

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ
№ 2843130

СПОСОБ БОРЬБЫ С ПЫЛЬЮ ПРИ ВЕДЕНИИ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ

Патентообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II" (RU)*

Авторы: *Кориунов Геннадий Иванович (RU), Афанасьев Павел Игоревич (RU), Кольвах Константин Андреевич (RU), Каримов Артур Маратович (RU)*

Заявка № 2024126559

Приоритет изобретения 10 сентября 2024 г.

Дата государственной регистрации
в Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 07 июля 2025 г.

Срок действия исключительного права
на изобретение истекает 10 сентября 2044 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Ю.С. Зубов





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

E21F 5/08 (2025.01); E21C 41/26 (2025.01); C09K 3/22 (2025.01); C09K 3/24 (2025.01)

(21)(22) Заявка: 2024126559, 10.09.2024

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
10.09.2024Дата регистрации:
07.07.2025

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 10.09.2024

(45) Опубликовано: 07.07.2025 Бюл. № 19

Адрес для переписки:

199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,
ФГБОУ ВО "СПбГУ им.Екатерины II",
Патентно-лицензионный отдел

(72) Автор(ы):

Коршунов Геннадий Иванович (RU),
Афанасьев Павел Игоревич (RU),
Кольвах Константин Андреевич (RU),
Каримов Артур Маратович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Санкт-Петербургский горный
университет императрицы Екатерины II"
(RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2634146 C1, 24.10.2017. RU
2581733 C1, 20.04.2016. SU 1739052 A1,
07.06.1992. RU 2159398 C1, 20.11.2000. RU
2143799 C1, 10.01.2000. CN 118346345 A,
16.07.2024. CN 212671844 U, 09.03.2021.

(54) СПОСОБ БОРЬБЫ С ПЫЛЬЮ ПРИ ВЕДЕНИИ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ

(57) Реферат:

Изобретение относится к способу борьбы с пылью при ведении буровзрывных работ. Техническим результатом является повышение эффективности пылеподавления при производстве массовых взрывов на карьерах. Способ включает нанесение снежного покрова на взрываемый блок. Определение превышения предельно-допустимой концентрации пыли в воздухе рабочей зоны пылеотборным устройством. Определение мощности снежного покрова. Производят подготовку снега, при наличии естественного снежного покрова производят уборку снега и транспортировку его на склад. Перед

производством массового взрыва снег транспортируют автомобильной техникой на взрываемый блок и наносят его турбинными снегоочистителями. В случае отсутствия естественного снежного покрова на взрываемом блоке располагают снегогенераторы, которые формируют снежный покров требуемой мощности. Снегогенераторы производят снег при температуре воздуха от -2°C. При производстве массовых взрывов в карьерном пространстве происходит образование пылевых частиц, которые связываются снегом в пылегазовом облаке и осаждаются на поверхность. 3 табл.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
E21F 5/08 (2006.01)
E21C 41/26 (2006.01)
C09K 3/22 (2006.01)
C09K 3/24 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
E21F 5/08 (2025.01); E21C 41/26 (2025.01); C09K 3/22 (2025.01); C09K 3/24 (2025.01)

(21)(22) Application: **2024126559, 10.09.2024**

(24) Effective date for property rights:
10.09.2024

Registration date:
07.07.2025

Priority:

(22) Date of filing: **10.09.2024**

(45) Date of publication: **07.07.2025** Bull. № 19

Mail address:

**199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 liniya, 2, FGBOU
VO "SPbGU im.Ekateriny II ", Patentno-
litsenzyonnyj otdel**

(72) Inventor(s):

**Korshunov Gennadii Ivanovich (RU),
Afanasev Pavel Igorevich (RU),
Kolvakh Konstantin Andreevich (RU),
Karimov Artur Maratovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe biudzhethnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniia «Sankt-Peterburgskii gornyi
universitet imperatritsy Ekateriny II» (RU)**

(54) **METHOD OF DUST CONTROL DURING DRILLING AND BLASTING OPERATIONS**

(57) Abstract:

FIELD: soil or rocks drilling.

SUBSTANCE: invention relates to method of dust control during drilling and blasting operations. Method includes application of snow cover on blasted block. Determination of excess of the maximum allowable concentration of dust in the air of the working zone by a dust collecting device. Determination of snow cover thickness. Snow is prepared, if there is natural snow cover, snow is removed and transported to a storage. Prior to mass explosion, snow is transported by automotive equipment to the block to be exploded and

applied with turbine snow ploughs. In the absence of natural snow cover, snow guns are arranged on the block to be exploded, which form a snow cover of the required power. Snow guns produce snow at air temperature from -2 °C. During mass explosions in the quarry, formation of dust particles takes place, which are bound by snow in the dust and gas cloud and are deposited on the surface.

EFFECT: increased efficiency of dust suppression during mass explosions at open pits.

1 cl, 3 tbl

RU 2 843 130 C1

RU 2 843 130 C1

Изобретение относится к горному делу, а именно к области буровзрывных работ, и может использоваться в различных отраслях, применяющих буровзрывные работы для дробления массивов горных пород.

5 Известен способ пылеподавления на угольных разрезах (патент RU № 2581733 C1, опубл. 20.04.2016) с использованием снегогенератора при проведении работ по погрузке угля экскаватором в вагоны. Способ обеспечивает более безопасный и технологически более простой способ защиты атмосферного воздуха от загрязнения угольной пылью.

Недостатком данного способа является его низкая эффективность при формировании 10 снежного покрова на взрываемом блоке площадью больше 20 м^2 . При этом площадь взрываемого блока при массовом взрыве должна составлять от 100 м^2 .

Известен способ пылеподавления (авторское свидетельство SU № 403864 A1, опубл. 26.10.1973) в подземных выработках, пройденных в вечномерзлых породах, за счет 15 покрытия их стенок искусственным снегом. При этом искусственный снег выделяют из рудничного воздуха, предварительно переувлажненного в начале вентиляционного пути до уровня относительной влажности от 91-96%.

Недостатком данного способа является его низкая эффективность при применении 20 на открытых горных работах, в частности на взрываемом блоке, для формирования снежного покрова, ввиду создания низких значений относительной влажности воздуха на участке ведения открытых горных работ.

Известен способ пылеподавления (патент RU № 2634146 C1, опубл. 24.10.2017) при отрицательных и умеренно положительных температурах воздуха и пород в горных 25 выработках и карьерах, включающий подачу сжатого воздуха в форсунку снегогенератора с последующим направлением снежного факела в пылевое облако.

Недостатком данного способа является его низкая эффективность, потому что 30 значительная часть частиц пыли не будет подавляться снегом ввиду значительной высоты подъема частиц пыли с пылегазовым облаком и большой площади рассеивания.

Известен способ пылеподавления (авторское свидетельство SU № 1171584 A1, опубл. 07.08.1985) на автодорогах преимущественно в карьерах и рудниках, 35 предусматривающий покрытие полотна автодороги снегом. С целью повышения эффективности пылеподавления производят рыхление снежного покрова, полотно автодороги покрывается сеткой из упругого материала.

Недостатком данного способа является необходимость применения рыхлого снежного 40 покрова, что обуславливает неоднородность снежной массы её малую обводненность и как следствие низкую эффективность способа при подавлении респираторной фракции пыли до 10 мкм .

Известен способ подавления пыли при производстве массовых взрывов в период 45 отрицательных температур («Способы снижения пылевыведения при буровзрывных работах на карьерах в зимних климатических условиях Центрального Казахстана»; ISSN 0236-1493, Горный информационно-аналитический бюллетень, 2017, №5, с. 318-322), принятый за прототип, в период отрицательных температур, включающий в себя нанесение искусственного снежного покрова на взрываемый блок при отрицательных температурах с расходом $8-13 \text{ кг/м}^2$ поверхности и зарядку неактивной части скважины снежно-ледяной забойки с оставлением 1 м для инертной забойки. Верхняя часть скважины заливается водой из расчета 20 л при температуре воздуха до 8°C . Забойка в верхней части смерзается и примерзает к стенкам скважины.

Недостатком данного способа является то, что предлагается применять 50 исключительно искусственный снег, в то время как на горнодобывающем предприятии

может быть достаточно естественного снега, предлагаемый расход снега для нанесения на взрываемый блок не учитывает концентрацию пыли и плотность наносимого снега, что не позволяет выбрать необходимую мощность снежного покрова для наибольшей эффективности подавления пыли, особенно ее респирабельной фракции.

5 Техническим результатом является повышение эффективности пылеподавления при производстве массовых взрывов на карьерах.

Технический результат достигается тем, что определяют превышение предельно-допустимой концентрации пыли в воздухе рабочей зоны пылеотборным устройством, затем определяют мощность снежного покрова по формуле:

10 $x=7,343 \ln (y)$, где

x - мощность снежного покрова, см;

y - массовая концентрация пыли,

после этого производят подготовку снега, при наличии естественного снежного покрова снегоочистители производят уборку снега и доставляют его на карьерных автосамосвалах, которые двигаются по периметру предприятия, включая прилегающую территорию и карьерные автодороги, собранный снег транспортируют на склад, который расположен на удалении от участка ведения горных работ, перед производством массового взрыва снег транспортируют автомобильной техникой на взрываемый блок и наносят его турбинными снегоочистителями, в случае отсутствия естественного снежного покрова на взрываемом блоке располагают снегогенераторы, которые формируют снежный покров требуемой мощности, за счет мелкодисперсного распыления воды со сжатым воздухом через форсунки, полученную смесь выдувают на расстояние от 50 до 80 метров от снегогенератора, при этом снегогенераторы производят снег при температуре воздуха от -2°C , при производстве массовых взрывов в карьерном пространстве происходит образование пылевых частиц, которые связываются снегом в пылегазовом облаке и осаждаются на поверхность.

Способ пылеподавления реализуется следующим образом. После превышения предельно-допустимой концентрации пыли с содержанием кремния диоксида кристаллического от 10 до 70% в воздухе рабочей зоны карьера равной 2 мг/м^3 . Превышение предельно-допустимой концентрации пыли в воздухе рабочей зоны определяется с использованием портативного полимера или пылеотборного устройства. Для снижения массовой концентрации пыли с содержанием кремния диоксида кристаллического от 10 до 70% в воздухе рабочей зоны до предельно-допустимых значений необходимо перед производством массового взрыва нанести снежный покров на взрываемый блок, мощностью, которую определяют по формуле:

35 $x=7,343 \ln (x)$, где (1)

x - мощность снежного покрова, см;

x - массовая концентрация пыли.

40 Для нанесения снежного покрова на взрываемый блок необходимо произвести подготовку снега. При наличии естественного снежного покрова снегоочистители производят уборку снега, доставляя его в карьерные автосамосвалы, двигаясь по периметру предприятия включая прилегающую территорию и карьерные автодороги. Собранный снег транспортируется карьерными автосамосвалами на склад, расположенный на удалении от участка ведения горных работ, для дальнейшего хранения. Перед производством массового взрыва снег транспортируется автомобильной техникой, применяемой на карьере, на взрываемый блок и наносится на него турбинными снегоочистителями.

При отсутствии естественного снежного покрова снег наносится на взрываемый

блок с применением снегогенераторов. Перед производством массового взрыва на взрываемом блоке располагаются снегогенераторы, которые формируют снежный покров требуемой мощности. Снег образуется за счет мелкодисперсного распыления воды с сжатым воздухом через форсунки. Получаемая смесь выдувается от 50 до 80 метров от снегогенератора, обеспечивая снежным покровом взрываемый блок. Снегогенераторы производят снег при температуре воздуха от минус 2°С.

При производстве массовых взрывов в карьерном пространстве происходит переизмельчение взрываемой породы и как следствие образование мельчайших частиц пыли. Связывание и подавления пылевых частиц осуществляется за счет нанесения снежного покрова на взрываемом блоке перед производством массового взрыва. Образующиеся пылевые частицы связываются снегом в пылегазовом облаке, осаждаются, что препятствует их распространению по территории горнодобывающего предприятия и снижает массовую концентрацию пыли в рабочих зонах карьера.

Способ поясняется следующими примерами. Было проведено определение массовой концентрации пыли, выделяемой при проведении массовых взрывов. Для этого рассмотрен взрываемый блок в зимний период при различных мощностях сформированного снежного покрова. При мощности 20 см массовая концентрация пыли составляла 0,033 мг/м³ (таблица 1).

Использование предлагаемого способа дает возможность снизить массовую концентрацию респираторной фракции пыли, образующейся при проведении массовых взрывов при ведении открытых горных работ, за счет равномерного нанесения снежного покрова мощностью 20 см на взрываемый блок.

Таблица 1 – Результаты натурных исследований количества пылевых частиц, выделяемых при производстве массовых взрывов

№	Снежный покров, см	Сезон	Размер частиц, мкм	
			0,3	41221
1	20	Зима, январь, 2022	0,3	41221
			0,5	15714
			1	2478
			2,5	219
			5	31
			10	10
2	10	Зима, февраль, 2022	0,3	20311
			0,5	7942
			1	1541
			2,5	173
			5	41
			10	18
3	0	Лето, август, 2022	0,3	127200
			0,5	36756
			1	5139
			2,5	487
			5	57
			10	20
4	5	Зима, декабрь, 2022	0,3	96981
			0,5	31732
			1	4129
			2,5	421
			5	37
			10	15
5	15	Зима, январь, 2023	0,3	24311
			0,5	7257

			1	1421
			2,5	168
			5	37
			10	16
5			0,3	28429
			0,5	11562
	6	25	1	1988
			2,5	212
			5	30
			10	11

Для расчета массовой концентрации частиц пыли, установленной в результате натуральных исследований, определялась масса частиц пыли каждой фракции по формуле:

$$m_i = \frac{\pi \cdot d^3 \cdot \rho_i}{6}, \text{ где (2)}$$

d - аэродинамический диаметр частицы, м,

ρ - истинная плотность частицы, кг/м³.

Далее рассчитывалась массовая концентрация пылевого аэрозоля:

$$C = N_1 \cdot m_1 + N_2 \cdot m_2 + N_3 \cdot m_3, \text{ (3)}$$

m_x - средние массы частиц каждой фракции пыли, кг,

N_x - счетная концентрация частиц каждой фракции, шт.

На таблице 2 представлена массовая концентрация респираторной фракции пыли, установленная в результате натуральных исследований.

Таблица 2 – Массовая концентрация респираторной фракции пыли, выделяемой при производстве массовых взрывов

№	Снежный покров, см	Сезон	Массовая концентрация, мг/м ³
1	20	Зима, январь, 2022	0,033
2	10	Зима, февраль, 2022	0,043
3	0	Лето, август, 2022	0,069
4	5	Зима, декабрь, 2022	0,053
5	15	Зима, январь, 2023	0,038
6	25	Зима, февраль, 2023	0,032

Была рассчитана концентрация респираторной пыли по фракциям вблизи развала взорванной горной массы. Далее был определен гранулометрический состав пыли и рассчитано количество частиц PM_{2,5} и PM₁₀ от общей массы пыли (таблица 3).

Использование предлагаемого способа пылеподавления при производстве массовых взрывов на карьерах позволяет снизить концентрацию пыли с содержанием кремния диоксида кристаллического, в том числе ее респираторную фракцию, в рабочих зонах до предельно-допустимых значений путем сбора, транспортирования и нанесения снежного покрова на взрываемый блок перед производством массового взрыва с применением карьерной техники либо снегогенератора.

Таблица 3 – Результаты натуральных исследований массовой концентрации респираторной фракции пыли

№	Снежный покров, см	Плотность снега, кг/м ³	Сезон	Массовая концентрация, мг/м ³											
				До взрыва		10 м		20 м		30 м		40 м		50 м	
				PM _{2,5}	PM ₁₀	PM _{2,5}	PM ₁₀	PM _{2,5}	PM ₁₀	PM _{2,5}	PM ₁₀	PM _{2,5}	PM ₁₀	PM _{2,5}	PM ₁₀

1	20	150	Зима, январь, 2022	0,002	0,007	0,011	0,033	0,005	0,031	0,004	0,020	0,003	0,018	0,002	0,013
2	0	0	Лето, август, 2022	0,003	0,014	0,030	0,069	0,024	0,056	0,008	0,037	0,008	0,034	0,010	0,031
3	15	200	Зима, декабрь, 2022	0,002	0,009	0,011	0,038	0,008	0,036	0,004	0,027	0,004	0,023	0,003	0,016
4	25	190	Зима, январь, 2023	0,002	0,007	0,010	0,032	0,005	0,030	0,004	0,021	0,003	0,021	0,002	0,013
5	10	180	Зима, февраль, 2023	0,002	0,009	0,013	0,043	0,008	0,042	0,004	0,032	0,003	0,025	0,003	0,017
6	5	160	Зима, март, 2023	0,003	0,012	0,025	0,053	0,021	0,050	0,013	0,034	0,011	0,034	0,010	0,026

(57) Формула изобретения

Способ борьбы с пылью при ведении буровзрывных работ, включающий нанесение снежного покрова на взрываемый блок, отличающийся тем, что определяют превышение предельно-допустимой концентрации пыли в воздухе рабочей зоны пылеотборным устройством, затем определяют мощность снежного покрова по формуле:

$$x=7,343 \ln (y), \text{ где}$$

x - мощность снежного покрова, см;

y - массовая концентрация пыли,

после этого производят подготовку снега, при наличии естественного снежного покрова снегоочистители производят уборку снега и доставляют его на карьерных автосамосвалах, которые двигаются по периметру предприятия, включая прилегающую территорию и карьерные автодороги, собранный снег транспортируют на склад, который расположен на удалении от участка ведения горных работ, перед производством массового взрыва снег транспортируют автомобильной техникой на взрываемый блок и наносят его турбинными снегоочистителями, в случае отсутствия естественного снежного покрова на взрываемом блоке располагают снегогенераторы, которые формируют снежный покров требуемой мощности, за счет мелкодисперсного распыления воды со сжатым воздухом через форсунки, полученную смесь выдувают на расстояние от 50 до 80 метров от снегогенератора, при этом снегогенераторы производят снег при температуре воздуха от -2°C , при производстве массовых взрывов в карьерном пространстве происходит образование пылевых частиц, которые связываются снегом в пылегазовом облаке и осаждаются на поверхность.