

Изобретение относится к области химии, а более конкретно к расширяющимся шлакощелочным вяжущим и может быть использовано в промышленности строительных материалов.

Известно расширяющееся вяжущее, включающее гранулированный шлак, растворимое стекло и добавку сульфата натрия или калия [1]. Недостатком такого решения является низкая степень самонапряжения.

Известно также расширяющееся вяжущее в составе закладочной строительной смеси, включающее мартеновский шлак, конвертерный отвалный шлак, конвертерный синтетический шлак, содосульфатную смесь [2]. Недостатками такого вяжущего являются низкая прочность и степень самонапряжения.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату является расширяющееся шлакощелочное вяжущее [3], включающее доменный гранулированный шлак, шлак с содержанием феррита кальция (CF) 25-40%, оксид магния, сульфат натрия, щелочной компонент и добавку одно или двухвалентного феррита при соотношении щелочного компонента, выбранного из группы: карбонат или метасиликат натрия, и одного из указанных ферритов 1:0,04-0,06, при следующем соотношении компонентов, мас. %:

Доменный гранулированный шлак	17-53
Шлак с содержанием феррита кальция 25-40, мас. %	36-50
Оксид магния	1-3
Сульфат натрия	2-10
Раствор карбоната или метасиликата натрия и феррита кальция	8-20

Недостатками известной композиции являются пониженная величина самонапряжения и спады прочности во времени вследствие низкой реакционной способности железосодержащего шлака в композиции и отсутствия высокореакционного алюмосиликатного компонента, что не приводит к синтезу этtringитоподобных фаз. Кроме того, компонентный состав вяжущего не позволяет синтезировать морфологически однородную структуру вяжущего вследствие разной скорости гидратации исходных материалов и количественного состава ингредиентов.

Цель изобретения - повышение величины самонапряжения и устранение спадов прочности во времени.

Поставленная цель достигается тем, что шлакощелочное расширяющееся вяжущее, включающее доменный граншлак, сульфатосодержащий щелочной компонент, феррит кальция содержащий сталеплавильный шлак, и добавку с содержанием двухвалентного феррита 10-20 мас.%, а в качестве добавки - конвертерный синтетический шлак, при следующем соотношении компонентов, в мас. %:

Сульфатосодержащий щелочной компонент	4,0-6,0
Доменный граншлак	60,5-67,5
Сталеплавильный шлак с содержанием двухвалентного феррита 10-20 мас. %	24,0-35,0
Конвертерный синтетический шлак	0,5-2,5

Заявляемые признаки предлагаемой вяжущей композиции достигаются количественным и компонентным составом вяжущего. Вследствие высокой основности сталеплавильного шлака, в структуре которого железосодержащая фаза представлена двухвалентным ферритом, в начальный период гидратации образуется щелочь (NaOH) и $\text{CaSCo}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Благодаря этому последующий период гидратации характеризуется гидратацией доменного гранулированного шлака и конвертерного синтетического шлака с выносом в жидкую фазу ионов Ca^{+} , Al^{+} и Si^{4+} , что приводит к синтезу гелеобразных продуктов низкоосновных гидросиликатов и гидроалюмосиликатов кальция. Одновременно в соответствии с проведенными макроскопическими анализами, в продуктах гидратации отмечено образование высокосульфатной фермы гидросульфферрита кальция, натрийзамещенного гидросульфферрита кальция моносульфатной формы и морфологически однородных с ними соединений железа состава дирида и тринолита. Такое протекание процессов гидратации приводит к высокому самонапряжению и стабильному набору прочности во времени цементного камня.

Нижние пределы заявляемой композиции обусловлены снижением самонапряжения в цементном камне, верхние - снижение стабильности прочностных характеристик за счет разности скорости синтеза этtringета и гелеобразных составляющих матрицы.

В качестве сырьевых материалов вяжущего используют доменные гранулированные шлаки, сталеплавильные мартеновские или электросталеплавильные шлаки, содержащие двухвалентный феррит в пределах 10-20 мас.%, алюминатные синтетические конвертерные шлаки. Химический и минералогический состав таких шлаков представлен в табл.1.

В качестве сульфатосодержащего компонента щелочного металла используют сульфат натрия или отходы производства, например содосульфатную смесь - отход алюминиевого производства, состава, мас. %: Na_2SO_4 - 60-80; NaOH - 2,5-5; Na_2CO_3 - 15-35; SiO_2 - 0,1-0,15; Al_2O_3 - 1-2; Fe_2O_3 - 0,005-0,01.

Процесс приготовления предлагаемой композиции включает совместный или отдельный помол ингредиентов и затворение продукта помола водой или в случае отдельного помола раствором сульфатосодержащего компонента щелочного металла ($\rho = 1,10-1,15 \text{ г/см}^3$).

Для подтверждения преимуществ предлагаемого изобретения использовали доменный гранулированный шлак Днепропетровского металлургического комбината, мартеновский и электросталеплавильный шлаки

Волгоградского металлургического завода с содержанием C_2F соответственно 20 и 10 мас.%, конвертерный синтетический шлак Челябинского металлургического завода. В качестве шлаков по прототипу выбраны шлаки - мартеновский, челябинский с содержанием CF - 26 мас.% и конвертерный шлак от кипящих марок стали того же завода с содержанием CF - 40 мас.%. Химический и минералогический состав шлаков представлен в табл. 2.

Изготовление вяжущего предложенного состава осуществляли путем совместного помола шлаков до $S_{уд.} = 320 \text{ м}^2/\text{кг}$ и затворения продукта помола раствором ($\rho=1,1-1,15 \text{ г/см}^3$) содосульфатной смеси камнем Уральского алюминиевого завода и сульфатом натрия (х.ч.). Использованная содосульфатная смесь имела состав, мас.%: Na_2SO_4 - 70,5; $NaOH$ - 3,2; SiO_2 - 0,1; Al_2O_3 - 1,5; Fe_2O_3 - 0,01; Na_2CO_3 - 24,69.

Вяжущее по прототипу готовили по технологии, описанной в описании к авторскому свидетельству.

Активность вяжущих определяли в соответствии с требованиями ГОСТ 3104-76 и ТУ 67-1020-89. Деформации расширения определяли по ГОСТ 11052-64. Самонапряжение определяли расчетным методом в соответствии с ТУ 21-26-13-90 "Цемент напрягающий".

Результаты сравнительных испытаний приведены в табл. 3.

Таблица 1

Шлак	Содержание основных оксидов, %								Минералогический состав, %					
	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	FeO	Fe_2O_3	MnO	SO_3	C_3S	C_2S	CS	C_2F	C_4AF	CF
Доменный гранулированный	32-40	6-8	41-52	3-5	0,2-	5	-	1-2	-	0-5	0,5	2-10	-	$C_2(A,Mg)S_3$ 10-70
Сталеплавильный с содержанием C_2F 25-40%	8-22	4-8	46-54	1-4	13-27	5-10	3-8	-	0-15	25-70	5-10	10-20	0-10	0-20
Синтетический конвертерный шлак	7-11	26-35	38-50	до 9,0	2,6-3,5	2-5	до 1,8	-	-	15-40	-	C_2A 10-12-	0-10	CA 10-40
* Сталеплавильный шлак с содержанием феррита кальция (CF -25-40%)	15-17	1-5	38-47	3-10	18	26	-	-	0-10	5-30	10-20	-	0-20	25-40

* Шлак согласно прототипу.

Таблица 2

Шлак	Содержание основных оксидов, %								Минералогический состав, %					
	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	FeO	Fe_2O_3	MnO	SO_3	C_3S	C_2S	CS	C_2F	C_4AF	CF
Доменный гранулированный Днепропетровского мет. з-да	38,4	6,6	49,3	3,7	-	0,2	-	1,8	-	2	10	-	-	$C_2(M/Al)$ 70
Мартеновский Волгоградского мет. з-да	18,9	5,0	49,5	6,9	22,8	9,07	5,81	-	2,5	30	10	20	10	15
Электросталеплавильный Волгоградского мет. з-да	20,2	7,0	53,6	10,26	15,08	5,35	3,08	-	-	60	5,0	10	2,0	2,5
Конвертерный синтетический Челябинского мет. з-да	8,0	32,8	46,0	6,65	2,65	3,05	1,8	-	-	25	-	C_2A 15	5,5	CA 35
Мартеновский Челябинского мет. з-да	20,0	4,0	38,0	9,0	-	25,0	-	-	-	8	15	$C_2(A,Mg)S_3$ 10	1,5	26
* Конвертерный от кипящих марок стали Челябинского мет. з-да	16,6	4,8	46,7	5,5	-	18,4	-	-	5	30	-	-	14	40

* Шлаки по прототипу

№ состава	Состав вяжущего, %	Сроки схватывания, час-мин.		Предел прочности, $R_{сж.}/R_{н.}$ МПа. образцов состава 1.3 / вяжущее-песок/ после твердения в условиях						
		начало	конец	ТВО, сут				естественных, сут.		
				1	28	90	180	28	90	180
11	Доменный граншлак -67.5 Электроплавильный шлак -24.0 Конвертерный синтетический шлак -2.5 Сульфат натрия -6.0	1-15	1-30	42.5	48.0	51.5	55.0	27.5	34.5	40.5
Вяжущее по прототипу										
12	Доменный граншлак -17.0 Мартеновский Челябинский шлак -50.0 Оксид магния -3.0 Сульфат натрия -10.0 Компонент в жидкости затворения (сода-1.0 CF-0.06) -20.0	5-00	6-40	43.5	30.0	31.5	32.0	33.7	38.0	31.0
13	Доменный граншлак -17.0 Конвертерный шлак от кипящих марок стали -50.0 Оксид магния -3.0 Сульфат натрия -10.0 Компонент в жидкости затворения (сода-1.0 CF-0.06) -20.0	2-00	2-30	76.5	58.0	60.5	63.0	53.3	60.0	57.0
14	Доменный граншлак -35.0 Мартеновский Челябинский шлак -42.0 Оксид магния -2.0 Сульфат натрия -6.0 Компонент в жидкости затворения (Na_2SiO_3 -1 CF-0.05) -15.0	5-25	6-50	73.4	61.0	66.5	67.0	42.8	57.5	52.0
15	Доменный граншлак -53.0 Конвертерный шлак от кипящих марок стали -36.0 Оксид магния -1.0 Сульфат натрия -2.0 Компонент в жидкости затворения (Na_2SiO_3 -1.0 CF-0.04) -8.0	5-40	7-00	70.3	58.5	63.5	65.0	61.3	67.0	62.5

№ № соста- ва	Состав вяжущего. %		Самонапряжение образцов вяжущего из Т.Н. Г., МПа, после твердения в условиях:						
			ТВО, сут				естественных, сут.		
			1	28	90	180	28	90	180
11	Доменный граншлак Электросталеплавильный шлак Конвертерный синтетический шлак Сульфат Натрия	-67.5 -24.0 -2.5 -6.0	0.50	0.75	0.95	1.00	0.65	0.75	0.90
Вяжущее по прототипу									
12	Доменный граншлак Мартеновский Челябинский шлак Оксид магния Сульфат натрия	-17.0 -50.0 -3.0 -10.0	0.35	0.47	0.80	0.75	0.27	0.40	0.60
13	Компонент в жидкости затворения (сода-1.0 CF-0.06) Доменный граншлак Конвертерный шлак от кипящих марок стали Оксид магния Сульфат натрия	-20.0 -17.0 -50.0 -3.0 -10.0	0.32	0.43	0.57	0.62	0.25	0.33	0.55
14	Компонент в жидкости затворения (сода-1.0 CF-0.06) Доменный граншлак Мартеновский Челябинский шлак Оксид магния Сульфат натрия	-20.0 -35.0 -42.0 -2.0 -6.0	0.41	0.52	0.70	0.83	0.35	0.54	0.70
15	Компонент в жидкости затворения (Na ₂ SiO ₃ -1 CF-0.05) Доменный граншлак Конвертерный шлак от кипящих марок стали Оксид магния Сульфат натрия	-15.0 -53.0 -36.0 -1.0 -2.0	0.58	0.70	0.86	0.95	0.45	0.72	0.80
	Компонент в жидкости затворения (Na ₂ SiO ₃ -1.0 CF-0.04)	-8.0							