



(51) МПК
E21F 15/00 (2006.01)
C04B 18/04 (2006.01)
C04B 28/04 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
E21F 15/005 (2021.02); *C04B 18/0427* (2021.02); *C04B 28/04* (2021.02)

(21)(22) Заявка: 2020133308, 09.10.2020

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
 09.10.2020

Дата регистрации:
 13.05.2021

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 09.10.2020

(45) Опубликовано: 13.05.2021 Бюл. № 14

Адрес для переписки:
 308015, Белгородская обл., г. Белгород, ул.
 Победы, 85, НИУ "БелГУ" ОИС, Шевцовой
 И.В.

(72) Автор(ы):

Рубашкина Татьяна Ивановна (RU),
 Костина Мария Александровна (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 2377412 C1, 27.12.2009. RU
 2607329 C1, 10.01.2017. SU 662734 A1, 15.05.1979.
 US 5263797 A1, 23.11.1993.

(54) Твердеющая закладочная смесь

(57) Реферат:

Изобретение относится к горной промышленности, а именно к твердеющим закладочным смесям, может быть использовано при подземной разработке полезных ископаемых с закладкой выработанного пространства. Технический результат заключается в снижении расхода портландцемента при сохранении соответствующей прочности на сжатие и требуемой растекаемости закладочной смеси. Твердеющая закладочная смесь включает, мас.

%: комплексный заполнитель 55,5-70,0, портландцемент 13,0-19,4, вода - остальное, при этом комплексный заполнитель включает: некондиционный очень тонкий природный песок с модулем крупности менее 0,7 и повышенным, более 15 %, содержанием глинистых и пылевидных частиц, мас. % 60-95, остальное - отсев доменного металлургического шлака фракции 0-5 мм. 1 табл.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
E21F 15/00 (2006.01)
C04B 18/04 (2006.01)
C04B 28/04 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
E21F 15/005 (2021.02); *C04B 18/0427* (2021.02); *C04B 28/04* (2021.02)

(21)(22) Application: **2020133308, 09.10.2020**

(24) Effective date for property rights:
09.10.2020

Registration date:
13.05.2021

Priority:

(22) Date of filing: **09.10.2020**

(45) Date of publication: **13.05.2021 Bull. № 14**

Mail address:

**308015, Belgorodskaya obl., g. Belgorod, ul.
Pobedy, 85, NIU "BelGU" OIS, Shevtsovoj I.V.**

(72) Inventor(s):

**Rubashkina Tatyana Ivanovna (RU),
Kostina Mariya Aleksandrovna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe avtonomnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Belgorodskij gosudarstvennyj
natsionalnyj issledovatel'skij universitet" (NIU
"BelGU") (RU)**

(54) **HARDENING FILLING MIXTURE**

(57) Abstract:

FIELD: mining industry.

SUBSTANCE: invention relates to the mining industry, namely to hardening filling mixtures, can be used in underground mining with backfilling of worked-out space. The hardening filling mixture includes, by weight, %: complex aggregate 55.5-70.0, Portland cement 13.0-19.4, water - the rest, while the complex aggregate includes: substandard very fine natural sand

with a fineness modulus of less than 0.7 and increased, more than 15%, the content of clay and dust particles, wt. % 60-95, the rest is screening of blast-furnace metallurgical slag of fraction 0-5 mm.

EFFECT: reduced consumption of Portland cement while maintaining the appropriate compressive strength and the required spreadability of the filling mixture.

1 cl, 1 tbl

C 1
2 7 4 7 7 5 3
R U

R U
2 7 4 7 7 5 3
C 1

Изобретение относится к горной промышленности, а именно к твердеющим закладочным смесям, может быть использовано при подземной разработке полезных ископаемых с закладкой выработанного пространства твердеющей закладочной смесью на основе некондиционных очень тонких природных песков с модулем крупности менее 0,7 и повышенным, более 15%, содержанием глинистых и пылевидных частиц.

Некондиционные очень тонкие природные пески не используют в строительстве в качестве заполнителей для цементных бетонов и растворов, так как не соответствуют требованиям п. 4.2.5 ГОСТ 8736-2014. Ограничения по модулю крупности и содержанию глинистых и пылевидных частиц в заполнителе связаны с тем, что с повышением дисперсности заполнителя увеличивается суммарная удельная поверхность его зерен, то есть увеличивается площадь сцепления зерен заполнителя с цементной матрицей, что вызывает соответствующее увеличение расхода воды для смачивания возросшей поверхности зерен и расхода портландцемента для сохранения проектной прочности твердеющих смесей. К снижению прочности твердеющих смесей приводит и повышенное содержание глинистых и пылевидных частиц в песке. Это объясняется тем, что пылевидные и глинистые частицы обволакивают зерна песка, тем самым снижая прочность сцепления (адгезию) песка с цементом (Баженов Ю. М. Технология бетона / Ю.М. Баженов. - М.: Изд-во АСВ. - 2002. - 472 с.).

Твердеющие цементно-песчаные закладочные смеси близки к растворам и бетонам по своему составу, поскольку при их изготовлении применяются: вяжущее - портландцемент, заполнитель - песок, вода и, при необходимости, химические и минералогические добавки, однако закладочные смеси имеют специфические особенности, которые позволяют использовать для их приготовления некондиционные заполнители.

Во-первых, для транспортирования закладочных смесей на значительные расстояния - до 3 км по трубопроводу в самотечном режиме, требуется более высокая подвижность закладочных смесей - не менее 220 мм по расплыву конуса на вискозиметре Суттарда.

Во-вторых, в зависимости от применяемой на горном предприятии технологии закладочных работ требуемая прочность твердеющей закладки характеризуется сравнительно невысокими значениями - от 0,5 до 10 МПа, следовательно, такую прочность можно обеспечить и при использовании некондиционных заполнителей, но с повышенным расходом портландцемента. Поэтому задача снижения расхода портландцемента в случае использования в составах закладочных смесей некондиционных очень тонких песков с модулем крупности менее 0,7 и повышенным, более 15%, содержанием глинистых и пылевидных частиц является актуальной.

Известна твердеющая закладочная смесь на основе мелкодисперсного заполнителя (патент РФ №2607329, опубликован 10.01.2017 г.), включающая хвосты обогащения руд - 1039-1246 кг/м³, цемент - 170-400 кг/м³ смеси, вода 500 л/м³ при дозированной подаче вяжущего, воды и их перемешивании, при этом осуществляют перемешивание вяжущего в виде цемента с водой и предварительно обезвоженным в гидроциклонах мелкодисперсным заполнителем - хвостами обогащения руд размером 0,15 мм, после чего полученный раствор подвергают гомогенизации и активации в импульсном гидроударно-кавитационном устройстве с частотой импульсов 5000-6000 имп/с. К недостаткам данной смеси можно отнести:

- сравнительно невысокая прочность твердеющей закладки при максимальном расходе цемента 400 кг/м³ в возрасте 28 и 90 суток - 3,1 МПа и 4,0 МПа соответственно;
- необходимость наличия специализированного оборудования для предварительного обезвоживания в гидроциклонах заполнителя, гомогенизации и активации раствора в

гидроударно-кавитационном устройстве, что значительно усложняет технологию приготовления твердеющей закладочной смеси.

Известна твердеющая закладочная смесь (патент РФ №2377412, опубликован 27.12.2009 г.), которая включает наполнитель, жидкое стекло натриевого, гипс, цемент, при этом в закладочную смесь дополнительно вводят флокулянт и мартито-гематитовую железную руду при соотношении компонентов смеси: жидкое стекло натриевого 20-22%; цемент 1-2%; гипс 1-2%; флокулянт 0,002-0,004%; руда железная мартито-гематитовая 1%; наполнитель остальное, при этом в качестве наполнителя она. содержит некондиционный очень тонкий природный песок с модулем крупности менее 0,7.

Недостатками данного состава являются:

- многокомпонентность состава твердеющей смеси, требующая усложнения технологической схемы ее приготовления, в связи с необходимостью дозирования и подачи компонентов;

- отсутствие данных о подвижности или растекаемости закладочной смеси; значения соотношения жидкой и твердой составляющих смеси - 0,21-0,22, приведенные в таблице 1 данного патента, не дают полного представления о растекаемости закладочной смеси при заявленном многокомпонентном составе.

Технической задачей предлагаемого изобретения является разработка состава твердеющей закладочной смеси, обеспечивающего прочность твердеющей закладки при сжатии не менее 4,0 МПа в возрасте 28 суток, 5 МПа в 90 суток и растекаемость по распылу конуса на вискозиметре Суттарда не менее 220 мм при условии применения некондиционных очень тонких природных песков с модулем крупности менее 0,7 и повышенным, более 15%, содержанием глинистых и пылевидных частиц, без использования дополнительного специализированного оборудования, предварительной подготовки исходных компонентов и увеличения расхода портландцемента.

Технический результат поставленной задачи достигается при сохранении прочности твердеющей закладки не менее 4 МПа в возрасте 28 суток и 5 МПа в 90 суток и растекаемости по распылу конуса на вискозиметре Суттарда не менее 220 мм при условии применения некондиционных очень тонких природных песков с модулем крупности менее 0,7 и повышенным, более 15%, содержанием глинистых и пылевидных частиц при сниженном расходе портландцемента, без использования дополнительного специализированного оборудования и предварительной подготовки исходных компонентов.

Для достижения технического результата предлагается оптимизировать гранулометрический состав некондиционных очень тонких природных песков с модулем крупности менее 0,7 и повышенным, более 15%, содержанием глинистых и пылевидных частиц, применяемых для приготовления твердеющих закладочных смесей в качестве наполнителя, в сторону укрупнения путем введения в его состав отсева доменного металлургического шлака фракции 0-5 мм без предварительной технологической подготовки (отсева, промывки, помола и т.д.), что приводит к снижению водопотребности полученного комплексного наполнителя и, как следствие, расхода портландцемента с обеспечением требуемой растекаемости закладочной смеси 220 мм и прочности твердеющей закладки не менее 4 МПа в возрасте 28 суток и 5 МПа в возрасте 90 суток.

Описание изобретения

Технический результат достигается путем предложенного состава закладочной смеси, включающего, мас. %:

1. комплексный наполнитель 55,5-70,0;

2. портландцемент 13,0-19,4;

3. вода - остальное,

при этом комплексный наполнитель включает некондиционный очень тонкий природный песок с модулем крупности менее 0,7 и повышенным, более 15%, содержанием глинистых и пылевидных частиц - 60-95 мас. %, остальное - отсев доменного металлургического шлака фракции 0-5 мм.

Предлагается оптимизировать качество некондиционных очень тонких природных песков с модулем крупности менее 0,7 и повышенным, более 15%, содержанием глинистых и пылевидных частиц до кондиционного состояния путем увеличения модуля крупности и снижения содержания в нем глинистых и пылевидных компонентов.

Увеличить модуль крупности песка можно отсевом тонкой фракции или введением крупной фракции. В случае применения тонких и очень тонких песков отсев тонкой фракции, содержание которой составляет 40-80%, нецелесообразен, поэтому выбран второй способ - введение в состав наполнителя «укрупняющего агента» - материала с более высоким модулем крупности, по истинной и насыпной плотности одного порядка с песком и не содержащего глинистых и пылевидных компонентов.

В результате лабораторных исследований физико-технических свойств и гранулометрического состава некондиционных наполнителей установлено, что отсев гранулированного доменного шлака фракции 0 -5 мм имеет значения истинной и насыпной плотности, сопоставимые с данными показателями некондиционных очень тонких природных песков, модуль крупности более 2,65, не содержит глинистых и пылевидных компонентов, имеет сравнительно невысокую стоимость, следовательно, может быть использован для оптимизации качества некондиционных очень тонких природных песков с модулем крупности менее 0,7 и повышенным, более 15%, содержанием глинистых и пылевидных частиц.

При условии использования в качестве наполнителя очень тонких природных песков с модулем крупности менее 0,7 и повышенным, более 15%, содержанием глинистых и пылевидных частиц, введение в состав наполнителя отсева доменного гранулированного шлака фракции 0-5 мм в количестве от 5 до 40 мас. % позволяет повысить модуль крупности полученного комплексного наполнителя до 1,42 и понизить содержание пылевидных и глинистых частиц до 10,89%. Данные параметры комплексного наполнителя соответствуют требованиям п. 4.2.5 ГОСТ 8736-2014 для мелкого кондиционного песка.

За счет повышения модуля крупности и снижения содержания глинистых и пылевидных частиц снижается водопотребность комплексного наполнителя, что позволяет разработать составы однородных закладочных смесей с требуемыми технологическими свойствами прочностью твердеющей закладки не менее 4 МПа в возрасте 28 суток и 5 МПа в 90 суток и растекаемостью не менее 220 мм по расплыву конуса на вискозиметре Сутгарда при сниженном расходе воды и портландцемента.

В предлагаемом изобретении улучшение технологических свойств твердеющей закладки при условии применения некондиционных очень тонких природных песков с модулем крупности менее 0,7 и повышенным, более 15%, содержанием глинистых и пылевидных частиц, достигается при использовании стандартной технологической схемы приготовления твердеющей закладочной смеси, предусматривающей подачу наполнителя и портландцемента без предварительной подготовки (сушки, помола, отмыва и т.д.), что значительно снижает денежные затраты на изготовление больших объемов закладочных смесей.

Основные физико-технические свойства некондиционного очень тонкого природного

песка и отсева доменного металлургического шлака фракции 0-5 мм - гранулометрический состав, модуль крупности, содержание глинистых и пылевидных частиц, истинную и насыпную плотность определяли в аттестованной испытательной лаборатории НИУ «БелГУ» по методикам ГОСТ 8735-88.

5 Для примера приготовления твердеющей закладочной смеси были взяты следующие материалы:

- некондиционный очень тонкий природный песок с модулем крупности 0,6; истинной плотностью 2675 кг/м³; насыпной плотностью 1630 кг/м³; содержанием глинистых и пылевидных частиц - 18,29%;

10 - отсев доменного металлургического шлака фракции 0-5 мм с модулем крупности 2,65; истинной плотностью 2700 кг/м³; насыпной плотностью 1490 кг/м³; без содержания глинистых и пылевидных частиц;

- портландцемент;

15 - вода.

Некондиционные очень тонкие природные пески и отсев гранулированного доменного шлака фракции 0-5 мм имеют близкие значения истинной плотности, что обеспечивает получение составов не расслаивающихся закладочных смесей.

20 Для приготовления оптимизированного комплексного заполнителя в состав очень тонкого природного песка с модулем крупности 0,6 и содержанием глинистых и пылевидных частиц 18,29% вводят отсев доменного металлургического шлака фракции 0-5 мм с модулем крупности 2,65 в количестве от 5 до 40% от массы заполнителя с градацией в 5% и после тщательного перемешивания определяют гранулометрический состав, модуль крупности, содержание глинистых и пылевидных частиц, истинную и насыпную плотность каждого полученного состава.

25 В результате установлено, что введение в состав комплексного заполнителя отсева гранулированного доменного шлака фракции 0-5 мм в количестве 5-40% от массы заполнителя позволяет увеличить модуль крупности оптимизированного заполнителя от 0,60 до 1,42, что соответствует мелкому песку по ГОСТ 8736-2014, и снизить содержание глинистых и пылевидных частиц с 18,29 до 10,89%.

30 Для определения влияния оптимизации некондиционных очень тонких природных песков на транспортабельные и прочностные свойства твердеющей закладки разработаны и исследованы в лабораторных условиях контрольный и экспериментальные составы твердеющей закладочной смеси. В качестве вяжущего для исследований использовали портландцемент со шлаком ЦЕМ II/A-III 32,5 Н класса 32,5, активностью в возрасте 28 суток 42,3 МПа.

35 Контрольный состав (К) - на основе некондиционного очень тонкого природного песка с модулем крупности 0,6 и содержанием пылевидных и глинистых частиц 18,29% с водоцементным отношением В/Ц=1,3, растекаемостью на вискозиметре Суттарда не менее 220 мм, прочностью при сжатии не менее 4 МПа после 28 суток и 5 МПа после 90 суток нормального твердения.

40 Экспериментальные составы (Э1-Э8) - на основе комплексного заполнителя, содержащего некондиционный очень тонкий природный песок - 60-95 мас. % и отсев гранулированного доменного шлака фракции 0-5 мм - от 5 до 40 мас. %, с водоцементным отношением В/Ц=1,3 растекаемостью на вискозиметре Суттарда не менее 220 мм, прочностью при сжатии не менее 4 МПа после 28 суток и 5 МПа после 90 суток нормального твердения.

Твердеющую смесь готовят стандартным способом: в смеситель сначала подают строго дозированные по массе твердые компоненты смеси - некондиционный очень

тонкий природный песок, отсеб доменного металлургического шлака фракции 0-5 мм и портландцемент, тщательно перемешивают, затем добавляют воду с учетом водоцементного отношения В/Ц=1,3 и снова перемешивают. Далее определяют растекаемость готовой закладочной смеси на вискозиметре Суттарда и плотность закладочной смеси для определения выхода смеси и корректировки рецептуры состава на 1 м³ готовой смеси. Для определения прочности из смеси каждого состава изготавливают образцы-кубы размером 70.7×70.7×70.7 мм, которые испытывают на одноосное сжатие после 28 и 90 суток нормального твердения с учетом поправочного коэффициента на размеры образца 0.85.

Рецептуры составов твердеющей закладочной смеси и ее технологические свойства при условии применения в качестве заполнителя только природного некондиционного очень тонкого песка с модулем крупности 0,6 и содержанием глинистых и пылевидных частиц 18,29 мас. % (К) и на оптимизированном комплексном заполнителе с содержанием отсева доменного металлургического шлака фракции 0-5 мм от 5% (Э1) до 40% (Э8) соответственно, приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Свойства твердеющей закладочной смеси на оптимизированном комплексном заполнителе

Шифр состава	Комплексный заполнитель					Портландцементный расход на 1 м ³		Прочность при сжатии, МПа, в возрасте, сут	
	Расход на 1 м ³ , %	Состав комплексного заполнителя, %		Модуль крупности	Содержание пылевидных и глинистых частиц, %	кг	%	28	90
		очень тонкий природный песок	отсев гранулированного доменного шлака фракции 0 – 5 мм						
К	53,0	100	0	0,60	18,29	380	20,5	4,0	5,4
Э1	55,5	95	5	0,70	17,37	361	19,4	4,1	5,6
Э2	57,8	90	10	0,80	16,46	343	18,3	4,3	5,8
Э3	60,1	85	15	0,91	15,54	326	17,4	4,5	5,8
Э4	62,2	80	20	1,01	14,63	309	16,4	4,7	5,6
Э5	64,2	75	25	1,11	13,71	294	15,6	4,9	5,6
Э6	66,1	70	30	1,21	12,80	279	14,7	4,6	5,8
Э7	67,9	75	35	1,32	11,89	265	14,0	4,6	5,7
Э8	70,0	60	40	1,42	10,89	252	13,0	4,4	5,8

Примечание: в контрольном и экспериментальных составах водоцементное отношение (В/Ц) равно 1,3.

За счет введения в состав комплексного заполнителя отсева гранулированного доменного шлака фракции 0-5 мм в количестве от 5 до 40% расход портландцемента снижается с 20,5 до 13,0%. При этом сохраняются транспортабельные свойства закладочной смеси растекаемость 220 мм, и обеспечивается заданная прочность твердеющей закладки - не менее 4 МПа в возрасте 28 суток и 5 МПа в 90 суток.

Введение в состав комплексного заполнителя гранулированного доменного шлака фракции 0-5 мм в количестве более 40% нецелесообразно, так как при сниженном расходе портландцемента не обеспечивается требуемая растекаемость 220 мм, происходит расслоение закладочной смеси, что негативно влияет на ее транспортирование по трубопроводу к месту укладки.

Для экономической оценки эффективности разработанных составов на оптимизированном комплексном заполнителе взяты рыночные цены на применяемые материалы, которые в зависимости от поставщика колеблются в следующих пределах: портландцемент от 3900 до 5100 руб./т; песок тонкий от 80 до 150 руб./т; отсев доменного металлургического шлака фракции 0-5 мм от 90 до 200 руб./т. Причем для контрольного состава в расчетах была применена минимальная цена для компонентов смеси: портландцемент от 3900 руб./т; песок тонкий от 80 руб./т, а в составах с отсевом доменного металлургического шлака фракции 0-5 мм - максимальная цена для всех компонентов смеси: портландцемент от 5100 руб./т; песок тонкий 150 руб./т; отсев доменного металлургического шлака фракции 0-5 мм 200 руб./т.

Численные расчеты показали, что стоимость твердых материалов (портландцемент, песок, отсев доменного металлургического шлака Фракции 0-5 мм), расходуемых на 1 м³ закладочной смеси, в контрольном составе (К, см. табл. 1) составляет 1550 руб., в составе Эб - 1206 руб., в составе Э8 - 1120 руб.

Несмотря на то, что стоимость 1 т отсева гранулированного доменного шлака, фракции 0-5 мм в среднем вдвое превышает стоимость 1 т очень тонкого природного песка, суммарная стоимость твердой части 1 м³ закладочной смеси при содержании отсева доменного металлургического шлака фракции 0-5 мм в заполнителе от 30 до 40 мас. %, снижается на 300-400 руб. Это объясняется тем, что стоимость 1 т самого «дешевого» портландцемента несоизмерима высока с ценами на песок и отсев доменного металлургического шлака фракции 0-5 мм. Экономия 7,5% портландцемента на каждый 1 м³ твердеющей закладочной смеси (состав Э8) с учетом объемов погашаемых пустот является существенной.

Вывод: поставленная техническая задача решена предлагаемым составом твердеющей закладочной смеси на основе комплексного заполнителя, состоящего из некондиционного очень тонкого природного песка с модулем крупности менее 0,7 и повышенным, более 15%, содержанием глинистых и пылевидных частиц, в который дополнительно вводят отсев доменного металлургического шлака фракции 0-5 мм без предварительной технологической подготовки (отсева, промывки, помола и т.д.), после чего добавляют портландцемент и воду при соотношении компонентов смеси, мас. %:

1. комплексный заполнитель 55,5-70,0;
2. портландцемент 13,0-19,4;
3. вода - остальное,

при этом комплексный заполнитель включает:
 - некондиционный очень тонкий природный песок с модулем крупности менее 0,7 и повышенным, более 15%, содержанием глинистых и пылевидных частиц, мас. % 60-95;
 - остальное - отсев доменного металлургического шлака фракции 0-5 мм.

(57) Формула изобретения

Твердеющая закладочная смесь, включающая, мас. %:

комплексный заполнитель	55,5-70,0
портландцемент	13,0-19,4
вода	остальное,

при этом комплексный заполнитель включает:
 некондиционный очень тонкий природный песок с модулем крупности менее 0,7 и повышенным, более 15 %, содержанием глинистых и пылевидных частиц, мас. % 60-95;
 остальное - отсев доменного металлургического шлака фракции 0-5 мм.