

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 16510

(13) С1

(46) 2012.10.30

(51) МПК

C 04B 38/02 (2006.01)

C 04B 18/14 (2006.01)

(54) СЫРЬЕВАЯ СМЕСЬ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА

(21) Номер заявки: а 20110522

(22) 2011.04.21

(71) Заявители: Учреждение образования "Белорусский государственный технологический университет"; Иностранное частное научно-производственное унитарное предприятие "Ордтех групп" (ВУ)

(72) Авторы: Мечай Александр Анатольевич; Барановская Екатерина Ивановна; Ласанкин Сергей Викторович (ВУ)

(73) Патентообладатели: Учреждение образования "Белорусский государственный технологический университет"; Иностранное частное научно-производственное унитарное предприятие "Ордтех групп" (ВУ)

(56) ВУ 12439 С1, 2009.

ВУ 6907 С1, 2005.

RU 2145314 С1, 2000.

RU 2312091 С1, 2007.

JP 2005-154245 А.

СТАРОСТИНА И.В. Использование саморассыпающихся электросталеплавильных шлаков в технологии силикатных бетонов. Автореферат диссертации. - Белгород, 2002. - С. 2-14.

МЕЧАЙ А.А. и др. Цемент и его применение. - 2010. - № 5. - С. 128-133.

ГОСТ 31359-2007. Бетоны ячеистые автоклавного твердения. - С. 5-6.

(57)

Сырьевая смесь для изготовления ячеистого бетона, включающая портландцемент, известь, молотый песок, алюминиевую пудру, поверхностно-активное вещество, воду и при необходимости сульфоалюминатный модификатор, отличающаяся тем, что дополнительно содержит очищенный от металлических включений молотый электросталеплавильный шлак и при необходимости природный гипс и пластификатор С-3 или его аналог при следующем соотношении компонентов, мас. %:

портландцемент	1,5-10,0
известь	3,0-10,0
молотый песок	15,0-35,0
алюминиевая пудра	0,05-0,25
поверхностно-активное вещество	0,003-0,010
сульфоалюминатный модификатор	0-0,50
очищенный от металлических включений молотый электросталеплавильный шлак	15,0-30,0
природный гипс	0-0,02
пластификатор С-3 или его аналог	0-0,03
вода	остальное.

ВУ 16510 С1 2012.10.30

ВУ 16510 С1 2012.10.30

Изобретение относится к промышленности строительных материалов, а именно к составам сырьевой смеси для получения ячеистого бетона с пониженным содержанием извести и портландцемента и улучшенными физико-механическими характеристиками.

Известна смесь, содержащая, мас. %: молотый среднекальциевый (доменный) шлак - 60, известь - 11, кварцевый песок - 25, алюминиевую пудру (от массы сухих компонентов) - 0,04, гипс - 4 [1].

Недостатками данной смеси являются высокая плотность и теплопроводность бетона.

Наиболее близким аналогом предлагаемой смеси является сырьевая смесь для изготовления ячеистого бетона, которая содержит портландцемент, известь, молотый песок, алюминиевую пудру, воду, ПАВ и сульфоалюминатный модификатор при следующем соотношении компонентов, мас. %: портландцемент - 5-10, известь - 10-15, молотый песок - 40-45, сульфоалюминатный модификатор - 1-5, алюминиевая пудра - 0,05-0,25, ПАВ - 0,003-0,01, вода - остальное [2].

Недостатками данной смеси являются высокое водотвердое отношение, а также содержание таких энергоемких компонентов, как известь и портландцемент.

Задачей настоящего изобретения является частичная замена извести и портландцемента на очищенный от металлических включений молотый электросталеплавильный шлак, снижение водотвердого отношения за счет меньшей водопотребности смеси и увеличение прочности ячеистого бетона с низкой плотностью (200-400 кг/м³).

Поставленная задача решается тем, что заявляемая сырьевая смесь для изготовления ячеистого бетона содержит портландцемент, известь, молотый песок, алюминиевую пудру, воду, поверхностно-активное вещество, при необходимости сульфоалюминатный модификатор, очищенный от металлических включений молотый электросталеплавильный шлак, при необходимости природный гипс, пластификатор С-3 или его аналог при следующем соотношении компонентов, мас. %:

портландцемент	1,5-10,0
известь	3,0-10,0
молотый песок	15,0-35,0
алюминиевая пудра	0,05-0,25
ПАВ	0,003-0,01
сульфоалюминатный модификатор	0-0,50
очищенный от металлических включений	
молотый электросталеплавильный шлак	15,0-30,0
природный гипс	0-0,02
пластификатор С-3 либо его аналоги	0-0,03
вода	остальное.

Технический результат заключается в частичной замене дорогостоящих энергоемких компонентов сырьевой смеси (извести и цемента) на техногенное сырье (электросталеплавильный шлак) и получении ячеистого бетона повышенной прочности при плотности 200-300 кг/м³, а также в снижении водотвердого отношения за счет меньшей водопотребности шлака, что является предпосылкой для снижения расхода пара при автоклавной обработке.

Электросталеплавильный шлак - отход производства РУП "Белорусский металлургический завод" (г. Жлобин). Усредненный химический состав, мас. %: SiO₂ - 22,34, CaO - 48,04, Al₂O₃ - 9,00, FeO + Fe₂O₃ - 12,13, MgO - 4,52, MnO - 2,98. Шлак является основным. Исходя из результатов рентгенофазового анализа установлено, что минералогический состав шлака характеризуется наличием шеннонита γ -2CaO·SiO₂, ларнита β -2CaO·SiO₂, мервинита (3CaO·MgO·2SiO₂), монтичеллита (MgO·CaO·SiO₂), ранкинита (3CaO·2SiO₂), а также железосодержащих фаз - 3CaO·Fe₂O₃·3SiO₂, магнетита Fe₃O₄. Шлак подвергался помолу в валковой мельнице с сепаратором [3]. В процессе сепарации металлические включения удалялись, а молотый шлак с максимальным размером частиц 160 мкм использовался в составе ячеистобетонной смеси.

Кристаллические фазы шлака медленно гидратируются при нормальных условиях, однако в условиях автоклавной обработки их гидравлическая активность значительно повышается. γ - $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ и β - $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ в присутствии тонкомолотого песка в автоклаве подвергаются гидратации с образованием низкоосновных гидросиликатов кальция, обуславливающих улучшение прочностных характеристик ячеистого бетона. Совместное использование извести и тонкомолотого песка активизирует гидравлические свойства мервинита и ранкинита. Таким образом, при правильном подборе активаторов твердения шлаки, содержащие указанные кристаллические фазы, могут использоваться в качестве полноценного сырья при производстве вяжущих материалов.

В качестве эффективных активаторов твердения электросталеплавильного шлака использовали природный гипс и сульфоалюминатный модификатор (PCAM) [4], полученный путем обжига при температуре 900-1000 °С смеси фосфогипса, глины и мела. Основными фазами продукта обжига PCAM являются: ангидрит CaSO_4 , сульфоалюминат кальция $3(\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3)\cdot\text{CaSO}_4$, сульфосиликат кальция $2(2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2)\cdot\text{CaSO}_4$, моноалюминат кальция $\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$, геленит $2\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$ и метакаолинит $\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 2\text{SiO}_2$. Действие указанных добавок в ячеистобетонной смеси объясняется исходя из представлений о сульфатной активации шлака, вызванной наличием ангидрита в составе PCAM, в результате чего обеспечивается взаимодействие CaSO_4 с $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и водой с образованием гидросульфоалюмината кальция (эттрингита). Дополнительное количество эттрингита образуется при гидратации $3(\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3)\cdot\text{CaSO}_4$. Появление тонких игольчатых кристаллов эттрингита сопровождается разрушением гелеобразных пленок на поверхности частиц шлака и ускорением за счет этого процесса его гидратации.

Суперпластификатор С-3 (ТУ 5745-004-43184789-05) либо его аналоги (СП-1 по ТУ 5870-005-58042865-05, "Мегалит С-3 МЛ" по ТУ 5730-002-97474489-2007 и др.) представляют собой органическое синтетическое вещество на основе продукта конденсации нафталинсульфоокислоты и формальдегида со специфическим соотношением фракций с различной средней молекулярной массой - полинафталинметилсульфонат или метиленис (нафталинсульфонат) натрия.

Исходя из результатов электронной микроскопии установлено, что образцы ячеистого бетона, полученные с использованием шлака, имеют более однородную макроструктуру и характеризуются равномерным распределением пор. Микроструктура материала межпоровой перегородки ячеистого бетона после тепловлажностной обработки представлена скоплениями гидратных образований различной формы, размеров и степени кристаллизации. Гелеобразная масса гидросиликатной связки пронизана игольчатыми кристаллами и их сростками, характерными для низкоосновных гидросиликатов кальция и эттрингитоподобных соединений. Часть игольчатых кристаллов "прошивают" поровое пространство бетона, что способствует его упрочнению и повышению прочностных характеристик готовых изделий. Данные рентгенофазового анализа подтверждают преобладание в разработанных составах бетона низкоосновных гидросиликатов кальция группы CSH(I), тоберморита, ксонотлита и присутствие эттрингитоподобных соединений, которые способствуют образованию дополнительной кристаллической матрицы в структуре затвердевшего ячеистого бетона, уплотнению и упрочнению материала межпоровых перегородок.

Пример осуществления изобретения.:

Предварительно высушенный песок подвергается размолу до удельной поверхности 300-325 м²/кг. Удельная поверхность извести с активностью 71-72 % составляет 450-500 м²/кг, цемента - 320-330 м²/кг, шлака - 280-300 м²/кг, порошка PCAM - 500-550 м²/кг. Водотвердое отношение смеси соответствует ее водопотребности и составляет 0,46. Все сырьевые компоненты перемешиваются в лабораторном блендере. Формование изделий осуществляется литьевым способом. Сырцовые образцы размером 10×10×10 см подвергаются доавтоклавной выдержке в пропарочной камере в течение 3 часов, а запаривание осуществляется в автоклаве при избыточном давлении пара 1 МПа.

Физико-механические показатели ячеистого бетона приведены в таблице.

Физико-механические показатели ячеистого бетона

Марка по плотности	Содержание основных компонентов в сырьевой смеси, мас. %										Плотность, кг/м ³	Предел прочности при сжатии, МПа
	портландцемент	известь	шлак	песок	сульфоалюминатный модификатор	природный гипс	С-3	алюминиевая пудра	ПАВ	вода		
D200	7,0	4,3	15,0	35,0	-	-	-	0,25	0,01	38,44	211	0,56
D200	10,0	2,0	15,0	35,0	0,5	-	0,03	0,25	0,01	37,21	185	0,79
D200	7,0	4,3	15,0	35,0	0,5	0,02	0,03	0,25	0,01	37,89	204	0,82
D200	2,0	7,0	15,0	35,0	-	0,02	-	0,25	0,01	40,72	198	0,80
D200*	5,0-10,0	10,0-15,0	-	40,0-45,0	1,0-5,0	-	-	0,05-0,25	0,003-0,01	33,95-34,74	195-216	0,60-0,75
D300	6,5	4,5	25,0	34,0	-	-	-	0,10	0,005	29,90	287	1,4
D300	9,0	2,5	25,0	34,0	0,5	-	0,03	0,10	0,005	28,87	305	1,7
D300	6,5	4,5	25,0	34,0	0,5	0,02	0,03	0,10	0,005	29,35	292	1,8
D300	4,0	6,0	25,0	34,0	-	0,02	-	0,10	0,005	30,88	311	1,6
D300*	5,0-10,0	10,0-15,0	-	40,0-45,0	1,0-5,0	-	-	0,05-0,25	0,003-0,01	33,95-34,74	297-309	1,2-1,6
D400	6,2	5,0	30,0	32,0	-	-	-	0,05	0,003	26,75	404	3,3
D400	8,0	3,0	30,0	32,0	0,5	-	0,03	0,05	0,003	26,42	388	3,8
D400	6,2	5,0	30,0	32,0	0,5	0,02	0,03	0,05	0,003	26,20	412	3,9
D400	1,5	10,0	30,0	32,0	-	0,02	-	0,05	0,003	26,43	399	3,7
D400*	5,0-10,0	10,0-15,0	-	40,0-45,0	1,0-5,0	-	-	0,05-0,25	0,003-0,01	33,95-34,74	374-415	3,0-3,8

* - результаты согласно прототипу [2].

ВУ 16510 С1 2012.10.30

Как видно из таблицы, предлагаемый состав смеси обеспечивает получение ячеистого бетона пониженной плотности с высокими прочностными характеристиками. Прочность ячеистого бетона с марками по плотности D200-D400 по сравнению с прототипом увеличилась в 1,1-1,25 раза при замене части песка, цемента и извести электросталеплавильным шлаком.

Наибольшая прочность ячеистого бетона с плотностью 200 кг/м^3 (0,82 МПа) достигается при введении в ячеистобетонную смесь 15,0 мас. % шлака, при этом расход цемента составляет 7,0 мас. %, извести - 4,3 мас. %; бетона с плотностью 300 кг/м^3 (1,8 МПа) - при 25,0 мас. % шлака, 6,5 мас. % цемента, 4,5 мас. % извести; бетона с плотностью 400 кг/м^3 (3,9 МПа) - при 30,0 мас. % шлака, 6,2 мас. % цемента, 5,0 мас. % извести.

Изобретение может представить интерес для предприятий: ОАО "Минский КСИ", ОАО "Березовский КСИ", ОАО "Гомельстройматериалы", ОАО "Гродненский КСМ", а также для различных строительных организаций.

Источники информации:

1. Гладких К.В. Изделия из ячеистого бетона на основе шлаков и зол. - М.: Стройиздат, 1976. - 256 с.
2. Патент РБ 12439, 2009 (прототип).
3. Патент Россия 2358027, 2009.
4. Патент РБ 8696, 2006.