

менты, содержащие 1,5 моля Nd_2O_3 , имеют светло-сиреневый цвет.

Введение ZnO вместо MgO обуславливает образование стекловидной фазы. Таким образом, определены оптимальные составы окерманитсодержащих пигментов.

Л и т е р а т у р а

1. Гегузин А.П. Физика спекания. - М., 1967, с. 120.
2. Хауффе К. Реакция в твердых телах и на их поверхности. - М., 1963, с. 159-215.
3. Будников П.П., Гистилинг А.М. Реакции в смесях твердых веществ. - М., изд. 1-ое, 1961. - 488 с.
4. Бобкова Н.М. Химия силикатов. - Минск, 1977, с. 145.
5. Эйтель В. Физическая химия силикатов. - М., 1962.
6. Бетехтин А.Г. Курс минералогии. - М., 1956, с. 45.

УДК 666.942.017

Г.А.Бурак, мл. науч. сотр.,
В.Д.Мазуренко, канд.техн.наук, доц. (БТИ)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ Ti , Cr , Mn , V -СОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ НА ПРОЦЕСС ОБЖИГА ЦЕМЕНТНОГО КЛИНКЕРА

Ввод в состав сырьевой смеси для получения клинкера соединений фтора, хрома, титана, марганца и других минерализаторов обеспечивает ускорение процесса обжига и увеличение производительности печей. Вследствие этого до 3% снижается расход топлива на обжиг клинкера. В денежном выражении сокращение эксплуатационных расходов составляет 2-3 коп. на 1 т клинкера [1].

Минерализаторами могут служить вещества естественного происхождения, синтетические продукты, а также отходы металлургических и химических производств, если они содержат некоторое количество Mn_2O_3 , TiO_2 , Cr_2O_3 , P_2O_5 и других окислов [2].

Так, TiO_2 в количестве 0,1-0,5% ускоряет процесс минералообразования, обеспечивая благоприятную кристаллическую структуру клинкера. Положительное действие TiO_2 проявляется в ускорении диссоциации CaCO_3 при пониженных температурах, интенсификации реакций, протекающих в твердых фазах, и образовании жидкой фазы, вязкость которой при этом снижается [3]. Однако влияние TiO_2 и его соединений на скорость процессов минералообразования клинкера изучено еще слабо [4].

Соединения хрома в определенном количестве оказывают положительное влияние на процесс минералообразования клинкера и способствуют формированию оптимальной кристаллической структуры.

Наряду с некоторыми оксидами металлов (Ba, Mg, Zn, Mn, Fe, Ti) Cr_2O_3 (0,05 г-экв на 100 г шихты) является минерализатором, уступая по своей активности оксидам Zn, Mn, Ti, Fe, а также CaF_2 [1].

Добавка оксидов железа, марганца и титана, находящихся в октаэдрической координации по кислороду, снижает вязкость жидкой фазы клинкера и тем самым ускоряет образование C_3S . В присутствии Mn_2O_3 (1,5–2,0%) количество свободного оксида магния в клинкере уменьшается ввиду возможного перераспределения MgO в фазах клинкера, изменения структуры и состава жидкой фазы [5].

Пятиокись ванадия при введении в сырьевую смесь в количестве 0,5–1,5% по клинкеру заметно повышает активность алитового и особенно белитового портландцемента. При максимальной добавке (1,5%) V_2O_5 в ряде случаев отмечается понижение активности цемента, имеющего $\text{KH} = 0,80–0,95$ [4].

На процесс минералообразования большое влияние оказывают следующие основные факторы: химический состав, способ приготовления сырьевой смеси и режим ее термообработки, характер газовой среды, а также условия охлаждения клинкера. Поскольку изучение влияния всех этих факторов представляет сложную задачу, нами была поставлена цель изучить лишь отдельные факторы, и в частности зависимость характера клинкерообразования от температуры и количества введенного минерализатора.

Исследовалось влияние титанхроммарганецванадийсодержащего минерализатора (отхода производства титана) на процесс обжига клинкера, полученного на основе сырьевой смеси (шлама) Волковьского цементного завода ($\text{KH} = 0,92$; п. 2.2; $\text{P} = 1 \pm 0,2$).

Т а б л. 1. Химический состав сырья

Материалы	Оксид				
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO
Мел	1,23	0,28	0,24	54,58	0,26
Глина	58,28	10,20	4,59	9,36	2,64
Огарки пиритные	15,15	18,74	60,33	2,86	0,81
Шлам Волковьского цемзавода	21,70	6,14	3,76	68,40	–
Отходы титанового производства	18,0	29,00	38,00	1,00	1,50

Сырьевые смеси готовили мокрым способом с введением 0,14%; 0,28; 0,42; 0,56% минерализатора (табл. 1). Изготовление образцов, таблеток цилиндрической формы (15x10 мм) весом около 8 г из высушенной до остаточной влажности 10% смеси осуществлялось на прессе ПСУ-50 под давлением около 2500 н/см². Обжиг образцов производился в шахтной электропечи мощностью 8 кВт с силитовыми нагревателями.

Для определения влияния температуры и продолжительности изотермической выдержки (0,5; 1; 1,5 ч) на характер клинке-

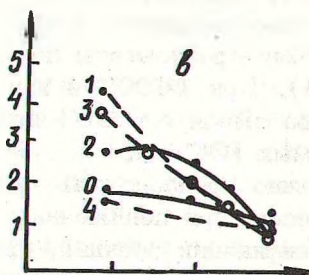
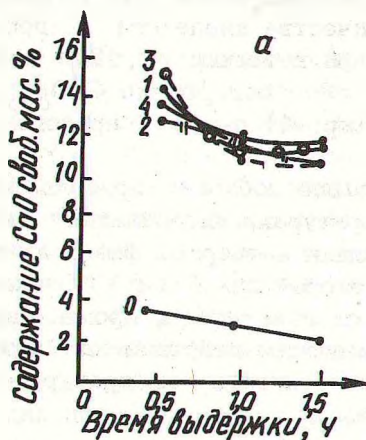
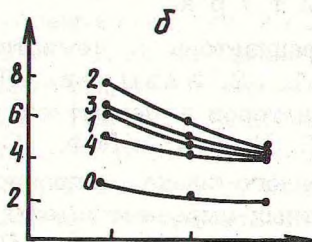


Рис. 1. График зависимости содержания свободного оксида кальция в клинкере от температуры, продолжительности тепловой обработки и количества вводимой добавки: 0 — без добавки; 1 — 0,14, 2 — 0,28, 3 — 0,42, 4 — 0,56 мас.%; $t=1300^{\circ}\text{C}$ (а), 1350 (б), 1400°C (в).



лы, %							
SO ₃	R ₂ O	Cr ₂ O ₃	MnO ₂	TO ₂	V ₂ O ₅	п.п.п.	Σ
0,24	—	—	—	—	—	43,01	99,99
0,22	0,30	—	—	—	—	10,97	99,97
2,66	—	—	—	—	—	—	99,98
—	—	—	—	—	—	—	100,00
1,63	—	2,00	1,50	2,20	1,00	5,00	100

рообразования и минералогический состав продукта термообработки принято три режима тепловой обработки: 1300, 1350 и 1400°C. Скорость подъема температур 5° в 1 мин. Качество обжига клинкера определялось этилово-глицератным методом по содержанию в нем свободного оксида кальция. Данные определений изображены графически на рис. 1, из которого следует, что при 1300 и 1350° количество свободного оксида кальция в клинкере превосходит допустимое ГОСТом. С увеличением времени выдержки от 0,5 до 1,5 ч его содержание понижается, достигая минимального значения при выдержке 1,5 ч. Наблюдается закономерность влияния количества введенной добавки. Наилучшие результаты получены при введении 0,42% добавки (кр. 3). При 1400° и выдержке содержание $\text{CaO}_{\text{своб}}$ для состава смеси с 0,56% добавки (кр. 4) лежит в пределах, допустимых ГОСТом.

Можно предположить, что действие добавки проявляется в ускорении, при пониженных температурах, диссоциации CaCO_3 , интенсификации реакций, протекающих в твердых фазах и образовании жидкой фазы, вязкость которой при этом снижается. Входящие в состав этого отхода оксиды титана, хрома, марганца и ванадия оказывают минерализующее действие на процесс клинкерообразования, что позволяет снизить температуру обжига сырьевой смеси на 50–100°C.

Л и т е р а т у р а

1. Волконский Б.В. Минерализаторы в цементной промышленности. – Л., 1964, с. 111. 2. Капылевич В.С. Эффективность применения минерализаторов в цементной промышленности. – Л., 1976, с. 123. 3. Чебуков М.Ф., Старинская Н.Я. Влияние состава доменного шлака на процесс клинкерообразования в портландцементных сырьевых смесях. – Тр. Уральск. политехн. ин-та, 82, 1959, с. 170. 4. Волконский Б.В. Технологические, физико-механические и физико-химические исследования цементных материалов. – Л., 1972, с. 340. 5. Чебуков М.Ф., Старинская Н.Я. Изучение влияния минералогического состава и физических свойств известкового компонента на процессы клинкерообразования портландцементных сырьевых смесей. – Тр. Уральск. политехн. ин-та, 81, 1958, с. 210.