

О. А. Мартиросян

## Кинетика образования и связывания извести при обжиге портландцементной шихты с карбидным шламом

Процесс обжига портландцементной сырьевой шихты, составленной на основе карбидного шлама, представляет интерес с точки зрения его специфики, связанной с особенностями известкового компонента: его химическим составом и тонкой дисперсностью.

В работе автора по получению портландцемента из карбидного шлама и шенгавитской глины [8], был высказан ряд предположений о механизме процессов, которые должны протекать во вращающейся печи при обжиге указанной шихты.

С целью экспериментальной проверки этих предположений и выяснения некоторых особенностей процесса обжига шихты, было проведено настоящее исследование кинетики процесса образования и связывания извести в зависимости от температуры обжига образцов сырьевой смеси.

Влияние тонкости помола исходных материалов и, в частности известкового компонента шихты, на кинетику реакций образования силикатов и алюмопатов кальция и вообще на реакции в твердой фазе, достаточно изучено.

Известно [1], в частности, что на способность веществ реагировать друг с другом и на ход реакций в твердом состоянии, помимо самого состава исходных веществ, оказывает влияние размер их частиц. С увеличением тонкости помола увеличивается поверхность зерен реагирующих веществ, а следовательно и контактов, через которые могут диффундировать элементы их кристаллических решеток. Кроме того, диффузия на поверхностях идет скорее. Поэтому возрастает одновременно скорость реакции.

По данным П. П. Будникова и Д. П. Бобровника [2], скорость реакций в твердом состоянии между окисью кальция и кремнеземом возрастает с увеличением дисперсности окиси кальция, что согласуется с данными А. С. Бережного, установившего, что количество прореагировавшего вещества в большей степени зависит от размера зерен «покрывающего» компонента, чем покрываемого. В то же время известно [1], что в реакции между окисью кальция и кремнеземом, первый компонент является более подвижным, «покрывающим» зерна кремнезема и гораздо быстрее диффундирующим

через слой продуктов реакции по направлению от непрореагировавшей окиси кальция к кремнезему.

Выводы из всех этих и многих других исследований влияния крупности зерен исходных компонентов на скорость связывания извести, сводятся к тому, что уменьшение радиуса частиц компонентов благоприятствует протеканию реакции.

Зависимости процесса усвоения извести от температуры обжига портландцементной шихты и изучению процесса образования силикатов и алюминатов кальция на различных стадиях обжига посвящено также немало исследований.

Выяснен, в частности, характер кривой „свободная известь—температура“ при обжиге портландцементного клинкера. М. И. Стрелков [3] приводит схематический график изменения содержания свободной извести при прохождении сырьевой смеси во вращающейся печи от места поступления материала до максимальной температуры зоны спекания. Указанная кривая составлена на основании работ ряда исследователей (Лоренца, Вейера, Шпона, Ширлея и Лассея, Гиги). Достаточно уяснен ход усвоения извести при обжиге портландцементной шихты во вращающейся печи в исследованиях Наккена, приводимых В. Н. Юнгом [4].

В исследованиях Т. М. Дюко [5] изучен ход минералообразования в портландцементной шихте на разных стадиях ее обжига. обстоятельные исследования кинетики реакций образования силикатов и алюминатов кальция проведено В. Ф. Журавлевым [6] и т. д.

Однако во всех этих исследованиях в качестве известкового компонента сырьевых смесей служил карбонат кальция (мел, мрамор, известняк), между тем наш известковый компонент представляет собой материал иного химического состава — гидрат окиси кальция.

Построение кривой „свободная известь—температура“ при обжиге сырьевой смеси с карбидным шламом имеет значение для некоторого уяснения процесса обжига клинкера из этого вида сырья и для установления разницы в ходе усвоения извести по сравнению с случаями обжига шихты из обычного сырья.

Поэтому, наряду с изучением кинетики процесса образования и связывания извести при обжиге шихты с карбидным шламом параллельно изучалась кинетика этого же процесса в шихте с карбонатным известковым компонентом.

При этом, в качестве последнего был принят осажденный мел (являющийся так же, как и карбидный шлам, чистым и тонкодисперсным материалом) с целью получения сравнимых данных для сопоставления результатов обжигов обоих видов смесей, различающихся только по химическому составу известкового компонента.

1. *Исходные материалы.* В качестве исходных материалов для исследований служили карбидный шлам завода им. С. М. Кирова глина I участка Шенгавитского месторождения и осажденный мел Московского мело-совелитового завода.

Химический состав сырьевых материалов приводится в таблице 1.

Содержание окиси кальция в шламе, как видно из таблицы, значительно выше чем в меле, однако, осажденный мел, как карбонатное сырье, является весьма чистым материалом с высоким содержанием окиси кальция. Глиноземные модули обоих известковых компонентов чрезмерно высоки, что не имеет существенного значения, так как абсолютное содержание кислотных окислов и в шламе, и в меле незначительно.

Таблица 1

Химический состав сырья				
Показатели		Карбидный шлам	Осажденный мел	Шенгавитская глина
Химический состав в проц.	SiO <sub>2</sub>	1,52	0,36	49,16
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,97	0,23	17,22
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,20	0,06	6,61
	CaO	72,37	55,38	8,42
	MgO	0,26	0,59	4,01
	SO <sub>2</sub>	1,20	0,57	0,46
	R <sub>2</sub> O	—	—	4,40
	П. п. п.	24,06	43,22	0,50
	Сумма	100,58	100,41	99,78
Модули	Силикатный	1,3	1,2	2,1
	Глиноземный	4,8	3,6	2,5

Модули глины несколько необычны: глиноземный модуль выше силикатного. Химический состав глины таким образом неблагоприятный. Однако в данном случае этим обстоятельством можно пренебречь тем более, что абсолютные значения модулей не выходят за пределы допустимых величин.

Недостатком примененного вида глины является также высокое содержание щелочей.

Наиболее важно, что оба известковых компонента по химическому составу являются одинаково чистыми материалами с соответственно высоким содержанием окиси кальция.

Тонкость помола известковых компонентов определялась мокрым просевом их через сита № 0085 (4900 отв./см<sup>2</sup>) и № 0060 (10000 отв./см<sup>2</sup>).

Результаты определений приводятся в таблице 2.

Остаток на ситах при просеве карбидного шлама представляет собой в основном механическую примесь мелких частиц кокса, попадающего в шлам в процессе его образования.

Как видно из таблицы 2, тонкость помола обоих известковых компонентов является достаточно высокой. В этом отношении мел имеет даже некоторое преимущество перед карбидным шламом.

Таблица 2

Показатели		Карбидный шлам	Осажденный мел
Остатки в проц. на ситах №№	0085	1,52	0,32
	0060	4,08	0,48

2. *Приготовление и обжиг образцов.* Соотношение между компонентами в сырьевых смесях определялось исходя из заданного коэффициента насыщения  $KH=0,87$ .

Результаты расчета двухкомпонентных сырьевых шихт приводятся в таблице 3.

Результаты расчета сырьевых смесей

Таблица 3

Показатели		Смесь 1 (шлам+глина)		Смесь 2 (мел+глина)	
		шихта	клинкер	шихта	клинкер
Количественное соотношение компонентов в процентах	известковый компонент	68,08	—	71,95	—
	глинистый компонент	31,92	—	28,05	—
Химический состав в процентах	SiO <sub>2</sub>	16,72	20,72	14,05	21,17
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,16	7,63	5,00	7,54
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,25	2,79	1,89	2,85
	CaO	51,67	64,04	42,04	63,35
	MgO	1,46	1,81	1,54	2,32
	SO <sub>2</sub>	0,96	1,19	0,54	0,81
	Прочие	1,47	1,82	1,32	1,96
	П. п. п.	19,31	—	33,64	—
	Сумма	100,00	100,00	100,00	100,00
	KH	—	0,87	—	0,87
Модули	n	—	2,0	—	2,0
	p	—	2,7	—	2,6
	C <sub>2</sub> S	—	48	—	49
	C <sub>3</sub> S	—	23	—	24
Минералогический состав в процентах	C <sub>3</sub> A	—	15	—	16
	C <sub>4</sub> AF	—	8	—	9
	CaSO <sub>4</sub>	—	2	—	1

Из исходных материалов, с учетом их влажности, были изготовлены смеси в полученных по расчету соотношениях. Смеси были подвергнуты мокрому помолу в фарфоровых шаровых мельницах до одинаковой тонкости помола, соответствующей 1,5% остатка на сите № 0085. После подсушки смесей из них формовались брикеты в форме полувосьмерок, толщиной 6 мм.

Обжиг брикетов производился при температурах 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1300 и 1475°.

Повышенная температура обжига клинкера (1475°) была принята в связи с высоким содержанием в глине щелочей, затрудняющих процесс спекания.

При каждой температуре обжигались одновременно брикеты из смесей 1 и 2. Обжиг до температуры 1000° производился в муфельной электропечи, от 1100° до 1300° — в силитовой печи и при 1475° — в лабораторном керамическом горне. При обжиге давалась выдержка при максимальной температуре в 1 час, за исключением обжига до 1475°, при котором была дана трехчасовая выдержка.

По окончании обжига все брикеты быстро извлекались из печей и охлаждались при комнатной температуре.

3. *Результаты обжигов.* Все образцы обеих смесей, прошедшие термическую обработку при разных температурах, были измельчены. В навесках, взятых из средних проб измельченных образцов, определялись свободная известь (по глицератному методу) и нерастворимый остаток. Были отобраны также пробы из кусков обожженных брикетов для петрографического изучения.

На основании результатов определения свободной извести и нерастворимого остатка составлены кривые образования и связывания извести для обеих смесей, в координатах: процент свободной извести, температура (фиг. 1), а также кривые содержания нерастворимого остатка в обожженных образцах сырьевых смесей (фиг. 2).

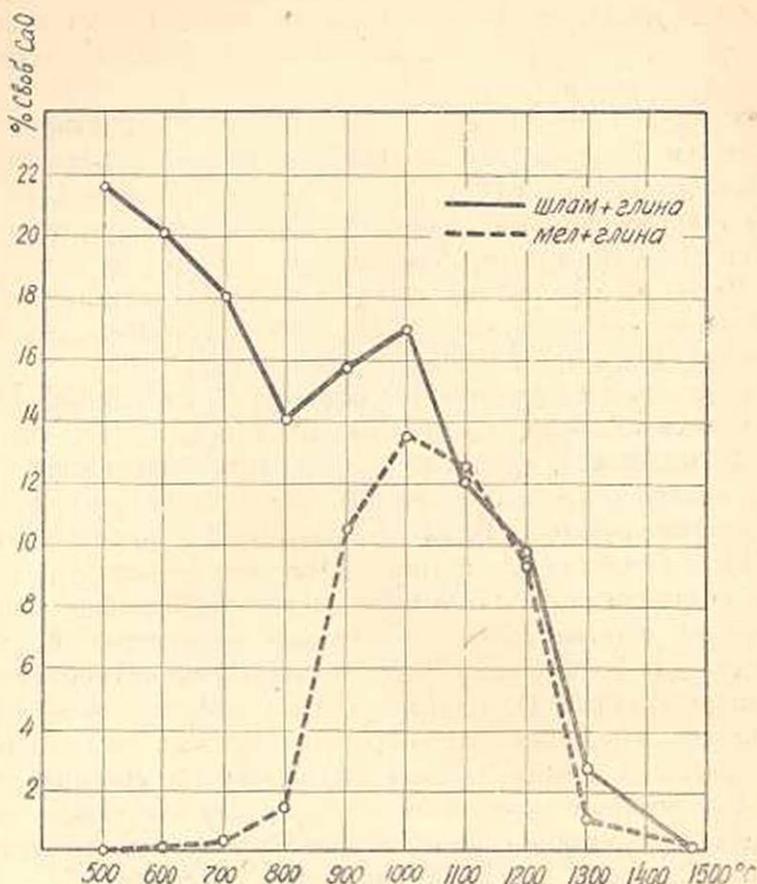
На фиг. 2 указанные кривые образования и связывания извести сопоставляются с кривыми содержания нерастворимого остатка в образцах. Содержание свободной извести и нерастворимого остатка отложено на оси ординат в одинаковом масштабе.

Сопоставление кривых 1 и 3, а также 2 и 4, показывает усвоение извести кремнеземом шихт, т. е. процесс образования силикатов кальция.

Как видно из кривых, температура обжига оказывает большое влияние на процесс образования и связывания извести в обеих смесях и, в частности, на образование силикатов кальция.

По кривой 2 (фиг. 1) можно проследить тот период реакций в твердой фазе в шихте мела с глиной (смесь 2), когда скорость образования свободной извести превышает скорость ее связывания (восходящая ветвь кривой). Этот процесс делается заметным еще в интервале температур 600—800°. В интервале температур 800—1000° и, особенно — 800—900°, свободная известь образуется с наибольшей скоростью за счет интенсивно протекающей декарбонизации мела.

При 1000° наступает перелом кривой: скорость связывания извести с дальнейшим повышением температуры, превышает скорость ее образования за счет продолжающейся еще диссоциации карбоната кальция. В этот период, т. е. от 1000 до 1200°, скорость связывания извести резко возрастает, а начиная с 1300° — замедляется. При температуре 1300°, по видимому, полностью заканчивается про-

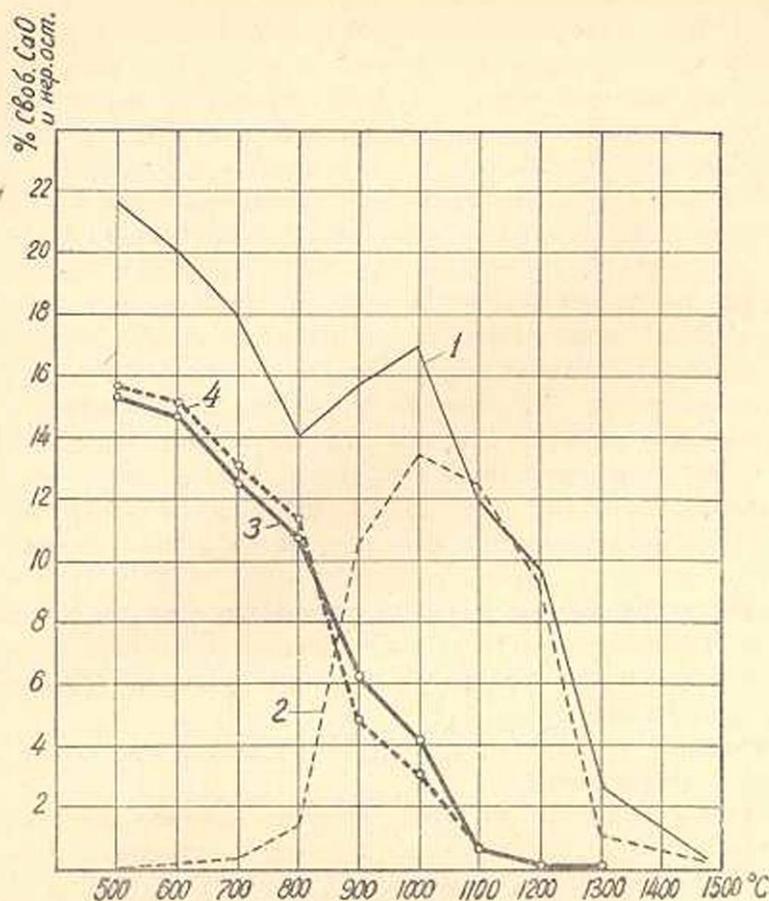


Фиг. 1. Ход образования и связывания извести в сырьевых смесях шлама с глиной и мела с глиной.

цесс декарбонизации мела и появляется жидкая фаза. Дальнейшее усвоение извести в спеках идет за счет насыщения двухкальциевого силиката до трехкальциевого.

Следует отметить, что усвоение извести в смеси 2 в течение всего процесса обжига высокое. Тонкая дисперсность и чистота осажденного мела обеспечивают большую интенсивность процесса связывания извести, и материал хорошо подготовлен к процессу спекания.

Кривая 1 носит иной характер. В исследованном температурном интервале она не имеет восходящей ветви, которая бы фиксировала превышение скорости образования свободной извести за счет дегидратации шлама над скоростью ее связывания. Уже при 500° повышение содержания свободной извести в смеси 1 за счет дегидратации гидроокиси кальция перекрывается ее усвоением. Первый перелом кривой лежит, повидимому, при значительно более низких температурах, когда интенсивность колебания элементов кристаллических решеток, составляющих смеси 1, еще недостаточна для их интенсивных взаимных перемещений и внутренней диффузии, т. е.



Фиг. 2. Содержание нерастворимого остатка и свободной извести в обожженных образцах сырьевых смесей.

для заметного течения реакций в твердой фазе. Но кривая 1 имеет 2-й перелом при 800°, объясняющийся интенсивно идущей диссоциацией карбоната кальция. Последний неминуемо образуется в шихте вследствие усвоения шламом углекислоты из воздуха, а кроме того, небольшая примесь карбоната кальция (известняка) имеется в глине. При дальнейшем повышении температуры образование свободной извести в смеси 1 непрерывно повышается, а начиная с 1000°—вновь перекрывается ее усвоением, о чем свидетельствует третий перелом кривой 1. В соответствии с наступающим при дальнейшем повышении температуры периодом интенсивно протекающих реакций в твердой фазе, связывание извести в смеси 1 протекает так же интенсивно, как и в смеси 2.

Как мы и предполагали, в интервале температур 1100—1200° химический состав обеих смесей делается примерно одинаковым [8]. Этот момент зафиксирован на кривых 1 и 2 при температуре 1150°. Содержание свободной извести при этой температуре соответствует 10,7% в обеих смесях.

Начиная с температуры  $1300^{\circ}$ , т. е. с появления жидкой фазы, усвоение извести замедляется, но не так резко, как в смеси 2. При температуре  $1300^{\circ}$  в смеси 1 остаток свободной извести больше, чем в смеси 2, однако в период спекания клинкера, так же как и в смеси 2, свободная известь усваивается почти полностью.

Как видно из фиг. 2, силикатообразование в смеси 1 (кривая 3), начиная с  $500^{\circ}$  и, повидимому, еще раньше, протекает полнее, чем в смеси 2 (кривая 4) до температуры  $800^{\circ}$ . Начиная с совпадающего в обеих смесях периода интенсивной диссоциации карбоната кальция, т. е. с  $800^{\circ}$ , по мере роста образования свободной извести в смеси 2, скорость силикатообразования в ней начинает увеличиваться и при температуре  $830^{\circ}$  количество непрореагировавшего с известью кремнезема в обеих смесях делается одинаковым (9,2%). С дальнейшим повышением температуры более интенсивное образование силикатов наблюдается в смеси 2, вплоть до температуры  $1100^{\circ}$ , при которой обе кривые содержания нерастворимого остатка совмещаются.

По характеру кривые 3 и 4 не отличаются друг от друга.

Итак, усвоение извести за счет реакций в твердой фазе и, в частности, образование силикатов кальция в смеси 1, начинается раньше, чем в смеси 2.

При низких температурах, до  $1150^{\circ}$ , усвоение извести в смеси 1 протекает интенсивнее.

Начиная с температуры  $1100^{\circ}$  скорость усвоения извести в смеси 2 возрастает и к  $1300^{\circ}$  превышает скорость усвоения извести в смеси 1. Происходит это, повидимому, вследствие более раннего образования продуктов реакций, замедляющих внутреннюю диффузию частиц реагирующих веществ смеси 1, т. е. с увеличением толщины слоя новообразований на поверхностях ее зерен.

Повидимому, по этой же причине, в интервале температур  $830-1150^{\circ}$  скорость силикатообразования в смеси 2 выше, чем в смеси 1.

Так или иначе, в период спекания клинкера, т. е. в интервале температур  $1300-1475^{\circ}$ , скорость усвоения извести двухкальциевым силикатом в смеси 1 делается больше, чем в смеси 2 и остаток свободной извести в обоих клинкерах практически незначителен.

Таким образом, условия для процесса усвоения извести и, в частности для силикатообразования, в обеих смесях практически одинаковы.

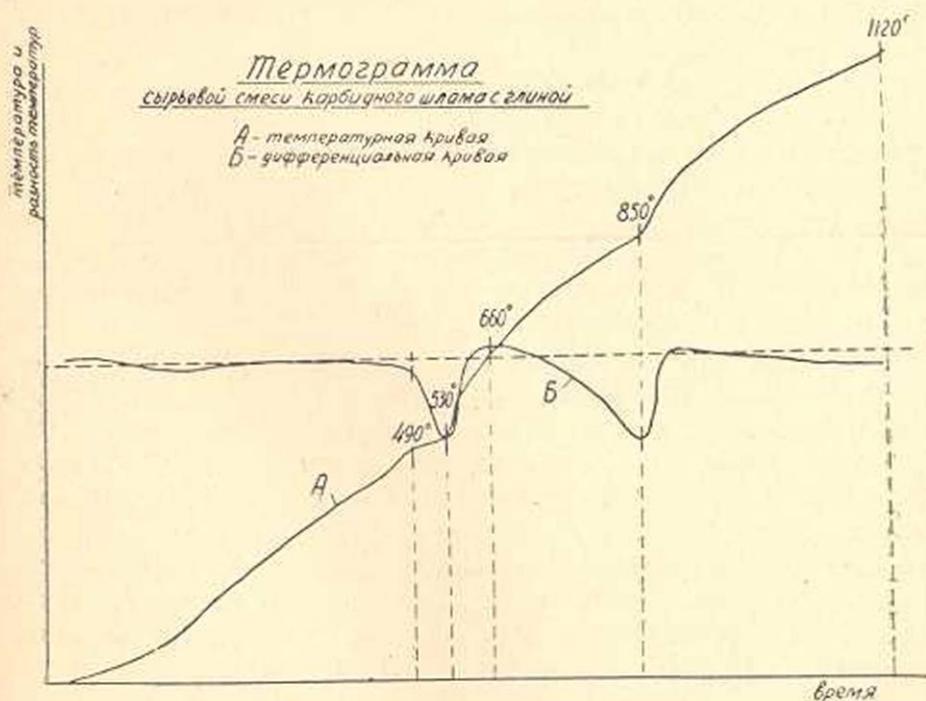
Благоприятные условия усвоения извести и хорошая подготовленность смеси 2 к процессу спекания объясняется тонкой дисперсностью химически чистого осажденного мела. В смеси 1, в начальной стадии обжига, при низких температурах, помимо тонкой дисперсности карбидного шлама, влияет также его химическая природа, т. е. наличие гидроксида кальция. При средних и высоких температурах второй фактор усвоения извести уже не имеет практического значения.

4. *Термический анализ сырьевой смеси.* Как указывалось выше, кривая „свободная известь—температура“, в исследованном интервале температур не фиксирует того периода обжига шихты с карбидным шламом, в котором образование свободной извести превосходит ее связывание.

Для определения температурной области, в которой должна происходить дегидратация гидроокиси кальция, при обжиге портландцементной сырьевой шихты с карбидным шламом и уточнения границ других тепловых превращений в этой шихте до температур порядка 1000—1100°, был произведен термический анализ образца сырьевой смеси 1.

С помощью термографа Н. С. Курнакова были засняты: температурная кривая в координатах температура—время и дифференциальная кривая в координатах разность температур—время. В качестве эталона для получения разности температур служил прокаленный каолин, у которого в заданном интервале температур не могло произойти никаких тепловых превращений.

На фиг. 3 приводится термограмма с изображением указанных кривых.



Фиг. 3.

Как показывает термограмма, температурная кривая сырьевой смеси плавно повышается до 490°, после чего, как об этом свидетельствует изгиб ее в сторону абсциссы, наступает остановка в повышении температуры, вызванная эндотермической реакцией дегидратации гидроокиси кальция карбидного шлама. Одновременно, по

этой же причине, дифференциальная кривая, идущая до того горизонтально, при  $490^{\circ}$  дает резкий изгиб вниз. Дегидратация происходит до  $530^{\circ}$ , после чего обе кривые резко поворачивают и идут вверх, причем дифференциальная кривая поднимается даже несколько выше нулевой линии (эталоны).

Эндотермический эффект тепловых (а следовательно и химических) превращений в сырьевой смеси, зарегистрированный термограммой в интервале температур  $490-530^{\circ}$ , объясняется, по видимому, не только дегидратацией шлама. Вполне вероятно, что происходящая в этом же температурном интервале дегидратация каолинита глины, также сопровождаемая поглощением тепла, как бы накладывается на тепловой эффект дегидратации шлама.

Что касается начала процесса дегидратации шлама, то оно, по всей вероятности, находится несколько раньше достижения образцом температуры  $490^{\circ}$ . Вполне возможно, что реакции в твердой фазе между начавшей освобождаться окисью кальция и кремнеземом, уже протекающие в этот период, вызывая тепловой эффект противоположного знака, несколько компенсируют эндотермический эффект начинающейся дегидратации. В интервале же температур  $490-530^{\circ}$  дегидратация происходит наиболее интенсивно, в соответствии с чем термограмма четко регистрирует это тепловое превращение в образце сырьевой смеси.

Окись кальция, обильно освобождающаяся в период наиболее интенсивной дегидратации шлама, сразу же „жадно“ реагирует с кремнеземом, что сказывается на резком подъеме дифференциальной кривой, переходящей при  $660^{\circ}$  даже вверх от нулевой линии.

При дальнейшем нагревании шихты, температурная кривая, а еще более четко дифференциальная, в температурном интервале  $660-850^{\circ}$  регистрирует второй эндотермический процесс—диссоциацию карбоната кальция (о причинах наличия которого в шихте говорилось выше). Однако, как мы видим, после  $660^{\circ}$  спад дифференциальной кривой происходит не так резко, что, по видимому, также следует приписать положительному тепловому эффекту реакций в твердой фазе, протекающих в этот период достаточно интенсивно.

В области температур  $1000-1100^{\circ}$  кривые нагревания шихты несколько необычны. Здесь можно было ожидать подъема кривых вследствие экзотермического эффекта реакций в твердой фазе, достигающих в интервале температур  $1100-1200^{\circ}$  наибольшей интенсивности. Надо полагать однако, что вследствие раннего начала этих реакций в сырьевой смеси, к температурной области, соответствующей экзотермической зоне, слой новообразований из продуктов реакций на зернах реагирующих веществ делается настолько значительным, что интенсивность реакций, вследствие затрудненной внутренней диффузии, снижается.

В температурном интервале  $950-1100^{\circ}$  можно было ожидать

также экзотермического эффекта, вызываемого тепловыми превращениями каолинита глины. Однако, судя по литературным данным [7], для глин, отличающихся значительным содержанием щелочей, характерно отсутствие на кривой нагревания экзотермического эффекта, вследствие минерализующего действия щелочей.

Итак, с помощью кривых нагревания удалось установить границы интенсивно идущей дегидратации гидроокиси кальция шлама в составе портландцементной сырьевой смеси, находящихся в интервале температур 490—530°.

Эту температурную область, ввиду важности ее для процесса обжига указанной сырьевой смеси, мы считаем нужным выделить из температурного интервала, соответствующего при обычном сырье зоне подогрева, и назвать ее „зоной дегидратации“.

Таким образом, при обжиге сырьевой смеси с карбидным шламом, в отличие от обычного сырья, имеются две температурные зоны, напряженные в отношении потребления тепла: зона дегидратации и зона кальцинирования. Однако в первой зоне, находящейся, как мы видим, в области низких температур, потребление тепла меньше, чем на разложение карбоната, а во второй зоне, в связи со сравнительно небольшим количеством карбоната кальция в шихте, потребление тепла на его диссоциацию невелико.

Следовательно, наше предположение о сравнительно меньшем расходе тепла на эндотермические процессы, связанные с разложением известкового компонента при обжиге сырьевой смеси с карбидным шламом [8], можно считать подтвержденным.

5. *Петрографическое изучение обожженных образцов.* Петрографическому изучению в тонких шлифах подверглись образцы обеих смесей, обожженные при температурах 500, 700, 900, 1100, 1300 и 1475°.

Микрооптическое исследование шлифов позволило выявить образование алюминатов силикатов и кальция лишь в образцах, обожженных при температуре 1100° и выше. Характер изменения микроструктуры образцов обеих смесей с повышением температуры выше 1100° оказался обычным.

При низких температурах обжига в тонкозернистой анизотропной массе шлифов продуктов реакций в твердой фазе обнаружить не удалось, по видимому, вследствие их чрезвычайно мелкой кристаллизации.

Результаты микрохимических реакций на свободную известь, в общем подтвердили результаты определений, приведенных выше.

6. *Результаты испытания цементов.* Клинкеры 1 и 2 (полученные из смесей карбидного шлама с глиной и мела с глиной) были размолоты, выдержаны в соответствии с требованиями ГОСТ и испытаны в малых образцах.

Результаты испытаний портландцементов 1 и 2, полученных соответственно из клинкеров 1 и 2, приведены в таблице 4.

Таблица 4

Механическая прочность цементов  
(в малых образцах)

Показатели	Возраст в днях	Результаты испытаний цементов	
		1	2
Предел прочности при сжатии в $кг/см^2$	3	118	122
	7	155	150
	28	235	237
Предел прочности при растяжении в $кг/см^2$	3	24	29
	7	29	31
	28	38	37

Как видно из таблицы 4, рост прочности у обоих цементов примерно одинаков. Разница в механической прочности у цементов 1 и 2 незначительна.

Показательно, что при одинаковом составе сырьевой смеси цемент 1, полученный на основе карбидного шлама, почти идентичен с цементом 2, полученным на основе осажденного мела.

Однако, как известно, материал по качеству подобный осажденному мелу в практике цементного производства не применяется, а обычное известковое сырье не может обеспечить при одинаковых условиях такого качества портландцемента, какое возможно получить на основе осажденного мела.

Что касается карбидного шлама, то как видно из результатов исследований, в лабораторных условиях он обеспечивает получение такого цемента.

Следовательно, преимущество карбидного шлама перед обычным известковым сырьем совершенно очевидно.

### В ы в о д ы

Лабораторные опыты позволяют считать установленными следующие особенности процесса обжига портландцементной сырьевой смеси, составленной на основе карбидного шлама.

1. Интенсивное образование свободной извести за счет разложения гидроокиси кальция происходит в зоне дегидратации, в интервале температур 490—530°.

2. Свободная известь образуется интенсивно также в интервале температур 750—850° за счет диссоциации карбоната кальция, который имеется в шихте вследствие усвоения карбидным шламом углекислоты из воздуха в процессе подготовки сырьевой смеси и наличия известняковых включений в глине.

3. Связывание извести за счет реакций в твердой фазе начинается с дегидратации гидроокиси кальция, т. е. значительно раньше, чем при обычном сырье.

4. Благоприятные условия усвоения извести в области низких температур (до 1150°) объясняются как химической природой карбидного шлама, в частности содержанием в его составе гидроксида кальция, так и ее тонкой дисперсностью.

В области средних и высоких температур химическая природа карбидного шлама уже не имеет значения; сохраняет свое положительное влияние лишь тонкая дисперсность материала.

5. При обжиге обеспечиваются степень усвоения извести, характер образования силикатов кальция и качество вяжущего, как и для портландцемента, изготовленного на основе химически чистого, тонкодисперсного осажденного мела.

Институт строительных материалов  
и сооружений АН Армянской ССР

Поступило 19 VII 1952

### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Куколев Г. В.* Химия кремния и физическая химия силикатов. Промстройиздат, М., 1951.
2. *Будников П. П., Бережной А. С.* Реакции в твердых фазах. Промстройиздат, М., 1949.
3. *Стрелков М. И.* К вопросу кривой связывания извести при обжиге портланд-глинкерной сырьевой смеси. Сборн. работ., посвящ. 60-летию со дня рожд. П. П. Будникова. Бюро технич. информац. МПСМ РСФСР, М., 1946.
4. *Юнг В. Н.* Основы технологии вяжущих веществ. Промстройиздат, М., 1951.
5. *Дюко Т. М.* Изучение минералообразования в портландцементной шихте на разных стадиях обжига. Сборн. тезисов диссертаций, защищенных в ЛХТИ с 1935 по 1940 г. Госхимиздат, Л., 1941.
6. *Журавлев В. Ф.* Кинетика реакций образования силикатов и алюминатов кальция и роль минерализаторов в этом процессе. Труды V совещ. заводских лабораторий цемента. промыш. Промстройиздат, М.—Л., 1950.
7. *Иванова В. П.* О термической характеристике минералов из группы алюмосиликатов и магнезиальных силикатов. Труды III совещ. по эксперимент. минералогии и петрографии, 31—1—4—II—1939 г. Изд. АН СССР, М., 1940.
8. *Мартиросян О. А.* Портландцемент из отходов промышленности. Известия АН Армянской ССР, т. II, № 5, 1949.

### Օ. Ս. Մարտիրոսյան

## ԿԱՐԲԻԴԱՅԻՆ ՇԼԱՄՈՎ ՊՈՐՏԼԱՆԴՅԵՄԵՆՏԱՅԻՆ ՇԻԻՏԱՅԻ ԹՐՄՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ ԿՐԻ ԱՌԱՋԱՑՄԱՆ ԵՎ ՇԱՂԿԱՊՄԱՆ ԿԻՆԵՏԻԿԱՆ

### Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Հաղվածում լուսարանվում է կարբիդային շլամի հիման վրա պատրաստված պորտլանդցեմենտի հումքային խառնուրդի թրմման պրոցեսի սպեցիֆիկան:

Կրի առաջացման և շաղկապման պրոցեսի կինետիկան ուսումնասիրվել է ինչպես կարբիդային շլամի, այնպես էլ կարբոնատային հումքի (նստեցված կալճի) հիման վրա կազմված հումքային խառնուրդների

Թրժման ջերմաստիճանից կախված, ճարրեր ջերմաստիճաններում շիխտաների թրժման հետևանքով ստացված թրժուկները ենթարկվել են քիմիական, ջերմային և պետրոգրաֆիկ անալիզի:

Կառուցված են կրի առաջացման ու շագկապման, այդ երկու շիխտաների ախտաբանաբանական կոմպոզիցիան և կարրոնատային շլամով շիխտայի տերմազրամը, որոնք վկայում են այդ շիխտաների թրժման ժամանակ տեղի ունեցող պրոցեսների սկզբունքային տարբերություններին: