

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **042043**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.12.29

(21) Номер заявки
202100178

(22) Дата подачи заявки
2021.06.02

(51) Int. Cl. **C04B 28/04** (2006.01)
C04B 28/28 (2006.01)
C04B 24/24 (2006.01)
C04B 24/06 (2006.01)
C04B 14/06 (2006.01)
C04B 14/28 (2006.01)
C04B 14/36 (2006.01)
C04B 14/10 (2006.01)
C04B 16/04 (2006.01)
C04B 22/08 (2006.01)
C04B 111/20 (2006.01)

(54) **ВЫСОКОПРОЧНЫЙ БЕТОН**

(43) **2022.12.26**

(96) **2021000056 (RU) 2021.06.02**

(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-C1-2610488
RU-C1-2720170
RU-C1-2593404
CN-A-110407529**

(72) Изобретатель:

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

(57) Изобретение относится к строительным материалам. Технический результат-повышение подвижности бетонной смеси, водоудерживающей способности, прочности на сжатие и на растяжение при изгибе бетона. Высокопрочный бетон содержит портландцемент, песок с модулем крупности 2,7, щебень фракции 5-10 мм, комплексную добавку, тонкомолотый известняк с удельной поверхностью 320 м²/кг и метакаолин на основе каолиновых глин с удельной поверхностью 1300 м²/кг при определенном соотношении компонентов.

042043 B1

042043 B1

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

Известна смесь для изготовления высокопрочного бетона, состоящая из следующих компонентов, мас. %: портландцемент 22,40-28,30; песок 23,60-26,00; щебень 36,40-39,60; золь берлинской лазури с плотностью $\rho=1,013 \text{ г/см}^3$, значением водородного показателя pH 4,7-5,3-0,06-0,08, вода 11,64-11,92 (RU №2332379, С04В 28/04, 27.08.2008 г.).

Недостатком данного технического решения является пониженная подвижность и пониженная водоудерживающая способность бетонной смеси, пониженная прочность на сжатие и на растяжение при изгибе высокопрочного бетона.

Известна смесь для изготовления высокопрочного бетона, содержащая портландцемент, песок, щебень, кремнеземсодержащий компонент, представленный золев кремниевой кислоты H_2SiO_3 с плотностью $\rho=1,014 \text{ г/см}^3$, значением водородного показателя pH 5-6, добавку "ДЭЯ-М" и воду при следующем соотношении компонентов, мас. %: портландцемент 44,4-48,0; песок 20,0-22,2; щебень 20,0-22,2; указанный кремнеземсодержащий компонент 0,43-0,48; добавка "ДЕЯ-М" 0,43-0,48; вода 10,34-11,04 (RU №2256629, С04В 28/04, 20.07.2005 г.).

Недостатком данного технического решения является пониженная подвижность и пониженная водоудерживающая способность бетонной смеси, пониженная прочность на сжатие и на растяжение при изгибе высокопрочного бетона.

Наиболее близкой по технической сущности к заявляемому изобретению является смесь для высокопрочного бетона, содержащая портландцемент, песок, щебень, кремнеземсодержащий компонент, представленный золев H_2SiO_3 с плотностью $\rho=1,014 \text{ г/см}^3$, значением водородного показателя pH 5-6, добавку-калий железистосинеродистый $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ и воду при следующем соотношении компонентов, мас. %: портландцемент 43,58-47,08; песок 14,43-15,69; щебень 25,70-27,84; кремнеземсодержащий компонент, представленный золев кремниевой кислоты H_2SiO_3 с плотностью $\rho=1,014 \text{ г/см}^3$, значением водородного показателя pH 5-6 0,25-0,27; добавка - калий железистосинеродистый $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 0,44-0,47; вода 12,10-12,15 (RU №2256630, С04В 28/04, 20.07.2005 г.).

Недостатком данного технического решения является пониженная подвижность и пониженная водоудерживающая способность бетонной смеси, пониженная прочность на сжатие и на растяжение при изгибе высокопрочного бетона.

Задачей, на решение которой направлено изобретение, является создание высокопрочного бетона, характеризуемого повышенной прочностью на сжатие и повышенной прочностью на растяжение при изгибе из бетонной смеси, обладающей повышенной подвижностью и повышенной водоудерживающей способностью.

Поставленная задача достигается тем, что высокопрочный бетон, полученный из смеси, включающей портландцемент, песок, щебень, добавку и воду, согласно изобретению в качестве песка содержит песок с модулем крупности 2,7, в качестве щебня содержит щебень фракции 5-10 мм, в качестве добавки содержит водный раствор с плотностью $\rho=1,037 \text{ г/см}^3$ и значением водородного показателя pH 6,5 смеси поликарбоксилатного сополимера метакриловой кислоты, поликарбоксилатного сополимера на основе ангидрида малеиновой кислоты, глюконата натрия, нитрита калия, нанодисперсий гидроксида кремния $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, с плотностью $\rho=1,021 \text{ г/см}^2$ и значением водородного показателя pH 4,0 и воду, при следующем соотношении компонентов, мас. %:

поликарбоксилатный сополимер	
метакриловой кислоты	16,0 – 19,0
поликарбоксилатный сополимер на основе	
ангидрида малеиновой кислоты	6,0 – 6,5
глюконат натрия	2,5 – 3,0
нитрит калия	4,5 – 5,0
указанные нанодисперсии гидроксида	
кремния $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	1,0 – 1,5
вода	67,0 – 68,0,

дополнительно содержит тонкомолотый известняк с удельной поверхностью $320 \text{ м}^2/\text{кг}$ и метакаолин на основе каолиновых глин с удельной поверхностью $1300 \text{ м}^2/\text{кг}$ при следующем соотношении компонентов, мас. %:

портландцемент	17,0 – 19,0
указанный песок	32,2 – 33,0
указанный щебень	36,2 – 37,0
указанная добавка	0,18 – 0,2
указанный известняк	2,3 – 2,5
указанный метакраолин	1,0 – 1,1
вода	9,12 – 9,2.

Совместное использование поликарбоксилатных полимеров разной природы в присутствии глюконата натрия придает добавке гиперпластифицирующий эффект действия, обеспечивая получение высокоподвижной смеси для самоуплотняющегося высокопрочного бетона.

Использование мета каолина, который обладает слоистой структурой, способствует повышению водоудерживающей способности высокоподвижной бетонной смеси, а также в присутствии комплексной химической добавки повышается реакционная активность метакраолина, основной фазой которого является алюмосиликат $AlO_3 \cdot SiO_2$. По данным физико-химических исследований установлено, что происходит его взаимодействие с гидролизной известью $Ca(OH)_2$, образующейся при гидратации основного минерала портландцемента трехкальциевого силиката, $3CaO \cdot SiO_2$, что приводит к образованию нерастворимых низкоосновных гидроалюмосиликатов кальция, способствуя повышению прочности на сжатие и, особенно, прочности на растяжение при изгибе.

Тонкодисперсный известняк обладает повышенной адсорбционной способностью, таким образом, повышая связность высокоподвижной бетонной смеси и, как следствие, повышая ее водоудерживающую способность, кроме этого, в присутствии комплексной химической добавки и в результате эффективного химического энергетического воздействия проявляется реакционная активность тонкодисперсионного известняка в результате которой по данным физико-химических исследований образуются новые гидратные фазы, представленные кальций-магниевым гидросиликатом $(Ca, Mg) \cdot nSiO_2 \cdot nH_2O$, который оказывает положительное влияние на повышение прочности, преимущественно, на растяжение при изгибе.

Нитрит калия, в состав которого входит катион калия, обладающий в результате своей природы повышенным радиусом и, как следствие, повышенной подвижностью, способен проникать вглубь конгломератов основных минералов портландцемента, вовлекая за собой молекулы воды, таким образом увеличивая доступ воды к большому количеству молекул основных минералов, способствуя увеличению степени гидратации портландцемента в целом.

Присутствие в добавке нанодисперсий гидроксида кремния, обладающих уникальными свойствами и повышенной реакционной активностью, которые вступают в реакции синтеза с образовавшимися гидросиликатами, способствуя образованию низкоосновных гидросиликатов кальция, имеющих игольчатую или волокнистую структуру, дополнительное образование которых способствует формированию новых контактов в структуре бетона, следствием чего является повышение прочности бетона на сжатие и в большой степени повышение прочности на растяжение при изгибе, что способствует повышению устойчивости к трещинообразованию высокопрочного бетона из высокоподвижной смеси.

Заявляемая совокупность существенных признаков проявляет новое свойство при совместном использовании добавки, состоящей из двух поликарбоксилатных полимеров разной природы, глюконата натрия, нитрита калия и нанодисперсий гидроксида кремния, и дополнительном использовании тонкомолотого известняка и метакраолина, обеспечивая получение сверхсуммарного эффекта, который заключается в создании высокоподвижной бетонной смеси, обладающей повышенной водоудерживающей способностью, на основе которой получен высокопрочный бетон с повышенной прочностью на сжатие и на растяжение при изгибе.

Смесь, включающая портландцемент, песок с модулем крупности 2,7; щебень фракции 5-10 мм, добавку, состоящую из водного раствора двух поликарбоксилатных полимеров разной природы, глюконата натрия, нитрита калия и нанодисперсий гидроксида кремния с плотностью $\rho=1,021$ и значением водородного показателя pH 4,0, при дополнительном содержании тонкомолотого известняка с удельной поверхностью $320 \text{ м}^2/\text{кг}$, метакраолина на основе каолиновых глин с удельной поверхностью $1300 \text{ м}^2/\text{кг}$, обеспечивает получение высокоподвижной бетонной смеси с повышенной водоудерживающей способностью и получением на ее основе высокопрочного бетона, обладающего повышенной прочностью на сжатие и на растяжение при изгибе.

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 поликарбоксилатный полимер на основе сополимера метакриловой кислоты.
- 1.2. Дозируют поликарбоксилатный полимер на основе ангидрида малеиновой кислоты.
- 1.3. Дозируют глюконат натрия.
- 1.4. Дозируют нитрит калия.
- 1.5. Дозируют воду.

1.6. Все компоненты, отдозированные по пп.1.1.-1.5. транспортируют в лопастной смеситель, где перемешивают отдозированные компоненты в течение 30 мин и после этого осуществляют контроль плотности водного раствора добавки и значение водородного показателя pH, готовую к употреблению добавку транспортируют в накопительную емкость.

2. Приготовление смеси для высокопрочного бетона.

2.1. Дозируют портландцемент марки М500 Д0.

2.2. Дозируют песок с модулем крупности 2,7.

2.3. Дозируют щебень фракции 5-10 мм.

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

2.5. Дозируют метакаолин на основе каолиновых глин Челябинской области марки МКЖЛ с удельной поверхностью $S_{уд}=1300\text{ м}^2/\text{кг}$.

2.6. Дозируют воду. 2.7. Дозируют добавку, приготовленную по п.1.6 и транспортируют ее в отдозированную воду.

2.8. Все компоненты, отдозированные по пп.2.1-2.7, транспортируют в бетоносмеситель любой модификации, используемый на действующем производстве, и тщательно перемешивают до получения однородной, без комков, высокоподвижной смеси, которую используют для изготовления изделий из высокопрочного самоуплотняющегося бетона и для которой определяют подвижность по распылу конуса и водоотделение по ГОСТ 10181-2014 "Смеси бетонные. Методы испытаний".

Для определения прочности на сжатие и на растяжение при изгибе изготавливали образцы-кубы размером 10x10x10 см и образцы - призмы размером 10x10x40 см.

Твердение всех образцов осуществлялось в нормальных условиях, по ГОСТ 10180-2012 при температуре воздуха $20\pm 2^\circ\text{C}$ и влажности $(95\pm 5)\%$.

Испытание образцов на определение показателей прочности осуществлялось в возрасте 28 суток по ГОСТ 10180-2012 "Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам".

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

По результатам исследований, представленным в табл. 2, установлено, что подвижность бетонной смеси увеличивается в 1,7 раза, водоудерживающая способность повышается на $(27,5-30)\%$, прочность на сжатие затвердевшего бетона повышается на $(35-36)\%$ и прочность на растяжение при изгибе на $(42-46)\%$.

Таблица 1

№ п.	состав, мас. %																	
	портландцемент по прототипу	портландцемент М500 Д0	метакаолин	песок		известняк с $S_{уд}=320\text{ м}^2/\text{кг}$	щебень		золь кремниевой кислоты с $\rho=1,014\text{ г/см}^3$, $\text{pH}=5,0-6,0$	добавка по изобретению							добавка $K_2[Fe(CN)_6]$ по прототипу	вода
5	6	по прототипу	по изобретению, модуль крупности 2,7	по прототипу	по изобретению, фракции 5-10мм		кол-во, мас%	сополимер метакриловой к-ты		сополимер на основе ангидрида малеиновой к-ты	глюконат натрия	нитрит калия	SiO_2, pH	вода				
1	45,33	-	-	15,06	-	-	26,77	-	0,26	-	-	-	-	-	-	-	0,455	12,125
Прототип																		
2	-	17,0	1,10	-	33,0	2,5	-	37,0	-	0,20	16,0	6,50	3,00	5,00	1,50	68,0	-	9,20
3	-	17,0	1,10	-	33,0	2,5	-	37,0	-	0,20	17,5	6,25	2,75	4,75	1,25	67,5	-	9,20
4	-	17,0	1,10	-	33,0	2,5	-	37,0	-	0,20	19,0	6,00	2,50	4,50	1,00	67,0	-	9,20
5	-	18,0	1,05	-	32,6	2,4	-	36,6	-	0,19	16,0	6,50	3,00	5,00	1,50	68,0	-	9,16
6	-	18,0	1,05	-	32,6	2,4	-	36,6	-	0,19	17,5	6,25	2,75	4,75	1,25	67,5	-	9,16
7	-	18,0	1,05	-	32,6	2,4	-	36,6	-	0,19	19,0	6,00	2,50	4,50	1,00	67,0	-	9,16
8	-	19,0	1,00	-	32,2	2,3	-	36,2	-	0,18	16,0	6,50	3,00	5,00	1,50	68,0	-	9,12
9	-	19,0	1,00	-	32,2	2,3	-	36,2	-	0,18	17,5	6,25	2,75	4,75	1,25	67,5	-	9,12
10	-	19,0	1,00	-	32,2	2,3	-	36,2	-	0,18	19,0	6,00	2,50	4,50	1,00	67,0	-	9,12

Таблица 2

№ п.п.	Подвижность б/смеси по распылу конуса, см. (марка)	Прочность Мпа		Водоудерживающая способность, (водоотделение, %)
		На сжатие (R _{сжатия})	На растяжение при изгибе (R _{изгиба})	
1	2	3	4	5
Прототип				
1	P1 (32)	40,60	4,80	0,80
Изобретение				
2	P5 (55)	54,70	6,80	0,58
3	P5 (55)	54,70	6,80	0,58
4	P5 (55)	54,70	6,80	0,58
5	P5 (55)	55,20	7,00	0,56
6	P5 (55)	55,20	7,00	0,56
7	P5 (55)	55,20	7,00	0,56
8	P5 (55)	54,90	6,90	0,57
9	P5 (55)	54,90	6,90	0,57
10	P5 (55)	54,90	6,90	0,57

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 2,7; в качестве щебня - щебень фракции 5-10 мм; в качестве добавки содержит водный раствор с плотностью $\rho=1,037$ г/см³ и значением pH 6,5 смеси поликарбоксилатных полимеров, состоящей из поликарбоксилатного сополимера метакриловой кислоты и сополимера на основе ангидрида малеиновой кислоты, модифицированных глюконатом натрия, нитритом калия, а также нанодисперсиями гидроксида кремния SiO₂·nH₂O с плотностью $\rho=1,021$ г/см³ и водородным показателем pH 4,0, при следующем соотношении компонентов добавки, мас. %:

поликарбоксилатный сополимер метакриловой кислоты - 16,0-19,0;

поликарбоксилатный сополимер на основе ангидрида малеиновой кислоты - 6,0-6,5;

глюконат натрия - 2,5-3,0;

нитрит калия - 4,5-5,0;

указанные нанодисперсии гидроксида кремния SiO₂·nH₂O - 1,0-1,5;

вода - 67,0-68,0,

дополнительно содержит тонкомолотый известняк с удельной поверхностью 320 м²/кг и метакаолин на основе каолиновых глин с удельной поверхностью 1300 м²/кг при следующем соотношении компонентов смеси, мас. %:

портландцемент - 17,0-19,0;

указанный песок - 32,2-33,0;

указанный щебень - 36,2-37,0;

указанная добавка - 0,18-0,2;

указанный известняк - 2,3-2,5;

указанный метакаолин - 1,0-1,1;

вода - 9,12-9,2.



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

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