РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(19) **RU** (11) **2 872 309**(13) **C1**

(51) МПК
E21F 15/00 (2006.01)
E02D 3/00 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
E21F 15/00 (2026.08); E02D 3/00 (2026.08)

(21)(22) Заявка: **2026113926, 06.05.2026**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
06.05.2026

Дата регистрации:
20.10.2026

Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: **06.05.2026**

(45) Опубликовано: **20.10.2026** Бюл. № **29**

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

(72) Автор(ы):
Ермолович Елена Ахмедовна (RU),
Гавриш Владислав Олегович (RU),
Ермолович Олег Вячеславович (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 2769007 C1, 28.03.2022. RU 2073775 C1, 20.02.1997. RU2785603 C1, 09.12.2022. SU 985311 A1, 30.12.1982. US 3965051 A, 22.06.1976.**

(54) Состав для упрочнения массива рыхлых руд

(57) Реферат:

Изобретение относится к горной промышленности, а именно к составам для химического упрочнения массива горных пород и может быть использовано при добыче минерального сырья, при отработке неустойчивых массивов рыхлых руд. Состав для упрочнения массива рыхлых руд содержит карбамидную смолу и изометилтетрагидрофталевый ангидрид в соотношении компонентов, масс. %: карбамидная смола марки КФ-МТ-15 плотностью 1,418 г/см^3 - 89 и изометилтетрагидрофталевый ангидрид плотностью 1,216 г/см^3 - 11. Техническим результатом является разработка состава для упрочнения массива рыхлых руд для увеличения прочности неустойчивого массива горных пород, сложенного рыхлой рудой в первые сутки твердения для сохранения устойчивости пройденных в нем выработок. 2 табл.

RU 2872309 C1

RU 2872309 C1

RUSSIAN FEDERATION

FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 872 309**(13) **C1**

(51) Int. Cl.
E21F 15/00 (2006.01)
E02D 3/00 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(52) CPC
E21F 15/00 (2026.08); E02D 3/00 (2026.08)

(21)(22) Application: **2026113926, 06.05.2026**

(24) Effective date for property rights:
06.05.2026

Registration date:
20.10.2026

Priority:
(22) Date of filing: **06.05.2026**

(45) Date of publication: **20.10.2026** Bull. № **29**

Mail address:
308015, g. Belgorod, ul. Pobedy, 85, NIU "BelGU", Shevtsovoj I.V.

(72) Inventor(s):
Ermolovich Elena Akhmedovna (RU),
Gavrish Vladislav Olegovich (RU),
Ermolovich Oleg Viacheslavovich (RU)

(73) Proprietor(s):
federalnoe gosudarstvennoe avtonomnoe obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego obrazovaniia "Belgorodskii gosudarstvennyi natsionalnyi issledovatelskii universitet" (NIU "BelGU") (RU)

(54) COMPOSITION FOR STRENGTHENING MASSIF OF LOOSE ORES

(57) Abstract:

FIELD: mining industry.

SUBSTANCE: invention relates namely to compositions for chemical strengthening of rock massifs and can be used in the extraction of mineral raw materials and in the processing of unstable massifs of loose ores. The composition for strengthening the mass of loose ores contains urea resin and isomethyltetrahydrophthalic anhydride in the ratio of components, wt.%: urea resin grade “КФ-МТ-15” with a density of 1.418 g/cm^3 - 89 and isomethyltetrahydrophthalic anhydride with a density of 1.216 g/cm^3 - 11.

EFFECT: development of a composition for strengthening a mass of loose ores to increase the strength of an unstable rock mass composed of loose ore in the first day of hardening to maintain the stability of the workings driven in it.

1 cl, 2 tbl

RU 2872309 C1

RU 2872309 C1

Изобретение относится к горной промышленности, а именно к составам для химического упрочнения массива горных пород и может быть использовано при добыче минерального сырья, при отработке неустойчивых массивов рыхлых руд.

Разработка месторождений полезных ископаемых характеризуется интенсификацией как проходческих, так и эксплуатационных горных работ, увеличением глубины их ведения, сложными горно-геологическими условиями, способствующими возникновению в массиве высоких напряжений и опасных динамических проявлений горного давления, потерей устойчивости обнажающихся горных пород и обрушением в зонах ведения очистных и подготовительных работ [Кузьмин Е.В., Калинин А.Р. Выбор метода иньекционного упрочнения массива с предварительным торкретированием весьма неустойчивых горных пород // ГИАБ.1997. №4. С. 106–107., стр. 106].

Похожие условия характерны для шахт, разрабатывающих весьма неустойчивые массивы рыхлых руд. В боках горизонтальных выработок, пройденных в этих массивах, разрушается порода отрывом приконтурных зон массива. Результатами натурных исследований, [Стрелецкий А.В. Геомеханическое обоснование устойчивости горных выработок под защитным перекрытием (на примере Яковлевского рудника): автореф. на соиск. ученой степ. канд. тех. наук: 25.00.20 – геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика. Санкт-Петербург, 2013. 20 с., стр. 9.] подтверждается, что потеря устойчивости приконтурной части массива обусловлена образованием поверхностей сдвига в боках выработок, параметры которых зависят от деформационно-прочностных свойств руды, слагающей массив. Разрушение рудного массива в боках выработок создает угрозу безопасности ведения горных работ и препятствует нормальному проведению технологических процессов, связанных с добычей руды. Поэтому упрочнение рудного массива и, как следствие, обеспечение устойчивости горных выработок, пройденных в нем, является одной из наиболее актуальных, и требующих решения задач.

Известен состав для закрепления песчаного грунта (патент RU 2073775, опубликован 20.02.1997), который включает карбамидную смолу и 200-260% комплексного отвердителя от массы карбамидной смолы, содержащего сернокислый алюминий, сернокислое железо (III) и воду. Компоненты состава содержатся в следующем соотношении масс. %: карбамидная смола 27,7-35,6, сернокислый алюминий 0,65-0,70, сернокислое железо (III) 0,65-0,70, вода остальное.

Недостатками указанного состава являются: сложность состава комплексного отвердителя, многокомпонентность состава, сложность приготовления раствора, невысокая прочность закрепленного массива, которая составляет 2 МПа без предварительной обработки грунта и 3,8 МПа с обработкой грунта раствором сернокислого железа (III), а также отсутствие информации о возможности упрочнения массива, сложенного рыхлыми рудами.

Известен инъекционный раствор для закрепления пескосодержащего массива (RU 2785603), который включает, об.д.: вяжущее вещество алифатическую эпоксидную смолу 100, отвердитель полиэтиленполиамин 16-40, пластификатор раствор, состоящий из кремнезоля 75 и воды 225.

Недостатками указанного состава являются: многокомпонентность состава, а также невысокая прочность закрепленного массива, максимальная величина которой составляет 1,62 МПа для пылеватого песка и 2,62 МПа для мелкого песка, а также отсутствие информации о возможности упрочнения массива, сложенного рыхлыми рудами.

Наиболее близким к предлагаемому техническому решению является состав для

упрочнения гидрозакладочного массива (патент RU 2769007, опубликован 28.03.2022), содержащий карбамидную смолу и изо-метилтетрагидрофталевый ангидрид при следующем соотношении компонентов, мас. %: карбамидная смола марки КФ-МТ-15 плотностью 1,257 г/см³ -83,3 и изо-метилтетрагидрофталевый ангидрид плотностью 1,203 г/см³ - 16,7. Данный патент взят за прототип.

Недостатками указанного состава являются: отсутствие информации о прочности на ранних сроках твердения в возрасте 12-24 часа, однако косвенными данными о ее недостаточной величине является информация о прочности в возрасте 30 суток, которая составляет 5,8 МПа. Следовательно, к недостаткам относится невозможность прогноза применения данного состава для упрочнения обнаженной поверхности массива рыхлых руд, как выработки, пройденные в нем, без крепления сохраняют устойчивость не более 24 часов.

Технической задачей предлагаемого технического решения является разработка состава для упрочнения массива рыхлых руд с набором высокой прочности закрепленной горной породы на ранних сроках твердения в течение 12-24 часов.

Техническим результатом предлагаемого технического решения является разработка состава для упрочнения массива рыхлых руд для увеличения прочности неустойчивого массива горных пород, сложенного рыхлой рудой в первые сутки твердения для сохранения устойчивости пройденных в нем выработок. Это позволит получить рудный массив высокой прочности на ранних сроках твердения и обеспечит устойчивость выработок, пройденных в нем.

Решение поставленной технической задачи достигается тем, что предложен состав для упрочнения массива рыхлых руд, содержащий карбамидную смолу марки КФ-МТ-15 и отвердитель изо-метилтетрагидрофталевый ангидрид (изо-МТГФА) при следующем соотношении компонентов масс. %: карбамидная смола плотностью 1,418 г/см^3 – 89% и изо-метилтетрагидрофталевый ангидрид плотностью 1,216 г/см^3 –11%.

Отличительной особенностью, подтверждающей изобретательский уровень предлагаемого состава, является то, что используется изо-метилтетрагидрофталевый ангидрид и карбамидная смола другой плотности и другом процентном соотношении. Предлагаемый состав ранее не использовался для упрочнения массива рыхлых руд.

Применяемая в предлагаемом составе карбамидная смола марки КФ-МТ-15 соответствует ТУ 6-06-12-88, представляет собой однородную суспензию от белого до светло желтого цвета без механических включений с плотностью 1,418 г/см^3.

Изо-метилтетрагидрофталевый ангидрид (ТУ 6-10-124-91) представляет собой маслянистую жидкость плотностью 1,216 г/см^3.

Приготовление состава для упрочнения массива рыхлых руд осуществляют следующим образом: к карбамидной смоле добавляют и перемешивают изо-метилтетрагидрофталевый ангидрид при следующем соотношении компонентов, масс. %: карбамидная смола 89 % и изо-метилтетрагидрофталевый ангидрид 11%. Состав характеризуется тем, что его перемешивают до состояния однородной массы, после чего инъецируют в рудный массив, где происходит дальнейшее гелеобразование и упрочнение массива. В частности, время гелеобразования при температуре 23-24°С составляет 43 мин, а предел прочности упрочненного массива при сжатии составил 4,59 МПа и 5,95 МПа в возрасте 12 и 24 часа соответственно.

Пример реализации изобретения.

Для проверки работоспособности предлагаемого состава была изготовлена модель массива из руды железно-слюдко-мартитовой, рыхлой без структурных связей,

естественной влажности 6% с пределом прочности при сжатии 1,0 МПа Гранулометрический состав и содержание железа общего по фракциям приведены в таблице 1.

Анализ данных таблицы 1 показывает, что 58,6% частиц руды имеют размер менее 0,1 мм, т.е. относятся к пылеватым фракциям.

Кроме железа в образцах руды, отобранных из массива со стороны боков горизонтальной выработки, содержатся в том числе следующие главные компоненты: кремнезем – 0,48%, глинозема – 0,48%, серы – 0,071%, оксида фосфора – 0,025%,

Таблица 1

Гранулометрический состав руды и содержание железа общего по фракциям

Размер фракции, мм	Долевое участие, %	Fe, общ. %
0 < 0,1	58,6	67,44
0,1 < 0,15	3,7	66,88
0,15 < 0,2	3,4	66,05
0,2 < 0,5	3,9	65,93
0,5 < 0,63	2,0	64,7
0,63 < 1	6,0	64,71
1 < 2,5	10,7	62,45
2,5 < 8	9,9	63,1
8 < 10	1,2	61,03
> 10	0,6	58,73

Для получения предлагаемого состава для упрочнения массива рыхлых руд к карбамидной смоле КФ-МТ-15 (ТУ 6-06-12-88) плотностью 1,418 г/см^3 добавляют изо-метилтетрагидрофталевый ангидрид (ТУ 6-10-124-91) плотностью 1,216 г/см^3 при следующем соотношении компонентов, масс. %: карбамидная смола 89 % и изо-метилтетрагидрофталевый ангидрид 11%. Состав перемешивали до состояния однородной массы, после чего инъецировали в образцы рудного массива при температуре 23-24°С до гелеобразования состава в течение 43 минут.

По истечении 12 и 24 часов образцы упрочненного рудного массива размером 70Х70Х70 мм были испытаны на прочность при сжатии на малогабаритном испытательном прессе ПГМ-1500МГ4. Предел прочности образцов при сжатии составил 4,59 МПа и 5,95 МПа в возрасте 12 и 24 часа соответственно.

Результаты испытаний приведены в таблице 2, в которой предлагаемый состав реализован в примерах 1, а пример 2 демонстрирует характеристики состава прототипа (патент RU 2769007, опубликован 28.03.2022).

Таблица 2

Результаты испытаний образцов предлагаемого состава в сравнении с результатами испытаний аналога.

Номер состава	Содержание компонентов, масс.%		Прочность образцов при одноосном сжатии в возрасте 12/24 часа, МПа	Прочность образцов при одноосном сжатии в возрасте 30/60/90 суток, МПа
	Карбамидная смола КФ-МТ-15	изо-МТГФА		
1	89	11	4,59/5,95	-
2	83,3	16,7	-	5,8/6,8//7,4

По результатам испытаний, приведенным в таблице 2, видно, что поставленная задача увеличения прочности массива рыхлых руд на ранних сроках твердения достигается при использовании в составе для упрочнения рудного массива в качестве закрепителя карбамидную смолу марки КФ-МТ-15 - 89% и в качестве отвердителя изо-

метилтетрагидрофталевый ангидрид - 11%.

(57) Формула изобретения

Состав для упрочнения массива рыхлых руд, содержащий карбамидную смолу и изометилтетрагидрофталевый ангидрид, отличающийся тем, что соотношение компонентов следующее, масс. %: карбамидная смола марки КФ-МТ-15 плотностью 1,418 г/см^3 - 89 и изометилтетрагидрофталевый ангидрид плотностью 1,216 г/см^3 - 11.