DOI: 10.34031/2618-7183-2018-1-3-17-24

Тимошенко Т.И. *, кандидат технических наук, доцент,
Залогина А.В., магистрант,
Худасов В.И.,

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, Россия

*Ответственный автор E-mail: timoshenko_bstu@mail.ru

ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК ZnO и BaSO₄ НА СТРОИТЕЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НИЗКООСНОВНЫХ БЕЛЫХ ЦЕМЕНТОВ

Аннотация: белый цемент – современный строительный материал, который с каждым годом пользуется все большей популярностью, так как используется не только в строительной сфере, но так же и в создании архитектурных изделий.

На сегодняшний день наиболее известными производителями белого цемента является Турция, Дания и Египет. Особый цвет цемента достигается за счет специфического состава и специализированной технологии производства. Клинкер для белого портландцемента, отличается от обычного повышенным содержанием SiO₂ (23,5-25,5%) и Al₂O₃ (5,5-7%), незначительным количеством Fe₂O₃ (до 0,25-0,35 %) и MnO – 0,05-0,15%. Минеральный состав клинкера для белых цементов колеблется в пределах (%): C₃S – 35-50; 35-45; C₃A 14-17; C₄AF 0,9-1,4. Содержание в нем MgO не должно превышать 4,5%. Для производства белого портландцемента используют наиболее чистые разновидности карбонатного и песчано-глинистого сырья. В частности, применяют чистые известняки или мел, содержащие не более 0,15% красящих оксидов. Глинистым компонентом служат каолин, отходы его обогащения и другие материалы. Для повышения силикатного модуля применяют тонкозернистые белые кварцевые пески, отходы кварцевого песка, получаемые при обогащении каолина, и др.

Для обжига клинкера применяется беззольное топливо, не образующее сажу и золу, что помогает избежать загрязнения. Дробление сырья осуществляется в специальных мельницах, а измельчение проводится при помощи кремниевых или фарфоровых элементов. Такая технология производства помогает добиться помола, имеющего более высокие показатели, чем у традиционных цементов.

В работе приводятся результаты исследования влияния минеральных добавок BaSO₄ и ZnO на синтез и свойства низкоосновного клинкера белого портландцемента: клинкерообразование, гидратационную активность, белизну цемента.

Ключевые слова: белый портландцемент, минерализаторы, клинкерообразование, фазовый состав, низкоосновный клинкер, белизна

Введение

Белый цемент – достойная альтернатива традиционному серому цементу, он позволяет добиваться цветовой гаммы практически неограниченного диапазона [1, 2].

На сегодняшний день наиболее известными производителями белого цемента являются несколько компаний, завоевавших авторитет на мировом рынке строительных материалов. Турция (заводы Cimsa и Adana) является крупнейшим в мире производителем и экспортером белого цемента. В Дании компания AalborgPortland A/S (завод AalborgWhite) — единственный производитель белого цемента. Белый цемент AalborgWhite Египет появился на рынке относительно недавно. Производится белый цемент «сухим способом». Это более современная и менее затратная технология по сравнению с «мокрым способом», по которому создают аналогичный материал в СНГ. Так, например, белый цемент российского производителя ОАО «Холсим (Рус) СМ» по степени белизны и прочности уступает зарубежным цементам, что связано в первую очередь с качеством исходного сырья (высокое содержание железа и магния – на пределе допустимых значений для белых цементов). При этом проведенная в последние годы реконструкция на заводе позволила практически убрать характерный до этого зеленый оттенок у щуровского цемента.

Данный вид цемента производится на основе маложелезистого клинкера, с примесью минеральных добавок, известняка, гипса, которые придают ему белый цвет. Прочность и белизна цемента достигается путем обжига клинкера при высоких температурах, а затем его охлаждения в бескислородной среде (1200-200°C). Или применяется резкое охлаждение водой (1500-500°C), после этого влажный клинкер подсушивается в сушильном барабане при температуре 300°C.

В настоящее время белый портландцемент производится трех сортов, отличающиеся степенью белизны: у первого сорта данный показатель составляет 85%, второго – 75%, у третьего – 68-70% [1-4].

Последовательность технологических операций и виды применяемого оборудования для белого и для обычного портландцемента мало отличаются, однако имеют ряд особенностей.

С целью исключения загрязнения сырья включениями железистых примесей известняки, поступающие на завод, проходят обогащение путем последовательного дробления и грохочения воздушно-сухим состоянием или мокрым способом [1, 3, 4].

Для обжига сырьевой смеси во вращающихся печах применяют беззольное топливо (газ или мазут). Температура обжига клинкера для белого портландцемента составляет 1600—1650°C, это обусловлено отсутствием оксида железа в сырьевой смеси, в связи с чем жидкая фаза, которая состоит преимущественно из C_3A , образуется при более высокой температуре чем для обычного портландцемента и для нее характерна большая вязкость и короткий интервал температур между ее плавлением и застыванием. Это в свою очередь снижает производительность печей, стойкость футеровки и способствует увеличению расхода топлива. В данном случае целесообразно использовать минерализаторы (плавиковый шпат или кремнефтористый натрий (до 1% по массе смеси), которые облегчают обжиг сырьевой смеси [5, 6, 7].

Так как при выходе из печи для маложелезистого клинкера, как и для обычного характерна зеленоватая окраска его подвергают специальной обработке – отбеливанию, путем восстановления присутствующего в клинкере Fe_2O_3 до оксида Fe_3O_4 . Этот оксид отличается малой красящей способностью, его образование способствует отбеливанию цемента [5].

Таким образом, из-за более высоких требований к входящему сырью, более энергозатратного и технологически сложного процесса производства, себестоимость белого цемента существенно выше, чем у серого, что в свою очередь сказывается на отпускных ценах производителей.

Для сравнения доля потребления белого цемента за рубежом составляет 10-15% от местного цементного рынка, при этом в России этот показатель равен нескольким процентам. Такое относительно низкое потребление связано с более высокой стоимостью белого цемента по сравнению с серым.

Использование добавки $BaSO_4$ снижает температуру образования клинкерных минералов и улучшает белизну клинкера. Так же ион Ba^{2+} изоморфно замещает Ca^{2+} . Оксид бария вступает в реакцию с кислотными компонентами при более низких температурах, чем CaO . По этой причине присутствие $BaSO_4$ может наблюдаться в составе практически всех минералов клинкера [6-10].

Известно, что при содержании оксида цинка в количестве 1% и более в составе сырьевых шихт маложелезистых, высокоосновных клинкеров в процессе обжига формируется цинксодержащее соединение $14CaO \cdot 5Al_2O_3 \cdot 6ZnO$, которое выполняет роль минерализатора, снижает температуру спекания на 100-150°C и повышает белизну цемента на 7-9% [11].

Белый цемент в отличие от обыкновенного имеет повышенный силикатный модуль (3,0-3,8) и весьма высокий глиноземистый модуль (10 и более), в соответствии с этим клинкер белого цемента почти не содержит алюмоферритов кальция.

В цементную сырьевую смесь при производстве белого портландцемента могут быть введены легирующие добавки, которые улучшают свойства клинкера. Во многих странах в настоящее время наблюдается рост производства и потребления белого портландцемента, что свидетельствует о необходимости расширения производства и повышения качества БПЦ в России [1-13].

Материалы и методы

Для данной работы использовалось сырье Уральского региона. Определение удельной поверхности порошкообразных материалов происходило при помощи прибора ПМЦ-500. Рентгенофазовый анализ производился на рентгенограммах ARL X'TRA Thermo Fisher Scientific по стандартной методике. Предел прочности при сжатии определялся на образцах кубиках с ребром 1,41 см из цементного теста (без песка) нормальной плотности. Степень белизны цемента определяют с помощью фотометра типа ФМ-58.

Результаты и обсуждения

Для данной работы использовалось сырье Уральского региона (табл. 1), в котором содержание оксида железа, оказывающего отрицательное влияние на степень белизны цемента, изменяется от 0,14 % в микрокальците до 0,61% в каолине. Данный клинкер имеет низкий коэффициент насыщения $KH=0,79$; $n=3,5$; $p=24,25$. Целью ввода добавок является повышение белизны и гидратационной активности клинкера белого цемента, а также снижение температуры обжига.

Таблица 1

Химический состав исходных компонентов, сырьевой смеси и клинкера

Table 1

Chemical composition of initial components, raw mix and clinker

Материал	Содержание оксидов %									
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	TiO ₂	R ₂ O	ППП	Пр.	Σ
Микрокальцит	2,00	0,96	0,14	53,02	0,54	-	0,30	42,11	0,93	100
Каолин	53,10	33,60	0,61	0,298	-	0,42	0,88	10,80	0,31	100
Пирофиллит	79,00	15,80	0,29	0,37	-	0,15	1,54	2,58	0,27	100
Сырьевая смесь	16,11	4,42	0,18	42,99	0,44	-	0,19	34,86	0,80	100
Клинкер	24,73	6,79	0,28	66,0	0,68	-	0,29	-	1,23	100

После расчёта химического состава сырьевой смеси был произведен обжиг образца с данным составом при температуре 1450°C и выдержкой 40 минут с последующим резким охлаждением в холодной воде. О завершении реакции образования клинкерных минералов судили по степени усвоения CaO и синтеза клинкерных фаз, определенных методом рентгенофазового анализа (рис. 1 и табл. 2) [14-16].

Рис. 1. Фазовый состав клинкера

Fig. 1. Clinker phase composition

Фазовый состав клинкера, полученного при температуре 1300°C (рис. 1), представлен C₃S+C₂S (рефлексы d=2,788; 2,748; 2,616; 2,19 Å), C₂S(d=2,88; 1,986; 1,805 Å) C₃A (d=2,70; 1,9 Å) и CaO_{св}(d=2,404; 1,70 Å), что соответствует расчетным значениям (табл. 2) [12, 13, 14, 17].

Таблица 2

Минералогический состав клинкера

Table 2

Clinker mineralogical composition

C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF	MgO	Сумма
34,77	44,71	1,52	0,85	0,68	98,53

Для определения влияния добавок на белизну при заданном КН смеси исследовались следующие добавки: 0,25% BaSO₄; 1%ZnO; 0,25%BaSO₄+1% ZnO.

Для определения оптимальной температуры обжига и влияния добавок на образование минералов, эти смеси подвергали термообработке при температурах: 1300, 1400, 1450 и 1500°C с выдержкой 40 минут. Фазовый состав полученных спеков представлен на рис. 2.

Спек с добавкой сульфата бария, полученный при температуре 1300°C, имеет следующий набор рефлексов, характеризующих присутствие: C₂S (d=2,88; 1,986; 1,805 Å), C₂S+C₃S (d=2,788; 2,748; 2,623; 2,195 Å), C₃A (d=2,70; 1,928 Å), наблюдаются интенсивные рефлексы Ca(OH)₂ (d=4,917 Å) с интенсивностью 400 имп/сек.

Спек с добавкой ZnO имеет четко выраженные дифракционные отражения C₂S (d=2,88; 1,986; 1,805 Å), C₂S+C₃S (d=2,787; 2,748; 2,617; 2,19 Å) с интенсивностью рефлексов 1450, 1170, 800, 630 имп/сек. Так же имеется рефлекс Ca(OH)₂ (d=4,912 Å) с интенсивностью 420 имп/сек.

Рентгенограмма спека с комплексной добавкой, полученного при температуре 1300°C, имеет фазовый

состав содержащий белит, алит с характерным наличием рефлексов C_2S ($d=2,88; 1,986; 1,805 \text{ \AA}$), C_2S+C_3S ($d=2,788; 2,748; 2,628; 2,192 \text{ \AA}$) с интенсивностью 570, 550, 400, 300 имп/сек. Четко выражены рефлексы $CaO_{св}$ ($d=2,407; 1,70 \text{ \AA}$) и $Ca(OH)_2$ ($d=4,94 \text{ \AA}$).

Рис. 2. Влияние добавок на фазовый состав клинкеров
Fig. 2. Effect of additives on the phase composition of clinkers

На рентгенограмме бездобавочного спека при температуре обжига 1350°C наблюдаются рефлексы C_2S ($d=2,88; 2,03; 1,98 \text{ \AA}$) с интенсивностью 400 и 200 имп/сек; интенсивность рефлексов C_2S+C_3S ($d=2,788; 2,748 \text{ \AA}$) увеличилась до 1800 и 1400 имп/сек, соответственно. Также наблюдается значительный рост интенсивности рефлексов C_2S ($d=2,88; 2,28; 1,795 \text{ \AA}$).

Клинкер с добавкой ZnO имеет интенсивности рефлексов C_2S+C_3S ($d=2,788; 2,748 \text{ \AA}$) до 950 и 700 имп/сек. Интенсивности рефлексов C_3A ($d=2,69; 1,904 \text{ \AA}$) с повышением температуры обжига уменьшаются до 200 имп/сек и $Ca(OH)_2$ ($d=4,928 \text{ \AA}$) до 200 имп/сек.

В спеках образцов, полученных при температуре 1350°C , присутствует трехкальциевый силикат, о наличии которого свидетельствует рефлекс с межплоскостным расстоянием $d=3,043 \text{ \AA}$, кроме спека с ZnO . Содержание свободного оксида кальция снижается, что говорит о его лучшем усвоении.

На рентгенограмме бездобавочного спека, полученного при температуре обжига 1400°C , наблюдается четко выраженный рефлекс C_3S ($d=2,88; 1,981 \text{ \AA}$), C_2S ($d=3,04; 1,76 \text{ \AA}$) и увеличение интенсивности рефлексов C_2S+C_3S ($d=2,788; 2,748; 2,625 \text{ \AA}$).

У спека с добавкой ZnO после обжига при 1400°C наблюдается увеличение интенсивности рефлексов C_2S+C_3S ($d=2,787; 2,616; 2,19 \text{ \AA}$) до 1050, 800, 360 имп/сек.

С увеличением температуры до 1400°C на рентгенограмме спека наблюдается четко выраженный рефлекс C_3S , с межплоскостным расстоянием $d=3,04\text{\AA}$, у смесей с комплексной добавкой $ZnO+BaSO_4$ и бездобавочного клинкера. Однако, спек с $BaSO_4$ имеет низкие значения интенсивностей соответствующих рефлексов C_2S+C_3S ($d=2,787; 2,748; 2,617; 2,19\text{\AA}$) 850, 700, 350 имп/сек [14, 16].

На основе результатов рентгенофазового анализа следует, что в присутствии оксида цинка синтез клинкерных минералов завершается при температуре 1450°C, так как на рентгенограммах интенсивности рефлексов $CaO_{св}$ не превышают интенсивность рефлексов при его содержании 1%.

Для определения гидравлической активности полученные спекы, измельчали до удельной поверхности 350 м²/кг с добавлением гипса в количестве 5 %. Из данных смесей было изготовлено цементное тесто с водоцементным отношением 0,3.

В начальные сроки твердения (2 суток) (рис. 3) наилучшими показателями обладает цементный камень из бездобавочного клинкера – 20 МПа. В возрасте 7 суток высокие результаты показал цементный камень, полученный из спека с добавкой ZnO – 40 МПа. Так же и в возрасте 28 суток этот состав имел наилучший результат – 72 МПа.

Рис. 3. Влияние добавок на прочностные характеристики цементного камня
Fig. 3. Effect of additives on the strength characteristics of cement stone

В ходе исследования было выявлено минерализующее воздействие добавок $BaSO_4$ и ZnO на процесс клинкерообразования: на рентгенограммах интенсивности рефлексов $CaO_{св}$ не превышают интенсивность при содержании оксида кальция 1%, следовательно, оптимальная температура обжига для всех смесей составляет 1450°C. Использование ZnO в качестве минерализатора понижает температуру клинкерообразования в результате синтеза алюмоцинката кальция, что также положительно влияет на белизну и физико-химические свойства цемента.

Клинкер с ZnO показал высокие результаты белизны – 76%, с добавкой $BaSO_4$ – 69%; белизна бездобавочного цемента составила 68%.

Вывод

Выявлено минерализующее воздействие добавок $BaSO_4$ и ZnO на процесс клинкерообразования: на рентгенограммах интенсивности рефлексов $CaO_{св}$ не превышают интенсивность рефлексов при ее содержании 1%, следовательно оптимальная температура обжига для всех смесей 1450°C.

Выявлено, что использование в качестве минерализатора ZnO понижает температуру клинкерообразования в результате синтеза алюмоцинката кальция, положительно влияет на белизну и физико-химические свойства цемента.

Определено влияние добавок на коэффициент светотражения синтезированных белых цементов. Клинкер с минерализатором оксидом цинка показал лучшие результаты – 76%, с добавкой $BaSO_4$ – 69% и бездобавочный составил 68%.

Определено влияние добавок на гидратационную активность клинкеров. В начальные сроки наилучшими показателями обладает бездобавочный цементный камень (20 МПа). В возрасте 7 суток наилучшие результаты показал цемент с минерализатором ZnO (40 МПа) и в возрасте 28 суток клинкер с добавкой оксида цинка имел наилучший результат (72 МПа) по сравнению с бездобавочным цементным камнем, прочность которого составила 55 МПа.

Литература

1. Зубехин А.П., Голованова С.П., Кирсанов П.В. Белый портландцемент. Ростов-на-Дону. Изд. Вузов Сев.-Кавк. Регион. 2004. 265 с.
2. Классен В.К. Технология и оптимизация производства цемента (учебное пособие). Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова. 2012. С. 274 – 275.
3. Грач'ян А.Н., Гайдзуров П.П., Зубехин А. П. Технология белого портландцемента. Москва. Изд-во литературы по строительству. 1970. 174 с.
4. Коновалов В.М., Девятов Д.Н., Гончаров А.А. Влияние сульфата бария на клинкерообразование и размалываемость портландцементного клинкера // Научные исследования, наносистемы и ресурсосберегающие технологии в промышленности строительных материалов. XIX науч. чтения: сб. докл. Междунар. науч.-практ. конф. Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова. 2010. Ч. 2. С. 102 – 106.
5. Зубехин А.П., Яценко Н.Д., Голованова С.П. Теоретические основы белизны и окрашивания керамики и портландцемента; под ред. А. П. Зубехина. Москва: Стройматериалы, 2014. 146 с.
6. Novoselova I. N., Novosyolov A. G. Peculiarities of physical and chemical processes of clinker formation in raw mixes with increased content of magnesium oxide in presence of barite waste // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2018. V. 327.
7. Кравченко И.В. Алешко О.К. Грикевич Л.Н. «Барийсодержащий портландцемент». Труды НИИЦемент. №23. М., 1970. С. 123 – 128.
8. Посохова М. В., Зайцева Е.А. Изучение влияния вида и состава добавок на формирование минералов клинкера белого цемента и его гидратационную активность // В сборнике: Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. С. 370 – 375.
9. Novosyolov A.G., Klassen V.K., Novoselova I.N., Konovalov V.M. Heat exchange in the grid-iron brick refrigerator // International Journal of Pharmacy & Technology. 2016. V. 8. Issue N4. P. 22567 – 22577.
10. Влияние добавок на клинкерообразование (<http://strport.ru/stroitelstvo-domov/chto-takoe-belyi-tsement-kharakteristiki-i-oblasti-primeneniya>)
11. Тимошенко Т.И. Формирование и физико-химические свойства мономинеральных вяжущих веществ: монография. Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. 124 с., ISBN 978-5-361-00342-6.
12. Зубехин А.П., Голованова С.П., Яценко Е.А. и др. Основы технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов. 2010. 308 с.
13. Лугинина И.Г., Тимошенко Т.И., Литвинов А.М. и др. Использование отходов производства баритовых концентратов при получении портландцементного клинкера // Современные технологии в промышленности строительных материалов и стройиндустрии: Сб. докл. Междунар. конф. Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2005. С. 163 – 167.
14. Классен В.К., Киреев Ю.Н., Тимошенко Т.И. Работа с электронной базой данных дифракционных характеристик минералов в программном пакете PDWin 3.0: методические указания к выполнению лабораторных и научно-исследовательских работ для студентов, аспирантов и научных сотрудников специальностей 240304, 270106, 270205, 280201. Белгород: Изд-во БГТУ, 2010.
15. Рентгенофазовый анализ. Методические указания к выполнению лабораторных и научно-исследовательских работ для студентов специальности 250800 – Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов. Белгород, 1998. 48 с.
16. SearchMatch1 Crystallographica Search-Match Version 2, 0, 3, 1 Copyright © 1996-1999, Oxford Cryosystems.
17. Горшков В.С., Тимашев В.В., Савельев В.Г. Методы физико-химического анализа вяжущие вещества: Учеб. Пособие. М: Высш.Школа, 1981. 335 с.

References

1. Zubekhin A.P., Golovanova S.P., Kirsanov P.V. Belyj portlandcement. Rostov-na-Donu. Izd. Vuzov Sev.-Kavk. Region. 2004. 265 p. (rus.)
2. Klassen V.K. Tekhnologiya i optimizaciya proizvodstva cementa (uchebnoe posobie). Belgorod: Izd-vo BGTU im. V.G. Shuhova. 2012. P. 274 – 275. (rus.)
3. Grach'yan A.N., Gajdzhurov P.P., Zubekhin A. P. Tekhnologiya belogo portlandcementa. Moskva. Izd-vo literatury po stroitel'stvu. 1970. 174 p. (rus.)

4. Konovalov V.M., Devyatov D.N., Goncharov A.A. Vliyanie sul'fata bariya na klinkeroobrazovanie i razmalyvaemost' portlandcementnogo klinkera. Nauchnye issledovaniya, nanosistemy i resursosberegayushchie tekhnologii v promyshlennosti stroitel'nykh materialov. XIX nauch. chteniya: sb. dokl. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Belgorod: Izd-vo BGTU im. V.G. SHuhova. 2010. CH. 2. P. 102 – 106. (rus.)
5. Zubekhin A.P., YAcenko N.D., Golovanova S.P. Teoreticheskie osnovy belizny i okrashivaniya keramiki i portlandcements; pod red. A. P. Zubekhina. Moskva: Strojmaterialy, 2014. 146 p. (rus.)
6. Novoselova I. N., Novosyolov A. G. Peculiarities of physical and chemical processes of clinker formation in raw mixes with increased content of magnesium oxide in presence of barite waste. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2018. 327.
7. Kravchenko I.V. Aleshko O.K. Grikevich L.N. «Barijsoderashchij portlandcement». Trudy NIICementa. №23. M., 1970. P. 123 – 128. (rus.)
8. Posohova M. V., Zajceva E.A. Izuchenie vliyaniya vida i sostava dobavok na formirovanie mineralov klinkera belogo cementa i ego gidratatsionnuyu aktivnost'. V sbornike: Mezhdunarodnaya nauchno-tekhnicheskaya konferenciya molodykh uchenykh BGTU im. V.G. SHuhova. 2017. P. 370 – 375. (rus.)
9. Novosyolov A.G., Klassen V.K., Novoselova I.N., Konovalov V.M. Heat exchange in the grid-iron brick refrigerator. International Journal of Pharmacy & Technology. 2016. 8 (4). P. 22567 – 22577.
10. Vliyanie dobavok na klinkeroobrazovanie (<http://strport.ru/stroitelstvo-domov/chto-takoe-belyi-tsement-kharakteristiki-i-oblasti-primeneniya>) (rus.)
11. Timoshenko T.I. Formirovanie i fiziko-himicheskie svoystva monomineral'nykh vyazhushchih veshchestv: monografiya. Belgorod: Izd-vo BGTU, 2015. 124 p., ISBN 978-5-361-00342-6. (rus.)
12. Zubekhin A.P., Golovanova S.P., YAcenko E.A. i dr. Osnovy tekhnologii tugoplavkih nemetallicheskih i silikatnykh materialov. 2010. 308 p. (rus.)
13. Luginina I.G., Timoshenko T.I., Litvinov A.M. i dr. Ispol'zovanie othodov proizvodstva baritovykh koncentratov pri poluchenii portlandcementnogo klinkera. Sovremennye tekhnologii v promyshlennosti stroitel'nykh materialov i strojindustrii: Sb. dokl. Mezhdunar. konf. Belgorod: Izd-vo BGTU im. V.G. SHuhova, 2005. P. 163 – 167. (rus.)
14. Klassen V.K., Kireev YU.N., Timoshenko T.I. Rabota s ehlektronnoj bazoj dannykh difrakcionnykh harakteristik mineralov v programmnom pakete PDWin 3.0: metodicheskie ukazaniya k vypolneniyu laboratornykh i nauchno-issledovatel'skih rabot dlya studentov, aspirantov i nauchnykh sotrudnikov special'nostej 240304, 270106, 270205, 280201. Belgorod: Izd-vo BGTU, 2010. (rus.)
15. Rentgenofazovyj analiz. Metodicheskie ukazaniya k vypolneniyu laboratornykh i nauchno-issledovatel'skih rabot dlya studentov special'nosti 250800 – Himicheskaya tekhnologiya tugoplavkih nemetallicheskih i silikatnykh materialov. Belgorod, 1998. 48 p. (rus.)
16. SearchMatch1 Crystallographica Search-Match Version 2, 0, 3, 1 Copyright © 1996-1999, Oxford Cryosystems. (rus.)
17. Gorshkov V.S., Timashev V.V., Savel'ev V.G. Metody fiziko-himicheskogo analiza vyazhushchie veshchestva: Ucheb. Posobie. M: Vyssh.SHkola, 1981. 335 p. (rus.)

*Timoshenko T.I. *, Candidate of Engineering Sciences (Ph.D.), Associate Professor,
Zalogina A.V., Master Student,
Khudasov V.I.,
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov,
Corresponding author E-mail: timoshenko_bstu@mail.ru

INFLUENCE OF ZnO AND BaSO₄ ADDITIVES ON CONSTRUCTION AND TECHNICAL PROPERTIES OF THE WEAK BASE WHITE CEMENTS

Abstract: white cement – modern construction material which is increasingly popular every year as it is used not only in the construction sphere, but also and in creation of architectural products.

Today the most famous producers of white cement is Turkey, Denmark and Egypt. Special color of cement is reached due to specific structure and the specialized production technology. Clinker for the white portlandtsement, differs from usual in the increased maintenance of Si₂O (23.5-25.5%) and Al₂O₃ (5.5-7%), insignificant quantity of Fe₂O₃ (up to 0.25-0.35%) and MnO – 0.05-0.15%. The mineral composition of clinker for white cements fluctuates within (%): C₃S – 35-50; 35-45; C₃A 14-17; C₄AF 0.9-1.4. The maintenance of MgO in it should not exceed 4.5%. For production of the white portlandtsement the cleanest kinds of carbonate and sandy-argillaceous raw materials are used. In particular, the straight limestones or chalk containing no more than 0.15% of the painting oxides are applied. The kaolin, waste of its enrichment and other materials are served as a clay component. The fine-grained white quartz sands, waste of quartz sand received at enrichment of a kaolin, etc. to increase in the silicate module are applied.

The ashless fuel which is not forming soot and ashes that helps to avoid pollution is applied to roasting of clinker. Crushing of raw materials is carried out in special mills, and crushing is carried out by means of silicon or porcelain elements. Such production technology helps to achieve the grinding having higher rates than from traditional cements.

Results of a research of influence of mineral BaSO₄ and ZnO additives on synthesis and properties of the low-main clinker of the white portlandtsement are given in work: clinker formation, hydration activity, whiteness of cement.

Keywords: white portlandtsement, mineralizers, clinker formation, phase structure, weak base clinker, whiteness

Для цитирования: Тимошенко Т.И., Залогина А.В., Худасов В.И. Влияние добавок ZnO и BaSO₄ на строительно-технические свойства низкоосновных белых цементов // Строительные материалы и изделия. 2018. Том 1. №3. С. 17 – 24. DOI: 10.34031/2618-7183-2018-1-3-17-24

For citation: Timoshenko T.I., Zalogina A.V., Khudasov V.I. Influence of ZnO and BaSO₄ additives on construction and technical properties of the weak base white cements. Construction Materials and Products. 2018. 1 (3). P. 17 – 24. DOI: 10.34031/2618-7183-2018-1-3-17-24

Поступила в редакцию 2 марта 2018 г.
Принята в доработанном виде 7 июня 2018 г.
Одобрена для публикации 11 августа 2018 г.

Received: March 2, 2018.
Revised: June 3, 2018.
Accepted: August 11, 2018.