



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
C04B 28/00 (2026.01)

(21)(22) Заявка: 2025118672, 07.07.2025

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
07.07.2025

Дата регистрации:  
05.05.2026

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 07.07.2025

(45) Опубликовано: 05.05.2026 Бюл. № 13

Адрес для переписки:

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

(72) Автор(ы):

Кожухова Наталия Ивановна (RU),  
Глазков Роман Алексеевич (RU),  
Алфимова Наталия Ивановна (RU),  
Никулин Иван Сергеевич (RU),  
Никуличева Татьяна Борисовна (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 2450989 C2, 20.05.2012. SU  
1673557 A1, 30.08.1991. Кожухова Н.И. и др.  
Влияние цитрогипса на усадочные  
деформации в шлакощелочных вяжущих  
системах, Строительные материалы, 2023,  
номер 10, с.47-51. US 20230142698 A1, 11.05.2023.

(54) Сырьевая смесь и способ получения шлакощелочного вяжущего с использованием сырьевой смеси

(57) Реферат:

Изобретение относится к промышленности строительных материалов и может быть использовано для получения вяжущих щелочной активации и бетонных материалов на их основе. Заявлена сырьевая смесь для шлакощелочного вяжущего. Смесь состоит из доменного гранулированного шлака с удельной поверхностью 345 м<sup>2</sup>/кг, цитрогипса с удельной

поверхностью 290 м<sup>2</sup>/кг, щелочного активатора - едкого натра NaOH в количестве 3,9 масс. % и воды - остальное. Изобретение также относится к способу получения шлакощелочного вяжущего. Изобретение позволяет разработать шлакощелочное вяжущее с контролируемым сроком схватывания и твердения. 2 н.п. ф-лы, 2 табл., 3 пр.

C 1  
2 8 6 1 4 3 2  
R U

R U  
2 8 6 1 4 3 2  
C 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*C04B 28/00* (2026.01)

(21)(22) Application: **2025118672, 07.07.2025**

(24) Effective date for property rights:  
**07.07.2025**

Registration date:  
**05.05.2026**

Priority:

(22) Date of filing: **07.07.2025**

(45) Date of publication: **05.05.2026** Bull. № 13

Mail address:

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

(72) Inventor(s):

**Kozhukhova Nataliia Ivanovna (RU),  
Glazkov Roman Alekseevich (RU),  
Alfimova Nataliia Ivanovna (RU),  
Nikulin Ivan Sergeevich (RU),  
Nikulicheva Tatiana Borisovna (RU)**

(73) Proprietor(s):

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

(54) **RAW MATERIAL MIXTURE AND METHOD FOR PRODUCING SLAG-ALKALI BINDER USING RAW MATERIAL MIXTURE**

(57) Abstract:

FIELD: building materials.

SUBSTANCE: invention can be used to produce alkali-activated binders and concrete materials based thereon. Claimed is a raw material mixture for a slag-alkali binder. The mixture consists of blast furnace granulated slag with a specific surface area of 345 m<sup>2</sup>/kg, citrogypsum with a specific surface area of 290

m<sup>2</sup>/kg, an alkali activator - caustic soda NaOH in an amount of 3.9 mas.% and water - the balance. The invention also relates to a method for producing a slag-alkali binder.

EFFECT: development of a slag-alkali binder with controlled setting and hardening time.

2 cl, 2 tbl, 3 ex

**RU 2 861 432 C1**

**RU 2 861 432 C1**

Изобретение относится к промышленности строительных материалов и может быть использовано для получения вяжущих щелочной активации и бетонных материалов на их основе.

Известен способ получения шлакощелочного вяжущего путем мокрого совместного помола шлака и щелочного компонента [Кривенко П.А. и др. Технология получения шлакощелочного вяжущего путем мокрого помола // Цемент. 1993. № 4. С. 31-33].  
Недостатком указанного способа получения шлакощелочного вяжущего являются неконтролируемые и чрезмерно короткие сроки схватывания, вызванные активирующими механохимическими процессами шлакощелочной суспензии.

Известно вяжущее, содержащее гранулированный доменный шлак и щелочной компонент - соду кальцинированную [Щелочные и щелочно-щелочноземельные гидравлические вяжущие и бетоны / Под ред. Глуховского В.Д. - Киев.: Вища школа. 1979. 218 с.].

Недостатком такого вида вяжущего является низкая прочность при сжатии.

Известен способ получения щелоцеактивированного вяжущего на основе шлака путем сухого помола до удельной поверхности  $300...350 \text{ м}^2/\text{кг}$  и последующего затворения растворами щелочи [Глуховский В.Д., Пахомов В.А. Шлакощелочные цементы и бетоны. Киев: Будивельник. 1978. С. 29-30].

Недостатком способа является длительный срок начала и конца схватывания.

Технической задачей предлагаемого технического решения является расширение арсенала средств путем разработки сырьевой смеси и способа получения шлакощелочного вяжущего с использованием заявленной сырьевой смеси.

Техническим результатом являются два технических решения, выраженных в составе сырьевой смеси и способе получения шлакощелочного вяжущего с использованием заявленной сырьевой смеси с контролируемым сроком схватывания и твердения вяжущего.

Поставленная задача решается за счет того, что сырьевая смесь для шлакощелочного вяжущего состоит из компонентов: доменного гранулированного шлака с удельной поверхностью  $345 \text{ м}^2/\text{кг}$ , цитрогипса с удельной поверхностью  $290 \text{ м}^2/\text{кг}$ , щелочного активатора - едкого натра NaOH и воды при следующих массовых соотношениях компонентов, масс. %:

- доменный гранулированный шлак	75,8-76,8
- цитрогипс	1,5-2,5
- щелочной активатор, едкий натр NaOH	3,9
- вода	остальное

Способ получения шлакощелочного вяжущего осуществляют следующим образом: первоначально производят сухой помол доменного гранулированного шлака; далее получают твердофазный компонент путем добавления к помолотому шлаку в количестве  $75,8-76,8 \text{ масс. \%}$  цитрогипса в количестве  $1,5-2,5 \text{ масс. \%}$  и смешения компонентов до однородности в течение  $1,5-2 \text{ мин}$ ; затем подготавливают щелочной активатор путем смешения воды и едкого натра NaOH в количестве  $3,9 \text{ масс. \%}$  до полного растворения твердого компонента; далее осуществляют смешивание компонентов: твердофазного компонента и свежеприготовленного щелочного активатора путем введения щелочного активатора в твердофазный компонент в течение  $3 \text{ мин}$  и одновременного перемешивания смеси до получения однородной суспензии.

Для всех составов шлакощелочного вяжущего готовилась смесь с равным водотвердым отношением, содержащим щелочной активатор, обеспечивающий

содержание  $\text{Na}_2\text{O}$  в вяжущем 3 %.

#### Характеристики используемых материалов

1. Доменный гранулированный шлак - сыпучий материал, получаемый охлаждением расплава металлургических шлаков водой или направленным потоком воздуха. Шлак перед использованием предварительно был измельчен до удельной поверхности 345  $\text{м}^2/\text{кг}$  (химический состав представлен в табл.1).

2. Цитрогипс - это отход биохимического производства лимонной кислоты, который образуется в результате микробиологического синтеза меловой массы с использованием культуры *Aspergillus niger* в виде тонкодисперсного порошка с удельной поверхностью 290  $\text{м}^2/\text{кг}$  (химический состав представлен в табл.1).

3. Вода согласно ГОСТ 23732-2011 «Вода для бетонов и строительных растворов. Технические условия».

4. Щелочной активатор - натр едкий NaOH, ГОСТ Р 55064-2012. «Натр едкий технический. Технические условия».

Таблица 1

Химический состав доменного гранулированного шлака и цитрогипса

Твердофазный компонент	Содержание оксидов, %(вес.)													M	
	CaO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	SO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	SrO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	ZrO <sub>2</sub>		п.п.п.
Доменный гранулированный шлак	39,75	40,71	7,58	9,48	0,35	0,56	0,54	0,22	0,55	0,13	0,05	0,01	0,02		
Цитрогипс	43,3	0,54	0,13	0,06	55,6	-	0,03	-		0,15	-	0,08	-		

Использование данного компонентного состава сырьевой смеси при указанном соотношении компонентов позволяет контролируемо сократить сроки начала и конца схватывания шлакощелочного вяжущего. Контролируемое сокращение сроков схватывания обеспечивается благодаря введению гипсосодержащего компонента в выбранном диапазоне дозировок, характеризующегося быстрыми сроками схватывания, что, в свою очередь, приводит к интенсивному, но контролируемому структурообразованию и твердению вяжущего. В результате, сокращение сроков схватывания получаемого шлакощелочного вяжущего составляет от 39,7 до 51 % (начало схватывания) и от 12,5 до 27 % (конец схватывания).

#### Пример 1

В примере 1 раскрыт способ получения шлакощелочного вяжущего при % соотношении компонентов сырьевой смеси:

- доменный гранулированный шлак	76,8
- цитрогипс	1,5
- щелочной активатор, едкий натр NaOH	3,9
- вода	17,8

На первом этапе осуществляют помол доменного гранулированного шлака до

удельной поверхности 345 м<sup>2</sup>/кг, затем смешают 1628 кг помолотого шлака с 31,8 кг цитрогипса в течение 1,5-2 мин до однородного состояния; далее подготавливают щелочной активатор путем смешения 377 кг воды и 82,6 кг едкого натра NaOH до полного растворения твердой фазы; далее осуществляют смешивание компонентов: твердофазного компонента и свежеприготовленного щелочного активатора путем введения щелочного активатора в твердофазный компонент в течение 3 мин и одновременного перемешивания смеси до получения однородной суспензии.

Пример 2

В примере 2 раскрыт способ получения шлакощелочного вяжущего при % соотношении компонентов сырьевой смеси:

- доменный гранулированный шлак	76,3
- цитрогипс	2
- щелочной активатор, едкий натр NaOH	3,9
- вода	17,8

На первом этапе осуществляют помолот доменного гранулированного шлака до удельной поверхности 345 м<sup>2</sup>/кг, затем смешают 1602 кг помолотого шлака с 42 кг цитрогипса в течение 1,5-2 мин до однородного состояния; далее подготавливают щелочной активатор путем смешения 374 кг воды и 81,9 кг едкого натра NaOH до полного растворения твердой фазы; далее осуществляют смешивание компонентов: твердофазного компонента и свежеприготовленного щелочного активатора путем введения щелочного активатора в твердофазный компонент в течение 3 мин и одновременного перемешивания смеси до получения однородной суспензии.

Пример 3

В примере 3 раскрыт способ получения шлакощелочного вяжущего при % соотношении компонентов сырьевой смеси:

- доменный гранулированный шлак	75,8
- цитрогипс	2,5
- щелочной активатор, едкий натр NaOH	3,9
- вода	17,8

На первом этапе осуществляют помолот доменного гранулированного шлака до удельной поверхности 345 м<sup>2</sup>/кг, затем смешают 1584 кг помолотого шлака с 52,2 кг цитрогипса в течение 1,5-2 мин до однородного состояния; далее подготавливают щелочной активатор путем смешения 372 кг воды и 81,5 кг едкого натра NaOH до полного растворения твердой фазы; далее осуществляют смешивание компонентов: твердофазного компонента и свежеприготовленного щелочного активатора путем введения щелочного активатора в твердофазный компонент в течение 3 мин и одновременного перемешивания смеси до получения однородной суспензии.

В таблице 2 приведены характеристики предлагаемых сырьевых смесей для шлакощелочного вяжущего.

Таблица 2

Характеристики предлагаемых сырьевых смесей для шлакощелочного вяжущего

Компонентный состав, мас. %	
-----------------------------	--

№ состава смеси по примеру	Доменный гранулированный шлак	Щелочной активатор	Цитрогипс	Вода	Сроки схватывания, мин		Предел прочности при сжатии, МПа
					начало	конец	
					1	76,8	
2	76,3	3,9	2	17,8	43	83	30,4
3	75,8	3,9	2,5	17,8	38	76	28,7

Таким образом, из примеров видно, что заявленные технические решения решают поставленную задачу расширения арсенала средств путем разработки сырьевой смеси и способа получения шлакощелочного вяжущего с использованием заявленной сырьевой смеси.

#### (57) Формула изобретения

1. Сырьевая смесь для шлакощелочного вяжущего, включающая компоненты: доменный гранулированный шлак с удельной поверхностью  $345 \text{ м}^2/\text{кг}$ , цитрогипс с удельной поверхностью  $290 \text{ м}^2/\text{кг}$ , щелочной активатор – едкий натр NaOH и воду при следующих массовых соотношениях компонентов, масс. %:

– доменный гранулированный шлак	75,8-76,8
– цитрогипс	1,5-2,5
– щелочной активатор, едкий натр NaOH	3,9
– вода	остальное

2. Способ получения шлакощелочного вяжущего с использованием сырьевой смеси по п. 1, включающий сухой помол доменного гранулированного шлака с удельной поверхностью  $345 \text{ м}^2/\text{кг}$  в количестве 75,8-76,8 масс. %; получение твердофазного компонента путем добавления к помолотому шлаку цитрогипса с удельной поверхностью  $290 \text{ м}^2/\text{кг}$  в количестве 1,5-2,5 масс. % и смешения компонентов до однородности в течение 1,5-2 мин; затем подготавливают щелочной активатор путем смешения едкого натра NaOH в количестве 3,9 масс. % и воды до полного растворения твердого компонента; далее осуществляют смешивание компонентов: твердофазного компонента и свежеприготовленного щелочного активатора путем введения щелочного активатора в твердофазный компонент в течение 3 мин и одновременного перемешивания смеси до получения однородной суспензии.