестигранные пластинки размером 0,1—0,2 мм соединения $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ (рис. 2 а). С гипсом эти кристаллы образовали тонкие иглы и пучки игл гидросульфалоумината (рис. 2 б, 2 в). Оптические характеристики указанных кристаллов приведены в табл. 2.

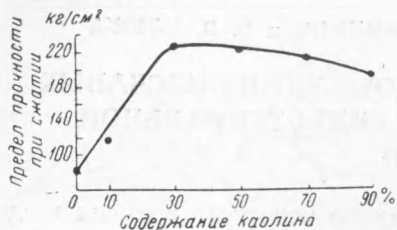


Рис. 1. Прочность на сжатие известково-песчаных образцов в зависимости от содержания в них каолина

Таблица 1

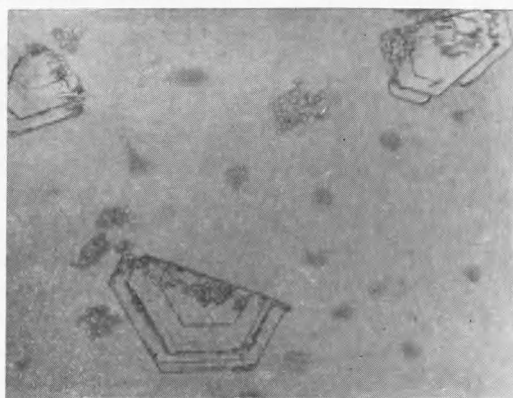
Влияние хранения известково-каолинистых образцов в воде на их прочность и сжатие

Состав образцов в %			Прочность на сжатие после гидротерм. обработки в кг/см ²	Прочность на сжатие после хранения в воде в кг/см ²		
песок	известь	каолин		4 дн.	7 дн.	28 дн.
—	8	92	200	75	112	113
20	8	72	220	112	114	143
40	8	52	230	125	150	162
60	8	32	237	137	230	225
92	8	—	82	74	74	50

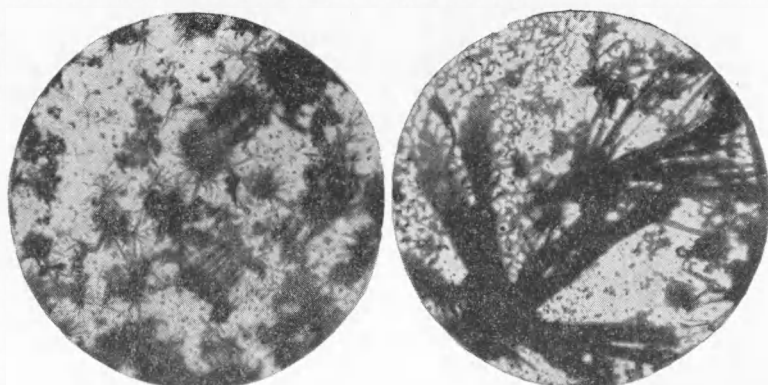
Оптические характеристики кристаллов

Формула гидрата	Форма кристалла	Показатели преломления		Знак удлинения	Погасание
		N_g	N_p		
$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	Шестигранные пластинки	1,542	1,522		
$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaSO}_4 \cdot 31\text{H}_2\text{O}$	Иглы	1,464	1,458	Отрицат.	Прямое

Исследования показали, что у каолинита в условиях гидротермальной обработки происходит ослабление связей между кремнекислородными тетраэдрами и атомами алюминия, при этом глинозем и кремнезем всту-



а



б

в

Рис. 2. Микрофотографии кристаллов: а — $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ($\times 300$); б — гидросульфалоюминат, образовавшийся в насыщенном растворе гипса ($\times 300$); в — гидросульфалоюминат, образовавшийся при добавлении 30% гипса ($\times 300$)

пают в химическое взаимодействие с гидратом окиси кальция с образованием гидрокальциевых алюминатов и силикатов. Доказано, что цементирующим веществом известково-глино-песчаного строительного материала являются не только гидросиликаты кальция, но и гидроалюминаты

кальция. Эти новообразования и придают указанному строительному материалу гидравлические свойства.

Поступило
20 IV 1953

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ П. П. Будников, Строит. пром., № 11—12, 773 (1928); Наука и жизнь, № 3, 34 (1953). ² К. Г. Дементьев, Технология строит. матер., 1, 1930. ³ С. М. Розенблит, Пром. строит. матер., № 4, 27 (1941). ⁴ И. П. Гвоздарев, Производство силикатного кирпича (работы Ин-та местн. строит. матер. МПСМ РСФСР), М., 1951, стр. 127. ⁵ К. Ф. Яковлев, Сборн. тр. РОСНИИМС, № 1, 59 (1952).