

ниях, происходящих в стекле в процессе его ситаллизации, что является основным критерием направленного ситаллообразования и программирования свойств стеклокристаллического материала.

ЛИТЕРАТУРА

1. О д е л ь с к а я И.Н. Зависимость фазового состава, структуры и свойств цинксодержащего стекла от температуры термообработки. — В кн.: Стекло, ситаллы и силикаты. Минск, 1977, вып. 6, с. 105.
2. К о л е с о в а В.А. Инфракрасные спектры поглощения малощелочных и бесщелочных алюмосиликатных стекол. — Изв. АН СССР. Сер. Неорган. материалы, 1965, т. I, № 3, с. 445.
3. П л ю с н и н а И.И. Инфракрасные спектры силикатов. — М., 1967. — 189 с.
4. Б о л д ы р е в А.И. Инфракрасные спектры минералов. — М., 1976. — 189 с.
5. К о л е с о в а В.А. Исследование инфракрасных спектров поглощения силикатных стекол, содержащих магний. — Изв. АН СССР. Сер. Неорган. материалы, 1965, т. I, № 11, с. 2020.
6. К о л е с о в а В.А. Исследование инфракрасных спектров поглощения цинково-силикатных стекол. — Изв. АН СССР. Сер. Неорган. материалы, 1967, т. III, № 9, с. 1644.
7. Ж у н и н а Л.А., О д е л ь с к а я И.Н., К о в т у н е н к о З.Ю. Исследование кислотоустойчивости цинксодержащего стекла в процессе термообработки. — Изв. АН БССР. Сер. Хим. наук, 1978, № 3, с. 115.
8. Т о р о п о в Н.А., Х о т и м ч е н к о В.С. Кристаллизация и распад твердых растворов в системе $MgSiO_3 - CaMgSi_2O_6$. — Изв. АН СССР, Сер. Неорган. материалы, 1966, т. II, № 5, с. 907.

УДК 666.942.017

В.Н. ЯГЛОВ, д-р хим.наук,
Г.А. БУРАК,

В.Д. МАЗУРЕНКО, канд.техн.наук,

Г.В. ГОРЮНОВА, Т. С. КУНИЦКАЯ (БТИ)

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАЗОВОГО СОСТАВА ЦЕМЕНТНОГО КЛИНКЕРА, ПОЛУЧЕННОГО НА ОСНОВЕ ЗОЛ ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ БЕЛОРУССИИ

Применение топливных зол и шлаков как компонента сырьевой смеси может дать цементным заводам следующие преимущества [1]:

1. При химическом составе золошлаковых материалов, благоприятном с точки зрения введения в сырьевую смесь конкретного цементного завода, могут быть улучшены условия обжига сырьевого шлама и химико-минералогический состав клинкера, а соответственно, и качество цемента.

2. В случае применения зол и шлаков с повышенным содержанием CaO оказывается возможным существенно уменьшить содержание карбонатного компонента в сырьевой смеси и тем самым увеличить выход клинкера, снизить удельный расход топлива на его обжиг.

3. Применение пылевидных топливных зол позволяет снизить расход электроэнергии за счет дисперсности этих материалов, часто вообще не требующих помола.

4. При использовании кислых зол и шлаков (мокрый способ производства) следует ожидать снижения влажности сырьевого шлама.

5. В случае применения зол с высокой величиной п.п.п., содержащих значительные количества частиц несгоревшего материала, будут улучшены условия обжига сырьевой смеси за счет использования топлива, введенного с золой в состав сырьевой муки (шлама).

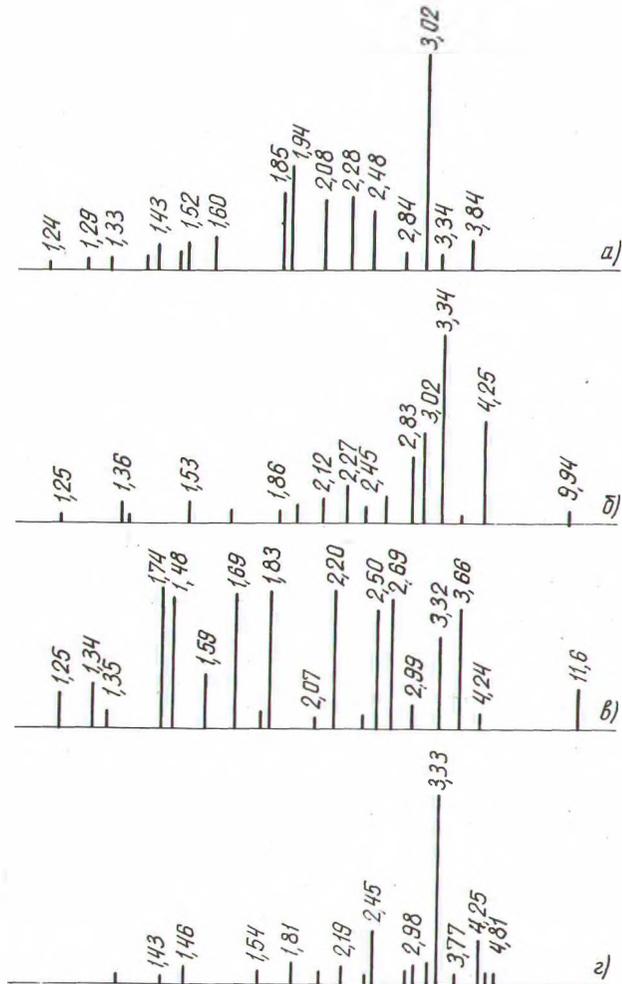


Рис. 1. Штрихрентгенограммы сырьевых материалов: а — мела; б — глины; в — пиритных огарков; г — золы горючих сланцев.

6. Экономическая целесообразность развития производства материалов на основе зол определяется снижением затрат на исходное сырье, уменьшением топливемкости продукции, утилизацией отходов, частичной ликвидацией золоотвалов.

Приведенные данные подтверждают целесообразность синтеза клинкера с использованием золы и изучения структуры готового продукта, от которой в значительной мере зависят свойства материала.

Нами исследовалась возможность использования зол горючих сланцев Белоруссии в качестве сырьевого компонента смеси для получения цементного клинкера. Сырьевые смеси с использованием 10—20 мас. дол., % золы готовили мокрым способом из материалов Волковыского цементного завода. Подготовленные гранулы обжигали в муфельной электрической печи с силитовыми нагревателями. Температура тепловой обработки гранул ($d = 15$ —

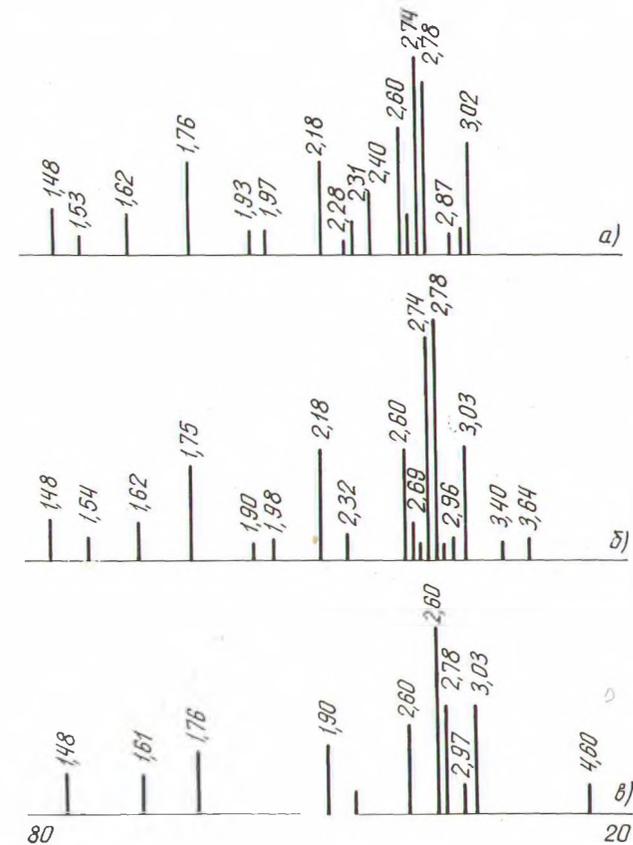


Рис. 2. Штрихрентгенограммы образцов цементного клинкера, обожженного при 1350°C с изотермической выдержкой: а — 0,5 ч; б — 1,0; в — 1,5 ч.

20 мм) составляла 1300 и 1350 °С, изотермическая выдержка — 0,5; 1 и 1,5 ч.

Фазовый состав зол горючих сланцев и полученных клинкеров изучался методом рентгеноструктурного анализа. Рентгенограммы записывались с помощью дифрактометра УРС-50 ИМ с железным антикатодом и никелевым фильтром. Напряжение на трубке составляло 32 кВ, подаваемый в цепь ток — 10 мА, скорость поворота кюветы с образцом, т.е. изменение угла падения рентгеновских лучей, — 2 °/мин.

На рис. 1 приведена штрихрентгенограмма сланцевой золы. Минералогический состав ее характеризуется наличием CaSO_4 (2,32; 1,83 Å), CaCO_3 (1,98; 4,25; 3,33 Å), MgCO_3 (4,42; 2,57; 2,52,

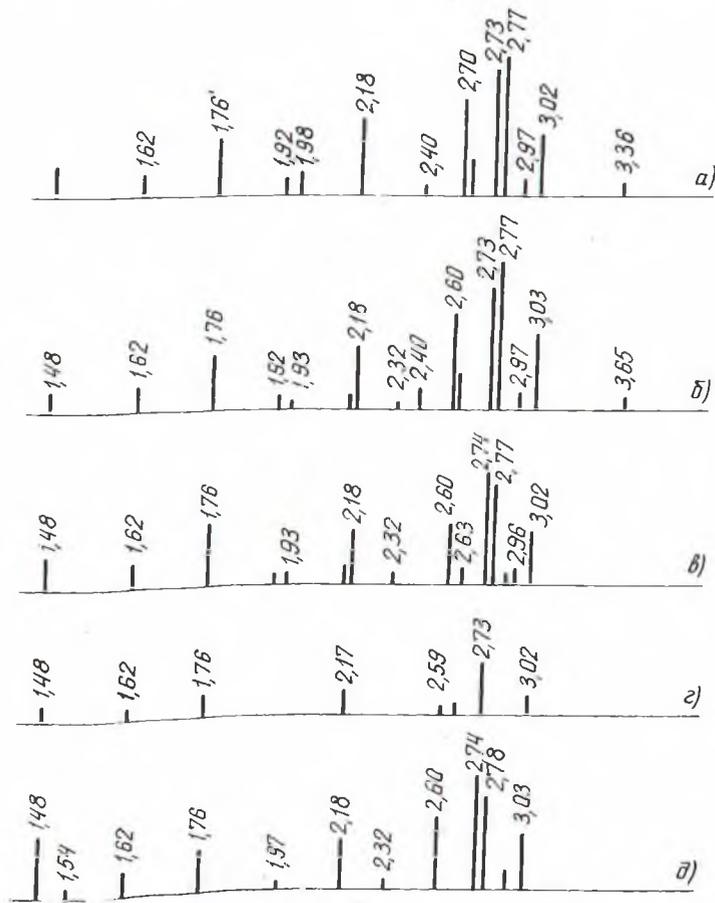


Рис. 3. Штрихрентгенограммы цементных клинкеров. Трехкомпонентная система:
 (t = 1300 °С; τ = 1 ч); (t = 1300 °С; τ = 1,5 ч); (t = 1350 °С; τ = 0,5 ч);
 (t = 1350 °С; τ = 1,0 ч); (t = 1350 °С; τ = 1,5 ч).

1,81 Å), C_2S (3,02; 1,98 Å), углерода и SiO_2 . Наиболее характерными для SiO_2 являются линии, отвечающие величинам d: 4,25; 3,33; 2,45; 2,27; 1,81; 1,54 Å и т.д.

На рис. 2–5 приведены штрихрентгенограммы образцов цементных клинкеров, полученных путем обжига сырьевых смесей, в состав которых вводилась зола горючих сланцев и для сравнения шлама Волковического цементного завода при температурах 1300 и 1350 °С с изотермической выдержкой 0,5; 1 и 1,5 ч.

Анализируя штрихрентгенограммы, можно отметить, что в составе клинкеров имеются минералы C_2S ; $\gamma\text{-C}_2\text{S}$; $\gamma\text{-C}_2\text{S}$; C_3S , а также CaO .

Образование C_2S в двух-, трех-, и четырехкомпонентных сырьевых смесях начинается раньше, чем у образцов на основе шлама Волковического цементного завода. Так, на штрихрентгенограмме, изображенной на рис. 3 и 4, вначале появляются линии 2,77; 2,32; 1,93; 1,76; 1,48 и 1,54 Å, характерные для белита.

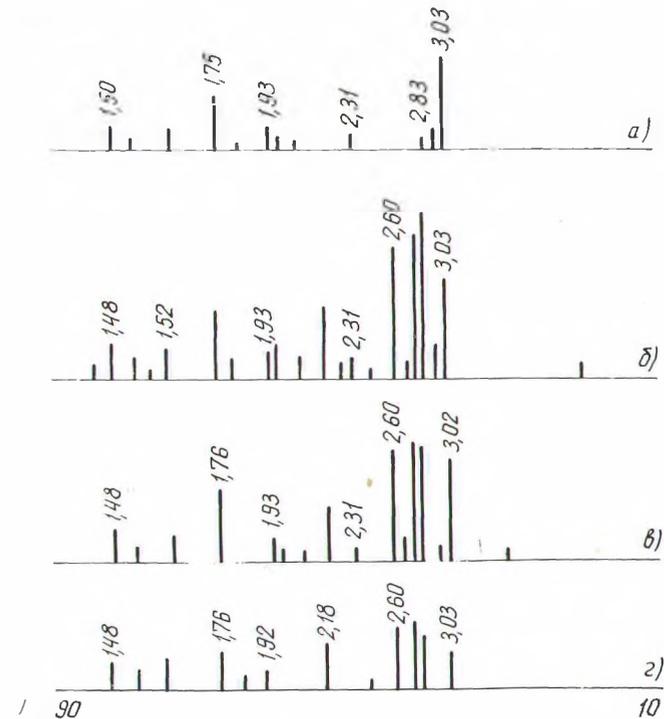


Рис. 4. Штрихрентгенограммы цементных клинкеров. Четырехкомпонентная система:
 а — t = 1300 °С, τ = 1 ч; б — 1300 °С, 1–5 ч; в — 1350 °С, 0,5 ч; г — клинкер Волковического завода.

Различие в процессе образования C_2S может быть объяснено ускоренным разложением исходных компонентов, а при дальнейшем повышении температуры — более ранним появлением микрорасплавов при пониженных температурах в присутствии золы горючих сланцев.

При более высокой температуре наблюдается появление линий 2,97; 2,60; 1,76; 1,54 Å, характерных для алита (см. рис. 5). Интенсивность этих линий с повышением температуры увеличивается [2].

На рентгенограммах всех клинкеров имеются слабый фон и большое количество четких и интенсивных линий интерференции. Некоторые дифракционные максимумы накладываются друг на друга. На рентгенограммах некоторых клинкеров отчетливо про-

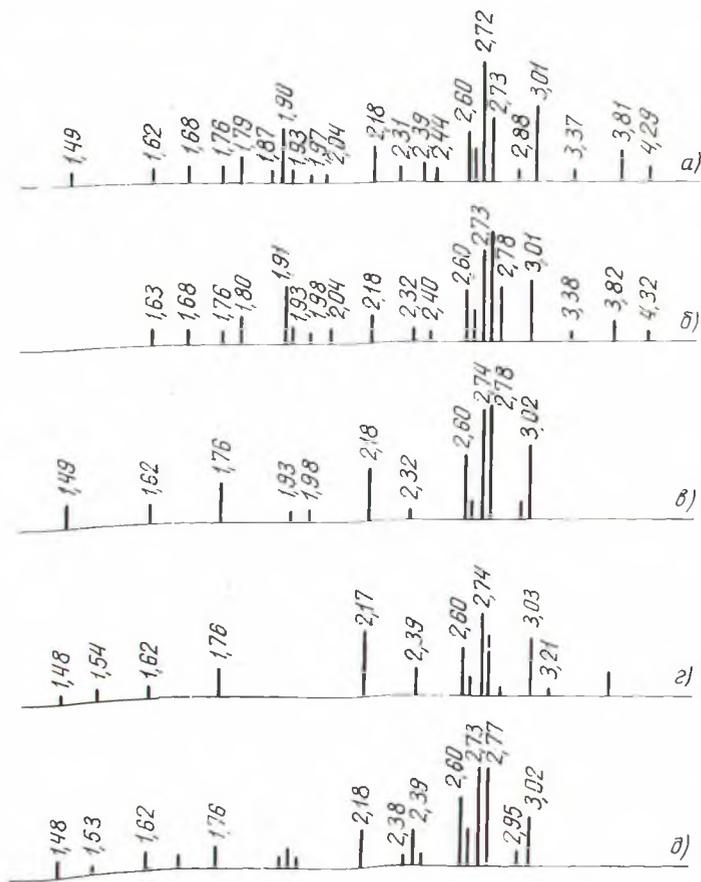


Рис. 5. Штрихрентгенограммы цементных клинкеров. Контрольный состав: а — 1300 °С, 1 ч; б — 1300 °С, 1,5 ч; в — 1350 °С, 0,5 ч; г — 1350 °С, 1,0 ч; д — 1350 °С, 1,5 ч.

являются линии, характеризующие незначительные количества CaO (2,40; 2,69; 2,77 Å), и линии, характерные для $\gamma-C_2S$ (3,82; 2,69 Å), $\gamma'-C_2S$ (2,88; 2,69 Å), $\alpha'-C_2S$ (3,03 Å) [3].

На основании рентгенофазового анализа можно сделать вывод о том, что двух-, трех- и четырехкомпонентные сырьевые смеси, в состав которых вводилась зола горючих сланцев, спекаются при 1350 °С. Это на 100 ° ниже температуры спекания шлама Волковско-го цементного завода. При этом в продукте обжига образуются, как и в обычных сырьевых смесях, основные клинкерные минералы.

Таким образом, зола горючих сланцев Белоруссии может войти как компонент в состав сырьевой смеси для получения клинкера. Ее использование дает возможность повысить производительность вращающихся печей, снизить расход топлива, следовательно, себестоимость клинкера и полученного на его основе цемента.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гольдштейн Л.Я., Штейерт Н.П. Использование топливных зол и шлаков при производстве цемента. — Л., 1977, с. 240. 2. Клочков Л.В., Смирнова Л.В., Судакас Л.Г. Рентгеновские данные о различиях алита в промышленных клинкерах. — Изв. АН СССР. Сер. Неорган. материалы, 1980, 16, № 7, с. 1248—1250. 3. Бойкова А.И. Химия, кристаллохимия и физическая химия минералов клинкера и цементного камня. — Цемент, 1980, № 12, с. 6—9.

УДК 666.762

Н.М. БОБКОВА, д-р техн. наук,
Е.М. ДЯТЛОВА, канд. техн. наук,
Т.Н. ЮРКЕВИЧ, Е.В. ШПАК (БТИ)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СПЕКАНИЯ ОГНЕУПОРНОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ $Al_2O_3-SiO_2-TiO_2$

В результате исследования широкой области составов тройной системы $Al_2O_3-SiO_2-TiO_2$ были получены огнеупорные материалы с низким температурным коэффициентом линейного расширения и высокой термостойкостью, что обусловлено наличием в них кристаллических фаз муллита и тиалита. С целью изучения влияния температуры спекания на свойства, структуру и фазовый состав материала образцы оптимального состава № 22, который выбран на основании данных табл. 1, обжигались в интервале температур 1000—1500 °С через каждые 50 °С.

Образцы для изучения свойств материала изготавливались методом полусухого прессования из масс влажностью 8—10 % при давлении 10—12 МПа. Образцы сушились на воздухе и в сушильном