

DOI: 10.26730/1999-4125-2021-6-70-75

УДК 628.511; 54-412

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СМАЧИВАНИЯ УГОЛЬНЫХ ЧАСТИЦ РАЗЛИЧНЫМИ РЕАГЕНТАМИ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ЗАПЫЛЕННОСТИ ВОЗДУХА

Богомолов Александр Романович,
доктор техн. наук, доцент, barom@kuzstu.ru

Гладких Александр Сергеевич,
преподаватель, assa.79@mail.ru

Шибельгут Анастасия Андреевна,
студент, nastya_17_shibelgut@mail.ru

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева,
650000, Россия, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28



Информация о статье

Поступила:

15 сентября 2021 г.

Рецензирование:

30 ноября 2021 г.

Принята к печати:

05 декабря 2021 г.

Ключевые слова:

смачиватель, пылеподавление,
угольная пыль, метод
пленочной флотации,
исследование пылеподавления.

Аннотация.

В статье рассмотрена актуальность проблемы пылеподавления на угольных шахтах и предприятиях Кемеровской области – Кузбасса. Проведен краткий обзор методов борьбы с пылью с использованием растворов смачивателей. Установлено что, при работе комбайнов в угольных шахтах применяющиеся средства обеспыливания не обеспечивают снижение запыленности воздуха до нормативных требований. Приведен пример разработки комплексного раствора высокоэффективного смачивателя угольной пыли. Эффективность смачивателя оценивалась методом пленочной флотации. В результате работы был разработан раствор смачивателя, который имеет меньшее время осаждения угольной пыли по сравнению с имеющимися аналогами.

Для цитирования Богомолов А.Р., Гладких А.С., Шибельгут А.А. Оценка эффективности смачивания угольных частиц различными реагентами для снижения запыленности воздуха // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2021. – № 6 (148). – С. 70-75 – DOI: 10.26730/1999-4125-2021-6-70-75

В результате выемки полезного ископаемого в процессе очистных работ под землей образуются горные выработки.

В соответствии с требованиями нормативных документов в Российской Федерации [1] на угольных шахтах должна целенаправленно вестись работа по защите от пыли окружающего воздуха в рабочей зоне производственного процесса, в частности, при проходческих и очистных работах с использованием горных комбайнов, конвейеров, механизированной крепи. В результате выемки полезного ископаемого (угля) при очистных работах комбайнов должны применяться эффективные способы по защите от пыли, например, такие как:

- увлажнение угольного пласта, которое проводится в соответствии с рекомендуемыми технологиями увлажнения угольного пласта в режимах увлажнения и гидрорыхления [2], также существующая нормативная документация устанавливает требования по увлажнению угольного пласта при проведении горных выработок и ведении очистных работ [3]. Увлажнение угольного пласта осуществляется посредством нагнетания жидкости в угольный пласт с бурением длинных скважин диаметром 42-100мм;

- взрывозащитное орошение, которое проводится за 20-30 минут перед взрыванием зарядов взрывчатых веществ, т.е. обмывка забоя и выработки на расстоянии не менее 20 м от взрывааемых зарядов.

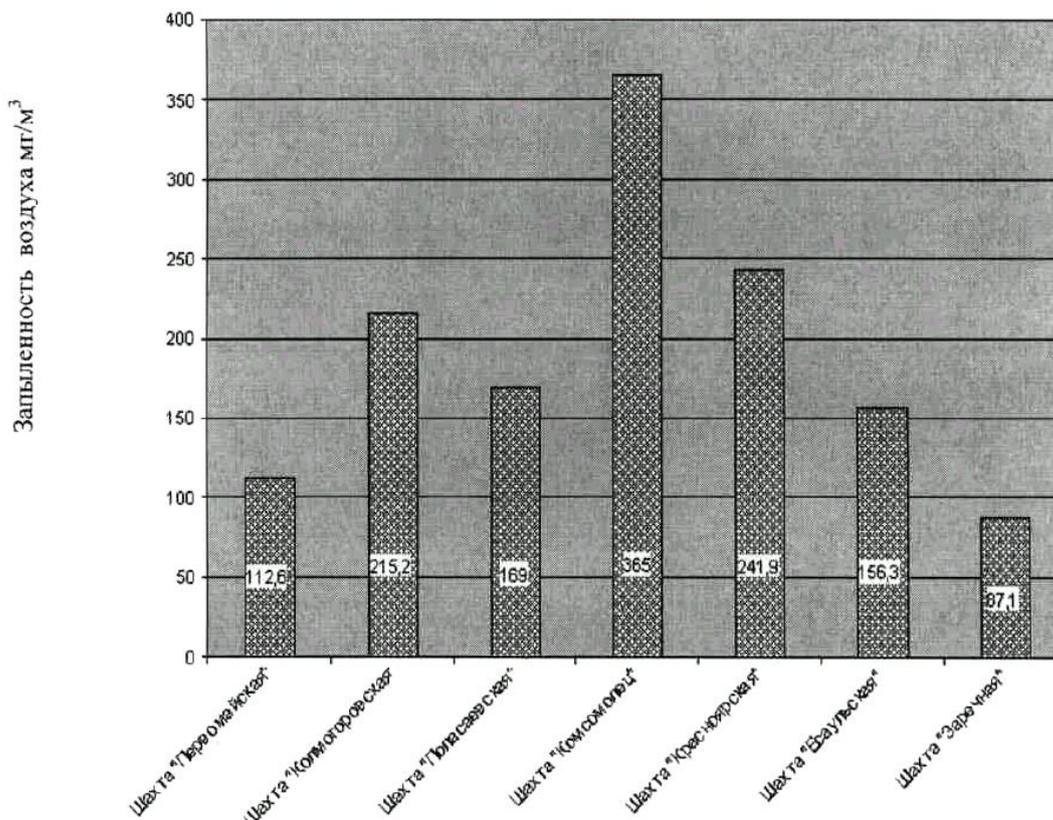


Рис. 1. Среднесменная концентрация пыли на рабочем месте машиниста проходческого комбайна [9]

Fig. 1. Average shift concentration of dust at the working place of a roadheader operator [9]

Нормативными документами установлен расход воды или раствора смачивателя, который должен составлять 2 л/м² поверхности выработки [3];

- орошение в зоне разрушения при работе проходческого комбайна нормативными документами – установлена необходимость орошения горного массива в зоне его разрушения исполнительным органом проходческого комбайна, а также места перегрузки отбитой горной массы [3];

- орошение при передвижке секций механизированных крепей, на которые устанавливаются оросительные форсунки с автоматическим включением и выключением подачи жидкости. На секциях механизированных крепей устанавливаются форсунки для орошения угольной и породной мелочи, находящейся на перекрытиях секций и пространства за секциями. Угольную и породную мелочь, находящуюся на перекрытиях секций и пространство за механизированной крепью орошают при опускании перекрытий, передвижке и распоре секций крепи [3];

- установка обеспыливающих завес в горных выработках в местах перегруза горной массы с комбайна на конвейер, а также исходящего из горных выработок воздуха [3] и т.д.

Очистные горные выработки представляют наибольшую аварийную опасность для человека и производственно-технологических процессов.[4]

Угроза взрыва угольной пыли является одной из самых больших в добыче каменного угля, поэтому в нынешнее время увеличения интенсивности горных работ мы должны ответственно и осознанно бороться с ней. Неадекватная профилактика может привести к взрыву угольной пыли и, в худшем случае, к гибели большого числа шахтеров и разрушению горных машин и механизмов. [5] [6]

При повышенной запыленности создаются тяжелые условия для работы обслуживающего персонала, снижается производительность труда. Образовавшаяся пыль проникает в организм человека при дыхании, а также через поры кожи, что может привести к появлению профессиональных заболеваний, влекущих за собой изменения во всем организме человека. Говорить о неблагоприятном воздействии пыли можно бесконечно, как в рамках повседневной жизни, так и в промышленных масштабах. [7]

Борьба с пылью на горнодобывающих предприятиях имеет большое социальное значение, поэтому разработка и внедрение высокоэффективных способов и средств борьбы с пылью является актуальной задачей [8].

Исследования пылевыведения и пылеобразования [9] на угольных шахтах Кемеровской области –

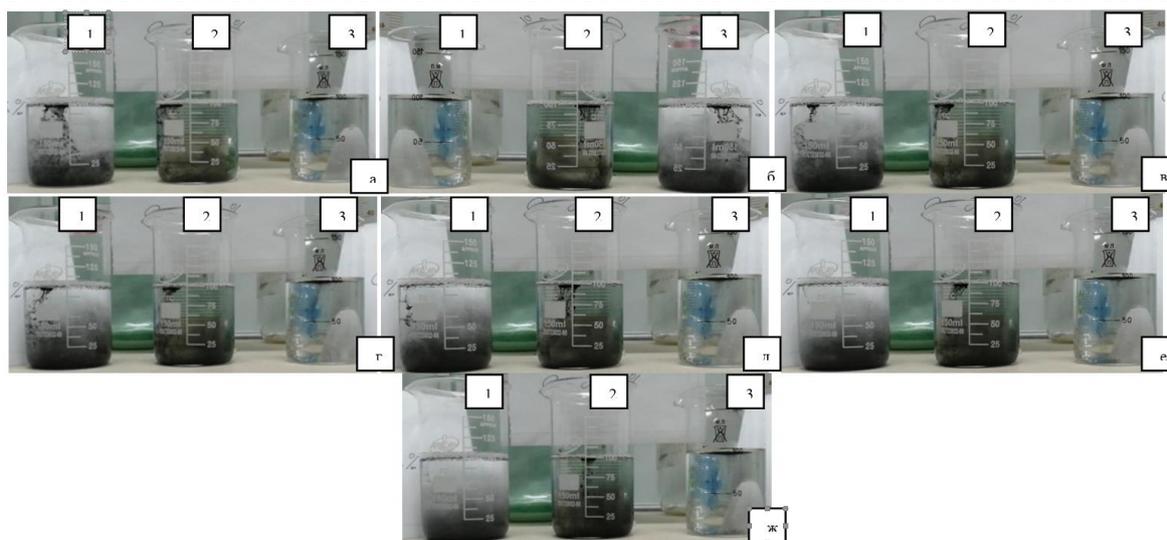


Рис. 2. Сравнительный эксперимент. 1 – раствор смачивателя AP2Y05 с концентрацией 0,03%; 2 – раствор смачивателя Эльфор-М с концентрацией 0,03%; 3 – раствор смачивателя СП-01 с концентрацией 0,03%; а – время от начала эксперимента 5 секунд; б – время от начала эксперимента 10 секунд; в – время от начала эксперимента 15 секунд; г – время от начала эксперимента 20 секунд; д – время от начала эксперимента 25 секунд; е – время от начала эксперимента 30 секунд; ж – время от начала эксперимента 35 секунд

Fig. 2. Comparative experiment. 1 – solution of wetting agent AR2U05 with a concentration of 0.03%; 2 – solution of Elfor-M wetting agent with a concentration of 0.03%; 3 – solution of wetting agent SP-01 with a concentration of 0.03%; а – time from the beginning of the experiment, 5 seconds; б – time from the beginning of the experiment 10 seconds; в – time from the beginning of the experiment 15 seconds; г – time from the beginning of the experiment 20 seconds; д – time from the beginning of the experiment 25 seconds; е – time from the beginning of the experiment 30 seconds; ж – time from the beginning of the experiment 35 seconds

Кузбасса показывают, что пылеобразование при работе проходческих комбайнов на шахтах Кузнецкого бассейна превышают предельно допустимые концентрации. Также запыленность воздуха настолько значительна (рисунок 1), что применяющиеся средства обеспыливания не обеспечивают снижение концентрации угольной пыли в горных выработках до величин, удовлетворяющих соответствующим требованиям [9] [10].

Очень важную роль играет использование поверхностно-активных веществ (ПАВ) в водных растворах для различных систем орошения в шахтах, которые повышают смачиваемость частиц угля и снижают запыленность [10]. Для наиболее эффективной работы оросительных систем в очистных забоях широко применяются различные смачиватели.

Целью экспериментальной работы была разработка раствора высокоэффективного смачивателя [12] и оценка его смачивающей способности частиц угольной пыли для снижения запыленности воздуха в сравнении с аналогами, существующими на рынке, такими как СП-01 и Эльфор-М.

Данные смачиватели нашли применение в шахтах «Осинниковская» ОУК «Южкузбассуголь» и им. С.М. Кирова ОАО «СУЭК-Кузбасс», поэтому были выбраны в качестве контрольных. Оценка смачивающей способности проводилась для пыли угля марки Д с размером частиц менее 0,063мм. Уголь марки Д наиболее распространен на энергетических станциях Кемеровской области – Кузбасса. Также анализ данных по дисперсному составу пыли при работе очистного комбайна [13] [14] указывает о преобладании пыли с размером частиц 50 мкм и меньше.

Экспериментальные исследования проводились с использованием различных химических веществ местных производителей химической продукции. Были испытаны смачиватели на основе таких веществ как полиакриламид, хорошо растворимые в воде полиэфиры различных марок, отходы производства пропиленгликоля – «Полигликоли-3», смесь триэтаноламина и сульфоновых кислот, АБСК – алкилбензосульфокислота, неонол, ВРПГ – водный раствор пропиленгликоля.

Смачиватели представляли собой растворы вышеуказанных веществ с концентрацией от 0,01% до 0,15% в дистиллированной воде, а также в различной концентрации в сочетании друг с другом.

В результате работы было разработано комплексное ПАВ, имеющее в своем составе такие вещества: АБСК – алкилбензосульфокислота, неонол, полиэфиры и оксид лаурамина. Разработанному смачивателю было присвоено рабочее название AP2Y05.

Для определения смачиваемости частиц пыли угля марки Д была принята методика пленочной флотации.[15] [16]. Метод основан на том, что на поверхность исследуемой жидкости высевают испытуемую пыль, определяют время от начала рассева пыли на поверхность раствора до ее полного оседания в жидкости или в случае плохой смачиваемости до условно принятого уровня. Это время принимают за критерий оценки эффективности смачивателя.

При проведении сравнительных экспериментов разработанный раствор смачивателя AP2Y05 показал наилучшие показатели по сравнению с применяемыми аналогами. На рисунке №1 показан сравнительный эксперимент по установлению смачивающей способности экспериментального смачивателя AP2Y05 относительно смачивателей СП-01 и Эльфор-М.

Сравнительные эксперименты растворов смачивателей проводились при концентрации 0,03%. Именно с такой концентрацией смачиватель Эльфор-М применяется на шахте имени С.М. Кирова.

Как видно из рисунков, при прочих равных условиях смачиватель AP2Y05 имеет меньшее время осаждения угольной пыли по сравнению с имеющимися аналогами при концентрации 0,03% в растворе и, следовательно, более эффективное действие. Однако раствор смачивателя AP2Y05 не показал стабильной работы, т.е. отсутствовало постоянство повторения результатов по времени осаждения частиц угольной пыли.

Для повторяемости положительных результатов исследований и повышения эффективности смачивающей способности созданного ПАВ угольной пыли различных видов, необходимо провести корректировку состава реагента для улучшения этих показателей кратно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Инструкция по аэрологической безопасности угольных шахт», Утверждены приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 8 декабря 2020 г. N 506
2. Приказ Ростехнадзора от 21.08.2017 N 327 «Об утверждении Руководства по безопасности «Рекомендации по безопасному ведению горных работ на склонных к динамическим явлениям угольных пластах»
3. Приказ Ростехнадзора от 08.12.2020 N 506 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Инструкция по аэрологической безопасности угольных шахт» (Зарегистрировано в Минюсте России 29.12.2020 N 61918)
4. Цыганков Д.А. Профилактика аварийности как следствия горных ударов в рудных и угольных шахтах // Международный журнал экспериментального образования. – 2016. – № 3-1. – С. 99-104; URL: <http://expeducation.ru/ru/article/view?id=9665> (дата обращения: 14.04.2021).
5. Электронный ресурс. <https://dprom.online/chindustry/pylepodavlenie-na-predpriyatiyah/> Статья в журнале Добывающая промышленность №3, 2020 «Пылеподавление на предприятиях».
6. Электронный ресурс: https://dprom.online/wp-content/uploads/Issue/DP_17.pdf Статья в журнале Добывающая промышленность №5, 2019 «Пылеподавление на угольных предприятиях».
7. Межотраслевой научно-практический журнал «Пылегазоочистка» N14 (июль-декабрь 2017г.) статья «Современные технологии газоочистки на объектах промышленной энергетики.» с. 12-14.
8. Материалы VII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых с международным участием «Россия молодая», Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева г. Кемерово, статья Т.А. Мигунова, Е.О. Попова, студенты гр. ФПс-121, III курс Научный руководитель: Г.К. Яппарова, к.т.н., доцент - «Снижение негативного воздействия угольной пыли на организм человека», УДК622.807:616.24-003.6
9. Адамков А.В. Состояние запыленности воздуха в забоях подготовительных выработок при работе проходческих комбайнов // Вестник КузГТУ. – 2004. – №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sostoyanie-zapylennosti-vozduha-v-zaboyah-podgotovitelnyh-vyrobotok-pri-rabote-prohodcheskih-kombaynov> (дата обращения: 17.05.2021).
10. Требования к смачивателям для пылеподавления в угольной и горнорудной промышленности / Г.А. Поздняков [и др.] // Безопасность труда в промышленности. – 2013. – № 10. – С. 36-39.
11. Подображин А.С. Методы и средства пылевзрывозащиты горных выработок угольных шахт и пылевого контроля // ГИАБ. 2007. №12. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-i-sredstva-pylevzryvozaschity-gornyh-vyrobotok-ugolnyh-shaht-i-pylevogo-kontrolya> (дата обращения: 25.05.2021).
12. Патент RU 2 495 250 C1. Смачиватель для подавления угольной пыли. https://new.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=RUPAT&DocNumber=0002495250&TypeFile=html (дата обращения 26.05.2021)
13. Наноаэрозольная фракция в техногенной угольной пыли и ее влияние на взрывоопасность пыле-метано-воздушных смесей. /А.М. Бакланов и др./ Доклады академии наук, 2015, том 461, №3, с 295-299.

14. Кобылкин А.С. «Исследования пылераспределения в очистном забое у комбайна» // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2020. - № 6-1. – с. 65-73. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-61-0-65-73.

15. Коузов П.А., Скрыбина Л.Я. Методы определения физико-химических свойств промышленных пылей.—Л.: Химия, 1983. 143 с, ил.

16. КиберЛенинка – научная библиотека открытого доступа. Кудряшов В. В., Соловьева Е. А. Методы оценки пылесмачивающего действия растворов ПАВ // ГИАБ. 2009. №12. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-otsenki-pylesmachivayuschego-deystviya-rastvorov-pav> (дата обращения: 17.05.2021).

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

© 2021 Авторы. Издательство Кузбасского государственного технического университета имени Т.Ф. Горбачева. Эта статья доступна по лицензии Creative Commons «Attribution» («Атрибуция») 4.0 Всемирная (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

DOI: 10.26730/1999-4125-2021-6-70-75

UDS 628.511; 54-412

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF WETTING COAL PARTICLES WITH VARIOUS REAGENTS TO REDUCE AIR DUSTINESS

Aleksandr R. Bogomolov,
Dr. Sc.in Engineering, barom@kuzstu.ru
Aleksandr S. Gladkih,
Lecturer, assa.79@mail.ru
Anastasia A. Shibeltgut,
student, nastya_17_shibeltgut@mail.ru

T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, 28 street Vesennaya, Kemerovo, 650000,
Russian Federation



Article info

Received:

15 September 2021

Revised:

30 November 2021

Accepted:

05 December 2021

Keywords: wetting agent, dust suppression, coal dust, membranous flotation method, dust suppression study.

Abstract.

The article considers the relevance of the problem of dust suppression at coal mines and enterprises of the Kemerovo region-Kuzbass. A brief review of methods of dust control using wetting solutions is carried out. It is established that, when working combines in coal mines, the means of dedusting used do not provide a reduction in the dust content of the air to the regulatory requirements. An example of the development of a complex solution of a highly effective coal dust wetting agent is given. The effectiveness of the wetting agent was evaluated by the method of membranous flotation. As a result of the work, a wetting agent solution was developed, which has a shorter coal dust deposition time compared to existing analogues.

For citation Bogomolov A.R., Gladkih A.S., Shibeltgut A.A. Evaluation of the effectiveness of wetting coal particles with various reagents to reduce air dustiness. Bulletin of the Kuzbass State Technical University, 2021, no.6 (148), pp. 70-75. DOI: 10.26730/1999-4125-2021-6-70-75

REFERENCES

1. Federal'nye normy i pravila v oblasti promyshlennoj bezopasnosti «Instrukciya po aerologicheskoy bezopasnosti ugol'nyh shaht», Utverzhdeny prikazom Federal'noj sluzhby po ekologicheskomu, tekhnologicheskomu i atomnomu nadzoru ot 8 dekabrya 2020 g. N 506.
2. Prikaz Rostekhnadzora ot 21.08.2017 N 327 «Ob utverzhdenii Rukovodstva po bezopasnosti «Rekomendacii po bezopasnomu vedeniyu gornyh rabot na sklonnyh k dinamicheskim yavleniyam ugol'nyh plastah».
3. Prikaz Rostekhnadzora ot 08.12.2020 N 506 «Ob utverzhdenii Federal'nyh norm i pravil v oblasti promyshlennoj bezopasnosti «Instrukciya po aerologicheskoy bezopasnosti ugol'nyh shaht! (Zaregistrirvano v Minyuste Rossii 29.12.2020 N 61918)
4. Cygankov D.A. Profilaktika avarijnosti kak sledstviya gornyh udarov v rudnyh i ugol'nyh shahtah // Mezhdunarodnyj zhurnal eksperimental'nogo obrazovaniya. – 2016. – № 3-1. – S. 99-104; URL: <http://expeducation.ru/ru/article/view?id=9665> (data obrashcheniya: 14.04.2021).
5. Elektronnyj resurs. <https://dprom.online/chindustry/pylepodavlenie-na-predpriyatiyah/> Stat'ya v zhurnale Dobyvayushchaya promyshlennost' №3, 2020 «Pylepodavlenie na predpriyatiyah».
6. Elektronnyj resurs: https://dprom.online/wp-content/uploads/Issue/DP_17.pdf Stat'ya v zhurnale Dobyvayushchaya promyshlennost' №5, 2019 «Pylepodavlenie na ugol'nyh predpriyatiyah».
7. Mezhotraslevoj nauchno-prakticheskij zhurnal «Pylegazoochistka» N14 (iyul'-dekabr' 2017g.) stat'ya «Sovremennye tekhnologii gazoochistki na ob'ektah promyshlennoj energetiki.» s. 12-14.
8. Materialy VII Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii molodyh uchenyh s mezhdunarodnym uchastiem «Rossiya molodaya» Kuzbasskij gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet imeni T.F. Gorbacheva g.Kemerovo, stat'ya T.A. Migunova, E.O. Popova, studenty gr. FPs-121, III kurs Nauchnyj rukovoditel': G.K. Yapparova, k.t.n., docent - «Snizhenie negativnogo vozdejstviya ugol'noj pyli na organizm cheloveka», UDK622.807:616.24-003.6
9. Adamkov A.V. Sostoyanie zapylennosti vozduha v zaboyah podgotovitel'nyh vyrabotok pri rabote prohodcheskih kombajnov // Vestnik KuzGTU. – 2004. – №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sostoyanie-zapylennosti-vozduha-v-zaboyah-podgotovitel'nyh-vyrabotok-pri-rabote-prohodcheskih-kombajnov> (data obrashcheniya: 17.05.2021).
10. Trebovaniya k smachivatelyam dlya pylepodavleniya v ugol'noj i gomorudnoj promyshlennosti / G.A. Pozdnyakov [i dr.] // Bezopasnost' truda v promyshlennosti. – 2013. – № 10. – S. 36-39.
11. Podobrazhin A.S. Metody i sredstva pylevzryvozaschity gornyh vyrabotok ugol'nyh shaht i pylevogo kontrolya // GIAB. 2007. №12. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-i-sredstva-pylevzryvozaschity-gornyh-vyrabotok-ugol'nyh-shaht-i-pylevogo-kontrolya> (data obrashcheniya: 25.05.2021).
12. Patent RU 2 495 250 C1. Smachivatel' dlya podavleniya ugol'noj pyli. https://new.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=RUPAT&DocNumber=0002495250&TypeFile=html (data obrashcheniya 26.05.2021).
13. Nanoaerazol'naya frakciya v tekhnogennoj ugol'noj pyli i ee vliyanie na vzryvoopasnost' pyle-metano-vozdushnyh smesej. /A.M. Baklanov i dr./ Doklady akademii nauk, 2015, tom 461, №3, s 295-299
14. Kobylkin A.S. «Issledovaniya pyleraspredeleniya v ochistnom zaboe u kombajna» // Gornyj informacionnanaliticheskij byulleten'. – 2020. - № 6-1. – s. 65-73. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-61-0-65-73.
15. Kouzov P. A., Skryabina L. YA. Metody opredeleniya fiziko-himicheskikh svojstv promyshlennyh pylej. – L.: Himiya, 1983. 143 s, il.
16. KiberLeninka – nauchnaya biblioteka otkrytogo dostupa. Kudryashov V.V., Solov'eva E.A. Metody ocenki pylesmachivayushchego dejstviya rastvorov PAV // GIAB. 2009. №12. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-otsenki-pylesmachivayushchego-deystviya-rastvorov-pav> (data obrashcheniya: 17.05.2021).

Conflicts of Interest

The authors declare no conflict of interest.