



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
C02F 1/66 (2023.08)

(21)(22) Заявка: 2023107233, 27.03.2023

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
27.03.2023

Дата регистрации:
11.03.2024

Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: 27.03.2023

(45) Опубликовано: 11.03.2024 Бюл. № 8

Адрес для переписки:
614990, Пермский край, г. Пермь, ул. Букирева,
15, ПГНИУ (УНИД)

(72) Автор(ы):

Максимович Николай Георгиевич (RU),
Хмурчик Вадим Тарасович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования "Пермский государственный
национальный исследовательский
университет" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2622132 C1, 13.06.2017. RU
2293063 C2, 10.02.2007. SU 1792924 A1,
07.02.1993. RU 2404929 C2, 27.11.2010. CN
101857325 B, 28.12.2011. US 7883626 B2,
08.02.2011.

(54) Способ нейтрализации кислых шахтных вод

(57) Реферат:

Изобретение может быть использовано в области охраны окружающей среды при нейтрализации кислых шахтных вод угольных бассейнов. В способе нейтрализации кислых шахтных вод в качестве нейтрализующего кальцийсодержащего материала используют известьсодержащий самораспадающийся шлак ОАО «Чусовской металлургический завод», состоящий на 95,0% из гранулометрической фракции размером не более 2 мм и не более чем на 5,0% из кусков крупностью до 300 мм, имеющий влажность не более 10,0% и содержащий

по химическому составу (мас. %, не более): SiO₂ -30,0, Al₂O₃ - 10,0, MgO - 8,5, CaO - 60,0, V₂O₅ - 1,0.

Шлак вносят в канал излива кислых шахтных вод с начальным значением рН=2,9 в количестве 0,125-0,2 мас.% от объема обрабатываемых кислых вод. Обеспечивается упрощение способа нейтрализации кислых шахтных вод, повышение его эффективности за счет расширения спектра обрабатываемых кислых шахтных вод, удешевление процесса и сокращение времени его проведения. 1 табл., 1 пр.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
C02F 1/66 (2023.08)

(21)(22) Application: **2023107233, 27.03.2023**

(24) Effective date for property rights:
27.03.2023

Registration date:
11.03.2024

Priority:

(22) Date of filing: **27.03.2023**

(45) Date of publication: **11.03.2024** Bull. № 8

Mail address:

**614990, Permskij kraj, g. Perm, ul. Bukireva, 15,
PGNIU (UNID)**

(72) Inventor(s):

**Maksimovich Nikolai Georgievich (RU),
Khmurchik Vadim Tarasovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe avtonomnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniia «Permskii gosudarstvennyi
natsionalnyi issledovatel'skii universitet» (RU)**

(54) **METHOD FOR NEUTRALIZING ACIDIC MINE WATER**

(57) Abstract:

FIELD: environmental protection.

SUBSTANCE: invention can be used for neutralizing acidic mine waters in coal basins. In the method of neutralizing acidic mine waters, lime-containing self-disintegrating slag of Chusovsky Metallurgical Plant OJSC is used as a neutralizing calcium-containing material, consisting of 95.0% of a fraction with a size of no more than 2 mm and no more than 5.0% of pieces with a particle size of up to 300 mm, having a humidity of no more than 10.0% and containing in chemical composition (wt.%, no more

than): SiO₂ - 30.0, Al₂O₃ - 10.0, MgO - 8.5, CaO - 60.0, V₂O₅ - 1.0. Slag is introduced into the acid mine water outflow channel with an initial pH value of 2.9 in an amount of 0.125-0.2 wt.% of the volume of acidic water being treated.

EFFECT: method for neutralizing acidic mine waters is simplified, its efficiency is increased by expanding the range of processed acidic mine waters, the process is made cheaper, and its duration is reduced.

1 cl, 1 tbl, 1 ex

RU 2 815 025 C1

RU 2 815 025 C1

Изобретение может быть использовано в области охраны окружающей среды при нейтрализации кислых шахтных вод угольных бассейнов, например, кислых шахтных вод Кизеловского угольного бассейна.

При работе металлургических предприятий образуется большое количество отходов (шлаков), которые складываются в виде отвалов и занимают обширные территории, нанося ущерб окружающей среде. В связи с этим возникает необходимость в утилизации шлаков.

Известны способы использования шлаков металлургического производства для получения строительных материалов (патенты РФ №№2 024 460, 2 026 385, 2 031 875, 2 275 505, 2 769 164), в том числе для использования в дорожном строительстве (патенты РФ №№2 094 560, 2 162 826).

Недостатки данных способов использования шлаков заключаются в том, что для получения строительных материалов требуется либо переработка шлаков в расплавленном состоянии и внесение в расплав дополнительных соединений (патенты РФ №№2 026 385, 2 031 875, 2 094 560), что подразумевает дополнительные трудовые и финансовые затраты, либо использование шлаков в качестве одного из многих компонентов получаемого продукта, доля шлаковой компоненты в котором составляет от 0,5 до 57 мас. % (патенты РФ №№2 024 460, 2 094 560, 2 162 826, 2 275 505, 2 769 164), что ставит темпы и объемы переработки накопленных шлаковых отходов в зависимость от темпов и объемов производства строительных материалов. Кроме того, широкому применению в дорожном строительстве металлургических шлаков препятствует интенсивный известковый распад, обусловленный присутствием в шлаках свободной извести. При реакции с влагой известь превращается в продукты с повышенным удельным объемом, присутствие которых в основаниях дорог вызывает вспучивание и нарушение дорожного полотна.

Так как содержащаяся в шлаках известь является агентом, нейтрализующим кислотность, то известны способы использования металлургических ферросплавных шлаков в качестве одного из компонентов для нейтрализации кислых отходов, например, при производстве фтороводородной (плавиковой) кислоты (патенты РФ №№2 046 097, 2 359 931, 2 450 989). При этом возможно получение гипсового вяжущего (патент РФ №2 359 931) или сульфатно-силикатного вяжущего (патент РФ №2 450 989) для производства строительных материалов. Недостатком способа по патенту РФ №2 046 097 является необходимость использования дополнительного оборудования, предусматривающего возможность перемешивания компонентов для проведения процесса нейтрализации в твердой фазе. Недостатками способа по патенту РФ №2 359 931 являются необходимость совместного помола шлака с кислым отходом производства и выдерживание получившейся смеси не менее 5 часов в бункере томления, что ведет к существенным временным затратам. Недостатками способа по патенту РФ №2 450 989 являются необходимость совместного помола шлака с кислым отходом производства и использование дополнительных химических соединений. В способах по патентам РФ №№2 046 097 и 2 450 989 доля шлаковой компоненты в получаемом продукте составляет 25-30 мас. % и 14-58 мас. %, соответственно, что ставит темпы и объемы переработки накопленных шлаковых отходов в зависимость от темпов и объемов производства строительных материалов. Кроме того, все три перечисленных способа подразумевают дополнительные трудовые и финансовые затраты.

Известны способы использования металлургических ферросплавных шлаков для нейтрализации кислых сточных и шахтных вод, характеризующиеся длительным временем проведения реакции.

Известен способ, в котором нейтрализацию сточных вод проводят в 2 ступени (патент РФ №2 207 324), когда на первой ступени при фильтрации сточных вод через мелкодисперсный феррохромовый шлак рН вод увеличивается до значения 6-7, а на второй ступени производят нейтрализацию известковым молоком до значения рН 8,5-9,5. Недостатками данного способа являются общая сложность процесса нейтрализации, необходимость использования дополнительного реагента (известкового молока) и длительность самого процесса нейтрализации.

Известен способ очистки кислых железодержащих сточных вод с использованием феррохромового шлака (патент РФ №2 211 191), в котором сточные воды усредняют, нейтрализуют феррохромовым шлаком и фильтруют под разряжением 0,03-0,06 МПа или давлением 0,1-0,3 МПа через слой феррохромового шлака. Недостатками данного способа являются общая сложность процесса, предусматривающего использование барабанных вакуум-фильтров или других аппаратов, где длительность стадии фильтрования не ограничена, например, фильтр-прессов ФПАКМ.

Наиболее близким к заявляемому изобретению по назначению и по совокупности признаков является способ нейтрализации кислых шахтных вод с использованием в качестве нейтрализующего кальцийсодержащего материала шлак, образующийся при производстве феррованадия силикоалюминотермическим способом, состоящий на 97 мас. % и менее из частиц размером менее 2 мм и содержащий оксид кальция в количестве 53,0-60,0 мас. % и оксид магния в количестве 8,0-9,0 мас. %, из которого сооружается фильтрующая дамба из расчета 14-16 кг шлака для нейтрализации 1 куб.м кислых шахтных вод с начальным значением рН=4, подаваемых самотеком по водоотводной канаве и фильтрующихся через данную дамбу, причем равномерность подачи воды через дамбу обеспечивается созданием пруда перед ней (патент РФ №2 622 132). Данный способ принят за прототип.

Признаки прототипа, совпадающие с существенными признаками заявляемого способа - способ нейтрализации кислых шахтных вод с использованием шлака в качестве нейтрализующего кальцийсодержащего материала.

Недостатками известного способа, принятого за прототип, являются:

а) ограниченность использования способа кислыми шахтными водами с рН не ниже 4, тогда как характерными значениями большинства кислых шахтных вод является рН=2-4;

б) необходимость проведения дополнительных строительных мероприятий (создание водоотводного канала для кислых шахтных вод и пруда для регулирования равномерности подачи вод, возведение фильтрующей дамбы), усложняющих и удорожающих применение способа;

в) необходимость регулирования равномерности потока кислых шахтных вод, фильтрующихся через дамбу, так как величина потока существенно отличается в разные сезоны года;

г) достаточно большой расход шлака (14-16 кг для нейтрализации 1 куб.м кислых шахтных вод, т.е. 1,4-1,6%) и

д) связанная с этим необходимость периодических работ по восстановлению дамбы добавлением новых порций шлака взамен израсходованных на нейтрализацию.

Задачами, на решение которых направлено заявляемое изобретение, являются упрощение способа нейтрализации кислых шахтных вод, повышение его эффективности за счет расширения спектра обрабатываемых кислых шахтных вод, удешевление процесса и сокращение времени его проведения.

Поставленная задача была решена за счет того, что в заявляемом способе

нейтрализации кислых шахтных вод путем введения в стоки кальцийсодержащего материала, в качестве нейтрализующего кальцийсодержащего материала используют накопившийся в значительном количестве известьсодержащий самораспадающийся шлак ОАО «Чусовской металлургический завод», состоящий на 95,0% из
5 гранулометрической фракции размером не более 2 мм и не более чем на 5,0% из кусков крупностью до 300 мм, имеющий влажность не более 10,0% и содержащий по химическому составу (мас. %, не более): SiO₂ 30,0, Al₂O₃ 10,0, MgO 8,5, CaO 60,0, V₂O₅ 1,0, который вносят в канал разлива кислых шахтных вод с начальным значением pH=2,9 в количестве не более 0,125-0,2 мас. % от объема обрабатываемых кислых вод.

10 Признаки заявляемого технического решения, отличительные от прототипа:

а) в качестве нейтрализующего кальцийсодержащего материала используют известьсодержащий самораспадающийся шлак ОАО «Чусовской металлургический завод», состоящий на 95,0% из гранулометрической фракции размером не более 2 мм и не более чем на 5,0% из кусков крупностью до 300 мм, имеющий влажность не более
15 10,0% и содержащий по химическому составу (мас. %, не более): SiO₂ -30,0, Al₂O₃ - 10,0, MgO - 8,5, CaO - 60,0, V₂O₅ - 1,0;

б) количество вносимого известьсодержащего самораспадающегося шлака примерно в 10 раз ниже и составляет 0,125-0,2 мас. % от объема обрабатываемых кислых вод с начальным значением pH=2,9, которое ниже значения pH кислых вод, обрабатываемых
20 по способу, описанному в прототипе (pH=4);

в) обрабатываемые кислые шахтные воды могут иметь более широкий диапазон кислых значений pH (pH=2,9), что расширяет возможности применения способа практически ко всему спектру кислых шахтных вод;

25 г) известьсодержащий самораспадающийся шлак вносят в канал разлива кислых шахтных вод, в связи с чем отпадает необходимость в дополнительных строительных мероприятиях, необходимых для способа, описанного в прототипе;

д) внесение известьсодержащего самораспадающегося шлака непосредственно в канал самоизлива кислых шахтных вод позволяет уменьшить время нейтрализации, так как указанный гранулометрический состав шлака обеспечивает за счет высокой дисперсности материала большую площадь взаимодействия в единицу времени при
30 смешении с объемом обрабатываемой воды, чего не наблюдается при постепенной нейтрализации воды при фильтрации через дамбу из нейтрализующего материала, которая предусматривается в прототипе.

35 Отличительные признаки а), б), г) заявляемого технического решения обеспечивают упрощение технологического процесса относительно прототипа.

Отличительные признаки а), в) заявляемого технического решения обеспечивают эффективность технологического процесса относительно прототипа за счет расширения спектра обрабатываемых кислых шахтных вод.

40 Отличительные признаки а), б), г), д) заявляемого технического решения обеспечивают удешевление и сокращение времени технологического процесса относительно прототипа.

Использование известьсодержащего самораспадающегося шлака в количестве менее 0,125 мас. % от объема обрабатываемых кислых вод с начальным значением pH=2,9
45 нецелесообразно, так как не позволит обеспечить достижения нейтрального показателя кислотности среды.

Использование известьсодержащего самораспадающегося шлака в количестве более 0,2 мас. % от объема обрабатываемых кислых вод с начальным значением pH=2,9

нецелесообразно, так как это приведет к созданию щелочной среды

Пример осуществления способа.

Для проведения лабораторных исследований произведен отбор кислых шахтных вод из штольни шахты им. 40 лет Октября ($pH=2,9$). В качестве нейтрализующего кальцийсодержащего материала использовали известьсодержащий самораспадающийся шлак ОАО «Чусовской металлургический завод. Проводили исследования способности известьсодержащего самораспадающегося шлака ОАО «Чусовской металлургический завод» нейтрализовать кислые шахтные воды из штольни шахты им. 40 лет Октября и определяли оптимальное количество расхода шлака на нейтрализацию.

Описание экспериментов.

В стеклянный стакан объемом 400 см^3 мерной пипеткой отмеряли 200 см^3 исследуемого образца воды. Вносили отмеренное количество известьсодержащего самораспадающегося шлака. Контролировали изменение pH суспензии через определенные интервалы времени при постоянном перемешивании на магнитной мешалке. Результаты эксперимента представлены в таблице.

Масса шлака в 200 см^3 воды, г	Количество шлака для обработки воды, мас. %	pH кислой шахтной воды	Изменение pH обрабатываемой воды в ходе эксперимента				
			5 мин	10 мин	20 мин	40 мин	60 мин
0,1	0,05	2,90	3,07	3,24	3,38	3,50	3,67
0,2	0,1		3,54	3,83	4,64	4,95	5,66
0,25	0,125		3,53	4,39	4,89	6,36	7,09
0,4	0,2		3,57	4,69	6,20	6,92	7,39

Видно, что добавление к кислой шахтной воде с начальным значением $pH=2,9$ известьсодержащего самораспадающегося шлака приводит к нейтрализации кислых шахтных вод. При этом минимальной действующей концентрацией известьсодержащего самораспадающегося шлака, позволяющей добиться нейтральных значений pH , является концентрация 0,125 мас. % от объема обрабатываемых кислых шахтных вод.

Использование известьсодержащего самораспадающегося шлака в концентрации 0,2 мас. % от объема обрабатываемых кислых шахтных вод приводит к более быстрой нейтрализации вод и чуть большим значениям pH , которые все же остаются в пределах нейтральных значений.

(57) Формула изобретения

Способ нейтрализации кислых шахтных вод путем введения в стоки кальцийсодержащего материала, отличающийся тем, что в качестве нейтрализующего кальцийсодержащего материала используют известьсодержащий самораспадающийся шлак ОАО «Чусовской металлургический завод», состоящий на 95,0% из гранулометрической фракции размером не более 2 мм и не более чем на 5,0% из кусков крупностью до 300 мм, имеющий влажность не более 10,0% и содержащий по химическому составу (мас. %, не более): SiO_2 - 30,0, Al_2O_3 - 10,0, MgO - 8,5, CaO - 60,0, V_2O_5 - 1,0, который вносят в канал разлива кислых шахтных вод с $pH=2,9$ в количестве 0,125-0,2 мас. % от объема обрабатываемых кислых вод.