

Зимич В. В., Альджари З. Д., Алькасрадж А. Х.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВА БЕЛОГО ЦЕМЕНТА

В данной работе было рассмотрено исследование свойства белого цемента, проведение испытания по прочности при изгибе и сжатии, тонкости помола, сроки схватывания, нормальная плотность и сравнение по прочностными характеристиками на 3, 7 и 28 суток. Также нарисован график для сравнения по пределу прочности при сжатии при хранении образцов в камере нормальной тверде- ние при температуре $(20 \pm 3)^\circ\text{C}$ и относительной влажности $(95 \pm 5)\%$.

Белый цемент – разновидность портландцемента, которая отличается от аналога серого цвета составом клинкера, некоторыми особенностями производства, сферами использования. Клинкерная смесь содержит минимальное количество железосодержащих соединений, хрома, марганца. Также для белизны в сырье добавляют гипс, известняк, хлорноватые соли. Один из отбеливающих компонентов – диоксид титана в количестве не более 1% от общей массы цементного раствора или бетона. Его используют для изготовления изделий декоративного и художественного назначения: скульптуры, изделия для декорирования фасадов, вазоны для растений, балясины и перила, ограждения различного типа пр. Производство сухих штукатурных смесей, клеевых составов и сухих цементно-известковых растворов для чистовой отделки. Благодаря прекрасным эстетическим и эксплуатационным характеристикам белый цемент предоставляет строителям и архитекторам широкие возможности в строительстве и декоре уникальных зданий, изготовлении архитектурных форм. Благодаря высокой отражающей способности и хорошим прочностным характеристикам. Цемент исходного белого цвета обладает привлекательными эстетическими качествами относительно традиционных цементных смесей, не теряя при этом рабочих характеристик и потребительских свойств. Надлежащие прочностные качества цемент приобретает после обжига с последующим резким охлаждением в бескислородной среде. При этом для обжига клинкера берут газообразное либо жидкое топливо, не дающее сажи и золы при горении. Белый цемент стоит дороже серого, но есть много областей применения, в которых нужен именно он: отделка фасадов малоэтажных зданий и т.д.

Ключевые слова: свойства белого цемента, предел прочности при сжатии, предел прочности при изгибе, тонкость помола, нормальная плотность, срок схватывания.

Zimich V. V., Aljari Z. D., Alkasraj A. H.

RESEARCH OF THE PROPERTIES OF WHITE CEMENT

In this work, studies of the properties of white cement, testing for bending and compressive strength, grinding fineness, setting time, normal density and comparison in strength characteristics for 3, 7 and 28 days were considered. A graph is also drawn for comparison on the ultimate compressive strength during storage of samples in a normal hardening chamber at a temperature of $(20 \pm 3)^\circ\text{C}$ and relative humidity $(95 \pm 5)\%$.

Analogue in the composition of the clinker, in some production features, in the areas of use. The clinker mixture contains a minimum amount of iron-containing compounds, chromium, manganese. Also for whiteness, gypsum, limestone, chloric salts are added to the raw materials. One of the bleaching components is titanium dioxide in an amount of not more than 1% of the total mass of cement mortar or concrete. Production of decorative

and artistic products: sculptures, products for decoration of facades, flowerpots for plants, balusters and railings, fences of various types, etc. Production of dry plaster mixes, adhesives and dry cement-lime mortars for finishing. Due to its excellent aesthetic and operational characteristics, white cement provides builders and architects with ample opportunities in the construction and decoration of unique buildings, the manufacture of architectural forms. Due to its high reflectivity and good strength properties. Cement of the original white color has attractive aesthetic qualities relative to traditional cement mixtures, without losing performance and consumer properties. The cement acquires the proper strength properties after firing, followed by sharp cooling in an oxygen-free environment. At the same time, for burning the clinker, they take gaseous or liquid fuel, which does not give soot and ash during combustion. White cement is more expensive than gray cement, but there are many areas of application in which it is needed: decorating the facades of low-rise buildings, etc.

Keywords: *properties of white cement, ultimate strength in compression, ultimate strength in bending, fineness of grinding, normal consistency, setting time.*

В настоящее время все большее распространение получают строительные материалы, обладающие повышенными декоративными и эстетическими качествами. Их применяют для отделки фасадов в элитном домостроении. Для изготовления таких материалов чаще всего используют белый портландцемент.

Базовое сырье белого цемента (клинкер) проходит операцию дробления в специальных мельницах, оборудованных футеровкой с использованием базальтовых, фарфоровых или кремниевых плит. В ходе данного процесса достигается гораздо более высокая тонкость помола материала, чем у традиционных марок цемента (4500 см²/г против 3500 см²/г). Дробление смеси ведется одним из двух способов – сухим или мокрым. Причем, в первом пользуются шахтными печами, а во втором – мельницами и болтушками с водой.

Товарный белый цемент выпускается двух прочностных марок - М400 и М500 с тремя возможными показателями степени белизны:

- 1 – высший сорт с коэффициентом отражения 80%;
- 2 – с коэффициентом отражения 75%;
- 3 – с коэффициентом отражения 68%.

Целью данной работы исследование свойств белого цемента для последующего выявления причин трещинообразования конструкций из сталефибробетона на его основе.

Для достижения поставленной цели необходимо в первую очередь изучить такие свойства, как тонкость помола, нормальная густота, сроки схватывания, ложное схватывание, тонкость помола, прочности при сжатии и изгибе, а также необходимо изучить деформации усадок и степень гидратации цемента.

Для проведения исследований использовали следующие материалы:

- белый цемент ЦЕМ I 52,5 Б;
- вода;
- песок полифракционный.

В качестве откликов были приняты основные свойства вяжущего в соответствии с ГОСТами. Для этого были изготовлены образцы соответствующих размеров.

Формовочные массы получали перемешиванием вяжущего и воды в количестве, необходимом для получения теста нормальной густоты.

Для определения тонкости помола идут следующие этапы:

При использовании прибора для механического просеивания отвешивают 50 г цемента с точностью до 0,05 г и высыпают его на сито. Закрыв сито крышкой, устанавливают его в прибор для механического просеивания. Через 5-7 мин от начала просеивания останавливают прибор, осторожно снимают доньшко и высыпают из него прошедший через сито цемент, прочищают сетку с нижней стороны мягкой кистью, вставляют доньшко и продолжают просеивание.

Операцию просеивания считают законченной, если при контрольном просеивании сквозь сито проходит не более 0,05 г цемента.

Контрольное просеивание выполняют вручную при снятом доньшке на бумагу в течение 1 мин. Тонкость помола цемента определяют, как остаток на сите с сеткой N 008 в процентах к первоначальной массе просеиваемой пробы с точностью до 0,1%. При использовании приборов для пневматического просеивания испытания выполняют в соответствии с инструкцией, прилагаемой к прибору. При отсутствии в лаборатории

приборов для механического или пневматического просеивания цемента допускается производить ручное просеивание.

Для определения нормальной густоты:

Воду в количестве, необходимом (ориентировочно) для получения цементного теста нормальной густоты, выливают в чашу смесителя, предварительно протертую влажной тканью, затем осторожно в течение 5-10 с высыпают 500 г цемента и включают смеситель на малую скорость. Время окончания высыпания цемента в воду считают началом затворения. Через 90 с смеситель останавливают на 15 с, в течение которых скребком снимают тесто, налипшее на стенках чаши, сдвигая его в середину чаши. Затем вновь включают смеситель на малую скорость и продолжают перемешивание еще в течение 90 с. Суммарное время перемешивания цементного теста должно составлять 3 мин, не считая времени остановки.

Приготовленное цементное тесто быстро за один прием переносят в кольцо, установленное на пластинке, заполняя его с избытком, но без уплотнения или вибрации. Избыток цементного теста срезают ножом, протертым влажной тканью, вровень с краями кольца до получения ровной поверхности. Кольцо с пластинкой устанавливают на основание станины прибора Вика, опускают пестик до соприкосновения с поверхностью цементного теста в центре кольца и в этом положении закрепляют стержень опорным устройством. Через 1-2 с освобождают стержень, предоставляя пестику свободно погружаться в цементное тесто. Время от начала затворения до начала погружения пестика

Нормальной густотой цементного теста считают такую консистенцию, при которой пестик прибора, погруженный в заполненное цементным тестом кольцо, не доходит на (6 ± 1) мм до пластинки, на которой установлено кольцо.

За нормальную густоту цементного теста принимают количество воды затворения в процентах массы цемента, при котором достигается нормированная консистенция цементного теста. Результат вычисления округляют до 0,25%.

Для определения прочности при сжатии:

Образцы изготавливают из стандартного цементного раствора (далее - цементный раствор), состоящего из цемента и стандартного полифракционного песка в соотношении 1:3 по массе при водоцементном отношении, равном 0,50. Для приготовления одного замеса цементного раствора, необходимого для изготовления трех образцов-балочек, взвешивают 450 г цемента, используют одну упаковку стандартного полифракционного песка массой 1350 г и отмеривают или взвешивают 225 г воды. Песок высыпают в дозирующее устройство смесителя. В предварительно протертую влажной тканью чашу смесителя выливают воду и добавляют цемент, после чего смеситель включают на малую скорость. Дальнейшая процедура приготовления цементного раствора приведена в таблице 1. После этого забить образцы в формы по 3 балочки.

Экспериментальные результаты:

Результаты нормальной густоты, тонкость помола, предела прочности при сжатии и изгибе и срок схватывания сведены в табл.

Таблица

Результаты испытания

Наименование процедуры	Единица измерения	Результат испытания
Тонкость помола	%	3,1
Срок схватывания	Мин	Начало 70; конец 90
НГЦТ	%	30,4
Предел прочности при сжатии, 3 сут	МПа	34,35
Предел прочности при сжатии, 7 сут	МПа	38,26
Предел прочности при сжатии, 28 сут	МПа	54,6

стика в цементное тесто должно составлять 4 мин. Через 30 с после освобождения стержня фиксируют по шкале прибора глубину погружения пестика в цементное тесто. В течение всего времени испытания кольцо с цементным тестом не должно подвергаться толчкам или сотрясениям.

Из полученных результатов исследований сложно делать вывод в виду недостаточности информации. Однако можно сказать, что в процессе гидратации не наблюдается сбросов прочности.

Литература

1. Ушеров-Маршак, А.В. Методологические аспекты современной технологии бетона / А.В. Ушеров-Маршак, Т.В. Бабаевская, М. Циак // Бетон и железобетон, – 2002. – № 1. – с.12-14.
2. Батраков, В.Г. Теория и перспективные направления развития работ в области модифицирования цементных систем / В.Г. Батраков // Цемент и его применение. – 1999. – №5-6. – с. 14-19.
3. Ушеров-Маршак, А.В. Совместимость цементов с химическими и минеральными добавками (часть 1) / А.В. Ушеров-Маршак, М. Циак, Л.А. Першина // Цемент и его применение. – 2002, – №11-12, – с. 6-8.
4. Ушеров-Маршак, А.В. Совместимость цементов с химическими и минеральными добавками (часть 2) / А.В. Ушеров-Маршак, О.А. Златковский, М. Циак // Цемент и его применение. – 2003, – №1-2, – с. 38 – 40. Цемент и его применение. – 1999. – №5-6. – с. 14 -19.
5. Каприелов, С.С. Модифицированные бетоны нового поколения: реальность и перспектива / С.С. Каприелов, В.Г. Батраков, А.В. Шейнфельд // Бетон и железобетон. – 1999. – №6. – С.6-10.
6. Высокопрочные бетоны повышенной морозостойкости с органоминеральным модификатором / С.С. Каприелов, А.В. Шейнфельд, Е.С. Силина и др // Транспортное строительство. – 2000. – №11. – с.24-27.
7. Проспект закрытого акционерного общества «Научнопроизводственный центр материалов и добавок» ЦМИД гидроизоляционные сухие строительные смеси и добавки // Санкт-Петербург. – 1998.
8. Проспект Новтехстрой (НБМ, серия ТФ-2). Быстротвердеющие безусадочные сухие бетонные смеси. – М.: 2002.
9. Баженов, Ю.М. Технология бетона. Учебник / Ю.М. Баженов. – М.: Изд-во АСВ, 2002 - 500 с.
10. Трофимов, Б.Я. Современная концепция морозостойкости бетона / Б.Я. Трофимов // Международное аналитическое обозрение АЛИТинформ. Цемент. Бетон. Сухие строительные смеси. – 2009. – № 4-5 (11). – С. 71-79.
11. Трофимов, Б.Я. Механизм «старения» гидратных фаз цементного камня при циклическом замораживании / Б.Я. Трофимов, Л.Я. Крамар // Популярное бетоноведение. – 2009. – № 3 (29). – С. 69-83.
12. Ташпулатов, Ю.Т. Глинистый-портландцемент / Ю.Т. Ташпулатов. – Ташкент: Изд-во АН УзССР, 1958. – 158 с.
13. Сватовская, Л.Б. Активированное твердение цементов / Л.Б. Сватовская, М.М. Сычев. – Л.: Стройиздат, 1983. – 159 с.
14. Дворкин, Л.И. Основы бетоноведения / Л.И. Дворкин, О.Л. Дворкин. – М.: Стройбетон, 2006. – 692 с
15. Бутт, Ю.М. Образование и свойства гидроалюмината кальция $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 19\text{H}_2\text{O}$ / Ю.М. Бутт, В.М. Колбасов, Г.В. Топильский // Известия АН СССР: Неорганические материалы. – Т. 4. – № 4, 1968, С. 568-572.
16. Батраков, В.Г. Модифицированные бетоны. Теория и практика / В.Г. Батраков. – М.: Высшая школа, 1998. – 768 с.
17. Ушеров-Маршак, А. Современный бетон: европейские нормы (информационное обозрение) / А. Ушеров-Маршак, А. Кабусь. – Минск, ООО «МЭДЖИК», 2010. – 44 с.
18. Самоуплотняющиеся бетонные смеси для высокопрочных бетонов: Электронный ресурс // Вестник строительного комплекса – Режим доступа: <http://www.vestnik.info/archive/28/article404.html>, свободный. - Загл. с экрана.
19. Гайэ, И. Литой бетон и его применение в строительстве / И. Гайэ. – Л.: Ленинградский Облестлит, 1929. – 245 с
20. Тейлор, Х. Химия цемента / Х. Тейлор – М.: 1996. – 560 с

Referenses

1. Usherov-Marshak A.V. Methodological aspects of modern concrete technology / A.V. Usherov-Marshak, T.V. Babaevskaya, M. Tsiak // Concrete and reinforced concrete, - 2002. - No. 1. - p. 12-14.

2. Batrakov, V.G. Theory and perspective directions of development of works in the field of modification of cement systems / VG Batrakov // Cement and its application. –1999. –№5-6. -from. 14-19.
3. Usherov-Marshak, A. V. Compatibility of cements with chemical and mineral additives (part 1) / A. V. Usherov-Marshak, M. Tsiak, L. A. Pershina // Cement and its application. –2002, –№11-12, - p. 6-8.
4. Usherov-Marshak, A.V. Compatibility of cements with chemical and mineral additives (part 2) / A.V. Usherov-Marshak, O. A. Zlatkovsky, M. Tsiak // Cement and its application. –2003, –№1-2, - p. 38 - 40. Cement and its application. –1999. –№5-6. -from. 14 -19.
5. Kaprielov, S.S. Modified concretes of a new generation: reality and perspective / S.S. Kaprielov, V.G. Batrakov, A.V. Sheinfeld // Concrete and reinforced concrete. - 1999. - No. 6. - P.6-10.
6. High-strength concrete of increased frost resistance with an organomineral modifier / S.S. Kaprielov, A.V. Sheinfeld, E.S. Silina et al. // Transport construction. - 2000. - No. 11. - pp. 24-27.
7. Prospectus of the closed joint-stock company “Research and Production Center for Materials and Additives” CMID waterproofing dry building mixtures and additives // St. Petersburg. –1998.
8. Prospect Novtekhstroy (NBM, TF-2 series). Fast-hardening non-shrinkage dry concrete mixtures. - М.: 2002.
9. Bazhenov, Yu.M. Concrete technology. Textbook / Yu.M. Bazhenov. - М.: Publishing house ASV, 2002 - 500 p.
10. Trofimov, B. Ya. Modern concept of frost resistance of concrete / B.Ya. Trofimov // ALITinform International Analytical Review. Cement. Concrete. Dry mixes. - 2009. - No. 4-5 (11). - S. 71-79.
11. Trofimov, B. Ya. The mechanism of “aging” of hydrated phases of a cement stone during cyclic freezing / B.Ya. Trofimov, L. Ya. Kramar // Popular Concrete Science. - 2009. - No. 3 (29). - S. 69-83.
12. Tashpulatov, Yu.T. Clay-Portland cement / Yu.T. Tashpulatov. - Tashkent: Publishing house of the Academy of Sciences of the UzSSR, 1958. -- 158 p.
13. Svatovskaya, L.V. Activated hardening of cements / L.V. Svatovskaya, M.M. Sychev. - L.: Stroyizdat, 1983. -- 159 p.
14. Dvorkin, L.I. Fundamentals of Concrete Science / L.I. Dvorkin, O. L. Dvorkin. - М.: Stroybeton, 2006. -- 692 s
15. Butt, Yu.M. Formation and properties of calcium hydroaluminat $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 19\text{H}_2\text{O}$ / Yu.M. Butt, V.M. Kolbasov, G.V. Topil'skiy // Izvestia of the USSR Academy of Sciences: Inorganic materials. - Т. 4. - No. 4, 1968, S. 568-572.
16. Batrakov, V.G. Modified concrete. Theory and practice / V.G. Batrakov. - М.: Higher school, 1998. -- 768 p.
17. Usherov-Marshak, A. Modern concrete: European standards (informational review) / A. Usherov-Marshak, A. Kabus. - Minsk, LLC “MADZHIK”, 2010. - 44 p.
18. Self-compacting concrete mixtures for high-strength concrete: Electronic resource // Bulletin of the building complex - Access mode: <http://www.vestnik.info/archive/28/article404.html>, free. - Title from the screen.
19. Gaye, I. Cast concrete and its application in construction / I. Gaye. - L.: Leningradskiy Oblast, 1929. -- 245 p.
20. Tejlor, H. Himiya cementa [Chemistry of cement] / H. Taylor - М.: 1996. - 560 p.

Альджари З.Д.,

Студент, кафедра строительных материалов Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия. E-mail: zainaltaie1909@gmail.com.

Алькасрадж А.Х.,

Студент, кафедра строительных материалов Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия. E-mail: alkhbdallh210@gmail.com

Зимич В.В.,

к.т.н., доцент кафедры архитектуры, доцент кафедры строительных материалов и изделий, Южно-Уральский университет, г. Челябинск, Россия. E-mail: zimichvv@susu.ru

Aljari Z.D.,

Student, Department of Building Materials, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia. E-mail: zainaltaie1909@gmail.com.

Alkasraj A.H.,

Student, Department of Building Materials, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia. E-mail: alkhbdallh210@gmail.com.

Zimich V.V.,

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Architecture, Associate Professor of the Department of Building Materials and Products, South Ural University, Chelyabinsk, Russia. E-mail: zimichvv@susu.ru

Поступила в редакцию 24.12.2020