

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **040207**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.04.29

(21) Номер заявки
202100091

(22) Дата подачи заявки
2021.02.10

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

(54) ВЫСОКОПРОЧНЫЙ БЕТОН(43) **2022.04.28**(96) **2021000015 (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-C1-2727990
RU-C1-2655633
RU-C1-2717021
DE-A1-102013114824

(72) Изобретатель:

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

(57) Изобретение относится к строительным материалам и может быть использовано для изготовления изделий из высокопрочного бетона в гражданском и промышленном строительстве, а также при изготовлении сооружений специального назначения. Технический результат - понижение водопоглощения, повышение водонепроницаемости и повышение химической стойкости высокопрочного бетона. Высокопрочный бетон, полученный из смеси, включает портландцемент, песок с модулем крупности 2,8, гранитный щебень фракции 5-20 мм, комплексную химическую добавку, представленную водным раствором с плотностью $\rho=1,041$ г/см³ и значением водородного показателя pH=6,0, состоящую из поликарбоксилата на основе двойного полимера от оксида полиэтилена с сополимером из акриловой кислоты и этилового эфира метакриловой кислоты с плотностью $\rho=1,029$ г/см³ и значением водородного показателя pH=6,5, модифицированного веществами неорганической природы - нитритом калия, KNO₂, и нанодисперсиями гидроксида кремния SiO₂·nH₂O с плотностью $\rho=1,018$ г/см³ и значением водородного показателя pH=3,5 при следующем соотношении компонентов добавки, мас. %: указанный поликарбоксилат 25,0-30,0; нитрит калия 4,5-5,0; указанные нанодисперсии 3,5-4,0; вода 62,0-66,0; и содержит метакаолин с удельной поверхностью 250 м²/кг, микрокремнезем с удельной поверхностью 2000 м²/кг при следующем соотношении компонентов смеси, мас. %: портландцемент 16,7-19,5; указанный песок 30,0-30,8; указанный щебень 40,4-41,2; указанная добавка 0,16-0,20; указанный метакаолин 0,74-0,80; указанный микрокремнезем 2,20-2,50; вода 7,00-7,80.

B1**040207****040207****B1**

Изобретение относится к строительным материалам и может быть использовано в промышленном и гражданском строительстве, а также для изготовления сооружений специального назначения.

Известна смесь для изготовления высокопрочного бетона, состоящая из следующих компонентов, мас. %: портландцемент 22,48-28,61; песок 23,00-25,60; щебень 36,30-39,00; добавка 0,69-0,92; вода 11,40-12,00, используемая добавка состоит из следующих компонентов, мас. %: золь гидроксида железа (III) $\text{Fe}(\text{OH})_3$ с плотностью $\rho=1,021 \text{ г/см}^3$ и значением водородного показателя $\text{pH}=4,0-5,0$ 99,83-99,87; сульфат алюминия $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 0,13-0,17 (RU №2332388, С04В 40/00, С04В 22/08, С04В 111/20, С04В 111/27, 27.08.2008).

Недостатком данного технического решения является повышенное водопоглощение, пониженная водонепроницаемость и пониженная химическая стойкость бетона относительно внешнего негативного воздействия.

Известна сырьевая смесь для изготовления высокопрочного бетона (RU №2433099, С04В 22/06, С04В 28/04, С04В 111/20, 10.11.2011), содержащая портландцемент, песок, щебень, добавку, состоящую из золя гидроксида железа (III) с плотностью $\rho=1,021 \text{ г/см}^3$, водородным показателем $\text{pH}=4,5-5,5$ и суперпластификатора Мурупласт ФК 63 при следующем соотношении компонентов, мас. %: портландцемент 20,60-27,40; песок 21,80-24,70; щебень 42,40-44,50; указанная добавка 0,70-0,90; вода 7,70-9,30.

Недостатком данного технического решения является повышенное водопоглощение, пониженная водонепроницаемость и пониженная химическая стойкость бетона.

Наиболее близкой по технической сущности к заявляемому изобретению является смесь для изготовления высокопрочного бетона, содержащая портландцемент, песок, щебень, кремнеземсодержащий компонент, представленный золев кремниевой кислоты H_2SiO_3 с $\rho=1,014 \text{ г/см}^3$, водородным показателем $\text{pH}=5,0-6,0$, добавку "ДЭЯ-М"; воду при следующем соотношении компонентов, мас. %: портландцемент 44,4-48,0; песок 20,0-2,2; щебень 20,0-22,2; указанный кремнеземсодержащий компонент 0,43-0,48; добавка "ДЭЯ-М" 0,43-0,48; вода 10,34-11,04 (RU № 2256629, С04В 28/04, С04В 111/20, 20.07.2005).

Недостатком данного технического решения является повышенное водопоглощение, пониженная водонепроницаемость и пониженная химическая стойкость бетона.

Задачей, на решение которой направлено изобретение, является создание сырьевой смеси, обеспечивающей создание высокопрочного бетона с пониженным водопоглощением, повышенной водонепроницаемостью и повышенной химической стойкостью относительно внешнего негативного воздействия.

Поставленная задача достигается тем, что сырьевая смесь для высокопрочного бетона, включающая портландцемент, песок, щебень, добавку и воду, согласно изобретению в качестве песка содержит песок с модулем крупности 2,8 в качестве щебня содержит щебень гранитный фракции 5-20 мм, в качестве добавки содержит комплексную химическую добавку, представленную водным раствором с плотностью $\rho=1,041 \text{ г/см}^3$ и значением водородного показателя $\text{pH}=6,0$, состоящую из поликарбоксилата на основе двойного полимера от оксида полиэтилена с сополимерами из акриловой кислоты и этилового эфира метакриловой кислоты, с плотностью $\rho=1,029 \text{ г/см}^3$ и значением водородного показателя $\text{pH}=6,5$, модифицированного веществами неорганической природы - нитритом калия и нанодисперсиями гидроксида кремния $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ с плотностью $\rho=1,018 \text{ г/см}^3$ и значением водородного показателя $\text{pH}=3,5$ при следующем соотношении компонентов добавки, мас. %:

указанный поликарбоксилат	25,0 – 30,0;
нитрит калия	4,5 – 5,0;
указанные нанодисперсии	3,5 – 4,0;
вода	62,0 – 66,0,

дополнительно содержит метакаолин на основе каолиновых глин с удельной поверхностью $250 \text{ м}^2/\text{кг}$ и микрокремнезем с удельной поверхностью $2000 \text{ м}^2/\text{кг}$ при следующем соотношении компонентов смеси, мас. %:

портландцемент	16,7 – 19,5
указанный песок	30,0 – 30,8
указанный щебень	40,4 – 41,2
указанная добавка	0,16 – 0,20
указанный метакаолин	0,74 – 0,80
указанный микрокремнезем	2,20 – 2,50
вода	7,00 – 7,80.

Использование комплексной химической добавки на основе поликарбоксилатов, представленных двойным полимером от оксида полиэтилена с сополимерами из акриловой кислоты и этилового эфира метакриловой кислоты, которые придают добавке гиперпластифицирующий эффект действия, значительно уменьшает расход воды для достижения одинаковой подвижности бетонной смеси, что оказывает

положительное влияние на уменьшение водопоглощения затвердевшего бетона.

Нитрит калия и нанодисперсии гидроксида кремния способствуют повышению реакционной активности компонентов бетонной смеси и повышению процессов гидратации всей бетонной смеси, в целом, за счет того, что катионы калия, входящие в состав нитрита калия, оказывают диспергирующее действие на конгломераты молекул основных минералов портландцемента. В результате диспергирующего действия в реакции гидратации вступает большее количество молекул основных минералов портландцемента, которые находятся как на поверхности, так и внутри конгломерата. Кроме этого, нанодисперсии гидроксида кремния вступают в реакции синтеза с образовавшейся гидролизной известью, образуя дополнительное количество гидросиликатов кальция, оказывая положительное влияние на повышение химической стойкости бетона, на повышение плотности формирующейся структуры бетона, способствуя уменьшению водопоглощения, повышению водонепроницаемости.

Метакаолин, обладая слоистой структурой, положительно влияет на уплотнение структуры бетона, повышая его водонепроницаемость.

Микрокремнезем, особенно в сочетании с комплексной химической добавкой, обладающей гиперпластифицирующим эффектом, проявляет повышенную реакционную активность и вступает в реакции синтеза с образующимися гидросиликатами и образовавшейся в процессе гидратации портландцемента гидролизной известью, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, обеспечивая ее полное связывание в труднорастворимые гидросиликаты кальция, что оказывает положительное влияние на повышение химической стойкости бетона, на формирование структуры бетона повышенной плотности, препятствующей проникновению воды и водных растворов различной степени агрессивности внутрь бетона, созданию бетона повышенной водонепроницаемости.

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

Заявляемая совокупность существенных признаков проявляет новое свойство при совместном использовании новой комплексной химической добавки на основе поликарбоксилатов, представленных двойным полимером от оксида полиэтилена с сополимерами из акриловой кислоты и этилового эфира метакриловой кислоты, модифицированных нитритом калия и нанодисперсиями гидроксида кремния при дополнительном использовании метакаолина и микрокремнезема, обеспечивая получение сверхсуммарного эффекта, который заключается в создании высокопрочного бетона повышенной плотности, обладающего пониженным водопоглощением, повышенной водонепроницаемостью и повышенной химической стойкостью.

Смесь, включающая портландцемент, песок с модулем крупности 2,8; щебень гранитный фракции 5-20 мм, добавку, состоящую из водного раствора с плотностью $\rho=1,041 \text{ г/см}^3$ и значением водородного показателя $\text{pH}=6,0$ на основе поликарбоксилатов, представленных двойным полимером от оксида полиэтилена с сополимерами из акриловой кислоты и этилового эфира метакриловой кислоты с плотностью $\rho=1,029 \text{ г/см}^3$ и значением водородного показателя $\text{pH}=6,5$, модифицированных нитритом калия и нанодисперсиями гидроксида кремния с $\rho=1,018 \text{ г/см}^3$ и значением водородного показателя $\text{pH}=3,5$, при дополнительном содержании метакаолина на основе каолиновых глин с удельной поверхностью $250 \text{ м}^2/\text{кг}$ и микрокремнезема с удельной поверхностью $2000 \text{ м}^2/\text{кг}$ обеспечивает получение высокопрочного бетона, обладающего пониженным водопоглощением, повышенной водонепроницаемостью и повышенной химической стойкостью.

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

Заявляемое изобретение промышленно применимо и может быть использовано в гражданском и промышленном строительстве, а также при изготовлении изделий специального назначения.

Пример конкретного выполнения.

Готовят сырьевую смесь следующим образом:

1. Приготовление добавки:

1.1. Дозируют поликарбоксилат, представленный двойным полимером от оксида полиэтилена с сополимерами из акриловой кислоты и этилового эфира метакриловой кислоты с плотностью $\rho=1,029 \text{ г/см}^3$ и значением водородного показателя $\text{pH}=6,5$.

1.2. Дозируют нитрит калия.

1.3. Дозируют нанодисперсии гидроксида кремния $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ с плотностью $\rho=1,018 \text{ г/см}^3$ и значением водородного показателя $\text{pH}=3,5$.

1.4. Дозируют воду.

1.5. Все компоненты, отдозированные по пп.1.1.-1.4., транспортируют в лопастной смеситель, где перемешивают отдозированные компоненты в течение 30 мин и после этого осуществляют контроль плотности водного раствора добавки и значения водородного показателя, обеспечивая получение показателя плотности водного раствора $\rho=1,041 \text{ г/см}^3$ и значение $\text{pH}=6,0$, готовую к употреблению добавку транспортируют в накопительную емкость.

2. Приготовление смеси для высокопрочного бетона.

- 2.1. Дозируют портландцемент ЦЕМ I 42,5Н ГОСТ 31108-2016;
 2.2. Дозируют песок с модулем крупности 2,8;
 2.3. Дозируют щебень гранитный фракции 5-20 мм;
 2.4. Дозируют метакралин марки МКЖЛ на основе каолинистых глин Челябинской области с удельной поверхностью 250 м²/кг;
 2.5. Дозируют микрокремнезем с удельной поверхностью 2000 м²/кг;
 2.6. Дозируют воду;
 2.7. Дозируют добавку, приготовленную по п.1.5. и транспортируют ее в отдозированную воду по п.2.6.

2.8. Все компоненты, отдозированные по пп.2.1.-2.7. транспортируют в бетономеситель любой модификации, используемый на действующем производстве, до получения однородной, без комков, бетонной смеси, которую используют для изготовления изделий из высокопрочного бетона.

Определение водопоглощения производилось по ГОСТ 12730.3-78 "Бетоны. Методы определения водопоглощения". Для определения водопоглощения изготавливались образцы-кубы с ребром 10 см.

Водонепроницаемость определяли по ГОСТ 12730.5-2018 "Бетоны. Методы определения водонепроницаемости", для этого изготавливали образцы-цилиндры диаметром и высотой 150 мм.

Твердение всех образцов осуществлялось в нормальных условиях, в соответствии с ГОСТ 10180-2012 "Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам".

Химическую стойкость бетона определяли по ГОСТ 25881-83 "Бетоны химически стойкие. Методы испытаний" и ГОСТ 25246-82 "Бетоны химически стойкие. Технические условия". Для проведения испытания изготавливали образцы-балочки размером 40×40×160 мм, в качестве агрессивной среды использовали 1% раствор сульфата магния. Испытание проводили в течение 360 суток.

Составы бетона и полученные результаты представлены в табл. 1 и табл. 2.

По результатам исследований, представленным в табл. 2, установлено, что водопоглощение уменьшилось на 28%, водонепроницаемость повысилась на 40% и коэффициент химической стойкости увеличился на 24%.

Таблица 1

№ п/п	Состав, мас. %																
	портландцемент по прототипу	Портландцемент ЦЕМ I 42,5Н	песок				щебень		Добавка по изобретению							Добавка «ДЭА-М» по прототипу	вода
			По прототипу	По изобретению, модуль крупности 2,8	микрокремнезем с удельной поверхностью 2000 м ² /кг	По прототипу	По изобретению, гранитный, фракция 5 – 20 мм	золь кремниевой кислоты с $\rho = 1,014 \text{ г/см}^3$, $\text{pH} = 5,0 - 6,0$	Кол-во, мас. %	Поликарбонат на основе двойного полимера от оксида полиэтилена с сополимерами из акриловой кислоты и этилового эфира метакриловой кислоты с $\rho = 1,029 \text{ г/см}^3$ и $\text{pH} = 6,5$	Нитрит калия	нанодисперсия гидроксида кремния $\text{SiO}_2 \cdot \text{nH}_2\text{O}$ с $\rho = 1,018 \text{ г/см}^3$ и $\text{pH} = 3,5$	вода				
прототип																	
1	46,2	-	-	21,1	-	-	21,1	-	0,455	-	-	-	-	-	0,455	10,69	
изобретение																	
2	-	16,7	0,80	-	30,8	2,50	-	41,2	-	0,2	25,0	5,0	4,0	66,0	-	7,80	
3	-	16,7	0,80	-	30,8	2,50	-	41,2	-	0,2	27,5	4,75	3,75	64,0	-	7,80	
4	-	16,7	0,80	-	30,8	2,50	-	41,2	-	0,2	30,0	4,5	3,5	62,0	-	7,80	
5	-	18,1	0,77	-	30,4	2,35	-	40,8	-	0,18	25,0	5,0	4,0	66,0	-	7,40	
6	-	18,1	0,77	-	30,4	2,35	-	40,8	-	0,18	27,5	4,75	3,75	64,0	-	7,40	
7	-	18,1	0,77	-	30,4	2,35	-	40,8	-	0,18	30,0	4,5	3,5	62,0	-	7,40	
8	-	19,5	0,74	-	30,0	2,20	-	40,4	-	0,16	25,0	5,0	4,0	66,0	-	7,00	
9	-	19,5	0,74	-	30,0	2,20	-	40,4	-	0,16	27,5	4,75	3,75	64,0	-	7,00	
10	-	19,5	0,74	-	30,0	2,20	-	40,4	-	0,16	30,0	4,5	3,5	62,0	-	7,00	

Таблица 2

№ п/п	Водопоглощение, Wm, %	Марка по водонепроницаемости, W	K _{х.с.} в возрасте 360 сут. в среде 1% р-ра MgSO ₄
прототип			
1	4,3	10	0,66
изобретение			
2	3,1	14	0,82
3	3,1	14	0,82
4	3,1	14	0,82
5	3,1	14	0,82
6	3,1	14	0,82
7	3,1	14	0,82
8	3,1	14	0,82
9	3,1	14	0,82
10	3,1	14	0,82

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 2,8, в качестве щебня содержит гранитный щебень фракции 5-20 мм, в качестве добавки содержит комплексную химическую добавку, представленную водным раствором с плотностью $\rho=1,041$ г/см³ и значением водородного показателя pH=6,0, состоящую из поликарбоксилата на основе двойного полимера из оксида полиэтилена с сополимером из акриловой кислоты и этилового эфира метакриловой кислоты с плотностью $\rho=1,029$ г/см³ и значением водородного показателя pH=6,5, модифицированного веществами неорганической природы - нитритом калия и нанодисперсиями гидроксида кремния SiO₂·nH₂O с плотностью $\rho=1,018$ г/см³ и значением водородного показателя pH=3,5, при следующем соотношении компонентов добавки, мас. %:

указанный поликарбоксилат 25,0-30,0

нитрит калия 4,5-5,0

указанные нанодисперсии 3,5-4,0

вода 62,0-66,0,

дополнительно содержит метакаолин с удельной поверхностью 250 м²/кг и микрокремнезем с удельной поверхностью 2000 м²/кг при следующем соотношении компонентов смеси, мас. %:

портландцемент 16,7-19,5

указанный песок 30,0-30,8

указанный щебень 40,4-41,2

указанная добавка 0,16-0,20

указанный метакаолин 0,74-0,80

указанный микрокремнезем 2,20-2,50

вода 7,00-7,80.



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

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