

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **040204**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.04.29

(21) Номер заявки
202100090

(22) Дата подачи заявки
2021.02.10

(51) Int. Cl. **C04B 28/04** (2006.01)
C04B 18/14 (2006.01)
C04B 24/04 (2006.01)
B82Y 30/00 (2006.01)

(54) **ВЫСОКОПРОЧНЫЙ БЕТОН**

(43) **2022.04.28**

(96) **2021000014 (RU) 2021.02.10**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ "ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ
СООБЩЕНИЯ ИМПЕРАТОРА
АЛЕКСАНДРА I" (ФГБОУ ВО
ПГУПС) (RU)**

(56) RU-C1-2717399
RU-C1-2559253
RU-C1-2727990
US-A1-20200102248

(72) Изобретатель:
**Соловьёва Валентина Яковлевна,
Степанова Ирина Витальевна,
Соловьёв Дмитрий Вадимович (RU)**

(57) Изобретение относится к строительным материалам и может быть использовано в промышленном, гражданском, дорожном строительстве и для объектов специального назначения. Технический результат - понижение истираемости бетона и повышение морозостойкости бетона. Высокопрочный бетон, полученный из смеси, включает портландцемент, песок с модулем крупности $M_k=2,2-2,8$, гранитный щебень фракции 5-20 мм, доменный металлургический шлак с величиной удельной поверхности $S_{уд}=320 \text{ м}^2/\text{кг}$, комплексную химическую добавку, представленную водным раствором с плотностью $\rho=1,038 \text{ г/см}^3$ и значением водородного показателя pH 6,0, состоящую из поликарбоксилатного полимера, представленного сополимером акриловой кислоты и этилового эфира метакриловой кислоты, с плотностью $\rho=1,024 \text{ г/см}^3$ и значением водородного показателя pH 7,5, нанодисперсий гидроксида кремния, характеризуемых плотностью $\rho=1,020 \text{ г/см}^3$ и значением водородного показателя pH 4,5, формиата калия, HCOOK, при следующем соотношении компонентов, мас. %: указанный поликарбоксилатный полимер - 21,5-23,0; указанные нанодисперсии - 2,5-3,0; формиат калия, HCOOK - 3,0-3,5; вода - 71,5-72,0; при следующем соотношении компонентов смеси для высокопрочного бетона, мас. %: портландцемент - 14,58-16,00; указанный песок - 30,36-30,86; указанный щебень - 43,67-44,17; указанный шлак - 3,32-3,54; указанная добавка - 0,13-0,18; вода - 6,52-6,67.

B1**040204****040204****B1**

Изобретение относится к строительным материалам и может быть использовано в промышленном, гражданском, дорожном строительстве и для объектов специального назначения.

Известна сырьевая смесь для изготовления высокопрочного бетона (RU № 2332379, СО4В 28/04, 27.08.2008), содержащая портландцемент, песок, щебень, добавку, состоящую из золя берлинской лазури с плотностью $\rho=1,013 \text{ г/см}^3$, рН 4,7-5,3 при следующем соотношении компонентов, мас. %: портландцемент - 22,40-28,30; песок - 23,60-26,00; щебень - 36,40-39,00; указанная добавка - 0,06-0,08 и вода - 11,64-11,92.

Недостатком данного технического решения является повышенная истираемость и недостаточная морозостойкость.

Известна сырьевая смесь для изготовления высокопрочного бетона (RU № 2577565, СО4В 28/04, 20.03.2016), содержащая портландцемент, песок, щебень, добавку, состоящую из жидкого натриевого стекла с плотностью $\rho=1,45 \text{ г/см}^3$, водородным показателем рН 12,0 и золя гидроксида алюминия $\text{Al}(\text{OH})_3$ с плотностью $\rho=1,12 \text{ г/см}^3$, водородным показателем рН 4,0 при следующем соотношении компонентов, мас. %: жидкое натриевое стекло с плотностью $\rho=1,45 \text{ г/см}^3$, водородным показателем рН 12,0 85,00-88,50; золь гидроксида алюминия $\text{Al}(\text{OH})_3$ с плотностью $\rho=1,12 \text{ г/см}^3$, водородным показателем рН 4,0 11,50-15,00 при следующем соотношении компонентов сырьевой смеси, мас. %: портландцемент - 21,20-28,00; песок - 21,80-24,70; щебень - 42,40-44,50; указанная добавка - 1,50-2,50 и вода - 6,30-7,10.

Недостатком данного технического решения является повышенная истираемость и недостаточная морозостойкость.

Наиболее близкой по технической сущности к заявляемому изобретению является сырьевая смесь для изготовления высокопрочного бетона (RU № 2555993, СО4В 28/04, СО4В 24/24, СО4В 22/08, СО4В 103/40, 10.07.2015), содержащая портландцемент, кварцевый песок с модулем крупности $M_k=2,6$, щебень гранитный 5-10 мм, кремнеземсодержащий компонент, представленный золем кремниевой кислоты с плотностью $\rho=1,014 \text{ г/см}^3$, водородным показателем рН 5,0-6,0, добавку, представленную водным раствором с плотностью $\rho=1,1 \text{ г/см}^3$ и водородным показателем рН $7,5\pm 0,5$, состоящую из смеси поликарбоксилатных полимеров: поликарбоксилатный полимер на основе метакриловой кислоты с плотностью $\rho=0,95 \text{ г/см}^3$ и водородным показателем рН $7,5\pm 0,5$ и поликарбоксилатный полимер на основе эфира аллила и ангидрита малеиновой кислоты с плотностью $\rho=1,03 \text{ г/см}^3$ и водородным показателем рН $7,5\pm 0,5$, глюконата натрия и воды, при следующем соотношении компонентов, мас. %: поликарбоксилатный полимер на основе метакриловой кислоты с плотностью $\rho=0,95 \text{ г/см}^3$ и водородным показателем рН $7,5\pm 0,5$ - 9,3-10,0; поликарбоксилатный полимер на основе эфира аллила и ангидрита малеиновой кислоты с плотностью $\rho=1,03 \text{ г/см}^3$ и водородным показателем рН $7,5\pm 0,5$ 10,2-10,4; глюконат натрия 2,6-2,8; вода 77,2-77,5 при следующем соотношении компонентов сырьевой смеси для высокопрочного бетона, мас. %:

портландцемент - 21,1-23,2;
указанный щебень - 41,94-42,82;
указанный песок - 28,3-29,0;
указанный кремнеземсодержащий компонент - 0,12-0,13;
указанная добавка - 0,15-0,20;
вода - 6,24-6,75.

Недостатком данного технического решения является повышенная истираемость и недостаточная морозостойкость высокопрочного бетона.

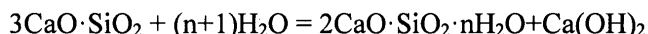
Задачей, на решение которой направлено изобретение, является создание высокопрочного бетона, обладающего пониженной истираемостью и повышенной морозостойкостью.

Поставленная задача решается за счет того, что высокопрочный бетон из смеси, содержащей портландцемент, песок, щебень, добавку и воду, содержит в качестве песка песок с модулем крупности $M_k=2,2-2,8$, в качестве щебня - гранитный щебень фракции 5-20 мм, дополнительно содержит доменный металлургический шлак с величиной удельной поверхности $S_{уд}=320 \text{ м}^2/\text{кг}$, в качестве добавки содержит комплексную химическую добавку, представленную водным раствором с плотностью $\rho=1,038 \text{ г/см}^3$ и значением водородного показателя рН 6,0, состоящую из поликарбоксилатного полимера, представленного сополимером акриловой кислоты и этилового эфира метакриловой кислоты, с плотностью $\rho=1,024 \text{ г/см}^3$ и значением водородного показателя рН 7,5, нанодисперсий гидроксида кремния, характеризуемых плотностью $\rho=1,020 \text{ г/см}^3$ и значением водородного показателя рН 4,5, формиата калия, НСООК , при следующем соотношении компонентов, мас. %:

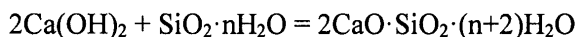
указанный поликарбоксилатный полимер - 21,5-23,0,
указанные нанодисперсии - 2,5-3,0,
формиат калия, НСООК - 3,0-3,5,
вода - 71,5-72,0,
при следующем соотношении компонентов смеси для высокопрочного бетона, мас. %:
портландцемент - 14,58-16,00,
указанный песок - 30,36-30,86,

указанный щебень - 43,67-44,17,
указанный шлак - 3,32-3,54,
указанная добавка - 0,13-0,18,
вода - 6,52-6,67.

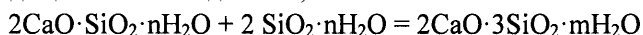
Использование комплексной химической добавки, в состав которой входит электролит на основе катиона калия, в результате повышенного радиуса катиона калия в растворе у него формируется маленькая сольватная оболочка из молекул воды и, как следствие, катион калия обладает повышенной способностью проникать вглубь конгломератов, состоящих из основных минералов портландцемента, вовлекая за собой молекулы воды, таким образом, увеличивая количество молекул минералов портландцемента, вступающих в гидратационные процессы, например, при увеличении количества молекул основного минерала портландцемента, трехкальциевого силиката, вступающего в гидратационные процессы по реакции



образуется повышенное количество гидросиликатов кальция, которые оказывают положительное влияние на формирование прочности на сжатие, но при этом увеличивается и количество $\text{Ca}(\text{OH})_2$, который обладает некоторой растворимостью, и при воздействии внешних факторов, например воздействию CO_2 , из воздуха может образовываться растворимая соль бикарбоната кальция, $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, которая под действием влаги будет вымываться из камня, ослабляя сформированные связи, но в присутствии реакционно-активных нанодисперсий гидроксида кремния, SiO_2 , входящих в состав добавки, происходит следующая реакция синтеза:



в результате которой образуется труднорастворимый гидросиликат кальция, который повышает устойчивость и долговечность бетона. Кроме этого, в твердеющем бетоне параллельно происходят реакции синтеза между образовавшимися высокоосновными гидросиликатами кальция и нанодисперсиями гидроксида кремния, входящими в состав добавки, по схеме



с образованием новых фаз, представленных низкоосновными гидросиликатами кальция, которые отличаются большей твердостью относительно высокоосновных гидросиликатов типа CSH (I) $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. В результате образования большего количества гидросиликатов, образуется большее количество прочных контактов между компонентами твердеющего бетона, что способствует упрочнению и уплотнению его структуры. Уплотнение структуры обеспечивается и присутствием в составе добавки поликарбоксилатного полимера, представленного сополимером акриловой кислоты и этилового эфира метакриловой кислоты, обладающего повышенным пластифицирующим эффектом. Повышение плотности бетона обеспечивает повышенное сохранение тепла, выделяющегося в результате происходящих реакций гидратаций, что способствует активному вовлечению в гидратационные процессы малоактивных фаз портландцемента в более ранние сроки, например, представленных двухкальциевым силикатом, и основных фаз доменного шлака, также представленных двухкальциевым силикатом $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ и силикатом магния $\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$, что способствует образованию гидросиликатов кальция и магния повышенной твердости.

Все вышеуказанные процессы в присутствии указанной комплексной химической добавки и доменного шлака формируют максимально плотную мелкопоровую структуру бетона, оказывая положительное влияние на повышение морозостойкости бетона, а также повышенное образование новых гидратных фаз, отличающихся повышенной твердостью, что и оказывает положительное влияние на понижение истираемости бетона.

На дату подачи заявки, по мнению авторов и заявителя, заявленная сырьевая смесь для высокопрочного бетона не известна и данное техническое решение обладает мировой новизной.

Заявляемая совокупность существенных признаков проявляет новое свойство при использовании комплексной химической добавки, состоящей из поликарбоксилатных полимеров, нанодисперсий гидроксида кремния и формиата калия, в сочетании с тонкомолотым доменным шлаком, основными компонентами которого являются силикаты кальция $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ и силикаты магния $\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$, обеспечивает получение сверхсуммарного эффекта, состоящего в значительном повышении степени гидратации основных минералов портландцемента и минералов доменного шлака, а также протекании реакций синтеза в твердеющей системе, указанные химические процессы обеспечивают образование новых труднорастворимых гидратных фаз, отличающихся повышенной твердостью, формируя дополнительные прочные контакты между компонентами твердеющего бетона, таким образом, формируя максимально плотную и прочную структуру.

Все вышесказанное оказывает положительное влияние на создание высокопрочного бетона, отличающегося пониженной истираемостью и повышенной морозостойкостью.

Смесь, включающая портландцемент, песок с модулем крупности 2,2-2,8, щебень гранитный фракции 5-20 мм, тонкомолотый доменный шлак с величиной удельной поверхности, $S_{\text{уд}}=320 \text{ м}^2/\text{кг}$, ком-

плексную химическую добавку, представленную водным раствором с плотностью $\rho=1,038 \text{ г/см}^3$ и значением водородного показателя pH 6,0, состоящую из поликарбоксилатного полимера, представленного сополимером акриловой кислоты и этилового эфира метакриловой кислоты, с плотностью $\rho=1,024 \text{ г/см}^3$ и значением водородного показателя pH 7,5, нанодисперсий гидроксида кремния, характеризующихся плотностью $\rho=1,020 \text{ г/см}^3$ и значением водородного показателя pH 4,5, формиата калия и воды обеспечила получение высокопрочного бетона, характеризующегося пониженной истираемостью и повышенной морозостойкостью.

По мнению заявителя и авторов, заявляемое изобретение соответствует критерию охраноспособности - изобретательский уровень.

Заявляемое изобретение промышленно применимо и может быть использовано в гражданском, промышленном, дорожном строительстве и для объектов специального назначения.

Пример конкретного выполнения.

1. Приготовление комплексной химической добавки с плотностью $\rho=1,038 \text{ г/см}^3$ и значением водородного показателя pH 6,0.

1.1. Дозируют поликарбоксилатный полимер на основе сополимера акриловой кислоты и этилового эфира метакриловой кислоты, с плотностью $\rho=1,024 \text{ г/см}^3$ и значением водородного показателя pH 7,5.

1.2. Дозируют нанодисперсии гидроксида кремния, с плотностью $\rho=1,020 \text{ г/см}^3$ и значением водородного показателя pH 4,5.

1.3. Дозируют формиат калия, HCOOK.

1.4. Дозируют воду.

1.5. Компоненты, отдозированные по пп.1.1-1.4, транспортируют в лопастную мешалку, в которой все компоненты тщательно перемешивают до получения однородного раствора с плотностью $\rho=1,038 \text{ г/см}^3$ и значением водородного показателя pH 6,0, готовый раствор комплексной химической добавки транспортируют в накопительную емкость.

2. Приготовление сырьевой смеси для высокопрочного бетона.

2.1. Дозируют портландцемент.

2.2. Дозируют песок с модулем крупности 2,2-2,8.

2.3. Дозируют гранитный щебень фракции 5-20 мм.

2.4. Дозируют тонкодисперсный доменный шлак с удельной поверхностью $S_{уд}=320 \text{ м}^2/\text{кг}$.

2.5. Дозируют воду.

2.6. Дозируют комплексную химическую добавку, приготовленную по п.1.5., которую транспортируют в воду, отдозированную по п.2.5.

2.7. Компоненты, отдозированные по пп.2.1-2.6, транспортируют в бетоносмеситель любой модификации, используемый на действующем производстве, и тщательно перемешивают до получения однородной, без комков, требуемой подвижности смеси, которую используют по назначению для изготовления конструкций из высокопрочного бетона.

Из приготовленной смеси для высокопрочного бетона изготавливают образцы - кубы размером $10 \times 10 \times 10 \text{ см}$ для определения морозостойкости бетона, изготавливают образцы - кубы размером $7,07 \times 7,07 \times 7,07 \text{ см}$ для определения истираемости бетона.

После изготовления образцы для определения морозостойкости и истираемости хранили в камере нормального твердения (при температуре $20 \pm 2^\circ\text{C}$ и влажности, $W \geq 95\%$). Определение морозостойкости осуществлялось по ГОСТ 10060-2012 "Бетоны. Методы определения морозостойкости". Определение истираемости осуществлялось по ГОСТ 13087-2018 "Бетоны. Методы определения истираемости".

Составы бетонной смеси представлены в табл. 1 и результаты испытаний бетона по исследуемым параметрам представлены в табл. 2, которые показали, что истираемость высокопрочного бетона по изобретению уменьшилась на 34% относительно бетона по прототипу; морозостойкость высокопрочного бетона по изобретению повысилась на 200 циклов или на 67% относительно состава бетона по прототипу.

Таблица 1

Составы бетонной смеси

№ п/п	Составы бетонной смеси для высокопрочного бетона, мас. %															
	Портландцемент	Песок				Гравитный щебень фракции 5-10 мм (по прототипу)	Гравитный щебень фракции 5-20 мм	Тонкомолотый доменный шлак, $S_{уд} = 320 \text{ м}^2/\text{кг}$	Кремнеземсодержащий компонент, золь кремниевой кислоты, $\rho = 1,014 \text{ г/см}^3$; $\text{pH} = 5,0-6,0$	*Добавка по прототипу, водный рас- твор с $\rho = 1,1 \text{ г/см}^3$; $\text{pH} = 7,5 \pm 0,5$	Комплексная химическая добавка по изоб- ретению					Вода
		По прототипу с M_k 2,6	по изобретению								Количество, мас. %	Компонентный состав, мас. %				
			2,2	2,5	2,8							Поликарбоксилатный полимер $\rho = 1,024 \text{ г/см}^3$; $\text{pH} = 7,5$	Нанодисперсия гидроксида кремния, $\rho = 1,020 \text{ г/см}^3$; $\text{pH} = 4,5$	Формиат калия, HCOOK	Вода	
1 прото- тип	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	21,1	29,0	—	—	—	42,82	—	—	0,13	0,20	—	—	—	—	—	6,75
2	14,58	—	30,86	—	—	—	44,17	3,54	—	—	0,18	21,5	3,0	3,5	72,0	6,67
3	14,58	—	30,86	—	—	—	44,17	3,54	—	—	0,18	22,25	2,75	3,25	71,75	6,67
4	14,58	—	30,86	—	—	—	44,17	3,54	—	—	0,18	23,0	2,5	3,0	71,5	6,67
5	14,58	—	—	30,86	—	—	44,17	3,54	—	—	0,18	21,5	3,0	3,5	72,0	6,67
6	14,58	—	—	30,86	—	—	44,17	3,54	—	—	0,18	22,25	2,75	3,25	71,75	6,67
7	14,58	—	—	30,86	—	—	44,17	3,54	—	—	0,18	23,0	2,5	3,0	71,5	6,67
8	14,58	—	—	—	30,86	—	44,17	3,54	—	—	0,18	21,5	3,0	3,5	72,0	6,67
9	14,58	—	—	—	30,86	—	44,17	3,54	—	—	0,18	22,25	2,75	3,25	71,75	6,67
10	14,58	—	—	—	30,86	—	44,17	3,54	—	—	0,18	23,0	2,5	3,0	71,5	6,67
11	15,29	—	30,61	—	—	—	43,92	3,43	—	—	0,155	21,5	3,0	3,5	72,0	6,595
12	15,29	—	30,61	—	—	—	43,92	3,43	—	—	0,155	22,25	2,75	3,25	71,75	6,595
13	15,29	—	30,61	—	—	—	43,92	3,43	—	—	0,155	23,0	2,5	3,0	71,5	6,595
14	15,29	—	—	30,61	—	—	43,92	3,43	—	—	0,155	21,5	3,0	3,5	72,0	6,595
15	15,29	—	—	30,61	—	—	43,92	3,43	—	—	0,155	22,25	2,75	3,25	71,75	6,595
16	15,29	—	—	30,61	—	—	43,92	3,43	—	—	0,155	23,0	2,5	3,0	71,5	6,595
17	15,29	—	—	—	30,61	—	43,92	3,43	—	—	0,155	21,5	3,0	3,5	72,0	6,595
18	15,29	—	—	—	30,61	—	43,92	3,43	—	—	0,155	22,25	2,75	3,25	71,75	6,595
19	15,29	—	—	—	30,61	—	43,92	3,43	—	—	0,155	23,0	2,5	3,0	71,5	6,595
20	16,0	—	30,36	—	—	—	43,67	3,32	—	—	0,13	21,5	3,0	3,5	72,0	6,52
21	16,0	—	30,36	—	—	—	43,67	3,32	—	—	0,13	22,25	2,75	3,25	71,75	6,52
22	16,0	—	30,36	—	—	—	43,67	3,32	—	—	0,13	23,0	2,5	3,0	71,5	6,52
23	16,0	—	—	30,36	—	—	43,67	3,32	—	—	0,13	21,5	3,0	3,5	72,0	6,52
24	16,0	—	—	30,36	—	—	43,67	3,32	—	—	0,13	22,25	2,75	3,25	71,75	6,52
25	16,0	—	—	30,36	—	—	43,67	3,32	—	—	0,13	23,0	2,5	3,0	71,5	6,52
26	16,0	—	—	—	30,36	—	43,67	3,32	—	—	0,13	21,5	3,0	3,5	72,0	6,52
27	16,0	—	—	—	30,36	—	43,67	3,32	—	—	0,13	22,25	2,75	3,25	71,75	6,52
28	16,0	—	—	—	30,36	—	43,67	3,32	—	—	0,13	23,0	2,5	3,0	71,5	6,52

*Состав комплексной добавки по прототипу, мас. %:

поликарбоксилатный полимер на основе метакриловой кислоты с плотностью $\rho = 0,95 \text{ г/см}^3$ и водородным показателем $\text{pH} 7,5 \pm 0,5 - 9,65$;

поликарбоксилатный полимер на основе эфира аллила и ангидрита малеиновой кислоты с плотностью $\rho = 1,03 \text{ г/см}^3$ и водородным показателем $\text{pH} 7,5 \pm 0,5 - 10,3$;

глюконат натрия - 2,7;

вода - 77,35.

Таблица 2

Физико-механические характеристики высокопрочного бетона

Номер состава из Таблицы 1	Истираемость г/см ²	Морозостойкость, цикл.
1	2	3
1	8,1	300
2	5,42	500
3	5,42	500
4	5,42	500
5	5,42	500
6	5,42	500
7	5,42	500
8	5,42	500
9	5,42	500
10	5,42	500
11	5,40	500
12	5,40	500
13	5,40	500
14	5,40	500
15	5,40	500
16	5,40	500
17	5,40	500
18	5,40	500
19	5,40	500
20	5,41	500
21	5,41	500
22	5,41	500
23	5,41	500
24	5,41	500
25	5,41	500
26	5,41	500
27	5,41	500
28	5,41	500

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Высокопрочный бетон, полученный из смеси, включающей портландцемент, песок, щебень, добавку и воду, отличающийся тем, что в качестве песка содержит песок с модулем крупности $M_k=2,2-2,8$, в качестве щебня содержит гранитный щебень фракции 5-20 мм, дополнительно содержит доменный металлургический шлак с величиной удельной поверхности $S_{уд}=320 \text{ м}^2/\text{кг}$, а в качестве добавки содержит комплексную химическую добавку, представленную водным раствором с плотностью $\rho=1,038 \text{ г/см}^3$ и значением водородного показателя pH 6,0, состоящую из поликарбоксилатного полимера, представленного сополимером акриловой кислоты и этилового эфира метакриловой кислоты, с плотностью $\rho=1,024 \text{ г/см}^3$ и значением водородного показателя pH 7,5, нанодисперсий гидроксида кремния, характеризующихся плотностью $\rho=1,020 \text{ г/см}^3$ и значением водородного показателя pH 4,5, формиата калия (НСООК) и воды, при следующем соотношении компонентов добавки, мас. %:

указанный поликарбоксилатный полимер - 21,5-23,0,

указанные нанодисперсии - 2,5-3,0,

формиат калия (НСООК) - 3,0-3,5,

вода - 71,5-72,0,

при следующем соотношении компонентов смеси для высокопрочного бетона, мас. %:

портландцемент - 14,58-16,00,

указанный песок - 30,36-30,86,

указанный щебень - 43,67-44,17,

указанный шлак - 3,32-3,54,

указанная добавка - 0,13-0,18,

вода - 6,52-6,67.



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2