СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

УДК 691.3

ПРОБЛЕМА ЗАМЕНЫ СВЯЗУЮЩЕГО ВЕЩЕСТВА В БЕЗОБЖИГОВОМ ЗОЛЬНОМ ГРАВИИ, ПОЛУЧАЕМОГО ИЗ ЗОЛ КЕМЕРОВСКИХ ТЭС

Жихарев Александр Александрович,
аспирант e-mail: zhihar90@mail.ru

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28

Аннотация

В данной работе описана проверка возможности использования альтернативных связующих веществ при получении безобжигового зольного гравия (БОГ) из низкокальциевых зол кемеровских тепловых электростанций (ТЭС). Основным показателем для сравнения использовалась прочность гранул. Прочность определялась путем сдавливания в стандартном цилиндре. Итогом стало получение подтверждения о возможности использования такого материала, как жидкое стекло при получении БОГ. ТакаязаменапозволитотказатьсяотцементаприполученииБОГ.

Ключевые слова: *отходы промышленности, зола гидроудаления, легкий бетон, прочность, плотность, цемент, клей, жидкое стекло, безобжиговый зольный гравий.*

В России, как и в других странах мира сосредоточено большое количество ТЭС, в результате деятельности которых образуется ежегодно около 2,7 млн т золошлаковых отходов [1]. Одним из способов использования таких отходов энергетической промышленности является получение гранул, так называемого зольного гравия, с размерами частиц преимущественно от 5 до 40 мм, для дальнейшего использования в качестве крупного заполнителя при производстве легких бетонов. В статье рассматривается безобжиговыйзольный гравия. При использовании зол гидроудаления кемеровских ТЭС, а именно Новокемеровской теплоэлектроцентрали(ТЭЦ) и Кемеровской Государственной Районной Электростанции(ГРЭС), возникает потребность ввода дополнительного связующего материала, так как эти золы содержат низкое количество оксида кальция CaO и не могут самостоятельно соединяться. В качестве такого связующего известно применение цементов, количество которых по отношению к золе по массе вводится от 20 и более процентов [2,3].

В статье рассматривается вопрос поиска альтернативы цемента, как связующего в зольном гравии. В качестве такой альтернативы было решено использовать клей строительный ПВА и жидкое стекло.Процентное соотношение цемента к золе было взято по примеру из литературных источников [4]. Количество вводимого ПВА и ЖС принималось исходя из избегания увеличения экономических затрат на связующее вещество.

Существует технология получения гравия из отходов промышленности путем обжига сырья. Такой материал называется аглопоритовый гравий и представляет собой гранулы высокой прочности. Такая технология требует больших энергозатрат на производство и следовательно, есть предпосылкидля получения именно безобжигового гравия [5,6].

Для опытов использовались зола гидроудаления Кемеровской ГРЭС.В табл. 1 приведен химический состав золы [1]. Как видно из таблицы, зола характеризуется сравнительно малым содержанием оксида кальция CaO, равным 5,7 %. Основным компо-

Таблица .1. Химический состав золы.

Наименование	Содержание								
	SiO	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	CaO	MgO	K_2O	SO_3	Al_2O_3+SiO+FeO
Зола Кемеровской ГРЭС	49,1	18,6	12,8	5,7	1,5	2,8	0,2	1,05	67,7

Табл.2. Физические свойства золы.

	Истинная плотность, кг/м^3	Насыпная плотность, кг/м^3	Модуль крупности
Зола Кемеровской ТЭЦ	2210	780	1,02

нентом является кислое ферроаллюмосиликатное стекло Al_2O_3+SiO+FeO в количестве до 70%. Низкое содержание CaO предполагает низкую активность, не позволяющую золе самостоятельно твердеть.

Были определены истинная, насыпная плотности золы, её зерновой состав, модуль крупностит [табл. 2]

Истинная плотность определялась с помощью пикнометра. Насыпная плотность определялась путем взвешивания навески в цилиндрическом сосуде. Для определения зернового состава и модуля крупности отбиралась навеска 2 кг и просеивалась через стандартный набор сит. Определение свойств исходных компонентов проводилось в соответствии со справочным пособием [7]. Кривая просеивания показана на рис. 1.

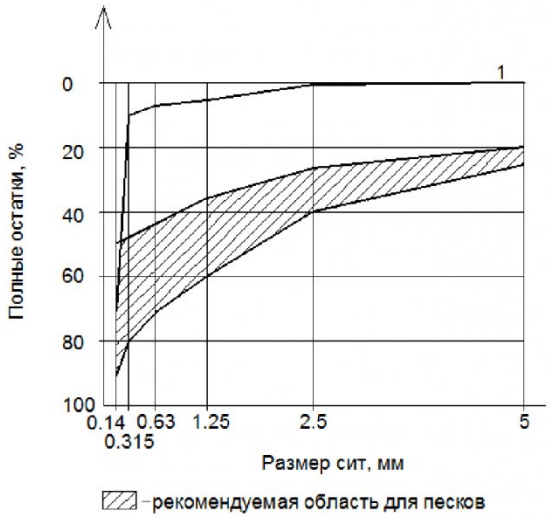

Рис.1. Кривая рассева золы Кемеровской ТЭЦ.

Зола Кемеровской ТЭЦ относится к мелкозернистой по ГОСТ 25592-91 "Смеси золошлаковые тепловых электростанций для бетонов. Технические условия".

По требованиям данного ГОСТа насыпная плотность не должна быть больше 1200 кг/м3, содержание оксида кальция CaO не более 10% по массе, оксида магния MgO не более 5% по массе, оксида серы SO3 не более 3% по массе.

Всем этим требованиям зола Кемеровской ТЭЦ соответствует, что позволяет её использовать в качестве заполнителя для легкого бетона в конструкциях жилых, общественных и промышленных зданий [7].

В работе использовался портландцемент марки 400, дисперсия ПВА по ГОСТ марки Д50Н [9], жидкое стекло по ГОСТ [9].

Дозирование связующего велось в соответствии с табл. 3.

Таблица 3. Количество связующего материала.

1	Цемент	20	30	50	70
2	ПВА	1,8	2,7	4,5	6,3
3	Ж/С	4,4	6,6	11	15,4

Гранулирование проводилось на лабораторном тарельчатом смесителе. Способ и режим грануляции был подобран при литературном обзоре [10,11]. Гранулы твердели при нормальных условиях в течении 28 суток [12]. Для лучшего слипания цементно-зольная смесь увлажнялась, при этом не допускалось выделения лишней влаги в смеси. Дозировка воды велась по отношению к цементу по массе, в соотношении 1,1 - 1,2 [13] .

Испытания проводились по ГОСТ 9758-86 "Заполнители пористые неорганические для строительных работ" и в соответствии со справочной литературой [15,16]. Определялись показатели насыпной плотности, марка по дробимости, прочность на сжатие в цилиндре. Испытания проводились в лаборатории Кузбасского Государственного Технического Университета.

В эксперименте по определению прочности использовался пресс лабораторный П-50 [16], стандартный цилиндр с плунжером, лабораторные электронные весы. На прессе определялась нагрузка, при которой плунжер погружался на 2 см в цилиндр и затем определялась прочность гранул на сжатие:

$$Rсж=P/ Sцил,$$

где P - нагрузка, кН;

Sцил - площадь цилиндра, м2.

Прочность определялась для всех гранул после 28 суток нормального твердения. Результат испытаний по прочности при сдавливании в цилиндре показан на рис.1.

Результаты испытания по определению насыпной плотности приведены в табл. 4.

Как видно из результатов, максимальную прочность показали гранулы с цементом, близкую к ней прочность показали гранулы с ЖС в соотношении 11 и 15,4 %. Гранулы с ПВА показали низкую прочность. Однако, гранулы с ПВА имеют наименьшую среднюю плотность, что дает повод для увеличения

Таблица 4. Насыпные плотности для зольного гравия.

Вид связующего	Насыпная плотность при добавлении связующего в % к массе золы, кг/м^3				Средние значение плотности кг/м^3
	20	30	50	70	
Цемент	664	600	602	594	612
	1,8	2,7	4,5	6,3	
ПВА	510	480	481	485	487
	4,4	6,6	11	15,4	
ЖС	512	514	503	516	512

Рис.2. Зольный гравий

количества вводимого клея с целью получения более крепких гранул при той же плотности.

Данное исследование показывает, что применение альтернативных материалов позволит отказаться от цемента при производстве БОГ. Также

- снижение массы конструкции;
- уменьшение теплопроводности материала;
- снижение затрат при монтаже и стоимости фундамента;
- сохранение остальных свойств материала.

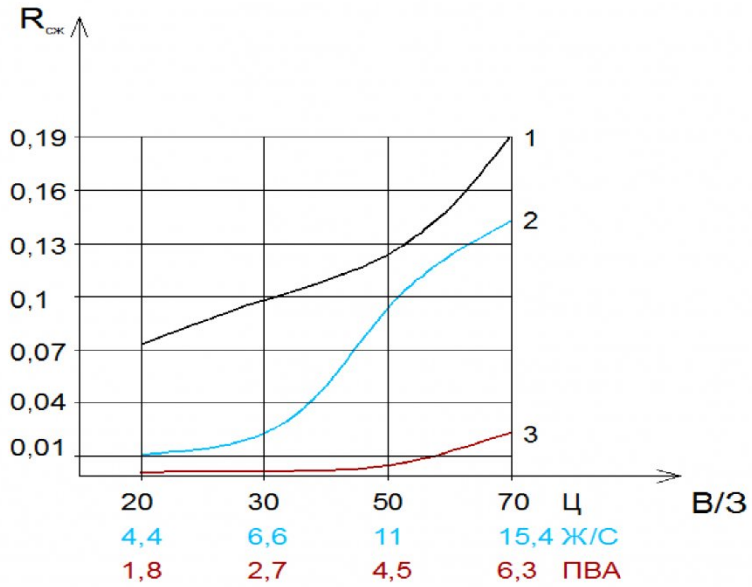

Рис.3. Зависимость прочности гранул на сжатие Rсж от соотношения вяжущего к заполнителю В/З.

снижается плотность материала, что является важным показателем при производстве легких бетонов. Итогом замены связующего вещества станет:

При дальнейшем исследовании интересен вопрос изменения свойств материала при различных способах и режимах сушки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Каргин А.А. Анализ золошлаковых отходов кемеровских ТЭЦ как сырья для производства строительных материалов // Актуальные вопросы строительства. Новосибирск: НГАСУ, 2013. – с. 23-25.

2. Волженский А. В., Иванов И. А., Виноградов Б. Н. Применение зол и шлаков в производстве строительных материалов . М.: Стройиздат, 1984.

3. Рыжков Ф.Н. Гранулированные безобжиговые шлаковые заполнители и бетоны на их основе //диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, Новосибирск, 2006.

4. Вишневский А.А., Левченко В.Н. Производство ячеистого бетона на основе золы-уноса Рефтинской ГРЭС // Ячеистые бетоны в современном строительстве. СПб.,2005.– с. 57-61.

5. Диамант М. И., Черкаев Ю.П. Совершенствование работ с использованием трансформирующихся опалубок. Разработка технологий использования отходов металлургической и топливной промышленности для производства легких и тяжелых бетонов монолитного и сборного домостроения. :Кемерово.: КузГТУ, 1991.

6. Satish C. Waste Materials Used In Concrete Manufacturing / C. Satish ; Westwood. NewJersey :NoyesPublications, 1997.

7. ГОСТ 25818-91. Золы-уноса тепловых электростанций для бетонов. М: 1991г.

8. ГОСТ 18992-80. Дисперсия поливинилацетатная гомополимерная грубодисперсная. Технические условия.

9. ГОСТ 13078-81. Стекло натриевое жидкое. Технические условия.

10.Комиссаренко Б.С., Морозов Ю.П. Особенности применения зол Саратовской ТЭС 2 в качестве мелкого заполнителя для керамзитобетона. // Известия вузов. Секция «Строительство и архитектура». - М., 1974. № 6– с. 31-34.

11.Столбоушкин А.Ю. , Иванов А.И., Зоря В.Н. Особенности грануляции техногенного и природного сырья для стеновой керамики. // Строительные материалы №5, 2012 г. – с. 26-30.

12. Jeffrey W. Bullarda, Hamlin M. Jenningsb, Richard A. Livingstonc, Andre Nonatd, George W. Scherere, Jeffrey S. Schweitzerf, Karen L. Scrivenerg, Jeffrey J. Thomash Mechanisms of cement hydration // Cement and Concrete Research. 2011. №10.

13. S. Chandra Waste Materials Used in Concrete Manufacturing. Westwood: Noyes Publication, 1996.

14. Ицкович С. М., Чумаков Л. Д., Баженов Ю. М. Технология заполнителей бетона. М.: Высшая школа, 1991.

15.Болотских О. Н. Европейские методы физико-механических испытаний бетона. М.: Высшая школа, 1991.

16.ГОСТ 8905-82 Машины (прессы) гидравлические для статических испытаний строительных материалов на сжатие. Общие технические условия.

Поступило в редакцию 15.05.2015

THE PROBLEM OF BINDING AGENT REPLACEMENT IN UNBURNED FLY ASH AGGREGATE FROM KEMEROVO CHPS' ASHES

Zhikharev Alexander A.,
postgraduate, e-mail: zhihar90@mail.ru

T.F. Gorbachev KuzbassStateTechnicalUniversity 28 streetVesennyaya, Kemerovo, 650000, Russian Federation

Abstract

The current work describes a possibility of alternative binding agent usageby obtaining unburned fly ash aggregate from Kemerovo CHPs' low-lime ashes. The main parameter to compare is the strength of granules which is determined by conventional cylindercompression. As a result the possibility of usage of such material as water-glassby obtaining unburned fly ash aggregate has been proven. This replacement allows to stop using cement by obtaining unburned fly ash aggregate.

Key words: *industrial waste, wet ash,lightweight concrete, strength, density, cement, glue, water-glass, unburned fly ash aggregate.*

REFERENCES

1. Kargin A.A. Analiz zoloshlakovykh othodov kemerovskikh TETS kak syrya dlya proizvodstva stroitelnykh materialov [The analysis the bottom-ash of waste of the Kemerovo combined heat and power plants as raw materials for production of construction materials].// Aktualnye voprosy stroitelstva [Topical issues of building]. Novosibirsk: NGASU, 2013. – P. 23-25.

2. Volzhenskiy A. V., Ivanov I. A., Vinogradov B. N. Priminenie zol i shlakov v proiyvodstve stroitelnykh materialov [Application of the evils and slags in production of construction materials].M.: Stoiizdat, 1984.

3. Ryzhkov F.N. Granulirovannye bezobzhigovye shlakovye zapolniteli i betony na ih osnove [The granulated unburned slag fillers and concrete on their basis]. // Dissertatsiya na soiskanie uchenoy stepeni kandidata technicheskikh nauk [the thesis on competition of an academic degree of Candidate of Technical Sciences], Nowosibirsk, 2006.

4. Vishnevskiy A.A., Levchenko V.N. Proiyvodstvo yacheistogo betona na osnove zoly-unosa Reftinskoy GRES [Production of cellular concrete on the basis of fly- ashes of Reftinsky state district power station] // Yacheistye betony v sovremennom stroitelstve [Cellular concrete in modern construction]. SPb.,2005.– P. 57-61.

5. Diamant M. I., Cherkaev Y.P. Sovershenstvovanie rabot s ispolyovaniem transformiruyushchikhsya opalubok. Rayrabotka tekhnologiy ispolzovaniya othodov metallurgicheskoy i toplivnoy promyshlennosti dlya proiyvodstva legkikh i tyazhelykh betonov monolitnogo i sbornogo domostroeniya [Improvement of works with use of the transformed timberings. Development of technologies of use of waste of metallurgical and fuel industry for production of light and heavy concrete of monolithic and combined housing construction]. :Kemerovo.: KuzSTU, 1991.

6. Satish C. Waste Materials Used In Concrete Manufacturing / C. Satish ; Westwood. NewJersey :NoyesPublications, 1997.

7. GOST 25818-91. Zoly unosa teplovikh elektrostantsiy dlya betonov [Fly-ashes of thermal power plants for concrete].M: 1991г.

8. GOST 18992-80. Dispersia polivinilatsetatnaya gomopolimernaya grubodispersnaya. Technicheskie usloviya [Dispersion polyvinyl acetate gomopolimerny grubodispersny. Specifications.].

9. GOST 13078-81. Steklo natrievoe zhidkoe. Technicheskie usloviya [Glass the sodium liquid. Specifications.].

10.Komissarenko B.S., Morozov Y.P. Osobennosti primineniya zol Saratovskoy TES 2 v kachestve melkogoyapolnitelya dlya keramyitobetona [Features of application of the evils of the Saratov thermal power plant 2 as small filler for a keramzitobeton.]. // Iyvestia vuzov. Sektsiya «Stroitelstvo i architektura» [News of higher education institutions. Section "Construction and Architecture"]. - M., 1974. № 6– P. 31-34.

11.Stolbushkin A.Y. , Ivanov A.I., Zorya V.N. Osobennosti granulyatsii technogennogo i prirodnogo syrya dlya stenovoi keramiki [Features of granulation of technogenic and natural raw materials for wall ceramics].// Stroitelnye materialy [Building materials] №5, 2012 г. – P. 26-30.

12. Jeffrey W. Bullarda, Hamlin M. Jenningsb, Richard A. Livingstonc, Andre Nonatd, George W. Scherere, Jeffrey S. Schweitzerf, Karen L. Scrivenerg, Jeffrey J. Thomash Mechanisms of cement hydration // Cement and Concrete Research. 2011. №10.

13. S. Chandra Waste Materials Used in Concrete Manufacturing. Westwood: Noyes Publication, 1996.

14. Itskovich S. M., Chumakov L. D., Bayhenov Y. M. Technologiya zapolniteleiy betona [Technology of fillers of concrete]. M.: Vyshaya shkola [Higher school], 1991.

15.Bolotskich O. N. Evropeiskie metody fiziko-mechnicheskikh ispytaniy betona [European methods of physicomechanical tests of concrete. M.: Vyshaya shkola [Higher school], 1991.

16.GOST 8905-82 Mashiny (pressy) gidravlicheskie dlya staticheskikh ispytaniy stroitelnykh materialov na szhatie. Obshchie technicheskie usloviya [The machines (press) hydraulic for static tests of construction materials for compression. General specifications].

Received 15.05.2015