



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(52) СПК

C04B 28/04 (2026.01); C04B 7/52 (2026.01); C04B 24/26 (2026.01)

(21)(22) Заявка: 2025129677, 29.10.2025

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
29.10.2025Дата регистрации:  
24.03.2026

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 29.10.2025

(45) Опубликовано: 24.03.2026 Бюл. № 9

Адрес для переписки:

308015, г. Белгород, ул. Победы, 85, НИУ  
"БелГУ", Крылова Анна Сергеевна

(72) Автор(ы):

**Игнатенко Игнат Михайлович (RU),  
Ващенко Дмитрий Александрович (RU),  
Свинарев Андрей Викторович (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Белгородский государственный  
национальный исследовательский  
университет" (НИУ "БелГУ") (RU)**

(56) Список документов, цитированных в отчете

о поиске: RU 2544355 C2, 20.03.2015. RU  
2029749 C1, 27.02.1995. RU 2658416 C1,  
21.06.2018. US 20240174567 A1, 30.05.2024.

(54) Способ производства тонкомолотых многокомпонентных вяжущих

(57) Реферат:

Изобретение относится к промышленности строительных материалов и может быть использовано для производства тонкомолотых многокомпонентных вяжущих на основе портландцементного клинкера. Предложен способ получения многокомпонентных композиционных вяжущих, включающий совместное измельчение портландцементного клинкера, минеральной кремнеземистой добавки и полимерного модификатора. Предварительно осуществляют дробление кремнеземистой добавки, например строительного песка, или доменного гранулированного шлака, или золы уноса, с использованием высокоскоростной роторной дробилки до максимального размера частиц 1 мм в течение 1-5 минут. Затем проводят механохимическую обработку путем совместного помола с получением частиц размером 25-70 мкм в течение 1-10 минут в интенсивной роторно-шаровой мельнице тонкого помола следующих компонентов: кремнеземистая добавка – 45-58 мас. %, гиперпластификатор поликарбоксилатного типа – 0,1-0,5 мас. %,

портландцемент - остальное. При этом введение портландцемента и кремнеземистой добавки в интенсивную роторно-шаровую мельницу тонкого помола осуществляют посредством смесителя с тензометрией, а гиперпластификатор поликарбоксилатного типа вносят с использованием дозатора микродобавок, после механохимической обработки отбирают смесь с заданным размером частиц D<sub>99</sub> 25-70 мкм с удельной поверхностью 4500-7000 см<sup>2</sup>/г посредством принудительного пневмокласификатора «Микронизатор». Изобретение обеспечивает повышение строительно-технических свойств вяжущего, снижение его себестоимости за счёт снижения в составе количества портландцемента и введения дешевых минеральных добавок, снижение удельных затрат энергии на производство тонкомолотого многокомпонентного вяжущего на основе портландцементного клинкера за счет быстрого измельчения частиц в роторно-шаровой мельнице тонкого помола, повышение

эффективности использования гиперпластификатора поликарбоксилатного типа за счет совместного помола в роторно-шаровой мельнице тонкого измельчения, что за счет скользящего сдвигового напряжения при помоле

обеспечивает образование на поверхности каждой частицы монослоя поликарбоксилатного полимера водопонизителя посредством механохимических реакций. 2 табл., 5 пр.

R U 2 8 5 8 7 8 8 C 1

R U 2 8 5 8 7 8 8 C 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
*C04B 28/04* (2006.01)  
*C04B 7/52* (2006.01)  
*C04B 24/26* (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

*C04B 28/04 (2026.01); C04B 7/52 (2026.01); C04B 24/26 (2026.01)*(21)(22) Application: **2025129677, 29.10.2025**(24) Effective date for property rights:  
**29.10.2025**Registration date:  
**24.03.2026**

Priority:

(22) Date of filing: **29.10.2025**(45) Date of publication: **24.03.2026** Bull. № 9

Mail address:

**308015, g. Belgorod, ul. Pobedy, 85, NIU "BelGU",  
Krylova Anna Sergeevna**

(72) Inventor(s):

**Ignatenko Ignat Mikhailovich (RU),  
Vashchenko Dmitrii Aleksandrovich (RU),  
Svinarev Andrei Viktorovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe avtonomnoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniia "Belgorodskii gosudarstvennyi  
natsionalnyi issledovatel'skii universitet" (NIU  
"BelGU") (RU)**(54) **METHOD FOR PRODUCTION OF FINELY GROUND MULTICOMPONENT BINDERS**

(57) Abstract:

FIELD: building materials industry.

SUBSTANCE: invention can be used for the production of finely ground multicomponent binders based on Portland cement clinker. A method for producing multicomponent composite binders is proposed, including co-grinding Portland cement clinker, a mineral siliceous additive and a polymer modifier. The siliceous additive, for example building sand, or blast furnace granulated slag, or fly ash, is first crushed using a high-speed rotary crusher to a maximum particle size of 1 mm for 1-5 minutes. Then, mechanochemical treatment is carried out by co-grinding to obtain particles with a size of 25-70 μm for 1-10 minutes in an intensive fine grinding rotary-ball mill of the following components: siliceous additive – 45-58 mas.%, hyperplasticiser of polycarboxylate type – 0.1-0.5 mas.%, Portland cement – the balance. The introduction of Portland cement and siliceous additive into the intensive fine grinding rotary-ball mill is carried out by means of a mixer with strain measurement, and the hyperplasticiser of

polycarboxylate type is introduced using a micro-additive dispenser; after mechanochemical treatment, a mixture with a given particle size D99 of 25-70 μm with a specific surface area of 4500-7000 cm<sup>2</sup>/g is sampled by means of a forced pneumatic classifier "Microniser".

EFFECT: improved construction and technical properties of the binder, reduced cost due to reducing the amount of Portland cement in the composition and introducing cheap mineral additives, reduced specific energy consumption for the production of finely ground multicomponent binder based on Portland cement clinker due to rapid grinding of particles in an intensive fine grinding rotary-ball mill, increased efficiency of using a polycarboxylate-type hyperplasticiser due to co-grinding in an intensive fine grinding rotary-ball mill, which, due to sliding shear stress during grinding, ensures the formation of a monolayer of polycarboxylate water-reducing polymer on the surface of each particle by means of mechanochemical reactions.

1 cl, 2 tbl, 5 ex

Изобретение относится к промышленности строительных материалов и может быть использовано для производства тонкомолотых многокомпонентных вяжущих на основе портландцементного клинкера.

5 Известны составы и способы получения цементов и так называемых вяжущих низкой водопотребности, разработанные в СССР, и включающие тонкоизмельченный порошок портландцементного клинкера, сульфата кальция в различных формах, а также минеральные и поверхностно-активные добавки (Труды института НИИЦемент. Вяжущие низкой водопотребности (химия, технология, производство и применение, вып. 104, Москва, 1992).

10 Известные технические решения, основанные на получении композиций, содержащих тонкоизмельченный порошок портландцементного клинкера с минеральными и полимерными добавками, сталкиваются с проблемой резкого повышения водопотребления тонкомолотых материалов, что вызывает массу нежелательных явлений, приводящих к снижению строительно-технических и эксплуатационных свойств  
15 таких композиций цементов.

В конце 80-х годов в СССР группой российских ученых было предложено новое вяжущее, названное «вяжущее низкой водопотребности» (ВНВ). Это вяжущее получают путем интенсивной механической обработки (помолом) портландцемента или  
20 портландцемента с минеральной добавкой совместно с порошкообразным суперпластификатором С-3 (обычно С-3 - сульфинированная меламино-формальдегидная смола), вводимым в количестве 2-3% от массы цемента. Основными отличительными признаками ВНВ являются низкая водопотребность цементного теста (НГ в среднем 18%) при повышенной тонкости помола  $500-600 \text{ м}^2/\text{кг}$  и достигаемая  
25 при этом высокая марка цемента до 40 МПа в зависимости от вида и количества минеральных добавок различных видов.

По вещественному составу ВНВ подразделяются на бездобавочные (ВНВ-100%) и многокомпонентные ВНВ с различными минеральными добавками, вводимыми при помоле ВНВ, количество которых может меняться от 20 до 65%. В связи с вводом  
30 суперпластификатора С-3, который играет роль интенсификатора помола при одинаковых параметрах помола и одинаковом вещественном составе, ВНВ имеет большую удельную поверхность, чем ТМЦ. ВНВ-100 в 28-суточном возрасте имеет марку в 2 раза большую, чем ПД-Д0 500, а при содержании добавок в количестве 60% активность цемента соответствует марке цемента 650-700, причем на всех составах ВНВ  
35 ускоряется и темп набора прочности. ВНВ имеет лучшую, чем обычные портландцементы и ТМЦ, сохраняемость активности при хранении в бумажных мешках в закрытых помещениях, что, по мнению его разработчиков, является следствием микрокапсулирования активных поверхностей клинкерных материалов цемента модификатором С-3 в процессе совместного помола. В связи с этим установлен  
40 гарантированный срок хранения ВНВ - не менее 6 месяцев.

На ВНВ разработаны технические условия ТУ 21-26-20-92. В этих ТУ предусмотрен ряд изменений при определении различных физико-механических свойств вяжущего по сравнению с ГОСТ 310, по которому испытываются все товарные цементы, а именно: предел прочности ВНВ при сжатии и изгибе определяют на 2-фракционном песке,  
45 который получают перемешиванием 4-х массовых частей песка по ГОСТ 6139 и одной массовой части мелкого песка, полученного изменением нормального песка до удельной поверхности, определяемой по методу воздухопроницаемости,  $100 \pm 20 \text{ м}^2/\text{кг}$ . Испытание активности ВНВ, хотя и производится по ГОСТ 310.4, но при значительно меньшем В/Ц, чем обычные цементы. В связи с внесением таких изменений в методы испытаний,

наиболее объективными являются исследования ВИБ в бетонах.

Экспериментами, проведенными в ряде институтов, было установлено, что водопотребность бетонных смесей на ВНВ на 30-50% ниже водопотребности бетонных смесей на исходном портландцементе независимо от вещественного состава ВНВ.

5 Бетонные смеси на ВНВ весьма чувствительны к изменению расхода воды. Так увеличение воды на 10-15 л/м<sup>3</sup> при умеренных расходах цемента приводит к резкому увеличению подвижности смеси на ВНВ с ОК=1-4 до ОК= 14-20 см, т.е. с П-1 до П-4. В то же время при изменении обычных портландцементов для достижения аналогичного эффекта требуется 45-50 л/м<sup>3</sup> воды. Даже высокоподвижные бетонные смеси на ВНВ  
10 с ОК=20 см являются мало расслаиваемыми ([https://ozlib.com/953407/himiya/vyazhuschie\\_nizkoy\\_vodopotrebnosti\\_tonkomolotye\\_mnogokomponentnye\\_tsementy](https://ozlib.com/953407/himiya/vyazhuschie_nizkoy_vodopotrebnosti_tonkomolotye_mnogokomponentnye_tsementy)).

Известен способ получения цемента низкой водопотребности, который может быть использован в цементной и строительной промышленности (патент RU 2656270, опубл. 2018.06.04). Способ заключается в приготовлении на первом этапе сухой смеси путем  
15 тщательного перемешивания портландцемента или его смеси с минеральным наполнителем, взятым в количестве (0,5-5)% от его общей массы, (0,1-5)% порошка нафталинформальдегидного суперпластификатора СП1 от его общей массы и наномодификатора с размером частиц менее 100 нм, на втором этапе приготовленную сухую смесь соединяют с остатком портландцемента или его смесью с минеральным  
20 наполнителем, а оставшийся суперпластификатор смешивают с остальной частью портландцемента или его смесью с минеральным наполнителем, а их окончательное измельчение проводят в лабораторной вибрационно-шаровой мельнице СВМ-3 периодического действия с получением ХНВ до удельной поверхности 5 500-7 500 см<sup>2</sup>/г.  
25 Недостатком данного способа является то, что необходимо использование значительного количества дорогостоящего суперпластификатора на основе экологически вредных, дурнопахнущих фенолформальдегидных соединений (до 3 мас. ч.) и наномодификатора. А также двухэтапность способа.

В качестве прототипа выбран патент РФ 2544355 «Способ производства наноцемента и наноцемент» Марсея Яновича Бикбау (Опубл. 20.03.2015). Способ производства  
30 наноцемента включает совместное измельчение в прессвалковой дробилке портландцементного клинкера, минеральной кремнеземистой добавки, содержащей SiO<sub>2</sub> не менее 30 мас.%, и гипсового камня, до фракционного состава, мас. %: 15-25 мм - 10-15; 5-7 мм - 15-20; порошок - 60-75; гомогенизацию полученной смеси в смесителе  
35 с принудительным перемешиванием, с последующей ее механохимической активацией в трехкамерной шаровой мельнице до удельной поверхности 300-900 м<sup>2</sup>/кг с введением в шаровую мельницу полимерного модификатора, содержащего нафталинсульфонат натрия не менее 60 мас%, с формированием на зернах портландцемента сплошных наноболочек - капсул толщиной 20-100 нм состава C<sub>10</sub>H<sub>7</sub>SO<sub>3</sub>CaNa при следующем  
40 соотношении исходных компонентов, мас. %: портландцементный клинкер 30,0-90,0, гипсовый камень 0,3-6,0, указанный модификатор 0,5-2,0, указанная кремнеземистая добавка - остальное. Технический результат - повышение строительно-технических свойств цемента до классов 72,5-82,5, снижение его себестоимости, радикальное уменьшение удельных затрат топлива, выбросов NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> и CO<sub>2</sub>. Недостатком  
45 прототипа является многоступенчатость способа, использование в качестве модификатора суперпластификатора на основе экологически вредного, дурнопахнущего нафталина.

Задачей предлагаемого изобретения является расширение арсенала способов получения тонкомолотых многокомпонентных вяжущих (далее МКВ) на основе

портландцементного клинкера.

Технический результат - повышение строительно-технических свойств вяжущего, снижение его себестоимости за счёт снижения в составе количества портландцемента и введения дешевых минеральных добавок, снижение удельных затрат энергии на производство тонкомолотого многокомпонентного вяжущего на основе портландцементного клинкера за счет быстрого измельчения частиц в роторно-шаровой мельнице тонкого помола, повышение эффективности использования гиперпластификатора поликарбоксилатного типа за счет совместного помола в роторно-шаровой мельнице тонкого измельчения, что за счет скользящего сдвигового напряжения при помоле обеспечивает образование на поверхности каждой частицы монослоя поликарбоксилатного полимера водопонизителя посредством механохимических реакций.

Способ получения многокомпонентных композиционных вяжущих, включающий в себя совместное измельчение портландцементного клинкера, минеральной кремнеземистой добавки и полимерного модификатора, включает следующие новые признаки:

- проводят механохимическую обработку путем совместного помола с получением частиц размером 25-70 мкм в течение 1-10 минут в интенсивной роторно-шаровой мельнице тонкого помола следующих компонентов, масс. %:

Кремнеземистая добавка	45-58
Гиперпластификатор поликарбоксилатного типа	0,1-0,5
Портландцемент	Остальное,

- при этом осуществляют предварительное дробление кремнеземистой добавки, например строительного песка, или доменного гранулированного шлака, или золы уноса, с использованием высокоскоростной роторной дробилки до максимального размера частиц 1 мм в течение 1-5 минут;

- при этом введение компонентов в интенсивную роторно-шаровую мельницу тонкого помола осуществляют посредством смесителя с тензометрией, что позволяет получать вяжущие со строго заданными соотношениями компонентов, а гиперпластификатор поликарбоксилатного типа вносят с использованием дозатора микродобавок, что позволяет вносить в состав вяжущего при помоле заданное количество технологических добавок, которые впоследствии фиксируются на поверхности частиц вяжущего за счет механохимического воздействия, что значительно повышает их эффективность в сравнении с механическим перемешиванием;

- после механохимической обработки с использованием принудительного пневмокласификатора «Микронизатор» отбирают смесь с заданным размером частиц  $D_{99}$  25-70 мкм с удельной поверхностью 4500-7000 см<sup>2</sup>/грамм и удаляют более мелкую фракцию измельчаемого материала.

В заявленном способе использование интенсивной роторно-шаровой мельницы с энергонапряженностью рабочей камеры, достигающей 0,25 кВт/литр позволяет достичь эффекта максимально быстрого измельчения частиц портландцемента и предварительно измельченной кремнеземистой добавки в высокоскоростной роторной дробилке до максимального размера частиц 1 мм. Кроме того, одновременно с измельчением смеси обеспечивается нанесение на каждую частицу монослоя поверхностно-активной добавки гиперпластификатора поликарбоксилатного типа за счет скользящего сдвигового напряжения при помоле, а также за счет механохимических реакций, что позволяет при снижении количества внесенной добавки получить значительное повышение

эффективности использования ее потенциала, а именно уменьшение водоредуцирования, и повышения прочности, в том числе марочной, получаемого тонкомолотого МКВ.

#### Примеры получения тонкомолотого МКВ

##### Пример 1

5 Вяжущее МКВ № 1 было получено из исходного портландцемента Цем142,5Н Себряковского цементного завода с использованием строительного песка, гиперпластификатора синтезфлоу мега50 (производства ОАО СинтезОка, г. Дзержинск), взятых в следующих соотношениях, масс. %:

10	Строительный песок	45
	Гиперпластификатор Синтезфлоу мега50	0,25
	Портландцемент Цем142,5Н	54,75

Строительный песок был предварительно в течение 1 минуты измельчен в высокоскоростной роторной дробилке до максимального размера частиц 1 мм. Измельченный песок и исходный портландцемент были поданы в интенсивную роторно-шаровую мельницу с энергонапряженностью рабочей камеры, достигающей 0,25 кВт/литр посредством смесителя с тензометрией, а Гиперпластификатор Синтезфлоу мега50 - с использованием дозатора микродобавок. Совместный помол в интенсивной роторно-шаровой мельнице РШМ-300 вели в течение 4 минут. После механохимической обработки смеси в интенсивной роторно-шаровой мельнице удалили наиболее мелкую фракцию измельчаемого материала и отобрали смесь с заданным размером частиц Д99 25-70 мкм с удельной поверхностью в диапазоне 4500-7000 см<sup>2</sup>/грамм путем использования принудительного пневмокласификатора «Микронизатор».

Положительный эффект от совместного помола заявленного состава в интенсивной роторно-шаровой мельнице РШМ-300 по сравнению с получением вяжущего из указанных ингредиентов в случае добавления гиперпластификатора поликарбонатного типа при перемешивании и введенного при измельчении в шаровой мельнице представлен в табл. 1.

##### Пример 2

30 Вяжущее МКВ № 1 было получено из исходного портландцемента Цем142,5Н Себряковского цементного завода с использованием строительного песка, гиперпластификатора синтезфлоу мега50 (производства ОАО СинтезОка, г. Дзержинск), взятых в следующих соотношениях, масс. %:

35	Строительный песок	45
	Гиперпластификатор Синтезфлоу мега50	0,5
	Портландцемент Цем142,5Н	54,5

Строительный песок был предварительно в течение 1 минуты измельчен в высокоскоростной роторной дробилке до максимального размера частиц 1 мм. Измельченный песок и исходный портландцемент были поданы в интенсивную роторно-шаровую мельницу с энергонапряженностью рабочей камеры, достигающей 0,25 кВт/литр посредством смесителя с тензометрией, а Гиперпластификатор Синтезфлоу мега50 - с использованием дозатора микродобавок. Совместный помол в интенсивной роторно-шаровой мельнице РШМ-300 вели в течение 5 минут. После механохимической обработки смеси в интенсивной роторно-шаровой мельнице удалили наиболее мелкую фракцию измельчаемого материала и отобрали смесь с заданным размером частиц Д99 25-70 мкм с удельной поверхностью в диапазоне 4500-7000 см<sup>2</sup>/грамм путем использования принудительного пневмокласификатора «Микронизатор».

### Пример 3

Вяжущее МКВ № 2 было получено из исходного портландцемента Цем142,5Н Себряковского цементного завода с использованием шлака металлургического, гиперпластификатора синтезфлоу мега50 (производства ОАО СинтезОка, г. Дзержинск),  
5 взятых в следующих соотношениях, масс. %:

Шлак металлургический	58,0
Гиперпластификатор Синтезфлоу мега50	0,5
Портландцемент Цем142,5Н	41,5

10 Шлак металлургический был предварительно измельчён в высокоскоростной роторной дробилке в течение 2 минут до максимального размера частиц 1 мм. Измельченный шлак, исходный портландцемент были поданы в интенсивную роторно-шаровую мельницу с энергонапряженностью рабочей камеры, достигающей 0,25 кВт/литр посредством смесителя с тензометрией, а Гиперпластификатор Синтезфлоу мега50  
15 - с использованием дозатора микродобавок. Совместный помол в интенсивной роторно-шаровой мельнице РШМ-300 вели в течение 5 минут. После механохимической обработки смеси в интенсивной роторно-шаровой мельнице удалили наиболее мелкую фракцию измельчаемого материала и отобрали смесь с заданным размером частиц Д99  
20 25-70 мкм с удельной поверхностью в диапазоне 4500-7000 см<sup>2</sup>/грамм путем использования принудительного пневмокласификатора «Микронизатор».

### Пример 4

Вяжущее МКВ № 3 было получено из исходного портландцемента Цем142,5Н Себряковского цементного завода с использованием золы уноса, гиперпластификатора синтезфлоу мега50 (производства ОАО СинтезОка, г. Дзержинск), взятых в следующих  
25 соотношениях, масс. %:

Зола уноса	58,0
Гиперпластификатор Синтезфлоу мега50	0,1
Портландцемент Цем142,5Н	41,9

30 Зола уноса была предварительно измельчена в высокоскоростной роторной дробилке в течение 1 минуты до максимального размера частиц 1 мм. Измельченная зола, исходный портландцемент были поданы в интенсивную роторно-шаровую мельницу с энергонапряженностью рабочей камеры, достигающей 0,25 кВт/литр посредством смесителя с тензометрией, а Гиперпластификатор Синтезфлоу мега50 - с использованием  
35 дозатора микродобавок. Совместный помол в интенсивной роторно-шаровой мельнице РШМ-300 вели в течение 4 минут. После механохимической обработки смеси в интенсивной роторно-шаровой мельнице удалили наиболее мелкую фракцию измельчаемого материала и отобрали смесь с заданным размером частиц Д99 25-70  
40 мкм с удельной поверхностью в диапазоне 4500-7000 см<sup>2</sup>/грамм путем использования принудительного пневмокласификатора «Микронизатор».

### Пример 5

Определение физико-механических характеристик полученных по примерам образцов МКВ и образцов сравнения проводили по следующим методикам.

45 Определение нормальной густоты, сроков схватывания, удельной поверхности, проводили по методикам ГОСТ 30744-2001 «Цементы. Методы испытаний с использованием полифракционного песка» (гармонизирован с EN 196) без каких-либо изменений.

Определение прочностных характеристик (в частности, определение класса цемента

по прочности при сжатии) проводили по методикам ГОСТ 30744-2001 «Цементы. Методы испытаний с использованием полифракционного песка».

Результаты испытаний представлены в табл. 1 «Изменение показателей водоредуцирования, прочности в возрасте 3 суток и марочной прочности вяжущих составом соответствующим МКВ № 1 по примеру 1 в зависимости от способа введения гиперпластификатора поликарбоксилатного типа».

В табл. 2 «Показатели физико-механических свойств МКВ № 1 по примеру 2 и МКВ № 2 по примеру 3 в сравнении с исходным портландцементом и МКВ сравнения» приведены данные испытаний подготовленных образцов МКВ сравнения №1 с составом аналогичным МКВ №1 по примеру 2 и МКВ сравнения № 2 с составом аналогичным МКВ №2 с гранулированным шлаком по примеру 3, в которых гиперпластификатор был введен непосредственно в бетонную смесь», и при этом тонкость помола соответствовала образцам МКВ № 1 и МКВ № 2 .

Таблица 1

Изменение показателей водоредуцирования, прочности в возрасте 3 суток и марочной прочности вяжущего МКВ № 1 в зависимости от способа введения гиперпластификатора поликарбоксилатного типа

Наименование показателя	Количество добавки в процентах от массы МКВ	Водоредуцирование <sup>1</sup> , %	Повышение прочности в возрасте 3 суток, % к исходному цементу	Повышение марочной прочности, % к исходному цементу
МКВ с добавкой поликарбоксилатного гиперпластификатора, введенного при перемешивании	0,5	15	38	23
МКВ с добавкой поликарбоксилатного гиперпластификатора, введенного при измельчении в шаровой мельнице	0,4	18	65	34
МКВ с добавкой поликарбоксилатного гиперпластификатора, введенного при измельчении в роторно-шаровой мельнице	0,25	26	98	45

<sup>1</sup> Уменьшение водоредуцирования показано в процентах от водоцементного отношения контрольного образца в качестве которого выступает исходный портландцемент.

Из табл. 1 наглядно видно, что даже при снижении количества гиперпластификатора поликарбоксилатного типа измельчение в роторно-шаровой мельнице обеспечивает более высокие показатели водоредуцирования, прочности в возрасте 3 суток и марочной прочности вяжущего МКВ № 1 по сравнению с другими способами введения гиперпластификатора.

Таблица 2

Показатели физико-механических свойств МКВ № 1 и МКВ № 2 в сравнении с исходным портландцементом и МКВ сравнения

	Наименование показателей	Исходный цемент	МКВ сравнения №1	МКВ сравнения №2	МКВ №1 по патенту	МКВ №2 по патенту
1	Тонкость помола, см <sup>2</sup> /грамм	3600	5800	5750	5800	5750
2	Количество кремнеземистой добавки (строительный песок), % от веса вяжущего	-	45	-	45	-
3	Количество кремнеземистой добавки (металлургический шлак), % от веса вяжущего	-	-	58	-	58
4	Способ введения добавки гиперпластификатор синтезфлоу мега50	-	Непосредственно в бетонную смесь	Непосредственно в бетонную смесь	при помоле	при помоле

5	Наличие совместного помола с гиперпластификатором	нет	в шаровой мельнице	в шаровой мельнице	в роторно-шаровой мельнице	в роторно-шаровой мельнице
6	Количество гиперпластификатора	нет	0,75	0,75	0,5	0,5
7	Нормальная густота, %	26	29,3	29,1	26,3	26,1
8	Начало схватывания, мин	0-50	0-50	0-58	0-45	0-48
9	Конец схватывания	2-40	2-30	2-50	2-20	2-40
10	Марочная прочность, МПа	50	45	45	60	60
11	Уменьшение себестоимости производства 1 тонны цемента, %	-	-	-	26	31
12	Снижение удельных затрат энергии на производство МКВ по сравнению с цементом	-	-	-	34	42

Как видно из табл. 2 замена значительной части портландцемента кремнеземистой добавкой - строительным песком и гранулированным шлаком - не только не ухудшило, а наоборот улучшило свойства полученных предложенным способом тонкомолотых вяжущих по сравнению вяжущими сравнения. Необходимо отметить, что МКВ №3, полученное по примеру 4 обладало свойствами, аналогичными с МКВ, полученным по примерам 1-3.

Приведенные примеры подтверждают, что заявленный способ позволяет:

- за счет использования интенсивной роторно-шаровой мельницы с энергонапряженностью рабочей камеры мельницы, достигающей 0,25 кВт/литр получить эффект максимально быстрого измельчения частиц смеси портландцемента и кремнеземистой добавки с получением готового вяжущего с тонкостью помола в заданном диапазоне 4500-7000 см<sup>2</sup>/г, что обеспечивает снижение удельных затрат энергии;

- дополнительный эффект использования совместного помола ингредиентов в интенсивной роторно-шаровой мельнице - возможность снижения количества вводимого гиперпластификатора поликарбоксилатного типа за счет повышения эффективности его использования, обусловленного образованием на поверхности каждой частицы смеси моно слоя поликарбоксилатного полимера водопонизителя посредством механохимических реакций и скользящего сдвигового напряжения при помоле. В примерах приведено использование гиперпластификатора Синтезфлоу мега50, однако допускается применение и других гиперпластификаторов поликарбоксилатного типа;

- за счет использования дозатора микродобавок обеспечить внесение точного количества гиперпластификатора поликарбоксилатного типа для равномерного покрытия тонким хемосорбированным слоем гиперпластификатора, что определяет такие строительно-технические свойства вяжущего как водопотребность, нормальная густота и марочная прочность, а также сроки схватывания;

- за счет снижения количества в вяжущем портландцемента и замены его дешевыми кремнеземистыми добавками снизить его себестоимость.

Таким образом, поставленная задача решена, и заявленный технический результат достигнут.

#### (57) Формула изобретения

Способ получения многокомпонентных композиционных вяжущих, включающий совместное измельчение портландцементного клинкера, минеральной кремнеземистой добавки и полимерного модификатора, отличающийся тем, что предварительно осуществляют дробление кремнеземистой добавки, например строительного песка, или доменного гранулированного шлака, или золы уноса, с использованием высокоскоростной роторной дробилки до максимального размера частиц 1 мм в течение

1-5 минут, затем проводят механохимическую обработку путем совместного помола с получением частиц размером 25-70 мкм в течение 1-10 минут в интенсивной роторно-шаровой мельнице тонкого помола следующих компонентов, масс. %:

5	Кремнеземистая добавка	45-58
	Гиперпластификатор поликарбоксилатного типа	0,1-0,5
	Портландцемент	Остальное,

при этом введение портландцемента и кремнеземистой добавки в интенсивную роторно-шаровую мельницу тонкого помола осуществляют посредством смесителя с тензометрией, а гиперпластификатор поликарбоксилатного типа вносят с использованием дозатора микродобавок, после механохимической обработки отбирают смесь с заданным размером частиц  $D_{99}$  25-70 мкм с удельной поверхностью 4500-7000  $\text{см}^2/\text{г}$  посредством принудительного пневмокласификатора «Микронизатор».

15

20

25

30

35

40

45