

УДК: 666.94.622 (575.2) (04)

**О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
БАЗАЛЬТОВЫХ ПОРОД В ПРОИЗВОДСТВЕ ЦЕМЕНТА
НА КУРМЕНТИНСКОМ ЦЕМЕНТНОМ ЗАВОДЕ**

Б.Т. Ассакунова – канд. техн. наук, доц., КГУСТА
Т.М. Касымов – зав. отделом КыргНИИПСтроительства

The opportunity of basalt rocks use of a Suluu-Terek deposit as a raw component in a raw mixture for receiving cement clinker is investigated on Kyrmenty cement plant. It is established, that burning temperature of clinker is decreasing 150–170°C.

Одной из важнейших проблем цементной промышленности Кыргызской Республики является использование местных сырьевых материалов. К перспективным видам сырья, обладающих высокой реакционной способностью, относится базальтовая порода, отличающаяся значительным содержанием оксидов железа, магния, титана и щелочных металлов. Республика располагает значительными залежами базальтов. Разрабатывается Сулу-Терекское месторождение, используемое для производства базальтоволокна [1].

Ныне действующий в Прииссыкулье Курментинский завод выпускает известь для золоторудного производства фирмы Кумтор и портландцемент. Портландцемент выпускается на основе трехкомпонентной сырьевой смеси из местного известняка и глины и пиритных огарков, ввозимых с территории Казахстана. Поэтому изыскание возможности использова-

ния местных сырьевых материалов вместо ввозимых представляется весьма актуальным.

В данной статье исследуется процесс клинкерообразования двухкомпонентных базальтосодержащих сырьевых смесей для получения цемента.

В качестве карбонатного компонента был использован курментинский известняк, имеющий незначительное содержание оксидов железа (0,24), как кремнеземглиноземсодержащие добавки были взяты базальты с миндалевидным содержанием кальцита, использование которых в производстве базальтового волокна снижает его технические характеристики, поэтому является “некондией” для данного производства. Химический состав сырьевых материалов приведен в табл. 1.

Базальты Сулу-Терекского месторождения имеют скрытокристаллическую структуру. На рентгенограмме присутствуют дифракци-

Таблица 1

Химический состав сырьевых материалов

Материал	Содержание оксидов, %									
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	SO ₃	TiO ₂	Na ₂ O+K ₂ O	ППП
Известняк	0,88	0,45	0,24	–	54,78	0,56	0,01	–	–	43,08
Базальт	47,44	16,75	12,35	1,92	6,87	5,18	0,52	1,86	2,80	6,23

онные максимумы, свидетельствующие о наличии следующих соединений: пироксена (гиперстена) с характерными для них межплоскостными расстояниями $d = 3,20; 1,48 \text{ \AA}$; $d = 1,62; 2,98 \text{ \AA}$; магнетита $2,99 \text{ \AA}$; ильменита $d = 2,74; 2,53 \text{ \AA}$; кальцита $d = 3,02; 1,87 \text{ \AA}$.

Стекловидная фаза (альбитовое стекло) является наиболее вероятным состоянием альбита при отсутствии сильных минерализаторов. Наиболее характерные для альбита основные линии с межплоскостными расстояниями $d = 3,21; 2,55; 1,82 \text{ \AA}$. Благодаря особенностям химического и фазового состава базальтовая порода обладает низкой температурой плавления, начало которой отмечено при 1150°C .

На основе указанных материалов были рассчитаны двухкомпонентные сырьевые смеси для получения портландцементного клинкера с КН, равным 0,92; 0,95. Химический состав смесей и клинкеров приведен в табл. 2.

На основе проведенных расчетов были составлены сырьевые смеси, из которых изготавливались образцы-цилиндры диаметром 30 мм и высотой 20 мм при давлении прессования 15 МПа. Образцы обжигались в лабораторной силитовой печи при температуре 1100, 1200, 1300°C , с выдержкой при максимальной температуре – 1 час. О завершенности процесса клинкерообразования судили по содержанию в спеках свободной извести ($\text{CaO}_{\text{своб}}$), которую определяли этилово-глицератным методом [2].

Результаты определения усвоения извести в зависимости от температуры обжига показали, что процесс клинкерообразования в рассматриваемых сырьевых шихтах завершается при температуре $1280\text{--}1300^\circ\text{C}$, так как в спеках, обожженных при указанных температурах, содержание $\text{CaO}_{\text{своб}}$ составляет 0,5–1%.

Анализ химического состава рассматриваемых сырьевых смесей и клинкеров показы-

вает, что по содержанию основных минералообразующих оксидов ($\text{SiO}_2, \text{Al}_2\text{O}_3, \text{CaO}$) они в основном отвечают требованиям к сырьевым смесям для получения портландцементного клинкера. Их, как известно, характеризует содержание оксидов (%): $\text{CaO} = 62\text{--}67$; $\text{SiO}_2 = 20\text{--}24$; $\text{Al}_2\text{O}_3 = 4\text{--}7$; $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 2\text{--}5$ [3]. Рассматриваемые смеси отличаются высокими значениями коэффициента насыщения (0,92–0,95).

Несмотря на довольно высокие значения коэффициентов насыщения, процесс клинкерообразования в рассматриваемых сырьевых смесях завершается при температурах на $150\text{--}170^\circ\text{C}$ ниже температуры обжига традиционных сырьевых смесей. Этот факт подтверждает высокую реакционную способность базальтосодержащих сырьевых смесей.

Оксид железа в базальтовой породе содержится в составе минералов магнетита ($\text{FeO Fe}_2\text{O}_3$) и ильменита ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \text{TiO}_2$), т.е. обнаруживается наличие закисной формы железа, являющейся сильным плавнем.

Значительное содержание плавней в составе базальтовой породы ($\text{FeO}\text{--}1,92$; $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{--}12,35$; $\text{TiO}_2\text{--}1,86$) способствует интенсификации процесса клинкерообразования как на стадии протекания твердофазовых реакций, так и с участием жидкой фазы.

Дериватографические исследования сырьевых смесей показали, что начало диссоциации карбоната кальция сдвигается в область более низких температур ($750\text{--}850^\circ\text{C}$) и завершается полностью при 1000°C . Одновременно при $800\text{--}900^\circ\text{C}$ в результате реакций в твердой фазе наряду с алюминатами и ферритами кальция образуется двухкальциевый силикат, как первичная низкотемпературная фаза, что установлено рентгенографическими исследованиями. В спеках, обожженных при $800\text{--}900^\circ\text{C}$, обнаруживается наличие пиков с межплоскостными расстояниями, характер-

Таблица 2

Химический состав сырьевых смесей и клинкеров

Состав	КН	Содержание оксидов, %								
		SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	TiO_2	$\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$	ППП
1	0,92	<u>12,99</u>	<u>4,69</u>	<u>3,39</u>	<u>42,32</u>	1,76	<u>0,12</u>	<u>0,48</u>	<u>0,73</u>	<u>33,50</u>
		19,54	7,05	5,10	63,66	2,65	0,18	0,71	1,10	-
1	<u>0,95</u>	<u>12,72</u>	<u>4,60</u>	<u>3,32</u>	<u>42,59</u>	<u>1,74</u>	<u>0,14</u>	<u>0,47</u>	<u>0,71</u>	<u>33,71</u>
		19,19	6,94	5,01	64,25	2,62	0,21	0,71	1,07	-

ными для белита (2,77 и 2,73Å), а в спеках, обожженных при 1200°C, наблюдаются линии, характерные для алита (1,48; 3,039; 3,02 Å). Повышение температуры свыше 1200°C обуславливает увеличение количества жидкой фазы ввиду того, что, как известно, присутствие в смеси магнийсодержащих соединений (оливина) совместно с ионами железа и титана способствует формированию легкоподвижного расплава и ускоряет минералообразование. Кроме того, совместное присутствие щелочей с оксидом магния в сырьевой смеси вызывает более полное усвоение оксида кальция, так как наличие ионов магния и щелочей приводит к ослаблению анионного каркаса расплава, уменьшению внутреннего трения в системе, повышает подвижность расплава и ускоряет растворение белита в два–три раза, Клинкерообразование в щелочесодержащих смесях ускоряется в присутствии оксидов магния, железа, титана, серного ангидрида.

Расчетным путем было определено количество и вязкость жидкой фазы рассматриваемых сырьевых смесей.

Количество жидкой фазы рассчитывали по формуле [3]:

$$P = 2,95x + 2,3y + a + v,$$

где x – содержание глинозема, %; y – содержание Fe_2O_3 , %; a – содержание MgO , %; v – содержание $(Na_2O + K_2O)$, %.

Количество жидкой фазы для первой смеси составляет 36,27%, для второй – 35,68%.

Вязкость клинкерного расплава рассчитывается по формуле [3]:

$$\eta = 0,158 p + 0,04 \text{ [Па с]},$$

где p – глиноземистый модуль клинкера.

Вязкость клинкерного расплава для обеих шихт составляет 0,258 Па с. Вязкость жидкой фазы обычного портландцементного клинкера при температуре 1450°C составляет 1,5–2,0 Па с, т. е. вязкость рассматриваемых смесей в 5–6 раз ниже вязкости обычного портландцементного клинкера.

Таким образом, использование базальтовой породы с повышенным содержанием оксидов железа, титана, магния и щелочей в сырьевых смесях, с высоким коэффициентом насыщения и низкорреакционным карбонатным компонентом способствует завершению клинкерообразования в области более низких температур (табл. 3).

Таблица 3
Характеристика клинкеров из базальтосодержащих сырьевых смесей

Со- став	Темпера- тура об- жига, °C	Содержание минералов, %			
		C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF
1	1280	56,43	13,44	10,03	14,50
2	1300	61,98	8,25	9,89	15,43

Анализ минералогического состава клинкеров из рассматриваемых смесей показывает, что клинкер из смеси 2 отличается повышенным содержанием C_3S (61,98) и низким содержанием C_2S (8,25).

Соответственно, цемент, полученный на основе клинкера 2, имеет более высокие показатели прочности (43,6 МПа), чем клинкер 1 (39,9 МПа).

На примере двухкомпонентной сырьевой смеси с низкорреакционным карбонатным компонентом установлен ярковыраженный эффект минерализующего действия базальтовой породы на процесс клинкерообразования в сырьевых смесях для получения портландцементного клинкера.

Процесс клинкерообразования базальтосодержащих сырьевых смесей завершается при температурах 1280–1300°C.

Базальтовая порода может быть использована в сырьевых смесях и как минерализующая добавка, способствующая снижению температуры обжига трудноспекаемых сырьевых смесей.

Использование базальтовой породы Сулу-Терекского месторождения на Курментинском цементном заводе представляется экономически целесообразным, так как при этом снижается температура обжига трудноспекаемых сырьевых смесей на 150–170°C, что значительно снизит расход топлива на обжиг клинкера.

Литература

1. Ормонбеков Т.О. Технология базальтовых волокон и изделия на их основе. – Бишкек: Технология, 1997. – 122 с.
2. Бутт Ю.М., Тимашев В.В. Практикум по химической технологии вяжущих материалов. – М.: ВШ, 1973. – 504 с.
3. Бутт Ю.М., Сычев М.М., Тимашев В.В. Химическая технология вяжущих материалов. – М., 1980.