



(51) МПК
C04B 7/21 (2006.01)
C04B 7/14 (2006.01)
C04B 18/14 (2006.01)
C04B 11/06 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
C04B 7/21 (2025.08); C04B 7/14 (2025.08); C04B 18/14 (2025.08); C04B 11/06 (2025.08)

(21)(22) Заявка: 2025108511, 07.04.2025

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
 07.04.2025

Дата регистрации:
 01.12.2025

Приоритет(ы):
 (22) Дата подачи заявки: 07.04.2025

(45) Опубликовано: 01.12.2025 Бюл. № 34

Адрес для переписки:
 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85, НИУ
 "БелГУ", Крылова Анна Сергеевна

(72) Автор(ы):
 Алфимова Наталия Ивановна (RU),
 Левицкая Ксения Михайловна (RU),
 Никулин Иван Сергеевич (RU),
 Елистраткин Михаил Юрьевич (RU),
 Никуличева Татьяна Борисовна (RU),
 Бухтияров Илья Юрьевич (RU),
 Кожухова Наталия Ивановна (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: Влияние добавки ангидрита на
 свойства шлаковых цементов, таблица 15,
 ARHPLAN.RU, Подраздел Бетон и Цемент,
 апрель, 2017 г. RU 2340577 C2, 10.12.2008. RU
 2794056 C1, 11.04.2023. RU 2413688 C2,
 18.03.2011. RU 2768568 C2, 24.03.2022. GB
 1382595 A, 05.02.1975. Дворкин Л.И. и др.
 Сульфатно-шлаковые вяжущие повышенной
 прочности и долговечности, "Сухие (см.
 прод.)

(54) Смесь для бесцементного сульфатно-шлакового вяжущего

(57) Реферат:

Изобретение относится к промышленности
 строительных материалов, в частности к
 производству сульфатно-шлаковых вяжущих
 (СШВ). Технической задачей настоящего
 изобретения является расширение арсенала
 способов производства смеси для бесцементного
 сульфатно-шлакового вяжущего, позволяющего
 снизить нагрузку на окружающую среду за счет
 фосфогипса, являющегося отходом производства
 ортофосфорной кислоты и фосфатных удобрений.
 Смесь для бесцементного сульфатно-шлакового

вяжущего включает шлак доменный
 гранулированный и сульфатный компонент -
 ангидрит, и содержит измельченную до удельной
 поверхности 350 м²/кг смесь доменного
 гранулированного шлака с модулем основности
 0,9 и сульфатного компонента - фосфоангидрита,
 полученного путем обжига фосфогипса при
 температуре 775-825°С, при следующем
 соотношении, мас. %: доменный
 гранулированный шлак 60, указанный
 фосфоангидрит 40. 3 табл.

(56) (продолжение):

строительные смеси", 2011, №3, с. 36-38. Ямалтдинова Л.Ф. Сульфатно-шлаковые вяжущие и бетоны на их основе, автореферат диссертации на соискание ученой степени ДТН, Санкт-Петербург, 2000 г.

R U 2 8 5 1 9 1 7 C 1

R U 2 8 5 1 9 1 7 C 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
C04B 7/21 (2006.01)
C04B 7/14 (2006.01)
C04B 18/14 (2006.01)
C04B 11/06 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
C04B 7/21 (2025.08); C04B 7/14 (2025.08); C04B 18/14 (2025.08); C04B 11/06 (2025.08)

(21)(22) Application: **2025108511, 07.04.2025**

(24) Effective date for property rights:
07.04.2025

Registration date:
01.12.2025

Priority:

(22) Date of filing: **07.04.2025**

(45) Date of publication: **01.12.2025** Bull. № 34

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

(72) Inventor(s):

**Alfimova Nataliia Ivanovna (RU),
Levitskaia Kseniia Mikhailovna (RU),
Nikulin Ivan Sergeevich (RU),
Elistratkin Mikhail Iurevich (RU),
Nikulicheva Tatiana Borisovna (RU),
Bukhtiiarov Ilia Iurevich (RU),
Kozhukhova Nataliia Ivanovna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe avtonomnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniia "Belgorodskii gosudarstvennyi
natsionalnyi issledovatel'skii universitet" (NIU
"BelGU") (RU)**

(54) **MIXTURE FOR CEMENT-FREE SULPHATE-SLAG BINDER**

(57) Abstract:

FIELD: building materials.

SUBSTANCE: invention relates in particular to the production of sulphate-slag binders (SSB). The mixture for cement-free sulphate-slag binder includes granulated blast furnace slag and a sulphate component - anhydrite, and contains a mixture ground to a specific surface area of 350 m²/kg of granulated blast furnace slag with a basicity modulus of 0.9 and a sulphate component - phosphoanhydrite, obtained by calcining

phosphogypsum at a temperature of 775-825°C, in the following ratio, mas. %: granulated blast furnace slag 60, said phosphoanhydrite 40.

EFFECT: expansion of the arsenal of methods for producing a mixture for cement-free sulphate-slag binder, allowing to reduce the load on the environment due to phosphogypsum, which is a waste from the production of orthophosphoric acid and phosphate fertilisers.

1 cl, 3 tbl

RU 2 851 917 C1

RU 2 851 917 C1

Изобретение относится к промышленности строительных материалов, в частности к производству сульфатно-шлаковых вяжущих (СШВ).

Известен состав для изготовления сульфатно-шлаковых вяжущих по патенту RU № 2340577 С2, опубл. 10.12.2008, содержащий, мас. %: двухводный гипс - 5-10 и рафинировочный шлак электросталеплавильного производства - остальное. СШВ готовят путем совместного или раздельного помола компонентов до удельной поверхности 340-780 м²/кг. Используемые компоненты сульфатно-шлакового вяжущего должны иметь следующий размер частиц, менее 1 мм - 97,0-98,0 мас. %, 1 мм - 1,20-1,80 мас. %, 1,25 мм - 0,7-1,2 мас. %, 2 мм - 0,40-0,80 мас. %.

Недостатком данного способа является ограниченность сырьевой базы природного гипса, высокая удельная поверхность вяжущего, необходимость контроля гранулометрического состава компонентов вяжущего.

Известно сульфатно-шлаковое вяжущее, изготавливаемое путем совместного помола до удельной поверхности 390 м²/кг компонентов или путем смешивания молотых до заданной удельной поверхности компонентов (доменного гранулированного шлака (80-90% по массе) фосфогипса (5-15%) и портландцемента (ПЦ) (5%)). После чего изготавливались образцы-балочки состава вяжущее : песок = 1:3. Величина водовяжущего отношения определялась из условия достижения нормальной консистенции полученного раствора. До испытаний образцы выдерживали в камере твердения при температуре 20°С и относительной влажности 90-100% в течение 28 суток. После этого определяли прочность при сжатии и изгибе (Дворкин Л.И., Дворкин О.Л., Мироненко А.В., Кундос М.Г Сульфатно-шлаковые вяжущие повышенной прочности и долговечности // Сухие строительные смеси. 2011. №3. С. 36-38.).

Недостатком данного технического решения является высокое значение удельной поверхности вяжущего, что увеличивает энергетические затраты на его производство; использование фосфогипса (ФГ) в форме дигидрата повышает вероятность негативного влияния присутствующих в его составе примесей на процессы структурообразования и, как следствие, прочность затвердевшего вяжущего; необходимость использования портландцемента усложняет технологию, снижает экологичность и повышает стоимость вяжущего.

Наиболее близким аналогом является смесь для получения бесцементного сульфатно-шлакового цемента, включающая в мас.%: доменный гранулированный шлак - 85 и ангидрит - 15 (ARHPLAN.RU, Подраздел Бетон и Цемент, Влияние добавки ангидрита на свойства шлаковых цементов, таблица 15, апрель, 2017 г.- D1).

Технической задачей настоящего изобретения является расширение арсенала способов производства смеси для бесцементного сульфатно-шлаково вяжущего, позволяющего снизить нагрузку на окружающую среду за счет фосфогипса, являющегося отходом производства ортофосфорной кислоты и фосфатных удобрений.

Технический результат настоящего изобретения заключается в решении поставленной задачи путем повышения активности смеси для бесцементного сульфатно-шлаково вяжущего за счет использования в качестве сульфатного компонента фосфоангидрита (ФА), получаемого путем обжига фосфогипса; снижения нагрузки на окружающую среду за счет использования отходов производства (шлак доменный гранулированный, фосфогипс) и исключения из состава сульфатно-шлаковых вяжущих портландцемента, производство которого сопряжено с большими энергозатратами и выбросами пыли и СО₂ в окружающую среду; снижения себестоимости вяжущего, за счет исключения портландцемента из состава вяжущего и увеличения доли фосфоангидрита в его составе.

Результат достигается тем, что смесь для бесцементного сульфатно-шлаково вяжущего состоит из домолотого до удельной поверхности 350 м²/кг доменного гранулированного шлака и сульфатного компонента в качестве фосфоангидрита, полученного путем обжига фосфогипса при температуре 800±25°С.

Характеристики используемых материалов.

1. Доменный гранулированный шлак с модулем основности 0,9, химический состав представлен в таблице 1

Таблица 1

Химический состав шлака доменного гранулированного

Содержание оксидов в % по массе				
SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	MgO	другие
36,46	32,07	13,65	12,50	5,32

2. Фосфоангидрит, полученный путем обжига в муфельной печи фосфогипса (отхода производства ортофосфорной кислоты) при температуре 800±25°С.

Химический состав фосфоангидрита, а также значения водородного показателя представлены в таблице 2.

Таблица 2

Химический состав фосфоангидрита

Содержание оксидов в % по массе						рН
SO ₃	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	другие	
48,96	48,59	1,86	0,32	0,07	0,2	12,41

В прототипе использовались:

1. Основной компонент - низкоглиноземистый Криворожский доменный гранулированный шлак с содержанием Al₂O₃=6,49% и M₀=1,3.

2. Сульфатный компонент - нейтрализованный известью (3%) и высушенный отвальный фосфогипс химического предприятия «Ровно-Азот».

3. Щелочной компонент - портландцемент ПЦ II/A_III М500 (ОАО «Волыньцемент».

Таблица 3

Составы смеси и прочностные показатели активности исследуемых составов сульфатно-шлаковых вяжущих

	Содержание компонентов в %				Условия твердения*	Водо-вяжущее отношение	Удельная поверхность, м ² /кг	Прочность при изгибе, МПа	Прочность при сжатии, МПа
	Шлак	ФА	ФГ	ПЦ				28 суток	28 суток
1	60	40	–	–	н.у.	0,33	350	5,29	33,47
2	60	40	–	–	в.б.	0,33	350	6,01	43,52
Прототип									
1	80	–	15	5	н.у.	0,42	390	4,57	13,27
2	80	–	15	5		0,4	390	5,92	20,28
3	80	–	15	5		0,4	615	10,12	30,59
4	85	–	10	5		0,4	615	10,36	36,38
5	90	–	5	5		0,4	610	9,88	32,12

*н.у. (нормальные условия) - температура $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности 90-100%

в.б. (водяная баня) - температура $40\pm 2^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности 100%

Смесь для бесцементного сульфатно-шлакового вяжущего изготавливают путем
 5 смешивания предварительно измельченных до удельной поверхности $350\text{ м}^2/\text{кг}$ шлака доменного гранулированного (60%) и фосфоангидрита (40%) в качестве сульфатного компонента. Фосфоангидрит получают путем обжига в муфельной печи фосфогипса при температуре $800\pm 25^{\circ}\text{C}$. Твердение образцов можно осуществлять в камере
 10 нормального твердения (к.н.т.) при температуре $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности 90-100% в течении 28 суток или на водяной бане (в.б.) при температуре $40\pm 2^{\circ}\text{C}$ и влажности 100% в течении 28 суток.

Определение активности осуществляют на образцах-балочках размером $40\times 40\times 160$ мм, изготовленных из сырьевой смеси вяжущее: песок при соотношении 1:3. Величину
 15 водовяжущего отношения определяют из условия достижения нормальной консистенции полученного раствора.

Использование фосфоангидрита в качестве сульфатного компонента минимизирует отрицательное воздействие на процессы структурообразования ряда примесей, присутствующих в исходном фосфогипсе, так как обжиг обеспечивает их удаление.
 20 При этом высокие значения водородного показателя фосфоангидрита в качестве сульфатного компонента обеспечивают условия необходимые для активации шлака и позволяют исключить из состава СШВ портландцемент. Все это в совокупности положительно отражается на процессах структурообразования и, как следствие, активность смеси бесцементных сульфатно-шлаковых вяжущих даже при меньшей
 25 удельной поверхности вяжущего выше, чем у прототипа.

Исключение портландцемента и увеличение доли фосфоангидрита в составе смеси бесцементных сульфатно-шлаковых вяжущих позволяет значительно снизить нагрузку на окружающую среду за счет увеличения объемов переработки фосфогипса - отхода
 30 производства ортофосфорной кислоты и фосфатных удобрений, что свидетельствует о том, что заявленный способ решает поставленную задачу.

(57) Формула изобретения

Смесь для бесцементного сульфатно-шлакового вяжущего, включающая шлак доменный гранулированный и сульфатный компонент - ангидрит, отличающаяся тем,
 35 что она содержит измельченную до удельной поверхности $350\text{ м}^2/\text{кг}$ смесь доменного гранулированного шлака с модулем основности 0,9 и сульфатного компонента - фосфоангидрита, полученного путем обжига фосфогипса при температуре $775-825^{\circ}\text{C}$, при следующем соотношении, мас. %:

доменный гранулированный шлак 60,
 40 указанный фосфоангидрит 40.

45