

УДК 666.974.2

А. Н. ЕФРЕМОВ, О. Б. КОНЕВ

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

ЗАВИСИМОСТЬ ПРОЧНОСТИ МЕЛКОЗЕРНИСТЫХ ПРЕССОВАННЫХ ШЛАКОБЕТОНОВ НА ОСНОВЕ ЖИДКОГО СТЕКЛА ОТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Представлены результаты исследований свойств шлакобетонов. Определено влияние концентрации жидкого стекла, содержания тонкодисперсных шлаков и условий твердения на прочность шлакобетонов на основе вяжущих из промышленного жидкого стекла, дисперсных гранулированного доменного и кристаллических сталеплавильных шлаков. Получены бесцементные бетоны полусухого прессования марок по прочности 100...200.

шлакобетон, жидкое стекло, условия твердения, прочность

ВВЕДЕНИЕ

На заводах черной металлургии Украины с целью извлечения металла и утилизации производится интенсивная переработка стабилизированных отвальных сталеплавильных шлаков в щебень и песок. Щебенистые фракции широко используются в строительстве: при устройстве оснований под фундаменты зданий и сооружений, отсыпке территории, возведении насыпей дамб, железных и автомобильных дорог, в конструктивных слоях дорожной одежды и других общестроительных работ, в качестве заполнителей цементных бетонов.

При дроблении и фракционировании шлаков образуется до 30 % песчаной фракции, которая сама содержит до 20...30 % пылевидной фракции 0–0,16 мм, вследствие чего пользуются у строителей ограниченным спросом. Пылевидная фракция менее 0,16 мм образовалась в результате силикатного распада минералов шлаков и состоит в основном из $\gamma\text{-}2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$. Из ряда исследований известно [1–3], что жидкое стекло способно отверждаться тонкодисперсными материалами, содержащими $\gamma\text{-}2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$. При этом образуется водостойкая связка. Однако такие вяжущие характеризуются чрезмерно короткими сроками схватывания.

В работах [4, 5] нами обоснованы актуальность, научная гипотеза и новизна исследований по разработке технологии производства шлакобетонных изделий методом полусухого прессования. Основой таких бетонов является жидкостекольное вяжущее, твердеющее за счет реакции между $\gamma\text{-}2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ и водным раствором силиката натрия. Показана возможность получения бетонов марок 100–200 и выше.

Цель настоящих исследований – определение влияния концентрации жидкого стекла, содержания тонкодисперсных шлаков и условий твердения на прочность шлакобетонов на основе вяжущих из промышленного жидкого стекла, дисперсных гранулированного доменного и кристаллических сталеплавильных шлаков.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В качестве шлакового компонента вяжущих использовались фракции менее 0,16 мм мартеновского и электросталеплавильного шлаков завода «Донецксталь» и молотый доменный гранулированный шлак Мариупольского комбината им. Ильича с остатками на сите 0,08 мм соответственно 12, 16 и 8 %. Жидкое стекло имело силикатный модуль 2,9.

В качестве мелкого и крупного заполнителей применяли стабилизированные песчаную и щебенистую фракции 0,16...5,00 и 5...10 мм мартеновского шлака. Щебенистая фракция по пределу прочности при стандартном испытании соответствовала марке 1 200 (дробимость – 11,9...12,1 %).

Для испытания бетонов применялись образцы-цилиндры диаметром и высотой 7 см, отпрессованные при давлении 20 МПа. В основных исследованиях использовался бетон с расходом шлаковых компонентов, %: щебень – 50, песок – 25, пылеватая фракция 0...0,16 мм – 25. Жидкое стекло вводилось в смесь в количестве 14...18 % от массы сухих составляющих.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Концентрация или плотность жидкого стекла – один из основных технологических факторов, влияющих на активность вяжущих. Результаты исследования влияния плотности жидкого стекла на прочность мелкозернистого прессованного бетона приведены на рис. 1.

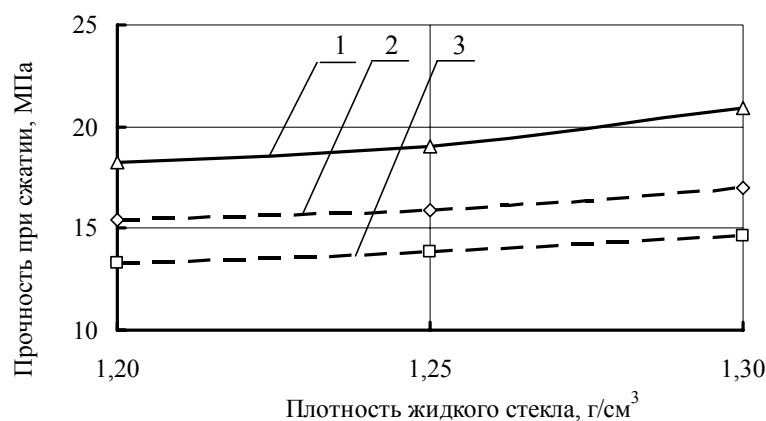


Рисунок 1 – Влияние плотности жидкого стекла на прочность прессованных бетонов на основе пылеватой фракции: 1 – электросталеплавильного шлака; 2 – доменного граншлака (молотого); 3 – мартеновского шлака.

Анализ полученных результатов свидетельствуют о том, что с увеличением плотности жидкого стекла прочность бетонов на всех видах исследованных шлаков растет. Однако этот рост незначительный и составляет при увеличении плотности жидкого стекла от 1,20 до 1,30 г/см³ (концентрация изменяется от 18,5 до 28 % [6]) 10...22 %.

Влияние расхода тонкодисперсных шлаков более существенно. С увеличением расхода вяжущих с 15 до 35 % от массы сухой смеси также происходит прямо пропорциональный рост прочности бетонов, но этот рост значительно больший и составляет 25...31 %, о чем свидетельствует данные рис. 2.

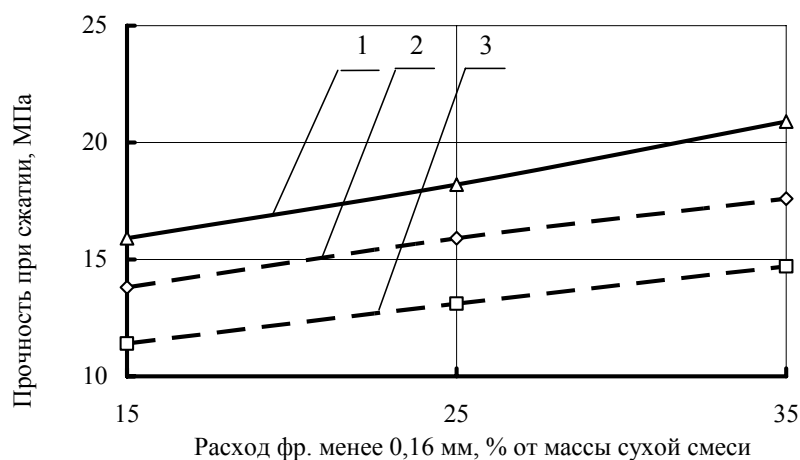


Рисунок 2 – Влияние расхода пылеватой фракции на прочность прессованных бетонов на основе: 1 – электросталеплавильного шлака; 2 – доменного граншлака (молотого); 3 – мартеновского шлака.

Как известно [7], заполнители из отвалных сталеплавильных шлаков подвержены силикатному распаду, что может вызвать снижение прочности бетона и даже полное его разрушение. Для проверки стабильности заполнителей проведены исследования зависимости прочности от длительности твердения бетонов в нормальных условиях и в воде. Анализ результатов, приведенных в табл. 1 и 2, показывает, что в течение года выдержки в нормальных условиях прочность бетонов возрастает на 53...69 % по сравнению с образцами 28-суточного возраста. Аналогичные результаты получены при выдержке образцов в воде, но прочность бетонов на вяжущих из тонкодисперсного мартеновского и доменного шлака растет несколько меньше, на 37...40 %. Характерно, что образцы на электросталеплавильном шлаке в воде удваивают свою прочность.

Таблица 1 – Зависимость прочности бетонов от длительности твердения в нормальных условиях

№ пп	Вид дисперсного шлака	Прочность при сжатии (МПа перед чертой, % после черты), после твердения в течение, сут.			
		7	28	90	365
1	Электросталеплавильный	13,3/82	16,2/100	23,6/146	27,4/169
2	Доменный граншлак	7,2/78	9,2/100	12,6/137	14,8/161
3	Мартеновский	6,1/76	8,0/100	10,8/135	12,2/153

Таблица 2 – Зависимость прочности бетонов от времени твердения в воде

№ пп	Вид дисперсного шлака	Прочность (МПа перед чертой, % после черты) после твердения в течение, сут.			
		7	28	90	365
1	Электросталеплавильный	7,5/64	11,8/100	19,7/167	24,1/204
2	Доменный граншлак	4,5/59	7,6/100	10,1/133	11,2/160
3	Мартеновский	4,3/61	7,0/100	8,5/121	9,6/137

Результаты исследования влияния длительности тепловлажностной обработки при температуре 85 °С показали (табл. 3), что соотношение между активностью вяжущих из исследованных шлаков остается примерно таким же, как и при нормальном твердении. При этом следует отметить два момента: во-первых, установлено, что при пропаривании наиболее интенсивно прочность растет в первые 8 часов изотермической выдержки; во-вторых, за это время бетоны набирают практически 150...190 % прочности от прочности образцов, твердеющих в стандартных условиях.

Таблица 3 – Зависимость прочности бетонов от времени изотермического прогрева при пропаривании

№ пп	Вид дисперсного шлака	Прочность (МПа перед чертой, % после черты) после пропаривания в течение, час.		
		2	8	16
1	Электросталеплавильный	13,5	17,9/100	19,8/111
2	Доменный граншлак	11,3	14,7/100	19,2/130
3	Мартеновский	8,9	11,7/100	14,3/122

ВЫВОД

Определены основные технологические параметры (концентрация жидкого стекла, содержание тонкодисперсных шлаков, условия твердения), позволяющие получать бесцементные шлакобетонные изделия полусухого прессования марок 100...200.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Некрасов, К. Д. Жаростойкие бетоны на жидком стекле с различными добавками [Текст] / К. Д. Некрасов, А. П. Тарасова // Жаростойкие бетоны : научное издание / НИИ бетона и железобетона ; ред. К. Д. Некрасов. – М. : Стройиздат, 1964. – С. 125–138.
2. Тарасова, А. П. Жаростойкие вяжущие на жидком стекле и бетоны на их основе [Текст] / А. П. Тарасова. – М. : Стройиздат, 1982. – 132 с.

3. Тарасова, А. П. Жаростойкие бетоны на жидком стекле со шлаками ферросплавных производств [Текст] / А. П. Тарасова, А. А. Блюсин // Жаростойкие бетоны : научное издание / НИИ бетона и железобетона ; ред. К. Д. Некрасов. – М. : Стройиздат, 1964. – С. 157–168.
4. Ефремов, А. Н. Бесцементные прессованные мелкозернистые бетоны на основе кристаллических сталеплавильных шлаков [Текст] / А. Н. Ефремов, О. Б. Конев // Научно-практическая конференция «Научно-техническое творчество молодежи – путь к обществу, основанному на знаниях» / М-во обр. и науки РФ, ФГБОУ ВПО «МГСУ». – М. : ФГБОУ ВПО «МГСУ», 2013. – С. 88–91.
5. Ефремов, А. Н. Мелкозернистые прессованные бесцементные бетоны [Текст] / А. Н. Ефремов, О. Б. Конев // СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА – 2015 : материалы международной научно-практической конференции. Том 2 / ФГБОУ ВПО «Ростовский государственный строительный университет», Союз строителей южного федерального округа, Ассоциация строителей Дона. – М. : Редакционно-издательский центр РГСУ, 2015. – С. 481–482.
6. Григорьев, П. Н. Растворимое стекло [Текст] / П. Н. Григорьев, В. И. Матвеев. – М. : Промстройиздат, 1956. – 443 с.
7. Бетоны и изделия на шлаковых и зольных цементах [Текст] / А. В. Волженский, Ю. С. Буров, Б. Н. Виноградов [и др.]. – М. : Стройиздат, 1963. – 364 с.

Получено 07.03.2016

О. М. ЄФРЕМОВ, О. Б. КОНЄВ
ЗАЛЕЖНІСТЬ МІЦНОСТІ ДРІБНОЗЕРНИСТИХ ПРЕСОВАНИХ
ШЛАКОБЕТОНІВ НА ОСНОВІ РІДКОГО СКЛА ВІД ТЕХНОЛОГІЧНИХ
ФАКТОРІВ

Донбаська національна академія будівництва і архітектури

У статті представлено результати досліджень властивостей шлакобетонів. Визначено вплив концентрації рідкого скла, вміст тонкодисперсних шлаків і умов твердіння на міцність шлакобетонів на основі в'язучих з рідкого промислового скла, дисперсних гранульованого доменного і кристалічних сталеплавильних шлаків. Отримані безцементні бетоны напівсухого пресування марок за міцністю 100–200.

шлакобетон, рідке скло, умови твердіння, міцність

ALEXANDER YEFREMOV, OLEG KONEV
DEPENDENCE OF DURABILITY OF THE FINE-GRAINED PRESSED CINDER
CONCRETE ON THE BASIS OF LIQUID GLASS FROM TECHNOLOGY
FACTORS

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

The article presents the results of investigations of the properties of cinder concrete. Defined influence of concentration of liquid glass, content of fine slags and conditions of curing on durability of cinder concrete on the basis of knitting from industrial liquid glass, disperse granulated domain and crystal steel-smelting slags. Received cement less concretes of moist pressing of brands on durability 100–200.

slag concrete, liquid glass, curing conditions, strength

Єфремов Олександр Миколайович – доктор технічних наук, професор кафедри технології будівельних конструкцій, виробів і матеріалів Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: в'язучі і бетоны на основі промислових відходів; жаростійкі та вогнетривкі бетоны.

Конев Олег Борисович – асистент кафедри технології будівельних конструкцій, виробів і матеріалів Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: бетоны на основі кристалічних металургійних шлаків і рідкого скла.

Ефремов Александр Николаевич – доктор технических наук, профессор кафедры технологии строительных конструкций, изделий и материалов Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: вяжущие и бетоны на основе промышленных отходов, жаростойкие и огнеупорные бетоны.

Конев Олег Борисович – ассистент кафедры технологии строительных конструкций, изделий и материалов Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: бетоны на основе кристаллических металлургических шлаков и жидкого стекла.

Yefremov Alexander – D.Sc. (Eng.), Professor, Technology of Production of Building Constructions, Products and Materials Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: binders and concretes on the basis of industrial waste, refractory concretes.

Konev Oleg – assistant, Technology of Production of Building Constructions, Products and Materials Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: concretes on the basis of crystalline metallurgical slags and liquid silica glass.