

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **038711**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.10.08

(21) Номер заявки
202000036

(22) Дата подачи заявки
2019.12.19

(51) Int. Cl. **C04B 28/04** (2006.01)
C04B 24/04 (2006.01)
C04B 24/24 (2006.01)
C04B 22/06 (2006.01)
C04B 111/20 (2006.01)

(54) ВЫСОКОПРОЧНЫЙ БЕТОН

(43) **2021.06.30**

(96) **2019000140 (RU) 2019.12.19**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ "ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ
СООБЩЕНИЯ ИМПЕРАТОРА
АЛЕКСАНДРА I" (RU)**

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

(56) RU-C1-2610488
RU-C1-2555993
RU-C1-2559254
RU-C1-2593404
RU-C1-2562625

(57) Изобретение относится к строительным материалам и может быть использовано для изготовления изделий из высокопрочного бетона в гражданском и промышленном строительстве, а также для изготовления конструкций специального назначения. Технический результат - создание высокопрочного бетона с повышенной прочностью на растяжение при изгибе, повышенной трещиностойкостью и повышенной химической стойкостью относительно углекислотной и магниезальной коррозии. Предложен высокопрочный бетон, полученный из смеси, включающей портландцемент, песок, гранитный щебень, добавку и воду, в качестве песка содержит песок с модулем крупности 2,3-3,0, гранитный щебень фракции 5-20 мм, в качестве добавки - комплексную добавку, представленную водным раствором с плотностью $\rho=1,045$ г/см³ и значением водородного показателя pH=7,5 и состоящую из поликарбоксилатного полимера №1 на основе сополимера из акриловой кислоты и этилового эфира метакриловой кислоты с плотностью $\rho=1,032$ г/см³ и значением водородного показателя pH=7,5; поликарбоксилатного полимера №2 на основе сополимера из эфира аллила и ангидрита малеиновой кислоты с плотностью $\rho=1,025$ г/см³ и значением водородного показателя pH=7,0, высокомолекулярного полимера на основе калиевых солей высших жирных кислот с плотностью $\rho=1,039$ г/см³ и значением водородного показателя pH=9,5; золь кремниевой кислоты с плотностью $\rho=1,02$ г/см³ и значением водородного показателя pH=3,5, основой которого являются нанодисперсии гидроксида кремния при следующем соотношении компонентов, мас. %: указанный поликарбоксилатный полимер №1 - 26,8-28,8; указанный поликарбоксилатный полимер №2 - 27,8-28,8; указанный высокомолекулярный полимер - 11,3-12,1; указанный золь кремниевой кислоты - 32,1-32,3; дополнительно содержит минеральную добавку, состоящую из микрокремнезема с удельной поверхностью $S_{уд.}=2000$ м²/кг и сухого поликарбоксилатного полимера на основе метакриловой кислоты с насыпной плотностью $D=0,510$ г/см³ и значением водородного показателя pH=5,0 при следующем соотношении компонентов, мас. %: указанный микрокремнезем - 98,0-99,0; указанный поликарбоксилатный полимер - 1,0-2,0, при следующем соотношении компонентов смеси, мас. %: портландцемент - 16,60-19,06; указанный песок - 31,20-32,00; указанный щебень - 41,13-42,00; указанная комплексная добавка - 0,15-0,25; указанная минеральная добавка - 1,76-2,00; вода - 6,70-7,15.

B1**038711****038711****B1**

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

Известна сырьевая смесь для изготовления высокопрочного бетона (RU 2433099, С04В 22/06, С04В 111/20; 10.05.2008), содержащая портландцемент, песок, щебень, добавку, состоящую из золя гидрооксида железа (III) с плотностью $\rho=1,021$ г/см³, водородным показателем рН=4,5-5,5 и суперпластификатора Мурупласт ФК63 при следующем соотношении компонентов, мас. %: золь гидрооксида железа (III) с плотностью равной 1,021 г/см³, водородным показателем 4,5-5,5 - 85,50-86,00; суперпластификатор Мурупласт ФК63 - 14,0-14,50, при следующем соотношении компонентов сырьевой смеси, 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 пониженная прочность на растяжение при изгибе, пониженная трещиностойкость и пониженная химическая стойкость относительно углекислотной и магнезиальной коррозии бетона.

Известна сырьевая смесь для изготовления высокопрочного бетона (RU 2256630, С04В 28/04, 20.07.2005) содержащая портландцемент, песок, кремнеземсодержащий компонент, представленный золем кремниевой кислоты H_2SiO_3 с плотностью 1,014 г/см³, рН=5-6, добавку - калий железистосинеродистый ($K_4Fe(CN)_6$) 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 золем кремниевой кислоты H_2SiO_3 с плотностью 1,014 г/см³, рН=5-6 - 0,25-0,27; добавка - калий железистосинеродистый ($K_4Fe(CN)_6$) - 0,44-0,47; вода -12,1-12,5.

Недостатком данного технического решения является пониженная прочность на растяжение при изгибе, пониженная трещиностойкость и пониженная химическая стойкость относительно углекислотной и магнезиальной коррозии бетона.

Наиболее близким по технической сущности к заявленному изобретению является высокопрочный бетон (RU 2616964 С04В 28/04, С04В 14/26, С04В 24/24, С04В 22/08, С04В 111/20; 18.04.2017), содержащий портландцемент, кварцевый песок с модулем крупности 2,2; гранитный щебень фракции 5-20 мм, наполнитель, представленный тонкомолотым известняком с удельной поверхностью 260 м²/кг, в качестве добавки содержит водный раствор с плотностью $\rho=1,030$ г/см³ и водородным показателем рН=5,5, состоящий из поликарбоксилатного полимера на основе метакриловой кислоты с плотностью $\rho=0,95$ г/см³ и водородным показателем рН=7,0; поликарбоксилатного полимера на основе эфира аллила и ангидрита малеиновой кислоты с плотностью $\rho=1,03$ г/см³ и водородным показателем рН=7,0; глюконата натрия, хлорида кальция и воды при следующем соотношении компонентов, мас. %: поликарбоксилатный полимер на основе метакриловой кислоты с плотностью $\rho=0,95$ г/см³ и водородным показателем рН=7,0 - 12,0-15,0; поликарбоксилатный полимер на основе эфира аллила и ангидрита малеиновой кислоты с плотностью $\rho=1,03$ г/см³ и водородным показателем рН=7,0 - 11,6-12,0; глюконат натрия - 2,9-3,0; хлорид кальция -1,4-1,5; вода - 69,1-71,5, при следующем соотношении компонентов высокопрочного бетона, мас. %: портландцемент - 15,0-18,0; указанный песок - 30,25-31,25; указанный щебень - 41,21-42,71; указанный известняк - 2,15-2,25; указанная добавка - 0,15-0,17; вода - 8,24-8,62.

Недостатком данного технического решения является пониженная прочность на растяжение при изгибе, пониженная трещиностойкость и пониженная химическая стойкость относительно углекислотной и магнезиальной коррозии бетона.

Задачей, на решение которой направлено изобретение, является создание высокопрочного бетона с повышенной прочностью на растяжение при изгибе, повышенной трещиностойкостью и повышенной химической стойкостью относительно углекислотной и магнезиальной коррозии бетона.

Поставленная задача достигается тем, что высокопрочный бетон, полученный из смеси, включающей портландцемент, песок, щебень, добавку и воду, содержит, в качестве песка, песок с модулем крупности 2,3-3,0; гранитный щебень фракции 5-20 мм; в качестве добавки содержит комплексную добавку, представленную водным раствором с плотностью $\rho=1,045$ г/см³ и значением водородного показателя рН=7,5, состоящую из поликарбоксилатного полимера №1 на основе сополимера из акриловой кислоты и этилового эфира метакриловой кислоты с плотностью $\rho=1,032$ г/см³, значением водородного показателя рН=7,5; поликарбоксилатного полимера №2 на основе сополимера из эфира аллила и ангидрита малеиновой кислоты с плотностью $\rho=1,025$ г/см³ и водородным показателем рН=7,0; высокомолекулярного полимера на основе калиевых солей высших жирных кислот с плотностью $\rho=1,039$ г/см³ и значением водородного показателя рН=9,5; золя кремниевой кислоты с плотностью $\rho=1,02$ г/см³ и значением водородного показателя рН=3,5, основой которого являются нанодисперсии гидроксида кремния при следующем соотношении компонентов, мас. %:

| | |
|---|------------|
| указанный поликарбоксилатный полимер №1 | 26,8-28,8 |
| указанный поликарбоксилатный полимер №2 | 27,8-28,8 |
| указанный высокомолекулярный полимер | 11,3-12,1 |
| указанный золь кремниевой кислоты | 32,1-32,3, |

дополнительно содержит минеральную добавку, состоящую из микрокремнезема с удельной поверхностью $S_{уд.}=2000\text{ м}^2/\text{кг}$ и сухого поликарбосилатного полимера на основе метакриловой кислоты с насыпной плотностью $D=0,510\text{ г/см}^3$ и значением водородного показателя $pH=5,0$ при следующем соотношении компонентов, мас. %:

| | |
|--|-------------|
| указанный микрокремнезем | 98,0-99,0 |
| указанный поликарбосилатный полимер | 1,0-2,0 |
| при следующем соотношении компонентов смеси, мас. %: | |
| портландцемент | 16,6-19,06 |
| указанный песок | 31,2-32,00 |
| указанный щебень | 41,13-42,00 |
| указанная комплексная добавка | 0,15-0,25 |
| указанная минеральная добавка | 1,76-2,00 |
| вода | 6,7-7,15 |

Совместное использование комплексной и минеральной добавки оказывает суперпластифицирующее действие на бетонную смесь, что способствует уплотнению формирующейся структуры бетона, которая оказывает положительное влияние на повышение прочности на сжатие и повышение коррозионной стойкости бетона, параллельно с этим в комплексной добавке при совместном присутствии поликарбосилатных полимеров и высокомолекулярных полимерных соединений образуются прочные гибкие полимерные цепи, которые оказывают микроармирующее действие на формирующуюся структуру бетона, следствием чего является повышение прочности на растяжение при изгибе и повышение трещиностойкости высокопрочного бетона. Присутствие в комплексной добавке золя кремниевой кислоты, основой которого являются нанодисперсии гидроксида кремния, обладающие повышенной реакционной активностью, обеспечивает их химическое взаимодействие с гидрозольной известью, образующейся в процессе гидратации трехвалентного силиката, основного минерала портландцемента, а также взаимодействие нанодисперсии гидроксида кремния с тоберморитоподобными гидросиликатами кальция, образующимися при гидратации портландцемента, приводит к образованию низкоосновных гидросиликатов кальция, отличающихся игольчатой структурой, и полному связыванию гидрозольной извести в труднорастворимые комплексные соединения, оказывая положительное влияние на повышение прочности на растяжение при изгибе, на повышение трещиностойкости и коррозионной стойкости бетона. Дополнительное использование минеральной добавки, содержащей микрокремнезем и катионы калия, оказывает комплексное действие, которое заключается в повышении гидратационной активности цементосодержащей бетонной смеси, а также повышении плотности структуры бетона и в дополнительном полном связывании образовавшейся гидрозольной извести в труднорастворимые комплексные гидратные соединения, оказывая положительное влияние на повышение прочности на сжатие, прочности на растяжение при изгибе, трещиностойкости и химической стойкости бетона относительно углекислотной и магниальной коррозии.

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

Заявляемая совокупность существенных признаков проявляет новое свойство при совместном использовании комплексной и минеральной добавки, обеспечивая получение сверхсуммарного эффекта, состоящего в достижении суперпластифицирующего эффекта, в обеспечении микроармирования формирующейся структуры бетона, а также в параллельном протекании в твердеющей системе гидратационных процессов и реакций синтеза между нанодисперсиями гидроксида кремния, микрокремнезема, являющимися компонентами комплексной и минеральной добавки, с образовавшейся гидрозольной известью, обеспечивая ее полное связывание в затвердевшем бетоне, образуя новую фазу гидросиликатов, в виде прочных и труднорастворимых низкоосновных гидросиликатов кальция, формирующих прочные контакты в твердеющем бетоне между его компонентами. Все вышесказанное оказывает положительное влияние на создание высокопрочного бетона, отличающегося повышенной трещиностойкостью и химической стойкостью относительно углекислотной и магниальной коррозии.

Смесь, включающая портландцемент, песок с модулем крупности 2,3-3,0, щебень гранитный фракции 5-20 мм, комплексную добавку, представленную водным раствором с плотностью $\rho=1,045\text{ г/см}^3$, и значением водородного показателя $pH=7,5$, состоящую из смеси поликарбосилатных полимеров, разной природы, высокомолекулярного полимерного соединения и золя кремниевой кислоты, основой которой являются нанодисперсии гидроксида кремния, а также минеральную добавку, состоящую из микрокремнезема и поликарбосилатного полимера, обеспечила получение высокопрочного бетона, характеризующегося повышенной прочностью на растяжение при изгибе, повышенной трещиностойкостью и повышенной химической стойкостью относительно углекислотной и магниальной коррозии.

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 конструкций специального назначения.

Пример конкретного выполнения

Готовят сырьевую смесь следующим образом.

1. Приготовление комплексной добавки с плотностью $\rho=1,045 \text{ г/см}^3$ и значением водородного показателя $\text{pH}=7,5$.

1.1. Дозируют поликарбоксилатный полимер №1 на основе сополимера из акриловой кислоты и этилового эфира метакриловой кислоты с плотностью $\rho=1,032 \text{ г/см}^3$ и значением водородного показателя $\text{pH}=7,5$.

1.2. Дозируют поликарбоксилатный полимер №2 на основе сополимера из эфира аллила и ангидрида малеиновой кислоты с плотностью $\rho=1,025 \text{ г/см}^3$ и значением водородного показателя $\text{pH}=7,0$.

1.3. Дозируют высокомолекулярный полимер на основе калиевых солей высших жирных кислот с плотностью $\rho=1,039 \text{ г/см}^3$ и значением водородного показателя $\text{pH}=9,5$.

1.4. Дозируют золь кремниевой кислоты с плотностью $\rho=1,02 \text{ г/см}^3$ и значением водородного показателя $\text{pH}=3,5$, основой которого являются нанодисперсии гидроксида кремния

1.5. Компоненты, отдозированные по пунктам 1.1-1.4, транспортируют в лопастную мешалку, в которой все компоненты тщательно перемешивают до получения однородного раствора с плотностью $\rho=1,045 \text{ г/см}^3$ и значением водородного показателя $\text{pH}=7,5$; готовый раствор комплексной добавки транспортируют в накопительную емкость.

2. Приготовление минеральной добавки.

2.1. Дозируют микрокремнезем с удельной поверхностью $S_{\text{уд.}}=2000 \text{ м}^2/\text{кг}$.

2.2. Дозируют сухой поликарбоксилатный полимер на основе метакриловой кислоты с насыпной плотностью $D=0,510 \text{ г/см}^3$ и значением водородного показателя $\text{pH}=5,0$.

2.3. Компоненты, отдозированные по пунктам 2.1-2.3, транспортируют в лопастной смеситель, где их тщательно перемешивают до получения однородной смеси, готовую смесь транспортируют в накопительный бункер.

3. Приготовление сырьевой смеси для высокопрочного бетона.

3.1. Дозируют портландцемент.

3.2. Дозируют песок с модулем крупности 2,3-3,0.

3.3. Дозируют гранитный щебень фракции 5-20 мм.

3.4. Дозируют минеральную добавку, приготовленную по пункту 2.3.

3.5. Дозируют воду.

3.6. Дозируют комплексную добавку, приготовленную по пункту 1.5, и отдозированную добавку транспортируют в воду, отдозированную по пункту 3.5.

3.7. Компоненты, отдозированные по пунктам 3.1-3.6, транспортируют в бетоносмеситель любой модификации, используемой на действующем производстве до получения однородной, без комков, подвижной смеси, которую используют по назначению для изготовления конструкций из высокопрочного бетона и из которой изготавливают образцы-кубы размером $10 \times 10 \times 10 \text{ см}$ для определения прочности на сжатие, изготавливают образцы-призмы размером $10 \times 10 \times 40 \text{ см}$ для определения прочности на растяжение при изгибе и образцы-балочки размером $4 \times 4 \times 16 \text{ см}$ для оценки химической стойкости относительно углекислотной и магнезиальной коррозии бетона. После изготовления образцы, предназначенные для определения прочности на сжатие, прочности на растяжение при изгибе и контрольные образцы по определению химической стойкости бетона хранили в камере нормального твердения (при температуре $20 \pm 2^\circ\text{C}$ и влажности $W \geq 95\%$). Определение прочности на сжатие и прочности на растяжение при изгибе осуществлялось по ГОСТ 10180-2012 "Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам". Оценку химической стойкости бетона относительно углекислотной и магнезиальной коррозии производили по ГОСТ 25246-82 "Бетоны химически стойкие".

Составы бетонной смеси представлены в табл. 1, и результаты испытаний бетона по исследуемым параметрам представлены в табл. 2, которые показали, что прочность на сжатие высокопрочного бетона по изобретению на 27,8% превышает прочность на сжатие высокопрочного бетона по прототипу; рост прочности на растяжение при изгибе составляет 51,3%, коэффициент трещиностойкости повышается на 18% и коэффициент химической стойкости относительно углекислотной коррозии увеличивается на 10,8% и относительно магнезиальной коррозии на 11,0%.

Таблица 1

| № п/п | Составы бетонной смеси для высокопрочного бетона, мас. % | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|--|-----------------------|----------------|------|------|----------------------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------|-------------------------|--------------------|---|--|-------|------|
| | Портландцемент | Песок | | | | Гранитный щебень фракции 5-20 мм | Тонкоизмельченный известняк, Сул.=260 м ² /кг | Комплексная добавка по прототипу* | Комплексная добавка по изобретению | | | | | | Минеральная добавка по изобретению | | | Вода |
| | | По прототипу с Мк=2,2 | По изобретению | | | | | | Количество, мас. % | Компонентный состав, мас. % | | | | Количество, мас. % | Микрокремнезем с Сул. = 2000 м ² /кг | Поликарбосилатный полимер с D=0,510 г/см ³ , рН=5,0 | | |
| | | | 2,3 | 2,65 | 3,0 | | | | | Поликарбосилатный полимер №1 | Поликарбосилатный полимер №2 | Высокомолекулярный полимер | Золь кремниевой кислоты | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | |
| 1 прототип | 16,5 | 30,75 | - | - | - | 41,96 | 2,2 | 0,16 | - | - | - | - | - | - | - | - | 8,43 | |
| 2 | 16,6 | - | - | 32,0 | - | 42,0 | - | - | 0,25 | 26,8 | 28,8 | 12,1 | 32,3 | 2,0 | 98,0 | 2,0 | 7,15 | |
| 3 | 16,6 | - | - | 32,0 | - | 42,0 | - | - | 0,25 | 27,8 | 28,3 | 11,7 | 32,2 | 2,0 | 98,5 | 1,5 | 7,15 | |
| 4 | 16,6 | - | - | 32,0 | - | 42,0 | - | - | 0,25 | 28,8 | 27,8 | 11,3 | 32,1 | 2,0 | 99,0 | 1,0 | 7,15 | |
| 5 | 17,83 | - | - | 31,6 | - | 41,565 | - | - | 0,2 | 26,8 | 28,8 | 12,1 | 32,3 | 1,88 | 98,0 | 2,0 | 6,925 | |
| 6 | 17,83 | - | - | 31,6 | - | 41,565 | - | - | 0,2 | 27,8 | 28,3 | 11,7 | 32,2 | 1,88 | 98,5 | 1,5 | 6,925 | |
| 7 | 17,83 | - | - | 31,6 | - | 41,565 | - | - | 0,2 | 28,8 | 27,8 | 11,3 | 32,1 | 1,88 | 99,0 | 1,0 | 6,925 | |
| 8 | 19,06 | - | - | 31,2 | - | 41,13 | - | - | 0,15 | 26,8 | 28,8 | 12,1 | 32,3 | 1,76 | 98,0 | 2,0 | 6,7 | |
| 9 | 19,06 | - | - | 31,2 | - | 41,13 | - | - | 0,15 | 27,8 | 28,3 | 11,7 | 32,2 | 1,76 | 98,5 | 1,5 | 6,7 | |
| 10 | 19,06 | - | - | 31,2 | - | 41,13 | - | - | 0,15 | 28,8 | 27,8 | 11,3 | 32,1 | 1,76 | 99,0 | 1,0 | 6,7 | |
| 11 | 16,6 | - | 32,0 | - | - | 42,0 | - | - | 0,25 | 27,8 | 28,3 | 11,7 | 32,2 | 2,0 | 98,5 | 1,5 | 7,15 | |
| 12 | 17,83 | - | 31,6 | - | - | 41,565 | - | - | 0,2 | 27,8 | 28,3 | 11,7 | 32,2 | 1,88 | 98,5 | 1,5 | 6,925 | |
| 13 | 19,06 | - | 31,2 | - | - | 41,13 | - | - | 0,15 | 27,8 | 28,3 | 11,7 | 32,2 | 1,76 | 98,5 | 1,5 | 6,7 | |
| 14 | 16,6 | - | - | - | 32,0 | 42,0 | - | - | 0,25 | 27,8 | 28,3 | 11,7 | 32,2 | 2,0 | 98,5 | 1,5 | 7,15 | |
| 15 | 17,83 | - | - | - | 31,6 | 41,565 | - | - | 0,2 | 27,8 | 28,3 | 11,7 | 32,2 | 1,88 | 98,5 | 1,5 | 6,925 | |
| 16 | 19,06 | - | - | - | 31,2 | 41,13 | - | - | 0,15 | 27,8 | 28,3 | 11,7 | 32,2 | 1,76 | 98,5 | 1,5 | 6,7 | |

*Состав комплексной добавки по прототипу, мас. %:

поликарбосилатный полимер на основе метакриловой кислоты с плотностью $\rho=0,95$ г/см³ и значением водородного показателя рН=7,0 13,5

поликарбосилатный полимер на основе эфира аллила и ангидрита малеиновой кислоты с плотностью $\rho=1,03$ г/см³ и значением водородного показателя рН=7,0 11,8

глюконат натрия 2,95

хлорид кальция 1,45

вода 70,3

Таблица 2. Физико-механические характеристики высокопрочного бетона

| Номер состава из таблицы 1 | Прочность на сжатие в возрасте 28 суток, МПа | Прочность на растяжение при изгибе в возрасте 28 суток, МПа | Коэффициент трещиностойкости, Ктр.=Кизг./Рсж. | Коэффициент химической стойкости | |
|----------------------------|--|---|---|-------------------------------------|-----------------------------------|
| | | | | Относительно углекислотной коррозии | Относительно магnezийной коррозии |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 прототип | 40,6 | 4,87 | 0,12 | 0,83 | 0,81 |
| 2 | 51,7 | 7,34 | 0,142 | 0,92 | 0,90 |
| 3 | 51,8 | 7,36 | 0,142 | 0,92 | 0,90 |
| 4 | 51,8 | 7,35 | 0,142 | 0,92 | 0,90 |
| 5 | 51,8 | 7,35 | 0,142 | 0,92 | 0,90 |
| 6 | 51,9 | 7,37 | 0,142 | 0,92 | 0,90 |
| 7 | 51,8 | 7,35 | 0,142 | 0,92 | 0,90 |
| 8 | 51,6 | 7,33 | 0,142 | 0,92 | 0,90 |
| 9 | 51,7 | 7,34 | 0,142 | 0,92 | 0,90 |
| 10 | 51,7 | 7,35 | 0,142 | 0,92 | 0,90 |
| 11 | 51,7 | 7,34 | 0,142 | 0,92 | 0,90 |
| 12 | 51,8 | 7,36 | 0,142 | 0,92 | 0,90 |
| 13 | 51,7 | 7,34 | 0,142 | 0,92 | 0,90 |
| 14 | 51,8 | 7,36 | 0,142 | 0,92 | 0,90 |
| 15 | 51,9 | 7,37 | 0,142 | 0,92 | 0,90 |
| 16 | 51,9 | 7,37 | 0,142 | 0,92 | 0,90 |

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Высокопрочный бетон, полученный из смеси, включающей портландцемент, песок, гранитный щебень, добавку и воду, отличающийся тем, что в качестве песка содержит песок с модулем крупности 2,3-3,0; гранитный щебень фракции 5-20 мм, в качестве добавки содержит комплексную добавку, представленную водным раствором с плотностью $\rho=1,045$ г/см³ и значением водородного показателя pH=7,5, состоящую из поликарбоксилатного полимера №1 на основе сополимера из акриловой кислоты и этилового эфира метакриловой кислоты с плотностью $\rho=1,032$ г/см³ и значением водородного показателя pH=7,5; поликарбоксилатного полимера №2 на основе сополимера из эфира аллила и ангидрита малеиновой кислоты с плотностью $\rho=1,025$ г/см³ и значением водородного показателя pH=7,0, высокомолекулярного полимера на основе калиевых солей высших жирных кислот с плотностью $\rho=1,039$ г/см³ и значением водородного показателя pH=9,5; золя кремниевой кислоты с плотностью $\rho=1,02$ г/см³ и значением водородного показателя pH=3,5, основой которого являются нанодисперсии гидроксида кремния при следующем соотношении компонентов, мас. %:

указанный поликарбоксилатный полимер №1 - 26,8-28,8;

указанный поликарбоксилатный полимер №2 - 27,8-28,8;

указанный высокомолекулярный полимер - 11,3-12,1;

указанный золь кремниевой кислоты - 32,1-32,3;

дополнительно содержит минеральную добавку, состоящую из микрокремнезема с удельной поверхностью $S_{уд}=2000$ м²/кг и сухого поликарбоксилатного полимера на основе метакриловой кислоты с насыпной плотностью $D=0,510$ г/см³ и значением водородного показателя pH=5,0 при следующем соотношении компонентов, мас. %:

указанный микрокремнезем - 98,0-99,0;

указанный поликарбоксилатный полимер - 1,0-2,0,

при следующем соотношении компонентов смеси, мас. %:

портландцемент - 16,60-19,06;

указанный песок - 31,20-32,00;

указанный щебень - 41,13-42,00;

указанная комплексная добавка - 0,15-0,25;

указанная минеральная добавка - 1,76-2,00;

вода - 6,70-7,15.



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

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