



УКРАЇНА

(19) UA (11) 5413 (13) C1

(51)5 C 04 B 7/153

ДЕРЖАВНЕ  
ПАТЕНТНЕ  
ВІДМОВСТВООПИС ДО ПАТЕНТУ  
НА ВІНАХІД

(54) В'ЯЖУЧЕ

1

(20) 94250603, 20.05.93

(21) 4814304/33

(22) 16.04.90, SU

(46) 28.12.94, Бюл. № 7-1

(56) 1. Авторское свидетельство СССР по заявке

№ 46151Г3/33, С 04 В 7/153, 1989.

2. А.с. СССР № 1158524, С 04 В 7/14, 1984 г.

3. А.с. СССР по заявке № 4721693/33, С 04 В 7/153, 1989 (прототип).

(71) Київський інженерно-будівельний інститут

(72) Кривенко Павло Васильович, Бродко Оксана Антонівна, Пушкарьова Катерина Кос-

2

тянтинівна, Суханевич Марина Володимирівна

(73) Науково-дослідний інститут в'язучих речовин і матеріалів при Київському державному технічному університеті будівництва і архітектури (UA)

(57) Вяжущее, включающее (мас. %) доменный гранулированный шлак 61-73, дегидратированные цеолитовые минералы состава  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot m\text{SiO}_2 \cdot (1-2)\text{H}_2\text{O}$  20-30 и натриевое растворимое стекло с  $M_c$  2-2,8 (в пересчете на  $\text{Na}_2\text{O}$ ) остальное, отличающееся тем, что оно содержит указанные минералы с  $m$  2 или 3.

Настоящее изобретение относится к промышленности строительных материалов и может быть использовано при получении высокопрочных и кислотостойких материалов на шлакощелочном вяжущем.

Известно вяжущее, включающее гранулированный шлак, щелочной компонент и цеолитовую породу состава  $(\text{K}_2, \text{Na}_2, \text{Ca})\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 (4-10) \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  [1].

Известно также вяжущее, включающее (в мас. %): доменный гранулированный шлак 55-87,5, щелочной компонент (на  $\text{R}_2\text{O}$ ) 2-12, дегидратированные цеолитовые минералы состава  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot (4-10)\text{SiO}_2 \cdot (1-2)\text{H}_2\text{O}$  10-30 [2].

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату является вяжущее, включающее (в мас. %) доменный или электротермофосфорный гран. шлак 80-94, щелочной компонент (на  $\text{R}_2\text{O}$ ) 3-10, цео-

литовые минералы состава  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot (2-4)\text{SiO}_2 \cdot (1-2)\text{H}_2\text{O}$  3-10 [3].

Недостатком указанных вяжущих является низкая стойкость к серной кислоте и перекиси водорода.

В основу изобретения поставлена задача усовершенствования вяжущего путем введения в качестве добавки щелочных алюмосиликатных дегидратированных цеолитных минералов, что обеспечивает повышение его стойкости к действию разбавленных растворов серной кислоты.

Поставленная задача достигается тем, что вяжущее, включающее (в мас. %) доменный гранулированный шлак 61-73 дегидратированные цеолитовые минералы состава  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot m\text{SiO}_2 (1-2)\text{H}_2\text{O}$  20-30 и натриевое растворимое стекло с  $M_c$  2-2,8 (на  $\text{Na}_2\text{O}$ ) - остальное, содержит указанные минералы с  $m = 2$  или 3.

(19) UA (11)

5413

(13) C1

Техническая сущность изобретения заключается в создании кислотостойкого вяжущего, служащего основой для получения искусственного камня, пригодного для эксплуатации в условиях действия горячих растворов кислых сред.

Пример осуществления изобретения.

Приготовление вяжущего осуществляют следующим образом.

Предварительно дегидратированные в интервале температур  $T = 600-900^{\circ}\text{C}$  цеолитовые минералы состава  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ ,  $(1-2) \text{H}_2\text{O}$  и  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot (1-2)\text{H}_2\text{O}$  смешивают в заданном соотношении с высушенным до влажности не более 1,5-2 мас. % доменным гранулированным шлаком и измельчают в шаровой мельнице до тонины помола, соответствующей удельной поверхности (по прибору ПСХ-2) - 320  $\text{м}^2/\text{кг}$ . Продукт измельчения затворяют растворами натриевого растворимого стекла ( $\text{Mc} = 2-2,8$ ) плотностью 1,2-1,35  $\text{г}/\text{см}^3$ .

В качестве цеолитовых минералов используют низкокремнеземистые цеолиты, обладающие способностью быстрой дегидратации в узком интервале температур, характеризующемся узким эндотермическим пиком, отличающиеся заметными изменениями параметров элементарной ячейки, в том числе синтетические щелочные гидроалюмосиликаты состава  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot (1-2)\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot (1-2)\text{H}_2\text{O}$ , а также породы, включающие низкоосновной цеолит-натролит  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , химический состав приведен в таблице 1.

Образцы вяжущего твердеют как в естественных условиях, так и в процессе тепло-влажностной обработки, превращаясь с течением времени в прочный кислотостойкий материал.

Использование в составе вяжущего добавки дегидратированных низкокремнеземистых цеолитовых минералов  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot x(2-3)\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  не равносильно по достигаемому эффекту известной рекомендации, заключающейся в применении в составе шлакощелочного вяжущего дегидратированных глинистых алюмосиликатных пород, где согласно результатам физико-химического анализа при введении дегидратированных глинистых пород (метакалинита) в щелочной среде наблюдается синтез целой гаммы цеолитов типа анальцима, гмелинита, фожазита, жисмондина, а также образуется некоторое количество фельдшпатоидцеолитов: гидроканкринита и гидросодалита.

Из названных минералов при обработке их в растворах серной кислоты способны перекристаллизовываться в кислотостойкие соединения только фельдшпатоиды-цеолиты, все же остальное цеолитоподобные новообразования под действием кислоты разрушаются, прекращаясь в гель, либо перекристаллизовываются в соединения, термодинамически неустойчивые в кислых средах.

Введение в состав шлакощелочного вяжущего добавки дегидратированных цеолитовых минералов приводит к изменению фазового состава продуктов его гидратации, в частности наблюдается преимущественно синтез щелочных гидроалюмосиликатов типа  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  и  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot x3\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , которые с течением времени перекристаллизовываются в фельдшпатоидцеолиты с общей формулой  $\text{Na}_6 \cdot \text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{24} \cdot x8\text{H}_2\text{O}$ .

При кипячении образцов вяжущего в растворе серной кислоты  $\text{H}_2\text{SO}_4$  протекают процессы дальнейшей перекристаллизации ранее образовавшихся цеолитовых структур в трехмерные каркасные структуры типа гидросиликаткринита и гидроксилсодалита, отличающихся в два раза большим внутрикристаллическим объемом, который с течением времени (по мере кипячения образцов в  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) заполняется солями  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . Последние вследствие своей нелетучести, заполняют основной объем внутрикристаллического пространства и стабилизируют структуру цеолита, причем последующее удаление солей невозможно без разрушения каркасной структуры.

В соответствии с результатами физико-химических исследований фазовый состав новообразований вяжущего после его кипячения в серной кислоте наряду с низкоосновными гидросиликатами кальция представлен нозеаном  $\text{Na}_8(\text{AlSiO}_4)_6 \cdot \text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  ( $d = 3,69; 2,86; 2,01; 2,13; 1,60; \text{A}$ ), францинитом  $\text{Na}_5\text{Ca}_2(\text{AlSiO}_4)_5 \cdot \text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} \cdot 3\text{NaAlSiO}_4 \cdot \text{CaSO}_4$  ( $d = 3,81; 3,72; 3,59; 3,56; 2,15 \text{ A}$ ).

Технология производства изделий на основе описываемого вяжущего не отличается от технологии производства изделий на основе других кислотостойких шлакощелочных вяжущих.

Химический состав используемых сырьевых материалов приведен в таблице 1.

Кислотостойкость вяжущего в горячих растворах кислот определяют следующим образом: из раствора состава 1 : 3 (вяжущее:

: песок) нормальной консистенции изготавливают образцы размером 1 x 1 x 6 см и исследуют их коррозионную стойкость после тепловлажностной обработки в растворах серной кислоты при температуре 100°C. Результаты испытаний приведены в таблице

2. а результаты определения кислотостойкости в растворах перекиси водорода -- в таблице 3.

Бетоны на основе заявляемого вяжущего могут быть использованы в производстве конструкций специального назначения.

Продолжение табл. 4

№№ пп	Состав вяжущего, мас. %		Силикатный модуль жидкого стекла	Предел прочности при сжатии, МПа		Плотность, г/см <sup>3</sup>
				Пропаренные по режи- му 3+8+32	Водное твердение 28 сут.	Капиллярная пористость (после пропарки), %
7.	Челябинский шлак натриевое растворимое стекло (в пересчете на Na <sub>2</sub> O)	-73	2	$\frac{116,0}{88,0}$	$\frac{84,5}{72,6}$	$\frac{2,92}{9,4}$
		-7	2,5	$\frac{89,9}{76,0}$	$\frac{74,3}{59,6}$	$\frac{2,90}{9,9}$
	дегидратированная на- тролитовая порода Na <sub>2</sub> O · Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-20	2,8	$\frac{67,2}{52,3}$	$\frac{54,3}{43,7}$	$\frac{2,88}{11,7}$
8.	Челябинский шлак натриевое растворимое стекло (в пересчете на Na <sub>2</sub> O)	-67	2	$\frac{106,2}{84,0}$	$\frac{81,2}{68,3}$	$\frac{2,90}{9,6}$
		-8	2,5	$\frac{87,2}{57,1}$	$\frac{71,2}{59,1}$	$\frac{2,89}{10,0}$
	дегидратированная на- тролитовая порода	-25	2,8	$\frac{63,0}{52,0}$	$\frac{53,4}{43,2}$	$\frac{2,84}{11,8}$

Таблица 2

Результаты испытания образцов на стойкость в разбавленных растворах серной кислоты

№№	Состав вяжущего, мас. %		Сили- катный модуль жидко- го стекла	Концен- трация,  г/л	Кoeffициент стойкости после кипячения в кислоте, Кс, в течение, час			Потеря объема образцов после кипячения, %, в тече- ние, час			Потеря массы после кипя- чения, %, в течение, час		
					25	30	50	25	30	50	25	30	50
1	2		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1.	Челябинский шлак натриевое растворимое стекло ( в пересчете на Na2O)	-73	2	10	1,20	1,15	0,98	+5	+2	-5	-4	-5	-9
		-7	2,5	20	1,14	1,10	0,92	+7	+1	-7	-8	-10	-11
				10	1,23	1,18	1,0	+3	+1	-3	-2	-3	-9
	дегидратированный цеолитовый минерал			20	1,17	1,12	0,94	+6	+2	-5	-5	-6	-10
				10	1,25	1,20	1,05	+2	0	-2	0	-1	-8
		$\frac{-20}{100}$	2,8	20	1,19	1,13	0,96	+4	0	-4	-3	-5	-9

Продолжение табл. 4

№№ пп	Состав вяжущего, мас. %		Силикатный модуль жидкого стекла	Предел прочности при сжатии, МПа		Плотность, г/см <sup>3</sup>
				Пропаренные по режи- му 3+8+32	Водное твердение 28 сут.	Капиллярная пористость (после пропарки), %
3.	Челябинский шлак	-61	2	$\frac{101,2}{86,5}$	$\frac{75,6}{59,5}$	$\frac{2,89}{9,9}$
	натриевое растворимое стекло (в пересчете на Na <sub>2</sub> O)	-9	2,5	$\frac{83,1}{74,2}$	$\frac{67,4}{56,1}$	$\frac{2,86}{10,2}$
	дегидратированный це- олитовый минерал Na <sub>2</sub> O · Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · · 2 SiO <sub>2</sub> (1 - 2) H <sub>2</sub> O	-30	2,8	$\frac{59,2}{46,8}$	$\frac{46,2}{36,9}$	$\frac{2,84}{12,1}$
4.	Челябинский шлак	-73	2	$\frac{110,7}{86,7}$	$\frac{80,1}{69,4}$	$\frac{2,90}{9,7}$
	натриевое растворимое стекло (в пересчете на Na <sub>2</sub> O)	-7	2,5	$\frac{86,3}{72,4}$	$\frac{70,5}{56,7}$	$\frac{2,89}{10,0}$
	дегидратированный це- олитовый минерал Na <sub>2</sub> O · Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · · 3 SiO <sub>2</sub> (1 - 2) H <sub>2</sub> O	-20	2,8	$\frac{63,5}{49,3}$	$\frac{51,3}{41,8}$	$\frac{2,86}{11,9}$

Продолжение табл. 2

1	2		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	дегидратированный цеолитовый минерал Na <sub>2</sub> O · Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · · 3 SiO <sub>2</sub> (1 - 2) H <sub>2</sub> O	$\frac{-20}{100}$		20 10 20	1,35 1,41 1,39	1,30 1,36 1,38	0,95 0,98 0,96	+4 +1,5 +2	+3 1,0 1	+2 0 0	+8 +5 +6	+5 +3 +4	+4 +2,0 +3
5.	Челябинский шлак		2	10	1,18	1,13	0,94	+2	+3	+4	+5	-1	-6
	натриевое раствори- мое стекло (в пе- ресчете на Na <sub>2</sub> O)	-8		20 10 20	1,16 1,19 1,17	1,12 1,13 1,12	0,92 0,95 0,93	+3 +1 +1,5	+4 +2 +3	+4,5 +3 +4	+6 +4 +5	-2 0 0	-7 -4 -5
	дегидратированный цеолитовый минерал Na <sub>2</sub> O · Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · · 3 SiO <sub>2</sub> (1 - 2) H <sub>2</sub> O	$\frac{-25}{100}$		10 20	1,2 1,18	1,15 1,13	0,96 0,94	0 +1	+1 +2	+2,5 +3	+3 +4	0 -1	-3 -5
6.	Челябинский шлак			10	0,99	0,97	0,92	+2	+2	+3	-4	-1	-7
	натриевое раствори- мое стекло (в пе- ресчете на Na <sub>2</sub> O)	-61 -9	2	20 10 20	0,97 1,00 0,98	0,93 0,98 0,96	0,90 0,93 0,91	+1 0 0	+3 +1 +1	+4 +3,5 +4	-5 -4 -6	-2 -1 -2	-9 -5 -8
	дегидратированный цеолитовый минерал Na <sub>2</sub> O · Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · · 3 O <sub>2</sub> (1 - 2) H <sub>2</sub> O	$\frac{-30}{100}$		10 20	1,05 1,0	1,01 0,98	0,94 0,92	0 0	+1 +1	+3 +4	-3 -5	-1 -2	-7 -8

Продолжение табл. 3

39

№№	Состав вяжущего, мас. %		Силикат- ный модуль жидкого стекла	Концентра- ция, г/л	Коэффициент стойкости после кипячения в H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , в течение, час		Потеря объема образцов после кипячения, %, в те- чение, час		Потеря массы после ки- пания, %, в течение, час	
					30	50	30	50	30	50
1	2		3	4	5	6	7	8	9	10
14.	Челябинский шлак натриевое растворимое стекло (в пересчете на Na <sub>2</sub> O)	-83	1	5	1,02	1,08	+4,1	-4,9	-1,80	-5,60
				10	1,05	0,99	+3,02	+3,06	+2,20	-3,70
		-7	2	5	1,03	1,00	+4,30	-5,10	-2,01	-5,70
				10	1,07	1,06	+3,21	+3,10	+2,40	-3,81
	щелочной гидроалю- мосиликат состава Na <sub>2</sub> O · Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · · 3 SiO <sub>2</sub> 2H <sub>2</sub> O	-10	2,8	5	1,05	1,00	+4,41	-5,20	-2,60	-5,83
				10	1,04	1,01	+3,40	+3,30	+2,80	-3,90

5413

40

Продолжение табл. 2

17

1	2		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
8.	Челябинский шлак натриевое раствори- мое стекло (в пе- ресчете на Na <sub>2</sub> O)	-67	2	10	1,32	1,27	1,12	+4	+1	-10	-5	-7	-9
				20	1,26	1,21	1,08	+4	+1	-12	-6	-8	-11
		-8	2,5	10	1,34	1,30	1,13	+2	0	-8	-3	-5	-8
				20	1,27	1,22	1,09	+3	0	-9	-4	-6	-10
	дегидратированная на- тролитовая порода	$\frac{-25}{100}$	2,8	10	1,36	1,31	1,14	+1	-1	-6	-2	-5	-7
				20	1,28	1,23	1,10	+1,5	-2	-7	-3	-4	-8
9.	Челябинский шлак натриевое раствори- мое стекло (в пе- ресчете на Na <sub>2</sub> O)	-61	2	10	1,37	1,34	1,15	+3	-1	-4	-4	-5	-8
				20	1,35	1,30	1,13	+4	-1	-5	-5	-6	-9
		-9	2,5	10	1,38	1,33	1,17	+1,0	0	-1	-1,5	-3	-7
				20	1,36	1,31	1,16	+2	0	-3	-2	-4	-8
	дегидратированная на- тролитовая порода	$\frac{-30}{100}$	2,8	10	1,41	1,14	1,20	0	0	-0,5	-1,0	-2	-6
				20	1,40	1,38	1,18	+1	0	-2	-1,5	-3	-8

5413

18

65

5413

36

21

5413

27

Продолжение табл. 3

№№	Состав вяжущего, мас. %		Силикат- ный модуль жидкого стекла	Концентра- ция, г/л	Коэффициент стойкости после кипячения в H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , в течение, час		Потеря объема образ- цов после кипячения, %, в течение, час		Потеря массы после ки- пания, %, в течение, час	
					30	50	30	50	30	50
1	2		3	4	5	6	7	8	9	10
6.	Челябинский шлак натриевое растворимое стекло (в пересчете на Na <sub>2</sub> O)	-61	2	5	1,54	1,46	-0,67	+0,17	+0,99	+0,99
				10	1,38	1,50	-1,92	-0,79	+0,99	+1,00
			2,5	5	1,56	1,49	-0,60	+0,15	+0,96	+0,98
		-9		10	1,42	1,55	-1,82	-0,72	+0,93	+0,94
	дегидратированный цеолитовый минерал Na <sub>2</sub> O · Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · · 3 SiO <sub>2</sub> (1 — 2) H <sub>2</sub> O	$\frac{-30}{100}$	2,8	5	1,50	1,43	-0,64	+0,18	+1,0	+1,0
				10	1,36	1,50	-1,92	-0,80	+0,98	+0,99
7.	Челябинский шлак натриевое растворимое стекло (в пересчете на Na <sub>2</sub> O)	-73	2	5	1,55	1,49	-0,61	+0,16	+0,96	+0,98
				10	1,40	1,56	-1,81	-1,74	+0,94	+0,96
		-7	2,5	5	1,56	1,52	-0,57	+0,14	+0,95	+0,97
				10	1,41	1,58	-1,8	-0,71	+0,91	0,93
	дегидратированная натролитовая порода Na <sub>2</sub> O · Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · · 3 O <sub>2</sub> (1 — 2) H <sub>2</sub> O	$\frac{-20}{100}$	2,8	5	1,53	1,48	-0,63	+0,16	+0,98	0,99
				10	1,40	1,55	-1,9	-0,78	+0,96	0,98

Таблица 3

Результаты испытания образцов на стойкость в разбавленных растворах перекиси водорода

№№	Состав вяжущего, мас. %		Силикат- ный модуль жидкого стекла	Концентра- ция, г/л	Коэффициент стойкости после кипячения в H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , в течение, час		Потеря объема образцов после кипячения, %, в те- чение, час		Потеря массы после ки- пания, %, в течение, час	
					30	50	30	50	30	50
1	2		3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Челябинский шлак натриевое растворимое стекло (в пересчете на Na <sub>2</sub> O)	-73	2	5	1,52	1,46	-0,64	+0,17	0,98	0,99
				10	1,36	1,51	-1,83	+0,79	0,94	0,95
			2,5	5	1,51	1,52	-0,58	+0,16	0,95	0,98
		-7		10	1,38	1,48	-1,87	-0,74	0,91	0,94
	дегидратированный цеолитовый минерал Na <sub>2</sub> O · Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · · 2 SiO <sub>2</sub> (1 — 2) H <sub>2</sub> O	-20	2,8	5	1,50	1,55	-0,68	+0,18	0,99	0,98
				10	1,38	1,42	-1,93	-0,81	0,95	0,97



Продолжение табл. 3

№№	Состав вяжущего, мас. %		Силикат- ный модуль жидкого стекла	Концентра- ция, г/л	Коэффициент стойкости после кипячения в H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , в течение, час		Потеря объема образцов после кипячения, %, в те- чение, час		Потеря массы после ки- пячения, %, в течение, час	
					30	50	30	50	30	50
1	2		3	4	5	6	7	8	9	10
2.	Челябинский шлак натриевое растворимое стекло (в пересчете на Na <sub>2</sub> O)	-7	2	5	1,54	1,48	-0,63	+0,16	+0,97	+0,99
				10	1,38	1,53	-1,82	-0,78	+0,95	+0,96
		-8	2,5	5	1,54	1,54	-0,59	+0,15	+0,94	+0,97
				10	1,40	1,50	-1,8	-0,73	+0,92	+0,93
	дегидратированный цеолитовый минерал Na <sub>2</sub> O · Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · · 2 SiO <sub>2</sub> (1 - 2) H <sub>2</sub> O	$\frac{-25}{100}$	2,8	5	1,51	1,57	-0,65	+0,17	+0,99	+0,99
				10	1,38	1,44	-1,92	-0,80	+0,96	+0,98
3.	Челябинский шлак натриевое растворимое стекло (в пересчете на Na <sub>2</sub> O)	-61	2	5	1,50	1,44	-0,65	+0,18	+0,99	+1,00
				10	1,34	1,50	-1,85	+0,8	+0,95	0,96
		-9	2,5	5	1,50	1,51	-0,59	+0,17	+0,96	0,97
				10	1,35	1,47	-1,88	-0,75	+0,92	0,95
	дегидратированный цеолитовый минерал Na <sub>2</sub> O · Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · · 2 SiO <sub>2</sub> (1 - 2) H <sub>2</sub> O	$\frac{-30}{100}$	2,8	5	1,49	1,53	-0,67	+0,19	+0,99	0,98
				10	1,36	1,41	-1,95	-0,82	+0,96	0,99

Продолжение табл. 3

№№	Состав вяжущего, мас. %		Силикат- ный модуль жидкого стекла	Концентра- ция, г/л	Коэффициент стойкости после кипячения в H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , в течение, час		Потеря объема образцов после кипячения, %, в те- чение, час		Потеря массы после ки- пячения, %, в течение, час	
					30	50	30	50	30	50
1	2		3	4	5	6	7	8	9	10
4.	Челябинский шлак натриевое растворимое стекло (в пересчете на Na <sub>2</sub> O)	-73	2	5	1,55	1,48	-0,66	+0,18	+0,99	+1,0
				10	1,39	1,52	-1,9	-0,78	+0,98	+0,99
		-7	2,5	5	1,55	1,50	-0,59	+0,14	+0,95	+0,97
				10	1,40	1,56	-1,8	-0,71	+0,95	+0,93
	дегидратированный цеолитовый минерал Na <sub>2</sub> O · Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · · 3 SiO <sub>2</sub> (1 - 2) H <sub>2</sub> O	$\frac{-20}{100}$	2,8	5	1,52	1,45	-0,63	+0,17	+0,99	+1,00
				10	1,38	1,53	-1,91	-0,79	+0,79	+0,98
5.	Челябинский шлак натриевое растворимое стекло (в пересчете на Na <sub>2</sub> O)	-67	2	5	1,56	1,50	-0,60	+0,15	+0,96	+0,98
				10	1,41	1,57	-1,80	-0,75	+0,93	+0,95
		-8	2,5	5	1,57	1,52	-0,58	+0,13	+0,94	+0,96
				10	1,42	1,59	-1,7	-0,70	+0,90	+0,92
	дегидратированный цеолитовый минерал Na <sub>2</sub> O · Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · · 3 SiO <sub>2</sub> (1 - 2) H <sub>2</sub> O	$\frac{-25}{100}$	2,8	5	1,54	1,48	-0,62	+0,16	0,98	+0,99
				10	1,40	1,56	-1,9	-0,78	+0,95	+0,97

Продолжение табл. 2

1	2		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
14.	Челябинский шлак натриевое раствори- мое стекло (в пе- ресчете на Na2O)	-83	1	10	0,9	0,48	0,33	+4	-12	-16	-6	-14	-20
				20	0,88	0,47	0,31	+3	-13	-17	-7	-15	-22
		-7	2	10	0,92	0,49	0,36	+3	-11	-15	-3	-16	-19
				20	0,9	0,48	0,34	+2	-12	-16	-5	-17	-21
	щелочной гидроалю- мосиликат состава Na2O · Al2O3 · · 3 SiO2 · 2 H2O	-10	2,8	10	1,0	0,50	0,38	+2	-10	-14	-2	-16	-18
				20	0,96	0,49	0,36	+3	-9	-15	-4	-18	-20

Продолжение табл. 3

№№	Состав вяжущего, мас. %		Силикат- ный модуль жидкого стекла	Концентра- ция, г/л	Коэффициент стойкости после кипячения в H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , в течение, час		Потеря объема образ- цов после кипячения, %, в течение, час		Потеря массы после ки- пячения, %, в течение, час	
					30	50	30	50	30	50
1	2		3	4	5	6	7	8	9	10
8.	Челябинский шлак натриевое растворимое стекло (в пересчете на Na <sub>2</sub> O)	-67	2	5	1,55	1,50	-0,61	+0,16	+0,97	+0,98
				10	1,40	1,58	-1,81	-0,76	+0,93	+0,96
				5	1,57	1,53	-0,58	+0,14	+0,91	+0,93
		-8	2,5	10	1,41	1,60	-1,71	-0,70	+0,98	+0,99
	дегидратированная натролитовая порода	$\frac{-25}{100}$	2,8	5	1,55	1,47	-0,62	+0,16	+0,98	+0,99
				10	1,40	1,57	-1,91	-0,77	+0,96	0,98
9.	Челябинский шлак натриевое растворимое стекло (в пересчете на Na <sub>2</sub> O)	-61	2	5	1,54	1,47	-0,67	+0,17	+0,99	+0,99
				10	1,39	1,50	-1,93	-0,79	+1,00	+1,00
				5	1,56	1,49	-0,61	+0,16	+0,97	+0,98
		-9	2,5	10	1,43	1,56	-1,83	-0,73	+0,94	+0,95
	дегидратированная натролитовая порода	$\frac{-30}{100}$	2,8	5	1,51	1,43	-0,64	+0,18	+1,0	+1,0
				10	1,37	1,51	-1,93	-1,83	-0,99	+0,99

Продолжение табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
10	Составы вяжущего, включающего ингредиенты в количествах, выходящих за пределы заявляемых												
10	Челябинский шлак натриевое растворимое стекло (в пересчете на Na <sub>2</sub> O)	-81	2	10	1,02	0,93	0,81	-2	-1	+4	+2	-1	-9
				20	1,01	0,92	0,80	-5	-2	+3	+1	-2	-10
				10	1,05	0,94	0,83	-3	-1	+3	+2	-1	-7
		-4	2,8	20	1,03	0,93	0,82	-4	-2	+5	+3	-2	-8
	дегидратированный цеолитовый минерал Na <sub>2</sub> O · Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · · 3 SiO <sub>2</sub> (1 — 2) H <sub>2</sub> O	-15											
11.	Челябинский шлак натриевое растворимое стекло (в пересчете на Na <sub>2</sub> O)	-53	2	10	1,00	0,94	0,88	-2	0	+3	-6	-7	-11
		-12		20	1,04	0,93	0,86	-3	0	+2	-7	-8	-14
	дегидратированный цеолитовый минерал Na <sub>2</sub> O · Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · · 3 SiO <sub>2</sub> (1 — 2) H <sub>2</sub> O	-35	2,8	10	1,1	0,95	0,9	-1	+1	+4	-3	-6	-9
				20	1,08	0,94	0,87	-2	+2	+5	-5	-7	-12

Продолжение табл. 3

№№	Состав вяжущего, мас. %		Силикат- ный модуль жидкого стекла	Концентра- ция, г/л	Коэффициент стойкости после кипячения в H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , в течение, час		Потеря объема образцов после кипячения, %, в те- чение, час		Потеря массы после ки- пания, %, в течение, час	
					30	50	30	50	30	50
1	2		3	4	5	6	7	8	9	10
Аналог										
12.	Челябинский шлак натриевое растворимое стекло ( в пересчете на Na <sub>2</sub> O)	-90	1	5	1,20	1,12	+1,88	-1,32	-0,98	-2,46
				10	1,13	1,09	+1,29	+1,74	+0,98	-1,32
		-7	2,0	5	1,21	1,13	+1,90	-1,50	-1,30	-2,80
				10	1,4	1,10	+1,40	+1,80	+1,50	-1,90
	щелочной гидроалю- мосиликат состава Na <sub>2</sub> O · Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · · 2 SiO <sub>2</sub> 2H <sub>2</sub> O	-3	2,8	5	1,24	1,14	+2,01	-1,7	-1,507	-2,90
				10	1,15	1,11	+1,60	+1,9	+1,70	-2,10
13.	Челябинский шлак натриевое растворимое стекло ( в пересчете на Na <sub>2</sub> O)	-83	1	5	1,08	1,00	+3,70	-4,50	-1,60	-4,5
				10	1,11	1,05	+2,80	+2,96	+2,03	-3,04
		-7	2,0	5	1,09	1,01	+3,80	-4,60	-1,70	-4,60
				10	1,12	1,08	+2,90	+3,02	+2,30	-3,20
	щелочной гидроалю- мосиликат состава Na <sub>2</sub> O · Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · · 2 SiO <sub>2</sub> 2H <sub>2</sub> O	-10	2,8	5	1,12	1,14	+3,95	-4,80	-1,83	-4,82
				10	1,14	1,10	13,01	+3,40	+2,51	-3,46

1	2		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
6.	Челябинский шлак натриевое раствори- мое стекло (в пе- ресчете на Na <sub>2</sub> O)	-61	2	10	0,99	0,97	0,92	+2	+2	+3	-4	-1	-7
		-61	2	20	0,97	0,93	0,90	+1	+3	+4	-5	-2	-9
				10	1,00	0,98	0,93	0	+1	+3,5	-4	-1	-5
		-9	2,5	20	0,98	0,96	0,91	0	+1	+4	-6	-2	-8
	де дратированный цеолитовый минерал Na <sub>2</sub> O · Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · · 3 SiO <sub>2</sub> (1 - 2) H <sub>2</sub> O			10	1,05	1,01	0,94	0	+1	+3	-3	-1	-7
		$\frac{-30}{100}$	2,8	20	1,05	1,98	0,92	0	+1	+4	-5	-2	-8
7.	Челябинский шлак натриевое раствори- мое стекло (в пе- ресчете на Na <sub>2</sub> O)	-73	2	10	1,19	1,14	0,97	+5	+2	-5	-2	-2	-9
				20	1,15	1,11	0,93	+7	+4	-7	-9	-3	-11
				10	1,22	1,18	1,01	+3	+2	-4	-3	-3	-9
		-7	2,5	20	1,19	1,14	0,95	+6	+3	-6	-7	-4	-10
	дегидратированная натролитовая порода	$\frac{-20}{100}$	2,8	10	1,26	1,21	1,04	+3	+1	-2	0	-2	-8
				20	1,20	1,15	0,95	+4	0	-4	-3	-4	-9

Таблица 4

## Результаты физико-механических испытаний образцов

№№ пп	Состав вяжущего, мас. %		Силикатный модуль жидкого стекла	Предел прочности при сжатии, МПа		Плотность, г/см <sup>3</sup>
				Пропаренные по режиму 3+8+32	Водное твердение 28 сут.	
1.	Челябинский шлак натриевое растворимое стекло (в пересчете на Na <sub>2</sub> O)	-73	2	$\frac{115}{87,2}$	$\frac{83,5}{71,5}$	$\frac{2,91}{9,6}$
		-7	2,5	$\frac{89,0}{76,1}$	$\frac{78,4}{58,5}$	$\frac{2,89}{9,95}$
	дегидратированный це- олитовый минерал Na <sub>2</sub> O · Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · · 2 SiO <sub>2</sub> (1 - 2) H <sub>2</sub> O	-20	2,8	$\frac{66,4}{51,7}$	$\frac{53,7}{42,6}$	$\frac{2,87}{11,8}$
2.	Челябинский шлак натриевое растворимое стекло (в пересчете на Na <sub>2</sub> O)	-67	2	$\frac{105,6}{83,5}$	$\frac{80,5}{67,2}$	$\frac{2,90}{9,7}$
		-8	2,5	$\frac{86,7}{56,1}$	$\frac{70,1}{58,0}$	$\frac{2,89}{10,1}$
	дегидратированный це- олитовый минерал Na <sub>2</sub> O · Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · · 2 SiO <sub>2</sub> (1 - 2) H <sub>2</sub> O	-25	2,8	$\frac{62,1}{51,2}$	$\frac{53,9}{42,0}$	$\frac{2,83}{12,0}$

Продолжение табл. 2

1	2		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	11	
2.	Челябинский шлак натриевое раствори- мое стекло (в пе- ресчете на Na2O)	-67	2	10	1,34	1,30	1,14	+2	-2	-9	-4	-6	-9	5413	
				20	1,27	1,21	1,10	+3	-1	-10	-5	-7	-11		
				10	1,36	1,33	1,15	+1	-1	-7	-2	-4	-8		
		-8		2,5	20	1,28	1,23	1,11	+1,5	-2	-8	-3	-5		-10
	дегидратированный цеолитовый минерал	$\frac{-25}{100}$	2,8	10	1,38	1,35	1,16	+0,5	0	-5	-1	-3	-7	12	
			20	1,30	1,25	1,12	+0,6	0	-6	-2	-4	8			
3.	Челябинский шлак натриевое раствори- мое стекло (в пе- ресчете на Na2O)	-61	2	10	1,38	1,38	1,16	+2	0	-3	-3	-5	-8		
				20	1,36	1,32	1,15	+3	-1	-4	-4	-6	-9		
		-9			10	1,39	1,38	1,18	+1,5	0	-1	-1	-3	-7	
	дегидратированный цеолитовый минерал Na2O · Al2O3 · · 2 SiO2 (1 – 2) H2O		2,5	20	1,37	1,36	1,17	+2	0	-2	-2	-4	-8	12	
			10	1,43	1,40	1,22	+0,5	0	-0,5	-0,5	-4	-6			
			2,8	20	1,41	1,37	1,20	+1	0	-1	-1	-2	-7		
4.	Челябинский шлак натриевое раствори- мое стекло (в пе- ресчете на Na2O)	-73	2	10	1,34	1,30	0,96	+4	+1	+2	+8	+6	+5	46	
				20	1,32	1,28	0,94	+6	+3	+2,5	+9	+7	+7		
		-7			10	1,37	1,32	0,97	+3	+2	+1	+7	+4		+3
				2,5											

Продолжение табл. 4

№№ пл	Состав вяжущего, мас. %		Силикатный модуль жидкого стекла	Предел прочности при сжатии, МПа		Плотность, г/см <sup>3</sup>
				Пропаренные по режи- му 3+8+32	Водное твердение 28 сут.	Капиллярная пористость (после пропарки), %
5.	Челябинский шлак натриевое	-67	2	$\frac{104,3}{82,9}$	$\frac{78,9}{66,3}$	$\frac{2,90}{9,7}$
	растворимое стекло (в пересчете на Na <sub>2</sub> O)	-8	2.5	$\frac{85,2}{55,8}$	$\frac{68,0}{56,0}$	$\frac{2,81}{10,0}$
	дегидратированный це- олитовый минерал Na <sub>2</sub> O · Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · · 3 SiO <sub>2</sub> (1 — 2) H <sub>2</sub> O	-25	2.8	$\frac{61,7}{50,2}$	$\frac{50,1}{40,7}$	$\frac{2,83}{12,1}$
6.	Челябинский шлак натриевое	-61	2	$\frac{99,1}{85,4}$	$\frac{74,3}{57,6}$	$\frac{2,89}{9,9}$
	растворимое стекло (в пересчете на Na <sub>2</sub> O)	-9	2.5	$\frac{80,1}{72,3}$	$\frac{66,2}{55,4}$	$\frac{2,86}{10,3}$
	дегидратированный це- олитовый минерал Na <sub>2</sub> O · Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · · 3 SiO <sub>2</sub> (1 — 2) H <sub>2</sub> O	-30	2.8	$\frac{57,1}{44,7}$	$\frac{44,2}{35,7}$	$\frac{2,83}{12,2}$

Таблица 1

Химический состав используемых сырьевых материалов

Наименование	Содержание оксидов, мас. %									
	п.п.п.	R <sub>2</sub> O	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	SO <sub>3</sub>	MgO	TiO <sub>2</sub>
Челябинский шлак	--	1,53	33,6	15,85	2,45	8,9	35,67	1,36	остальное	--
Натролит (ловозерский массив)	6,31	15,69-16,69	45,5-48,4	25,74-27,37	2,98-5	0,25-1	1,0-2,0	--	--	остальное

Продолжение табл. 4

№ пп	Состав вяжущего, мас. %		Силикатный модуль жидкого стекла	Предел прочности при сжатии, МПа		Плотность, г/см <sup>3</sup>
				Пропаренные по режиму 3+8+32	Водное твердение 28 сут.	
9.	Челябинский шлак	-61	2	$\frac{103,8}{86,9}$	$\frac{76,2}{60,1}$	$\frac{2,89}{9,8}$
	натриевое растворимое стекло (в пересчете на Na <sub>2</sub> O)	-9	2,5	$\frac{83,7}{75,4}$	$\frac{68,4}{57,1}$	$\frac{2,86}{10,1}$
	дегидратированная натролитовая порода	-30	2,8	$\frac{61,2}{47,2}$	$\frac{47,2}{37,4}$	$\frac{2,84}{12,0}$
Аналог						
10.	Челябинский шлак	-81	2	$\frac{90,2}{75,0}$	$\frac{68,2}{52,4}$	$\frac{2,89}{13,0}$
	натриевое растворимое стекло (в пересчете на Na <sub>2</sub> O)	-4	2,8	$\frac{56,1}{43,1}$	$\frac{46,2}{36,1}$	$\frac{2,83}{13,7}$
	дегидратированный цеолитовый минерал Na <sub>2</sub> O · Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · 3 SiO <sub>2</sub> (1-2) H <sub>2</sub> O	-15				

51

Продолжение табл. 4

№№ пп	Состав вяжущего, мас. %		Силикатный модуль жидкого стекла	Предел прочности при сжатии, МПа		Плотность, г/см <sup>3</sup>
				Пропаренные по режи- му 3+8+32	Водное твердение 28 сут.	Капиллярная пористость (после пропарки), %
11.	Челябинский шлак натриевое растворимое стекло (в пересчете на Na <sub>2</sub> O)	-53 -12	2	$\frac{81,5}{70,1}$	$\frac{69,5}{52,7}$	$\frac{2,85}{13,2}$
	дегидратированный це- олитовый минерал Na <sub>2</sub> O · Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · · 3 SiO <sub>2</sub> (1 — 2) H <sub>2</sub> O	-35	2,8	$\frac{42,3}{30,8}$	$\frac{36,8}{23,1}$	$\frac{2,75}{14,2}$

5413

52

---

Упорядник	Техред М.Моргентал	Коректор М.Керецман
-----------	--------------------	---------------------

---

Замовлення 607

Тираж  
Державне патентне відомство України,  
254655, ГСП, Київ-53, Львівська пл., 8

Підписне

---

Виробничо-видавничий комбінат "Патент", м. Ужгород, вул.Гагаріна, 101



