

АПРИОРНАЯ И АПОСТЕРИОРНАЯ ОЦЕНКИ ЗАПЫЛЕННОСТИ ПРИЗЕМНОГО СЛОЯ АТМОСФЕРЫ В НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТАХ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

С.С. Кубрин, А.А. Стрелецкий,

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем комплексного освоения недр
им. академика Н.В. Мельникова Российской академии наук, г. Москва, Россия

Аннотация: В статье описаны результаты измерения запыленности приземного слоя атмосферы в населенных пунктах Кемеровской области до и после проведения массового взрыва на угольном разрезе. Приведены данные о дисперсном составе частиц пыли.

Ключевые слова: дисперсный состав, приземный слой атмосферы, массовый взрыв, седиментация частиц пыли, пылегазовое облако.

Благодарность: Исследования проведены в рамках мероприятия № 1 Комплексной научно-технической программы полного инновационного цикла, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 11 мая 2022 года № 1144-р, и соглашения о предоставлении из федерального бюджета грантов в форме субсидии в соответствии с пунктом 4 статьи 78.1 Бюджетного кодекса Российской Федерации № 075-15-2022-1185 от 28 сентября 2022 года.

Для цитирования: Кубрин С.С., Стрелецкий А.А. Априорная и апостериорная оценки запыленности приземного слоя атмосферы в населенных пунктах Кемеровской области // Маркшейдерия и недропользование. 2023. №6. С. 101-105. DOI: 10.56195/20793332_2023_6_101_105.

A PRIORI AND A POSTERIORI ESTIMATES OF THE DUSTINESS OF THE SURFACE LAYER OF THE ATMOSPHERE IN THE SETTLEMENTS OF THE KEMEROVO REGION

S.S. Kubrin, A.A. Streletskiy,

Institute of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Abstract: The article describes the results of measuring the dustiness of the surface layer of the atmosphere in the settlements of the Kemerovo region before and after a mass explosion at a coal mine. Data on the dispersed composition of dust particles are presented.

Keywords: dispersed composition, surface layer of the atmosphere, mass explosion, sedimentation of dust particles, dust and gas cloud.

Acknowledgment: The research was carried out within the framework of Event No. 1 of the Comprehensive Scientific and Technical Program of the Full Innovation Cycle, approved by the Decree of the Government of the Russian Federation No. 1144-r dated May 11, 2022, and the agreement on the provision of grants from the federal budget in the form of subsidies in accordance with paragraph 4 of Article 78.1 of the Budget Code of the Russian Federation No 075-15-2022-1185 dated September 28, 2022.

For citation: Kubrin S.S., Streletskiy A.A. A priori and a posteriori estimates of the dustiness of the surface layer of the atmosphere in the settlements of the Kemerovo region. Surveying and subsoil use. 2023;(6): 101-105. (In Russ.). DOI: 10.56195/20793332_2023_6_101_105.

Взрывные работы, являясь одним из наиболее эффективных и распространенных методов разрушения горной массы на угольных разрезах, в тоже время являются объемным источником загрязнения окружающей среды, в частности, близлежащих населенных пунктов [1].

Производство взрывных работ на разрезе сопровождается образованием пылегазового облака [2], содержащим в себе мелкодисперсные фракции респираторной пыли, продолжительное воздействие которой, способствует возникновению у работников горной отрасли и жителей

близлежащих муниципальных населенных пунктов различных пневмопатологий, таких как: силикоз, пневмокониоз [3, 4]. Также, к одним из негативных последствий продолжительного воздействия мелкодисперсных частиц на здоровье человека является их способность к возникновению ряда сердечно-сосудистых заболеваний, и новообразований [5-8].

Цель исследований

Априорная и апостериорная оценки запыленности приземного слоя атмосферы в населенных пунктах Кемеровской области.

Материалы и методы исследования

Для априорной и апостериорной оценок запыленности приземного слоя атмосферы в населенных пунктах Кемеровской области был проведен дисперсный анализ частиц витающей пыли до и после проведения взрывных работ на одном из разрезов региона. Дисперсный анализ производился счётчиком пылевых частиц СЕМ DT-9880М. Данный прибор служит для быстрого измерения содержания взвешенных твердых частиц в воздухе, а также определяет температуру и уровень влажности воздуха.

Замеры производились в трех точках каждого из девяти населенных пунктов, тем самым обеспечивая максимальное перекрытие местности. Для обеспечения объективности и единства данных, измерения производились в дневное время суток, чтобы исключить влияние атмосферных факторов, таких как: температурная конвекция и градиент скорости ветра.

Результаты исследования

В табл. 1 представлены средние данные дисперсного анализа частиц в близлежащих населенных пунктах до проведения взрывных работ.

Таблица 1 / Table 1

Данные дисперсного анализа / Dispersion analysis data

Номер точки замера / The number of the measu-ring point	Координаты точек замера / Coordinates of measure- ment points	Размер частиц, мкм / Particle size, microns					
		0,3	0,5	1,0	2,5	5,0	10,0
1	55.521836, 86.098313	75385	17937	2612	391	86	44
2	55.388086, 86.026622	148700	46829	10471	1650	396	210
3	55.459567, 85.845942	118035	32119	5491	677	122	48
4	55.726316, 86.150038	65579	15656	2419	327	71	36
5	55.560582, 85.922093	110459	14790	1839	206	39	20
6	55.581674, 86.264487	71529	17351	2706	331	71	35
7	55.630722, 85.948272	48438	10776	1351	130	23	10
8	55.671819, 86.271674	87825	22317	3757	492	102	53
9	55.440709, 86.206740	71774	16452	2299	298	60	30

Из данных априорного дисперсного анализа в населенных пунктах Кемеровской области, представленных в табл. 1, можно сделать вывод, что в точке 2 наблюдается наибольшая фоновая запыленность атмосферного воздуха. Количество частиц пыли PM_{2,5} и PM₁₀ в точке 2, заметно отличается от показателей в остальных населенных пунктах. Данные значения объясняются географическим положением точки 2 относительно угольного разреза, а также розой ветров.

На рис. 1 показана среднегодовая роза ветров Кемеровской области.

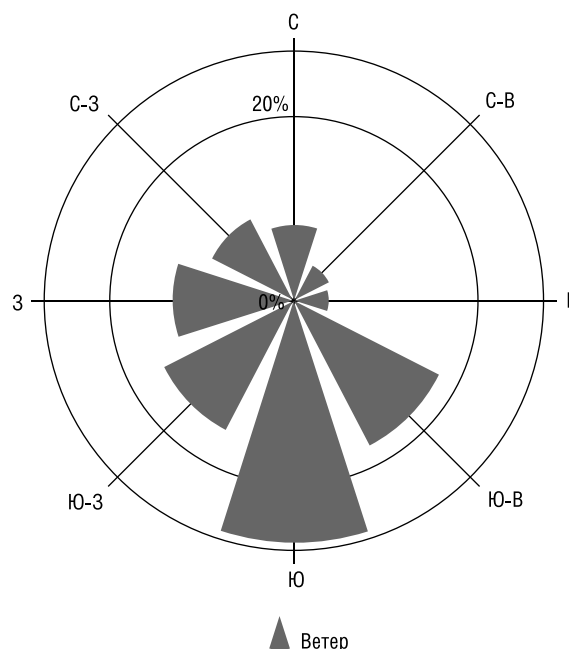


Рис. 1. Среднегодовая роза ветров / Fig. 1. Annual Wind Rose

Населенный пункт в точке 2, находится к югу от угольного разреза, преимущественно действующий северный ветер обеспечивает высокие показатели фоновой запыленности приземного слоя атмосферы.

В табл. 2 представлены усредненные данные дисперсного анализа частиц в близлежащих населенных пунктах после проведения взрывных работ.

Из данных апостериорного дисперсного анализа в населенных пунктах Кемеровской области, представленных

Таблица 2 / Table 2

Усредненные данные дисперсного анализа / Averaged data of variance analysis

Номер точки замера / The number of the measu-ring point	Координаты точек замера / Coordinates of measure- ment points	Размер частиц, мкм / Particle size, microns					
		0,3	0,5	1,0	2,5	5,0	10,0
1	55.521836, 86.098313	57066	15926	2968	398	88	41
2	55.388086, 86.026622	58489	15253	2378	311	68	33
3	55.459567, 85.845942	116434	36382	7927	1292	319	125
4	55.726316, 86.150038	70207	20449	3821	542	106	47
5	55.560582, 85.922093	135272	39827	7700	1027	225	102
6	55.581674, 86.264487	56234	15538	2766	422	87	48
7	55.630722, 85.948272	95490	31514	7844	1396	380	187
8	55.671819, 86.271674	80799	25010	5243	774	159	76
9	55.440709, 86.206740	253776	80803	18977	3944	1382	792

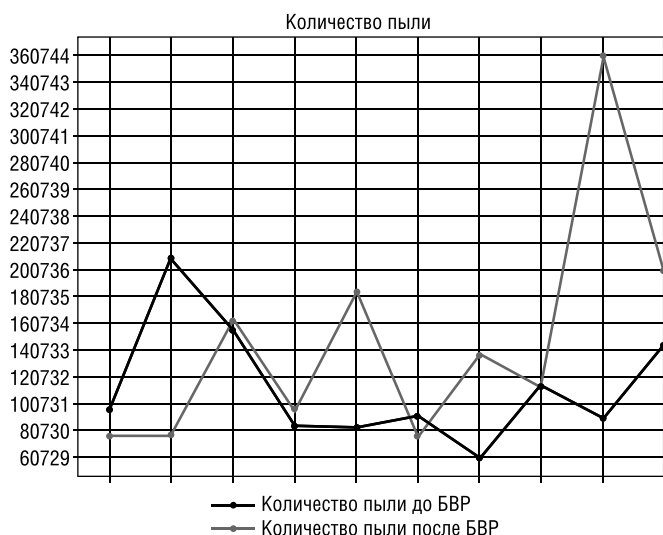


Рис. 1. График запыленности приземного слоя атмосферы в населенных пунктах Кемеровской области / Fig. 1. Graph of dustiness of the surface layer of the atmosphere in the settlements of the Kemerovo region

в табл. 2, можно сделать вывод, что в точке 9, после проведения массовых взрывов наблюдается наибольшая запыленность приземного слоя атмосферы, в частности, частицами PM_{2,5} PM₁₀. Данные значения в апостериорной оценке запыленности объясняются направлением ветра в день проведения взрывных работ на угольном разрезе, а именно действующим северо-западным ветром. На рис. 2 представлен график запыленности приземного слоя атмосферы в населенных пунктах Кемеровской области до проведения массовых взрывов на угольном разрезе

и после. По оси ординат представлены суммарные значения мелкодисперсных частиц, по оси абсцисс точки произведения замеров.

Из графика видно, что до проведения массовых взрывов пик запыленности наблюдался в точке 2, а после проведения, в точке 9.

Множество научных исследований как отечественных, так и зарубежных доказали опасность мелкодисперсных частиц пыли для организма человека и биоты в целом [9-15]. Поэтому задача мониторинга пылегазового облака, образованного в результате проведения массовых взрывов на угольном разрезе, включая оценку его траектории распространения, и седиментацию частиц пыли является актуальной.

Заключение

В рамках проведенного исследования была проведена оценка запыленности приземного слоя атмосферы в близлежащих населенных пунктах до проведения массового взрыва на угольном разрезе, и после его проведения. Наибольший научный интерес вызывает механизм переноса пылегазового облака в атмосфере, а также его седиментации за пределами горного отвода.

Выводы

В статье приведены результаты исследования запыленности приземного слоя атмосферы за границей горного отвода, а также проведен анализ факторов, влияющих на распространение и седиментацию пылегазового облака образованного в результате проведения массового взрыва на угольном разрезе.

Показано, что комплексный учет факторов, в частности, учет метеорологических параметров таких как сила и направление ветра, более объективно описывает процесс распространения пылегазового облака в атмосфере. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Дугарцыренов, А.В. Об определяющих факторах формирования пылегазового облака при массовых взрывах на карьерах / А.В. Дугарцыренов, В.Н. Анисимов, В.В. Семенов // Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2007. - № 2. - С. 43-51.
2. Викторов, С.Д. Образование и распространение пылегазового облака при массовом взрыве на карьере / С.Д. Викторов, В.С. Бутысин // Горный информационно-аналитический бюллетень. - 1996. - № 6. - С. 119-123.
3. Luong L.T.M., Dang T.N., Thanh Huong N.T., Phung D., Tran L.K., Van Dung D., Thai P.K. Particulate Air Pollution in Ho Chi Minh City and Risk of Hospital Admission for Acute Lower Respiratory Infection (ALRI) among Young Children. Environ. Pollut. 2020. V. 257. 113424. DOI: 10.1016/j.envpol.2019.113424.
4. Priyankara S., Senarathna M., Jayaratne R., Morawska L., Abeyesundara S., Weerasooriya R., Knibbs L.D., Dharmage S.C., Yasaratne D., Bowatte G. Ambient PM_{2.5} and PM₁₀ Exposure and Respiratory Disease Hospitalization in Kandy, Sri Lanka. Int. J. Environ. Res. Public Health. 2021. № 18. P. 9617. DOI: 10.3390/ijerph18189617.
5. Bulejko P., Adamec V., Skeril R., Schullerova B., Bencko V. Levels and Health Risk Assessment of PM₁₀ Aerosol in Brno, Czech Republic. Cent. Eur. J. Public Health. 2017. № 25. P. 129-134. DOI: 10.21101/cejph.a4495.
6. Ljungman P.L.S., Andersson N., Stockfelt L., Andersson E.M., Nilsson Sommar J., Eneroth K., Gidhagen L., Johansson C., Lager A., Leander K. et al. Long-Term Exposure to Particulate Air Pollution, Black Carbon, and Their Source Components in Relation to Ischemic Heart Disease and Stroke. Environ. Health Perspect. 2019. № 127. P. 107012. DOI: 10.1289/EHP4757.
7. Roy D., Singh G., Seo Y.-C. Carcinogenic and NonCarcinogenic Risks from PM₁₀-and PM_{2.5}-Bound Metals in a Critically Polluted Coal Mining Area. Atmos. Pollut. Res. 2019. № 10. P. 1964-1975. DOI: 10.1016/j.apr.2019.09.002.
8. Cortes-Ramirez J., Naish S., Sly P., Jagals P. Mortality and Morbidity in Populations in the Vicinity of Coal Mining: A Systematic Review. BMC Public Health. 2018. № 18. P. 721. DOI: 10.1186/s12889-018-5505-7.
9. Методическое пособие по расчёту, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух (дополненное и переработанное). - СПб., 2012.
10. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. - М., 2004.

11. Effect of Air Pollution Control on Life Expectancy in the United States: An Analysis of 545 U.S. Counties for the Period from 2000 to 2007 / Correia, Andrew W.a; Pope, C. Arden IIIb; Dockery, Douglas W.c; Wang, Yuna; Ezzati, Majidd; Dominici, Francescaa // Epidemiology. - 2013. - Vol. 24. - Iss. 1. - P. 23-31. doi:0.1097/EDE.0b013e3182770237. Air Pollution
12. Airborne Particulate Concentrations and Numbers in the United Kingdom (phase 2) / S. Beccaceci, D. Muhunthan, D. Sarantaridis, J. Tompkins, D. Butterfield, P. Quincey, R. Brown, D. Green, A. Grieve, G. Fuller, A. Jones // Annual Report. - 2010. Report Date: 31/08/2011.
13. Kassomenos P.A., Dimitriou K., Paschalidou A.K. Human health damage caused by particulate matter PM (10) and ozone in urban environments: the case of Athens, Greece: Environ Monit Assess. - 2013.
14. Particulate matter, PM 10 & PM 2.5 levels, and airborne mutagenicity in Chiang Mai, Thailand / Usanee U. Vinitketkumnuen, Kittawan K. Kalayanamitra, Teera T. Chewonarin, Richard R. Kamens // Mutat Res. - 2002. - Vol. 519 (1-2). - P. 121-31. - PMID 12160897.
15. Wilson R. and Spengler J. Particles in Our Air: Concentrations and Health Effects. - Cambridge, MA: Distributed by Harvard University Press, 1996.

REFERENCES

1. Dugartsyrenov, A.V. On the determining factors of the formation of a dust and gas cloud during mass explosions at quarries / A.V. Dugartsyrenov, V.N. Anisimov, V.V. Semenov // Mining information and Analytical Bulletin. - 2007. - No. 2. - pp. 43-51.
2. Viktorov, S.D. Formation and propagation of a dust and gas cloud during a massive explosion at a quarry / S.D. Viktorov, V.S. Butysin // Mining information and analytical bulletin. - 1996. - No. 6. - pp. 119-123.
3. Luong L.T.M., Dang T.N., Thanh Huong N.T., Phung D., Tran L.K., Van Dung D., Thai P.K. Particulate Air Pollution in Ho Chi Minh City and Risk of Hospital Admission for Acute Lower Respiratory Infection (ALRI) among Young Children. Environ. Pollut. 2020. V. 257. 113424. DOI: 10.1016/j.envpol.2019.113424.
4. Priyankara S., Senarathna M., Jayaratne R., Morawska L., Abeyesundara S., Weerasooriya R., Knibbs L.D., Dharmage S.C., Yasaratne D., Bowatte G. Ambient PM2.5 and PM10 Exposure and Respiratory Disease Hospitalization in Kandy, Sri Lanka. Int. J. Environ. Res. Public Health. 2021. № 18. P. 9617. DOI: 10.3390/ijerph18189617.
5. Bulejko P., Adamec V., Skeril R., Schullerova B., Bencko V. Levels and Health Risk Assessment of PM10 Aerosol in Brno, Czech Republic. Cent. Eur. J. Public Health. 2017. № 25. P. 129-134. DOI: 10.21101/cejph.a4495.
6. Ljungman P.L.S., Andersson N., Stockfelt L., Andersson E.M., Nilsson Sommar J., Eneroth K., Gidhagen L., Johansson C., Lager A., Leander K. et al. Long-Term Exposure to Particulate Air Pollution, Black Carbon, and Their Source Components in Relation to Ischemic Heart Disease and Stroke. Environ. Health Perspect. 2019. № 127. P. 107012. DOI: 10.1289/EHP4757.
7. Roy D., Singh G., Seo Y.-C. Carcinogenic and NonCarcinogenic Risks from PM10-and PM2.5-Bound Metals in a Critically Polluted Coal Mining Area. Atmos. Pollut. Res. 2019. № 10. P. 1964-1975. DOI: 10.1016/j.apr.2019.09.002.
8. Cortes-Ramirez J., Naish S., Sly P., Jagals P. Mortality and Morbidity in Populations in the Vicinity of Coal Mining: A Systematic Review. BMC Public Health. 2018. № 18. P. 721. DOI: 10.1186/s12889-018-5505-7.
9. Methodical manual on calculation, rationing and control of emissions of pollutants into the atmospheric air (supplemented and revised). - St. Petersburg, 2012.
10. P 2.1.10.1920-04. Guidelines for assessing the risk to public health when exposed to chemicals that pollute the environment. - M., 2004
11. Effect of Air Pollution Control on Life Expectancy in the United States: An Analysis of 545 U.S. Counties for the Period from 2000 to 2007 / Correia, Andrew W.a; Pope, C. Arden IIIb; Dockery, Douglas W.c; Wang, Yuna; Ezzati, Majidd; Dominici, Francescaa // Epidemiology. - 2013. - Vol. 24. - Iss. 1. - P. 23-31. doi:0.1097/EDE.0b013e3182770237. Air Pollution
12. Airborne Particulate Concentrations and Numbers in the United Kingdom (phase 2) / S. Beccaceci, D. Muhunthan, D. Sarantaridis, J. Tompkins, D. Butterfield, P. Quincey, R. Brown, D. Green, A. Grieve, G. Fuller, A. Jones // Annual Report. - 2010. Report Date: 31/08/2011.
13. Kassomenos P.A., Dimitriou K., Paschalidou A.K. Human health damage caused by particulate matter PM (10) and ozone in urban environments: the case of Athens, Greece: Environ Monit Assess. - 2013.
14. Particulate matter, PM 10 & PM 2.5 levels, and airborne mutagenicity in Chiang Mai, Thailand / Usanee U. Vinitketkumnuen, Kittawan K. Kalayanamitra, Teera T. Chewonarin, Richard R. Kamens // Mutat Res. - 2002. - Vol. 519 (1-2). - P. 121-31. - PMID 12160897.1
15. Wilson R. and Spengler J. Particles in Our Air: Concentrations and Health Effects. - Cambridge, MA: Distributed by Harvard University Press, 1996.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Кубрин Сергей Сергеевич:

доктор технических наук,
профессор,
ученый секретарь,
ИПКОН РАН,
г. Москва, Россия,
e-mail: s_kubrin@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Kubrin Sergey Sergeevich:

Doctor of engineering sciences,
Professor,
Academic secretary,
Institute of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources
Russian Academy of Sciences,
Moscow, Russia,
e-mail: s_kubrin@mail.ru

Стрелецкий Александр Алексеевич:
ведущий инженер,
ИПКОН РАН,
г. Москва, Россия,
e-mail: seaman1079@yandex.ru

Strelezkiy Aleksandr Alekseevich:
Leading engineer,
Institute of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources
Russian Academy of Sciences,
Moscow, 1Russia,
e-mail: seaman1079@yandex.ru

КРИТЕРИИ АВТОРСТВА / CONTRIBUTION OF THE AUTHORS: Авторы заявляют о равном вкладе каждого в работу над статьей. / The authors participated equally in the writing and collection of the material, as well as its processing.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ / CONFLICT OF INTEREST: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. / The authors declare no conflict of interest.



ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ КОМПЛЕКСНОГО ОСВОЕНИЯ НЕДР
ИМ. АКАДЕМИКА Н.В. МЕЛЬНИКОВА
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

Аккредитованная Лаборатория ЭКОН в составе Отдела теории проектирования освоения недр ИПКОН РАН проводит НИР с подготовкой Заключений для предприятий России об опасности взрыва (воспламенения) серной или сульфидной пыли при отработке месторождений колчеданных, антимонитовых и полиметаллических руд.

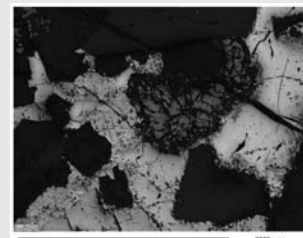
Направления деятельности:

- ✦ анализ исходных данных и горно-технических условий разработки месторождений;
- ✦ анализ химического состав руд и пород;
- ✦ исследование текстурно-структурного строения керна (или крупнообломочного материала);
- ✦ изучение процессов выделения/поглощения тепла при взаимодействии пыли с нагретыми поверхностями и контакте с ВВ;
- ✦ оценка риска опасности взрыва сульфидной пыли в горных выработках рудника при ведении подземных горных работ
- ✦ разработка технологических мероприятий и рекомендаций для предотвращения взрывов сульфидной пыли и возгорания колчеданных руд и пород.

Подготовленные ранее аналогичные Заключение в составе Отчетов о НИР успешно принимаются в составе проектной документации Главгосэкспертизой.

Контакты:

Адрес: 111020, г. Москва,
Крюковский туп., д.4.
E-mail: geo-science@mail.ru
Тел: +7 (916)087-54-44
Сайт: <https://ипконран.рф/>
<http://labecomine.com/>



КАЗАНСКИЙ ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ НЕФТЕГАЗОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Информируем Вас

Подготовка студентов в Институте геологии и нефтегазовых технологий ведется по 2-м направлениям:

05.03.01 Геология и 21.03.01 «Нефтегазовое дело».

Контакты : 420008, Казань, Кремлевская 4/5, Институт геологии нефтегазовых технологий

Тел/факс: (843) 233-71-61. E-mail: geofak@kpfu.ru



WWW.N-GN.RU