



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1692100** **A1**

(51) **С 04 В 7/4**

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГНТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ И АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) - 4615103/33

(22) 06.12.88

(71) Киевский инженерно-строительный институт

(72) В.Д. Глуховский, Ж.В. Скурчинская,
О.Н. Петропавловский, П.В. Кривенко,
Ю.А. Сидоренко и Л.Е. Демьянова

(53) 666.943(088.8)

(56) Авторское свидетельство СССР
№ 1239990, кл. С 04 В 7/14.

Авторское свидетельство СССР
№ 1021670, кл. С 04 В.

(54) ВЯЖУЩЕЕ

(57) Изобретение относится к химии,
а конкретно к шлакощелочным вяжущим,

2

и может быть использовано в конструкциях, к которым предъявляются повышенные требования при работе на растяжение (дорожные, аэродромные, гидротехнические и др. виды бетонов). С целью повышения трещиностойкости и прочности при растяжении вяжущее включает (мас.%) сульфатно-содовую смесь в пересчете на Na_2SO_4 1,8-6, цеолитовую породу 15-25, гранулированный шлак остальное. Вяжущее имеет прочность при сжатии 70 МПа, предел прочности при растяжении 5,6-8,7 МПа, коэффициент трещиностойкости 1,61-1,96.
2 табл.

Изобретение относится к химии, а именно к шлакощелочным вяжущим, и может быть использовано в промышленности строительных материалов в конструкциях, к которым предъявляются повышенные требования при работе на растяжение (дорожные, аэродромные, гидротехнические и др. виды бетонов).

Цель изобретения - повышение прочности при растяжении и трещиностойкости вяжущего.

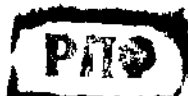
Процессы твердения вяжущего и формирования фазового состава новообразований и структуры искусственного камня обусловлены особенностями компонентного состава вяжущего, т.е. композиционного состава щелочного сульфатсодержащего компонента.

По данным физико-химического анализа присутствие в составе вяжущих композиций цеолитовых пород указано-

42-91

го состава приводит к увеличению щелочности среды затворения (увеличение на 1,3-1,5 единицы pH) что обуславливает интенсификацию процесса твердения с первых минут твердения. При этом, цеолиты, обладая чрезвычайно большой поверхностной энергией, вносят свой вклад в создание новых условий гидратации, результатом которой является формирование на их базе в присутствии Na_2SO_4 дополнительных структурообразующих элементов из новообразований, по структуре аналогичных природному минералу нозеану $[\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2] \cdot 2\text{Na}_2\text{SO}_4$, содержащему в качестве клатратной составляющей не H_2O , а Na_2SO_4 . В связи с тем, что объем пустот, доступных для молекул воды, достигает в цеолитах половины объема, количество Na_2SO_4 , связующегося в составе водонераствори-

no **SU** (11) **1692100** **A1**



мыл новообразований, составляет 3-12% в зависимости от содержания цеолита в вяжущей композиции, которое изменяется в пределах 15-25%.

Наличие в составе продуктов твердения в значительных количествах цеолита-нозеана приводит к увеличению стабильности затвердевшего камня, а особенности его кристаллического строения (трехмерный каркас) - к росту его прочности при растяжении.

Кроме того, присутствие в составе до 15-25% кристаллической фазы цеолитового состава существенно увеличивает трещиностойкость искусственного камня. При этом следует указать, что вещественный состав вяжущей композиции обеспечивает возможность регулирования жизнеспособности бетонов на его основе, что особенно важно для монолитного строительства, при возведении дорог, аэродромных покрытий и т.д.

В качестве шлакового компонента вяжущей системы используют гранулированные шлаки доменного и сталеплавильного производства, шлаки цветной металлургии ферросплавного производства, электротермофосфорные шлаки.

В качестве сульфатно-содовой смеси используют сульфат и карбонат натрия или отходы промышленных производств их содержащие, в которых соотношение $\text{Na}_2\text{SO}_4 : \text{Na}_2\text{CO}_3 = (30-99,5) : (70-0,5)$.

В качестве цеолитовой породы используют анальцимо-клиноптилолитовые или клиноптилолитовые породы состава $(\text{K}_2, \text{Na}_2, \text{Ca})\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot (4-10) \text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Технология приготовления предлагаемой вяжущей композиции и изделия на ее основе не отличается от известных технологий производства шлакощелочных вяжущих и бетонов.

С целью подтверждения преимуществ предполагаемого изобретения проведены сравнительные испытания предлагаемого вяжущего и вяжущего по прототипу. Химический состав гранулированных шлаков приведен в табл. 1.

В качестве сульфатно-содового компонента использовали сульфат натрия, карбонат натрия, содосульфатную смесь (Чирчикского ПО "Электрохимпром") (ТУ 113-103-29-19-83) состава, мас. %: Na_2SO_4 30, Na_2CO_3 50, NaCl 14, NaOH 6, сульфатно-содовую смесь (отход Каменец-Уральского алюминиевого

завода) состава, мас. %: Na_2SO_4 70,5, Na_2CO_3 24,69, NaOH 3, Al_2O_3 1,6, SiO_2 0,1, Fe_2O_3 0,01.

В качестве цеолитовой породы использовали анальцимоклиноптилолитовую породу состава $(\text{K}_2, \text{Na}_2, \text{Ca})\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, клиноптилолитовые породы состава $(\text{K}_2, \text{Na}_2, \text{Ca})\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ и состава $(\text{K}_2, \text{Na}_2, \text{Ca})\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 10\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ с содержанием цеолита 70%.

Технологический процесс получения вяжущего включал совместный помол шлака и цеолитовой породы до удельной поверхности 320 м²/кг и затворение продукта помола раствором сульфатно-содовой смеси с плотностью 1100-1150 кг/м³.

Активность вяжущего определили в соответствии с требованиями ГОСТ 310.4-81 и ОСТ 67-11-84.

Испытания на трещиностойкость проводили на образцах-призмах 7х7хх22,8 см на стандартном заполнителе.

Коэффициент трещиностойкости определяли по формуле

$$K_t = \frac{\epsilon_{\text{пр}}}{\epsilon_{\text{ус}}},$$

где K_t - коэффициент трещиностойкости,

$\epsilon_{\text{пр}}$ - предельная растяжимость,

$\epsilon_{\text{ус}}$ - относительная деформация усадки.

Результаты физико-механических испытаний приведены в табл. 2.

Технические преимущества предлагаемого вяжущего подтверждаются значительным повышением трещиностойкости и прочности при растяжении, при сохранении высоких физико-механических характеристик вяжущего по прототипу.

45 Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Вяжущее, включающее гранулированный шлак и сульфатно-содовый щелочной компонент, отличающееся тем, что, с целью повышения прочности при растяжении и трещиностойкости, оно в качестве щелочного компонента содержит сульфатно-содовую смесь с соотношением (мас. %) $\text{Na}_2\text{SO}_4 : \text{Na}_2\text{CO}_3 = (30-99,5) : (70-0,5)$ и дополнительно цеолитовую породу состава $(\text{K}_2, \text{Na}, \text{Ca})\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot (4-10)\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ при следующем соотношении компонентов, мас. %:



5
Сульфатно-содовая
смесь Na_2SO_4

3-12

1692100

6
Цеолитовая порода 15-25
Гранулированный шлак Остальное

Т а б л и ц а 1

Шлак	Содержание основных оксидов, мас. %							
	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	$\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$	MnO	SO_3	P_2O_5
Доменный запорожский	40,1	5,3	46,8	4,6	0,47	2,17	ост.	-
Электротермофосфор- ный	41,35	3,0	45,4	4,0	0,47	2,1	0,57	Осталь- ное
Ваграночный го- мельский	38,3	10,6	31,5	5,0	4,0	11,5	Осталь- ное	-
Никелевый режский	44,3	11,5	18,3	7,7	17,7	-	" "	-

Т а б л и ц а 2

Состав	Состав вяжущего, мас. %	Активность вяжущего после ТВО, МПа	Прочность при растя- жении, МПа	Коэффициент трещиностой- кости
1	2	3	4	5
1	Доменный запорожский шлак 63 Цеолитовая порода состава $(\text{K}_2, \text{Na}_2, \text{Ca})\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot$ $4\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 25 Сульфатно-содовая смесь с соотношением Na_2SO_4 : : $\text{Na}_2\text{CO}_3 = 99,5:0,5$ 12	45,0	6,0	1,68
2	Доменный запорожский шлак 72,5 Цеолитовая порода состава $(\text{K}_2, \text{Na}_2, \text{Ca})\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot$ $4\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 20 Сульфатно-содовая смесь с соотношением Na_2SO_4 : : $\text{Na}_2\text{CO}_3 = 99,5:0,5$ 7,5	50,0	6,9	1,72
3	Доменный запорожский шлак 82 Цеолитовая порода состава $(\text{K}_2, \text{Na}_2, \text{Ca})\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot$ $4\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 15 Сульфатно-содовая смесь с соотношением Na_2SO_4 : : $\text{Na}_2\text{CO}_3 = 99,5:0,5$ 3	44,0	5,95	1,65
4	Доменный запорожский шлак 63 Содосульфатная смесь "Чирчик" 12 Цеолитовая порода соста- ва $(\text{K}_2, \text{Na}_2, \text{Ca})\text{O} \cdot$ $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 25	70,0	8,7	1,96
5	Доменный запорожский шлак 82 Содосульфатная смесь			

1	2	3	4	5
	"Чирчик" Цеолитовая порода состава (K ₂ , Na ₂ , Ca) O · Al ₂ O ₃ 10SiO ₂ · 2H ₂ O	3 15	50,0	7,4 1,78
6	Доменный запорожский шлак Сульфатно-содовая смесь "Каменец-Уральск" Цеолитовая порода состава (K ₂ , Na ₂ , Ca) O · Al ₂ O ₃ 10SiO ₂ · 2H ₂ O	72,5 7,5 20	58,0	7,5 1,82
7	Доменный запорожский шлак Сульфатно-содовая смесь "Каменец-Уральск" Цеолитовая порода состава (K ₂ , Na ₂ , Ca) O · Al ₂ O ₃ 6SiO ₂ · 2H ₂ O	63 12 25	63,8	7,1 1,73
8	Электротермофосфорный шлак Сульфатно-содовая смесь с соотношением Na ₂ SO ₄ : : Na ₂ CO ₃ = 99,5:0,5 Цеолитовая порода состава (K ₂ , Na ₂ , Ca) O · Al ₂ O ₃ 4SiO ₂ · 2H ₂ O	63 12 25	48,0	6,2 1,63
9	Электротермофосфорный шлак Сульфатно-содовая смесь с соотношением Na ₂ SO ₄ : : Na ₂ CO ₃ = 99,5:0,5 Цеолитовая порода состава (K ₂ , Na ₂ , Ca) O · Al ₂ O ₃ 6SiO ₂ · 2H ₂ O	82 3 15	40,0	5,6 1,62
10	Электротермофосфорный шлак Содосульфатная смесь "Чирчик" Цеолитовая порода состава (K ₂ , Na ₂ , Ca) O · Al ₂ O ₃ 4SiO ₂ · 2H ₂ O	72,5 7,5 20	63,0	8,1 1,75
11	Электротермофосфорный шлак Содосульфатная смесь "Чирчик" Цеолитовая порода состава (K ₂ , Na ₂ , Ca) O · Al ₂ O ₃ 10SiO ₂ · 2H ₂ O	63 12 25	68,6	8,4 1,78
12	Электротермофосфорный шлак Сульфато-содовая смесь "Каменец-Уральск" Цеолитовая порода состава	72,5 7,5	56,5	7,2 1,71

1	2	3	4	5
	(K ₂ , Na ₂ , Ca) O·Al ₂ O ₃ · x6SiO ₂ ·2H ₂ O	20		
13	Электротермофосфорный шлак	82		
	Сульфатно-содовая смесь "Каменец-Уральск"	3	50,0	7,1
	Цеолитовая порода состава (K ₂ , Na ₂ , Ca) O·Al ₂ O ₃ · x10SiO ₂ ·2H ₂ O	15		1,69
14	Режский никелевый шлак	63		
	Сульфатно-содовая смесь с соотношением Na ₂ SO ₄ : : Na ₂ CO ₃ = 99,5:0,5	12	44,5	5,6
	Цеолитовая порода состава (K ₂ , Na ₂ , Ca) O·Al ₂ O ₃ · x4SiO ₂ ·2H ₂ O	25		1,64
15	Режский никелевый шлак	72,5		
	Сульфатно-содовая смесь с соотношением Na ₂ SO ₄ : : Na ₂ CO ₃ = 99,5:0,5	7,5	39,0	5,4
	Цеолитовая порода состава (K ₂ , Na ₂ , Ca) O·Al ₂ O ₃ · x6SiO ₂ ·2H ₂ O	20		1,62
16	Режский никелевый шлак	82,0		
	Содосульфатная смесь "Чирчик"	3	41,4	7,0
	Цеолитовая порода состава (K ₂ , Na ₂ , Ca) O·Al ₂ O ₃ · x4SiO ₂ ·2H ₂ O	15		1,64
17	Режский никелевый шлак	63		
	Содосульфатная смесь "Чирчик"	12	48,6	7,2
	Цеолитовая порода состава (K ₂ , Na ₂ , Ca) O·Al ₂ O ₃ · x10SiO ₂ ·2H ₂ O	25		1,68
18	Ваграночный гомельский шлак	63		
	Сульфатно-содовая смесь с соотношением Na ₂ SO ₄ : : Na ₂ CO ₃ = 99,5:0,5	12	49,8	5,6
	Цеолитовая порода состава (K ₂ , Na ₂ , Ca) O·Al ₂ O ₃ · x4SiO ₂ ·2H ₂ O	25		1,7
19	Ваграночный гомельский шлак	82		
	Сульфатно-содовая смесь с соотношением Na ₂ SO ₄ : : Na ₂ CO ₃ = 99,5:0,5	3	37,5	5,5
	Цеолитовая порода состава (K ₂ , Na ₂ , Ca) O·Al ₂ O ₃ · x6SiO ₂ ·2H ₂ O	15		1,61

1	2	3	4	5
20	Ваграночный шлак Содосульфатная смесь "Чирчик"	72,5 7,5 52,0	7,2	1,66
	Цеолитовая порода состава (K ₂ , Na ₂ , Ca) O·Al ₂ O ₃ · 4SiO ₂ ·2H ₂ O	20		
21	Ваграночный шлак Содосульфатно-содовая смесь "Каменец-Уральск"	63 12 49,6	7,1	1,62
	Цеолитовая порода состава (K ₂ , Na ₂ , Ca) O·Al ₂ O ₃ · 10 SiO ₂ ·2H ₂ O	25		
22	Ваграночный шлак Сульфатно-содовая смесь "Каменец-Уральск"	82 3 41,1	6,75	1,60
	Цеолитовая порода состава (K ₂ , Na ₂ , Ca) O·Al ₂ O ₃ · 4SiO ₂ ·2H ₂ O	15		
	По прототипу			
23	Электротермофосфорный шлак Содосульфатная смесь "Чирчик"	86,5 57,1 13,5	3,4	1,11
24	Электротермофосфорный шлак Содосульфатная смесь "Чирчик"	87,2 58,2 12,8	3,8	1,12
25	Электротермофосфорный шлак Содосульфатная смесь "Чирчик"	88,0 64,0 12,0	3,9	1,0

Редактор Н.Сильягина Составитель О.Моторина
Техред А.Кравчук Корректор И.Эрдейи

Заказ 4092/ДСП Тираж Подписное
ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г.Ужгород, ул.Гагарина, 101