

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(21) **202390219** (13) **A1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки  
**2023.07.17**

(22) Дата подачи заявки  
**2023.01.11**

(51) Int. Cl. **E02D 3/12** (2006.01)  
**C04B 28/00** (2006.01)  
**C04B 28/04** (2006.01)  
**C04B 28/24** (2006.01)  
**C04B 111/20** (2006.01)

---

(54) **СОСТАВ ДЛЯ УКРЕПЛЕНИЯ ГРУНТА**

---

(96) **2023000002 (RU) 2023.01.11**

(71) Заявитель:  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ "ПЕТЕРБУРГСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ  
СООБЩЕНИЯ ИМПЕРАТОРА  
АЛЕКСАНДРА I" (ФГБОУ ВО  
ПГУПС) (RU)**

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

---

(57) Изобретение относится к строительным материалам и может быть рекомендовано для укрепления грунтов при устройстве дорожных оснований. Технический результат - создание состава, обеспечивающего повышение прочности на сжатие, прочности на растяжение при изгибе и повышение морозостойкости укрепленного грунта. Состав для укрепления грунта состоит из смеси, содержащей, мас. %: песчаный грунт - 84,1-85,0; портландцемент - 5,3-5,6; доменный шлак с величиной удельной поверхности  $S_{уд.} = 320 \text{ м}^2/\text{кг}$ ; основной фазой которого являются кальций-магниевые силикаты,  $2\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$ ;  $2\text{CaO}\cdot\text{MgO}\cdot 2\text{SiO}_2$  - 2,6-2,8, активатор с насыпной плотностью  $D=0,85 \text{ г}/\text{см}^3$ , значением водородного показателя pH 5,5, состоящий из следующих компонентов, мас. %: глиноземистый цемент - 57,7-58,5; поликарбоксилатный сополимер - 28,2-28,8; нитрат кальция - 13,3-13,5, - 1,2-1,3, и химическую добавку, представленную водным раствором с плотностью  $\rho = 1,022 \text{ г}/\text{см}^3$ , значением водородного показателя pH 6,0, состоящую из следующих компонентов, мас. %: поликарбоксилатного полимера на основе ангидрида малеиновой кислоты - 62,5-63,5 и нанодисперсий диоксида  $\text{SiO}_2$ , используемых в виде золя гидроксида кремния,  $\text{SiO}_2\cdot n\text{H}_2\text{O}$ , - 36,5-37,5, - 0,9-1,0, и воду - 5,0-5,2.

---

**A1**

**202390219**

**202390219**

**A1**

МПК E01C 3/04  
E01C 7/36  
E01C 21/00  
E02D 3/12  
C04B 28/00  
C04B 111/20

## **СОСТАВ ДЛЯ УКРЕПЛЕНИЯ ГРУНТА.**

Изобретение относится к строительным материалам и может быть рекомендовано для укрепления грунтов при устройстве дорожных оснований и строительных площадок.

Известен состав для укрепления грунта, состоящий из следующих компонентов, мас. %: цемент 5-15; отход термической утилизации нефтешлаков-золошлак плотностью от 1,2 до 1,6 кг/дм<sup>3</sup> 30-40; минеральный наполнитель 0-30; торфяной сорбент 2-4; буровой шлак плотностью от 1,3 до 1,8 кг/дм<sup>3</sup> - остальное (RU №2541009, E01C 3/04, C04B 28/00; C04B 111/20, 24.06.2013).

Недостатками данного технического решения являются: недостаточная прочность на сжатие и на растяжение при изгибе и низкая морозостойкость.

Известен состав для укрепления грунта, состоящий из следующих компонентов, мас. %: гипс – 35-42; известь – 17-23; цемент 9-14; доменный шлак – 9-14; базальтовые волокна – 0,1-1,0; сажа – 17-22. (RU №2281356, E01C 7/36, E02D 3/12 03.02.2005).

Недостатками данного технического решения являются: недостаточная прочность на сжатие и на растяжение при изгибе и низкая морозостойкость.

Наиболее близким по технической сущности к заявляемому изобретению является состав для укрепления грунта, состоящий из следующих компонентов, мас. %: грунт – 40-60; самораспадающийся доменный шлак – 20-30; молотый портландцементный клинкер – 3-5; карбонатная пыль це-

ментного производства – 3-5; вода - остальное (RU №990933, E01C 21/00, 23.01.1983).

Недостатками данного технического решения являются: недостаточная прочность на сжатие и на растяжение при изгибе и низкая морозостойкость.

Задачей, на решение которой направлено изобретение, является создание состава для укрепления грунта, отличающегося созданием грунта с повышенной прочностью на сжатие, прочностью на растяжение при изгибе и повышенной морозостойкостью.

Поставленная задача в предлагаемом решении достигается тем, что состав для укрепления грунта содержит грунт, вяжущее, воду. Новым по сравнению с составом, выбранным за прототип, является то, что состав включает грунт, представленный песком, в качестве вяжущего содержит портландцемент, дополнительно содержит тонкомолотый доменный шлак с величиной удельной поверхности  $S_{уд.} = 320 \text{ м}^2/\text{кг}$ , основной фазой которого являются кальций-магниево-силикатные силикаты,  $2\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ ;  $2\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2$ , активатор твердения, представленный тонкодисперсным порошком с насыпной плотностью  $D = 0,85 \text{ г/см}^3$ , значением водородного показателя  $\text{pH} = 5,5$ , состоящим из глиноземистого цемента, поликарбоксилатного сополимера на основе альфа-аллила-омега-эфира метоксиполиэтиленгликоля ангидрида малеиновой кислоты с насыпной плотностью  $D = 0,55 \text{ г/см}^3$ , значением водородного показателя  $\text{pH} = 4,5$  и нитрата кальция,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , при следующем соотношении компонентов, мас. %:

– указанный цемент	–	57,7-58,5
– указанный поликарбоксилатный сополимер	–	28,2-28,8
– нитрат кальция	–	13,3-13,5,

дополнительно содержит комплексную химическую добавку, представленную водным раствором с плотностью  $\rho = 1,022 \text{ г/см}^3$  и значением водородного показателя  $\text{pH} = 6,0$ , состоящую из водного раствора поликар-

боксилатного сополимера на основе ангидрида малеиновой кислоты с плотностью  $\rho = 1,021 \text{ г/см}^3$ , значением водородного показателя  $\text{pH} = 7,0$  и нанодисперсий диоксида кремния,  $\text{SiO}_2$ , используемых в виде золя гидроксида кремния  $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  с плотностью  $\rho = 1,024 \text{ г/см}^3$ , значением водородного показателя  $\text{pH}=3,2$  при следующем соотношении активатор твердения, представленный тонкодисперсным порошком с насыпной плотностью  $D = 0,85 \text{ г/см}^3$ , значением водородного показателя  $\text{pH} = 5,5$ , состоящим из глиноземистого цемента, поликарбоксилатного сополимера на основе альфа-аллила-омега-эфира метоксиполиэтиленгликоля ангидрида малеиновой кислоты с насыпной плотностью  $D = 0,55 \text{ г/см}^3$ , значением водородного показателя  $\text{pH}=4,5$  и нитрата кальция,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , при следующем соотношении компонентов, мас. %:

– указанный цемент	–	57,7-58,5
– указанный поликарбоксилатный сополимер	–	28,2-28,8
– нитрат кальция	–	13,3-13,5,

дополнительно содержит комплексную химическую добавку, представленную водным раствором с плотностью  $\rho = 1,022 \text{ г/см}^3$  и значением водородного показателя  $\text{pH} = 6,0$ , состоящую из водного раствора поликарбоксилатного сополимера на основе ангидрида малеиновой кислоты с плотностью  $\rho = 1,021 \text{ г/см}^3$ , значением водородного показателя  $\text{pH} = 7,0$  и нанодисперсий диоксида кремния,  $\text{SiO}_2$ , используемых в виде золя гидроксида кремния  $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  с плотностью  $\rho = 1,024 \text{ г/см}^3$ , значением водородного показателя  $\text{pH}=3,2$  при следующем соотношении компонентов, мас. %:

– указанный поликарбоксилатный сополимер	–	62,5-63,5
– указанные нанодисперсии	–	36,5-37,5,

при следующем соотношении компонентов укрепляемого грунта, мас. %:

– указанный грунт	–	84,1-85,0
– портландцемент	–	5,3-5,6
– указанный шлак	–	2,6-2,8

– указанный активатор твердения	–	1,2-1,3
– указанная комплексная химическая добавка	–	0,9-1,0
– вода	–	5,0-5,2.

Экспериментально установлено, что использование тонкомолотого доменного шлака, основной фазой которого являются кальций-магниево-силикатные соединения, что является благоприятным, так как в присутствии портландцемента и указанного активатора он достаточно активно, начиная с раннего возраста (3-7 суток), начинает проявлять гидратационную активность в результате выделения большого количества в системе укрепляемого грунта, обусловленного повышенной гидратационной активностью портландцемента в присутствии активатора, состоящего из глиноземистого цемента, поликарбоксилатного сополимера и нитрата кальция, при дополнительном использовании нанополимерной комплексной химической добавки. Совместное присутствие в системе на основе грунта активатора и комплексной химической добавки обеспечивает суперпластифицирующий эффект, сопровождающийся повышенной реакционной активностью системы укрепляемого грунта, в результате которого происходит образование повышенного количества комплексных гидратных соединений, оказывающих положительное влияние на уплотнение формирующейся структуры укрепляемого грунта.

При гидратации доменного шлака образуются комплексные кальций-магниево-силикатные гидратные соединения, которые характеризуются повышенной прочностью и, в основном, кристаллизуются в виде удлиненных призм или волокон, оказывая положительное влияние на повышение прочности на растяжение при изгибе. Использование комплексной химической добавки, в состав которой входят реакционно-активные нанодисперсии диоксида кремния,  $\text{SiO}_2$ , которые дополнительно вступают в реакции синтеза с продуктами гидратации портландцемента и обеспечивают образование, преимущественно, низкоосновных гидросиликатов кальция, которые характе-

ризуются повышенной твердостью, прочностью и кристаллизующихся в виде удлиненных волокон, придавая укрепляемому грунту улучшенную трещиностойкость в результате повышения прочности на растяжение при изгибе.

На дату подачи заявки, по мнению авторов и заявителя, заявленный состав для укрепления грунта не известен и данное техническое решение обладает «мировой новизной».

Заявляемая совокупность существенных признаков проявляет новое свойство при совместном использовании портландцемента, тонкомолотого доменного шлака с величиной удельной поверхности,  $S_{уд.}=320 \text{ м}^2/\text{кг}$ , основной фазой которого являются кальций-магниево-силикатные  $2\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$ ,  $2\text{CaO}\cdot\text{MgO}\cdot 2\text{SiO}_2$ , тонкодисперсного активатора с величиной насыпной плотности  $D=0,85 \text{ г}/\text{см}^3$ , значением водородного показателя  $\text{pH}=5,5$ , состоящим из глиноземистого цемента, поликарбоксилатного сополимера альфа-аллила-омега-эфира метоксиполиэтиленгликоля ангидрида малеиновой кислоты с насыпной плотностью  $D = 0,55 \text{ г}/\text{см}^3$ , значением водородного показателя  $\text{pH}=4,5$  и нитрата кальция,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  и комплексной химической добавки, представленной водным раствором с плотностью  $\rho=1,022 \text{ г}/\text{см}^3$ , значением водородного показателя  $\text{pH}=6,0$ , состоящей из водного раствора поликарбоксилатного полимера на основе ангидрида малеиновой кислоты и нанодисперсий диоксида кремния,  $\text{SiO}_2$ , используемых в виде золя гидроксида кремния,  $\text{SiO}_2\cdot n\text{H}_2\text{O}$ , состоящее в уплотнении формирующейся структуры укрепляемого грунта, повышении его трещиностойкости в результате повышения прочности на сжатие и в большей степени повышения прочности на растяжение при изгибе. В результате повышенной гидратационной активности компонентов укрепляемого грунта и повышенного пластифицирующего эффекта, который обеспечивается в результате совместного присутствия активатора и комплексной химической добавки, укрепленный грунт отличается повышенной

прочностью на сжатие, прочностью на растяжение при изгибе и повышенной морозостойкостью.

По мнению заявителя и авторов, заявляемое изобретение соответствует критерию охраноспособности- изобретательский уровень.

Заявляемое изобретение промышленно применимо и может быть использовано для укрепления грунтов при устройстве дорожных оснований и строительных площадок.

Пример конкретного выполнения.

Готовят состав для укрепления грунта следующим образом:

1. Приготовление активатора, представленного тонкодисперсным порошком с насыпной плотностью  $D=0,85 \text{ г/см}^3$ , значением водородного показателя  $pH=5,5$ .

1.1. Дозируют глиноземистый цемент;

1.2. Дозируют поликарбоксилатный полимер на основе  $\alpha$ -аллила- $\omega$ -эфира метоксиполиэтиленгликоля-ангидрида малеиновой кислоты с насыпной плотностью  $D=0,55 \text{ г/см}^3$ , значением водородного показателя  $pH=4,5$ ;

1.3. Дозируют нитрат кальция,  $Ca(NO_3)_2$

1.4. Компоненты, отдозированные по п.п. 1.1. -1.3. транспортируют в смеситель лопастной и тщательно перемешивают до получения однородной дисперсной системы. Приготовленный активатор транспортируют в накопительную емкость.

2. Приготовление комплексной химической добавки с плотностью  $\rho=1,022 \text{ г/см}^3$ , значением водородного показателя  $pH=6,0$ .

2.1. Дозируют водный раствор ангидрида малеиновой кислоты с плотностью  $\rho=1,021 \text{ г/см}^3$ , значением водородного показателя  $pH=7,0$ .

2.2. Дозируют нанодисперсии диоксида кремния, используемые в виде золя гидродоксида кремния  $SiO_2 \cdot nH_2O$  с плотностью  $\rho=1,024 \text{ г/см}^3$ , значением водородного показателя  $pH=3,2$ .

2.3. Компоненты, отдозированные по п.п. 2.1.-2.2. транспортируют в смеситель, где тщательно перемешивают в течение 20 минут и после этого осуществляют контроль плотности водного раствора добавки и значения водородного показателя рН, готовую к употреблению добавку транспортируют в накопительную емкость.

3. Укрепления грунта.

3.1. Грунт, представленный песком, тщательно взрыхляют при помощи фрейзерной машины.

3.2. Дозируют портландцемент.

3.3. Дозируют шлак.

3.4. Дозируют активатор.

3.5. Все компоненты, отдозированные по п.п. 3.2.-3.4. транспортируют в лопастной смеситель и тщательно перемешивают до получения однородной дисперсной смеси, которую равномерно распределяют по поверхности взрыхленного грунта;

3.6. Взрыхленный грунт с тонкодисперсной смесью, приготовленной по п. 3.5. тщательно перемешивают при помощи машины-тягача, оборудованного грунтовой фрезой.

3.7. Дозируют воду.

3.8. Дозируют комплексную химическую добавку, приготовленную по п. 2.3.

3.9. Добавку, отдозированную по п. 3.8. транспортируют в отдозированную по п. 3.7. воду и тщательно перемешивают, полученный водный раствор транспортируют и равномерно распределяют по поверхности взрыхленного грунта, смешанного с тонкодисперсной смесью, приготовленной по п.3.5.

3.10. Для осуществления равномерного увлажнения и активации, грунт, перемешанный с тонкодисперсной смесью, приготовленной по п.3.5., состоящей из портландцемента, тонкомолотого доменного шлака и



активатора, приготовленного по п. 1.4., увлажнённый водой с комплексной химической добавкой, приготовленной по п.3.9. тщательно перемешивают при помощи машины-тягача оборудованного грунтовой фрезой.

3.11. Подготовленный и активированный грунт в дальнейшем подвергают уплотнению при помощи грунтового катка и перед проведением уплотнения отбирают подготовленный состав для проведения физико-механических испытаний по определению прочности на сжатие, прочности на растяжение при изгибе и морозостойкости.

Для определения прочности на сжатие изготавливали образцы-цилиндры диаметром 70 мм и высотой 70 мм, методом прессования; для определения прочности на растяжение при изгибе изготавливали образцы – призмы размером 100×100×400 мм методом прессования; хранение и подготовка образцов к испытанию осуществлялась по ГОСТ 23558-94 «Смеси щебеночно-гравийно-песчаные и грунты, обработанные неорганическими вяжущими материалами, для дорожного и аэродромного строительства. Технические условия». Испытание образцов на прочность на сжатие, на прочность на растяжение при изгибе осуществлялось по ГОСТ 10180-2012 «Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам».

Для определения морозостойкости изготавливались образцы-цилиндры диаметром 70 мм и высотой 70 мм методом прессования. Хранение образцов и подготовка к испытанию также осуществлялось по ГОСТ 23558-94.

Морозостойкость укрепленного грунта определяли по ГОСТ 10060-2012(по 1-му методу) «Бетоны. Методы определения морозостойкости».

Составы для укрепления грунта представлены в таблице 1, физико-механические характеристики укрепленного грунта представлены в таблице 2.

По результатам исследований, представленным в таблице 2, установлено, что прочность на сжатие увеличивается в 2,23 раза, прочность на рас-

тяжение при изгибе увеличивается в 2,68 раза и морозостойкость повышается в 3,75 раза.

Таблица 1

№п/п	Состав, мас. %														
	Грунт (по прототипу)	Песчаный грунт (по изобретению)	Доменный шлак		Карбонатная пыль цементного производства (прототип)	Портландцемент (изобретение)	Молотый портландцементный клинкер (прототип)	Активатор твердения D = 0,85 г/см <sup>3</sup> , рН = 5,5				Комплексная химическая добавка, с ρ = 1,022 г/см <sup>3</sup> , рН=6,0			Вода
			Самораспадающийся (по прототипу)	Тонкомолотый с S <sub>уд.</sub> = 320 м <sup>2</sup> /кг (по изобретению)				Количество, мас.%	Состав, мас. %			Количество, мас.%	Состав, мас. %		
									Глиноземистый цемент	Поликарбонатный сополимер, D=0,55 г/см <sup>3</sup> , рН=4,5	Нитрат кальция, Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>		Поликарбонатный сополимер, ρ = 1,021 г/см <sup>3</sup> , рН=7,0	Нанодисперсия SiO <sub>2</sub> в виде золя SiO <sub>2</sub> ·nH <sub>2</sub> O с ρ = 1,024 г/см <sup>3</sup> , рН=3,2	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Прототип															
1	50	–	25	–	4	–	4	–	–	–	–	–	–	–	17
По изобретению															
2	–	84,1	–	2,8	–	5,6	–	1,30	57,7	28,8	13,5	1,0	62,5	37,5	5,2
3	–	84,1	–	2,8	–	5,6	–	1,30	58,1	28,5	13,4	1,0	63,0	37,0	5,2
4	–	84,1	–	2,8	–	5,6	–	1,30	58,5	28,2	13,3	1,0	63,5	36,5	5,2
5	–	84,55	–	2,7	–	5,45	–	1,25	57,7	28,8	13,5	0,95	62,5	37,5	5,1
6	–	84,55	–	2,7	–	5,45	–	1,25	58,1	28,5	13,4	0,95	63,0	37,0	5,1
7	–	84,55	–	2,7	–	5,45	–	1,25	58,5	28,2	13,3	0,95	63,5	36,5	5,1
8	–	85,0	–	2,6	–	5,30	–	1,20	57,7	28,8	13,5	0,9	62,5	37,5	5,0
9	–	85,0	–	2,6	–	5,30	–	1,20	58,1	28,5	13,4	0,9	63,0	37,0	5,0
10	–	85,0	–	2,6	–	5,30	–	1,20	58,5	28,2	13,3	0,9	63,5	36,5	5,0

Таблица 2

№ состава из табли- цы №1	Прочность на сжатие, МПа	Прочность на растяжение при изгибе, МПа	Морозостойкость, цикл
1	2	3	4
Прототип			
1	5,2	0,97	20
Изобретение			
2	11,4	2,58	75
3	11,4	2,58	75
4	11,4	2,58	75
5	11,6	2,60	75
6	11,6	2,60	75
7	11,6	2,60	75
8	11,5	2,59	75
9	11,5	2,59	75
10	11,5	2,59	75

## Формула изобретения

Состав для укрепления грунта, содержащий грунт, вяжущее и воду, отличающейся тем, что содержит грунт, представленный песком, в качестве вяжущего содержит портландцемент, дополнительно содержит тонкомолотый доменный шлак с величиной удельной поверхности  $S_{уд.}=320\text{м}^2/\text{кг}$ , основной фазой которого являются кальций-магниево-силикатные силикаты:  $2\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$ ;  $2\text{CaO}\cdot\text{MgO}\cdot 2\text{SiO}_2$ ; активатор твердения, представленный тонкодисперсным порошком с насыпной плотностью  $D = 0,85 \text{ г/см}^3$ , значением водородного показателя  $\text{pH} = 5,5$ , состоящим из глиноземистого цемента, поликарбоксилатного сополимера на основе альфа-аллила-омега-эфира метоксиполиэтиленгликоля ангидрида малеиновой кислоты с насыпной плотностью  $D = 0,55 \text{ г/см}^3$ , значением водородного показателя  $\text{pH}=4,5$  и нитрата кальция,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , при следующем соотношении компонентов, мас. %:

– указанный цемент	–	57,7-58,5;
– указанный поликарбоксилатный сополимер	–	28,2-28,8;
– нитрат кальция	–	13,3-13,5,

дополнительно содержит комплексную химическую добавку, представленную водным раствором с плотностью  $\rho = 1,022 \text{ г/см}^3$  и значением водородного показателя  $\text{pH} = 6,0$ , состоящую из водного раствора поликарбоксилатного сополимера на основе ангидрида малеиновой кислоты с плотностью  $\rho = 1,021 \text{ г/см}^3$ , значением водородного показателя  $\text{pH} = 7,0$  и нанодисперсий диоксида кремния,  $\text{SiO}_2$ , используемых в виде золя гидроксида кремния  $\text{SiO}_2\cdot n\text{H}_2\text{O}$  с плотностью  $\rho = 1,024 \text{ г/см}^3$ , значением водородного показателя  $\text{pH}=3,2$  при следующем соотношении компонентов, мас. %:

– указанный поликарбоксилатный сополимер	–	62,5-63,5;
– указанные нанодисперсии	–	36,5-37,5,

при следующем соотношении компонентов укрепляемого грунта, мас. %:

– указанный грунт	–	84,1-85,0;
– портландцемент	–	5,3-5,6;
– указанный шлак	–	2,6-2,8;

- указанный активатор твердения – 1,2-1,3;
- указанная комплексная химическая добавка – 0,9-1,0;
- вода – 5,0-5,2.

**ОТЧЕТ О ПАТЕНТНОМ ПОИСКЕ**  
(статья 15(3) ЕАПК и правило 42 Патентной инструкции к ЕАПК)

Номер евразийской заявки:  
**202390219**

**А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ:**

**E02D 3/12 (2006.01)**  
C04B 28/00 (2006.01)  
C04B 28/04 (2006.01)  
C04B 28/24 (2006.01)  
C04B 111/20 (2006.01)

Согласно Международной патентной классификации (МПК)

**Б. ОБЛАСТЬ ПОИСКА:**

Просмотренная документация (система классификации и индексы МПК)

B82Y 30/00, C04B 14/00, 16/00, 18/14, 22/08, 24/04, 24/26, 28/00, 28/04, 28/06, 28/08, 28/24, E01C 3/04, 7/36, 21/00, 41/63, 41/68, 111/20, 111/72, E02D 3/12

Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если, возможно, используемые поисковые термины)  
ЕАПАТИС, Espacenet, Google Patents

**В. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ**

Категория*	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
A, D	SU 990933 A1 (ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ДОРОЖНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ) 1983.01.23, весь документ	1
A	RU 2771688 C1 (ПАО «СЕВЕРСТАЛЬ») 2022.05.11, весь документ	1
A	RU 2759620 C1 (ООО «ЭКОРЕЦИКЛИНГ») 2021.11.16, весь документ	1
A	JPH 06145662 A (NIPPON CHEMICAL IND и др.) 1994.05.27, весь документ	1
A	KR 100940802 B1 (CHOI SUNG HEE и др.) 2010.02.05, весь документ	1

последующие документы указаны в продолжении

\* Особые категории ссылочных документов:

«А» - документ, определяющий общий уровень техники  
«D» - документ, приведенный в евразийской заявке  
«E» - более ранний документ, но опубликованный на дату подачи евразийской заявки или после нее  
«O» - документ, относящийся к устному раскрытию, экспонированию и т.д.  
"P" - документ, опубликованный до даты подачи евразийской заявки, но после даты испрашиваемого приоритета"

«Т» - более поздний документ, опубликованный после даты приоритета и приведенный для понимания изобретения  
«X» - документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий новизну или изобретательский уровень, взятый в отдельности  
«Y» - документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий изобретательский уровень в сочетании с другими документами той же категории  
«&» - документ, являющийся патентом-аналогом  
«L» - документ, приведенный в других целях

Дата проведения патентного поиска: **21/03/2023**

Уполномоченное лицо:  
Начальник отдела механики,  
физики и электротехники

 Д.Ф. Крылов