

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»
ВК «Кузбасская ярмарка»

НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ
РАЗРАБОТКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

№ 9 - 2023

Главный редактор
д.т.н., проф. Фрянов В.Н.

Редакционная коллегия:
чл.-корр. РАН, д.т.н., проф. Клишин В.И., д.т.н., проф. Никитенко С.М.,
д.т.н. Павлова Л.Д. (технический редактор), д.т.н., проф. Домрачев А.Н.,
д.э.н., проф. Петрова Т.В.

Н 340 Наукоемкие технологии разработки и использования минеральных ресурсов : науч. журнал / Сиб. гос. индустр. ун-т; под общей ред. В.Н. Фрянова. – Новокузнецк, 2023. - № 9. – 390 с.

Рассмотрены аспекты развития инновационных наукоемких технологий диверсификации угольного производства и обобщены результаты научных исследований, в том числе создание роботизированных и автоматизированных угледобывающих и углеперерабатывающих предприятий, базирующиеся на использовании прорывных технологий добычи угля и метана, комплексной переработке этих продуктов в угледобывающих регионах и реализации энергетической продукции потребителям в виде тепловой и электрической энергии.

Журнал предназначен для научных и научно-технических работников, специалистов угольной промышленности, преподавателей, аспирантов и студентов вузов.

Номер подготовлен на основе материалов Международной научно-практической конференции «Наукоемкие технологии разработки и использования минеральных ресурсов», проводимой в рамках специализированной выставки технологий горных разработок «Уголь России и Майнинг» (Новокузнецк, 6-9 июня 2023 г.).

Основан в 2015 г.
Выходит 1 раз в год

Учредитель - Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

УДК 622.2
ББК 33.1

¹ к.т.н. Якубов С.И., ² д.т.н. Прошунин Ю.Е., ³ к.т.н. Юнусова Ф.Р., ³ Фирлина Г.Л., ³ Фаёз Омонуллахонов Фаррух угли, ³ Атоев Ақобир Авар угли.....	341
1 – Институт общей и неорганической химии Академии наук Республики Узбекистан, г. Ташкент, Узбекистан	341
2 – Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	341
3 – НИУ Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства, г. Ташкент, Узбекистан.....	341
ИНИЦИАТИВЫ РОССИЙСКИХ УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ КОМПАНИЙ ПО СНИЖЕНИЮ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ	348
Нагайцев И.А., д.э.н. Петрова Т.В.....	348
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	348
К ВОПРОСУ О ПЕРСПЕКТИВАХ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ГЛУБОКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ КАМЕННЫХ И БУРЫХ УГЛЕЙ.....	354
д.т.н. Прошунин Ю.Е., д.т.н. Мурко В.И.....	354
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	354
К ВОПРОСУ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ НА ВЕЛИЧИНУ КОЭФФИЦИЕНТА ВНЕШНЕГО ТРЕНИЯ УГЛЕСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ.....	361
д.т.н. Прошунин Ю.Е., Гельгенберг И.О.	361
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	361
УПРАВЛЕНИЕ ГОРНЫМИ РАБОТАМИ И ПРОЦЕССАМИ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ ЭКОЛОГИИ НА УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗАХ ВЬЕТНАМА	364
^{1,2} д.т.н. Зеньков И.В., ³ Мулюшкина А.А.	364
1 – Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия	364
2 – Федеральный исследовательский центр информационных и вычислительных технологий, г. Красноярск, Россия.....	364
3 – Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнёва, г. Красноярск, Россия	364
ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТЕЙ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЫСОТНЫХ ОТМЕТОК МЕСТНОСТИ ПРИ АНАЛИЗЕ ТЕХНОГЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ РЕЛЬЕФА	367
д.г.-м.н. Гутак Я.М., Андропова В.С.....	367
Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк, Россия	367
РЕТРОСПЕКТИВНАЯ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТЭК КУЗБАССА.....	372
к.э.н. Новоселов С.В., г. Кемерово, Россия	372
ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ АСПЕКТ ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ РОССИИ И КУЗБАССА.....	378
к.э.н. Новоселов С.В., г. Кемерово, Россия	378
КОНЦЕПЦИЯ СТРАТЕГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНАЛЬНОГО ТЭК КУЗБАССА КАК ИНТЕГРАЦИОННОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ В УСЛОВИЯХ РАДИКАЛЬНЫХ ВЫЗОВОВ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ	382
к.э.н. Новоселов С.В., г. Кемерово, Россия	382
ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЙ СТАЦИОНАРНЫХ И ПЕРЕДВИЖНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ НА ПРИМЕРЕ ПРЕДПРИЯТИЯ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	386
Киприянов Д.А., к.т.н. Поползин И.Ю., Дробышев В.К.....	386
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	386

Принт», 2017. – 192 с.

11. Буторин В.К., Ткаченко А.Н., Шипилов С.А. Прикладной системный анализ: концептуальный подход: монография. – Кемерово: М.: «Российские университеты»: «Кузбассвузиздат»: «АСИТ», 2006. – 323 с.

12. Новоселов С.В., Ремезов А.В. Проблема определения условно-оптимальных объемов добычи для производственной единицы (шахты, разреза) с учетом экологических ограничений в условиях Кузбасса // Уголь. – 2023. – № 3 – С. 104-108.

УДК 504.054

ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЙ СТАЦИОНАРНЫХ И ПЕРЕДВИЖНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ НА ПРИМЕРЕ ПРЕДПРИЯТИЯ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Киприянов Д.А., к.т.н. Поползин И.Ю., Дробышев В.К.

Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия

Аннотация. Проанализирована деятельность котельного подразделения шахтного предприятия, выявлены источники загрязнения атмосферного воздуха, определена общая величина выбросов загрязняющих веществ этими источниками загрязнения. Выполнены расчеты выбросов в атмосферу загрязняющих веществ от породного отвала, механизмами для проведения рекультивации и автотранспорта.

Ключевые слова: источники загрязнения, шахта, породный отвал, пыль углепородная, уголь, атмосферный воздух, выбросы, пылевая поверхность.

Промышленная и сельскохозяйственная продукция, а также другие отрасли человеческой деятельности оказывают негативное воздействие на окружающую среду на протяжении многих лет. Напряженная экологическая обстановка во многих районах и городах России свидетельствует о том, что, несмотря на возросшее в последнее время внимание к этим вопросам и значительные затраты на их решение, принимаемые меры недостаточно эффективны и не вызывают изменения тенденции ухудшения состояния окружающей среды [1].

Сложившаяся в России структура промышленного производства связана с развитием энергетической, горно-металлургической, угледобывающей, химической и машиностроительной отраслей и характеризуется интенсивным потреблением энергетических, сырьевых, водных и земельных ресурсов, а также увеличением нагрузки на окружающую среду. Среди отраслей больше всего загрязняют атмосферу энергетика (32%), металлургия (27%), угольная промышленность (23%).

Угольная промышленность представляет собой чрезвычайно сложный многоотраслевой производственно-хозяйственный комплекс, являющийся тяжелой отраслью не только по содержанию, но и по уровню повышенной опасности для окружающей среды. Добыча угля связана с разрушительным воздействием на атмосферу, земельные и водные ресурсы, растительный и животный мир. Горящие отвалы горных пород, интенсивная запыленность и загрязнение воздуха, гидротехнические сооружения, пруды и отстойники, хвостохранилища, загрязнение поверхностных и подземных вод, образующихся подземных пространств, просадки земной поверхности, искусственное обводнение, заболачивание и многое другое являются источниками экологических опасностей, связанных с эксплуатацией объектов угольной промышленности [2].

На территории Кемеровской области добычу ведут 152 горнодобывающих предприятий, из них 96 – угольные. Уголь поставляется на обогатительные фабрики, которые распределяют его по заводам. В результате добычи, переработки и использования угля

предприятиями угольной промышленности ежегодно выбрасывается огромное количество загрязняющих веществ (диоксид серы, оксиды азота, оксид углерода, органические углеводороды, летучие органические соединения). В атмосферу выбрасываются и специфические загрязняющие вещества: антрацитовая пыль, метан, оксид железа, марганец, свинец, минеральные масла, сероводород. Решение экологических проблем охраны атмосферного воздуха связано с оснащением источников загрязнения высокоэффективными пыле-газоулавливающими устройствами, сокращением количества малых организованных и неорганизованных стационарных источников, разработкой и внедрением более чистых технологических процессов. На сегодняшний день значительная часть основного технологического газоочистного оборудования устарела. По состоянию на конец 2022 года почти 65% технологических установок не оснащены газоочистным оборудованием. В результате в атмосферу попало 1329 тыс. тонн опасных веществ. Это привело к превышению предельно допустимых концентраций (ПДК) многих вредных веществ в воздухе промышленных городов области.

Постановки задачи. Целью работы является оценка влияния угольной промышленности на атмосферный воздух. В качестве объекта исследования были выбраны данные по практике.

Производственный комплекс шахты включает в себя промышленные котельные, вентиляционные шахты, дегазационные установки, мастерские по ремонту гидравлического оборудования, вулканизационную, электрическую, газосварочную станцию, участки, электровоззарядную станцию, автотранспортный гараж, лесной склад, склад угля и шлака, строительный цех, горизонтальную магистраль и шахтный водоем-осветительный пруд, административно-бытовой комбинат, складское помещение.

Анализ влияния источников загрязнения на состояние атмосферного воздуха. Для шахты является действующим предприятием по добыче угля марки «Г», который обеспечивает потребности энергетической отрасли. Добыча угля осуществляется под землей в шахтах – это самостоятельная производственно-хозяйственная единица горнодобывающего предприятия. Рудные месторождения, которые разрабатываются под землей, представлены линзами, стержнями, пластами, куполами, жилами [1].

Горная порода частично остается в шахте, частично выходит на поверхность. Выход горной породы на поверхность составляет 117 тыс. тонн в год. Порода хранится в породном отвале шахты, расположенной в северо-восточной части основной промышленной площадки. Шахта имеет три площадки технологических комплексов, где расположены источники выбросов загрязняющих веществ в атмосферу:

- I – промышленная площадка шахты (основная);
- II – промышленная площадка котельной;
- III – промышленный участок вентиляционной шахты и дегазационного оборудования.

На площадках шахты сложился комплекс основных производств, характерных для угольных шахт и связанных с выбросами вредных веществ в атмосферу. Все производственные помещения и породная отвалы рудника расположены на первой площадке (основной), расположенной в северо-западной части.

В результате анализа деятельности обособленного подразделения шахтного предприятия было выявлено 19 источников загрязнения атмосферного воздуха, которые были разделены на два вида: организованные и неорганизованные.

Организованные – это источники, которые выбрасывают вредные вещества в воздушный бассейн через трубу. Организовано 11 источников загрязнения атмосферного воздуха, а именно: котельная труба ДКВР – 10/13 (источник 1), котельная труба Е – 1/9 (источник 2), труба кузнечной печи (источник 3), труба деревообрабатывающего станка (источник 4), деревообрабатывающие станки (источник 5), вентиляционная шахта № 1 (источник 8), вентиляционная шахта № 4 (источник 18), дегазационное оборудование (источник 19),

котлы Ревокатов (источник 16), бытовая печь РМУ (труба) (источник 13), бытовая печь транспортной секции (котел) (источник 14).

Неорганизованные – источники, выделяющие вредные вещества с большой площади и из-за протечек технологического оборудования. К неорганизованным относятся 8 источников загрязнения, а именно: сварочные аппараты (источник 6), отвал породы (источник 7), двигатели внутреннего сгорания (ДВС) автомобилей (источник 15), участок резки металла (источник 11), шлаковый склад котельной ПК (источник 17), шлакосклад шахты котельной (источник 10), склад горюче-смазочных материалов (источник 12), склад угля (источник 9).

На основании анализа технологического оснащения предприятия проведена инвентаризация источников загрязнения атмосферного воздуха, что позволило установить суммарную мощность выбросов загрязняющих веществ по всем источникам загрязнения на шахте – 12380,20 тонн/год. Свалка отходов является одним из основных стационарных источников загрязнения атмосферного воздуха на шахте табл. 1. Базовая площадь отвала составляет 24,0 га. Под воздействием изменяющейся температуры воздуха, осадков, ветра происходит саморазрушение комковатой породы с образованием определенной доли пыли. В сухую ветреную погоду эта пыль выдувается ветром из отвала и уносится, загрязняя атмосферу. Процесс формирования отвала также сопровождается выделением пыли.

Таблица 1

Данные по отвалу породы рудника

Параметры источника выбросов		Вещество	Мощность излучения	
Высота, м	Диаметр, м		г/с	т/год
76,0	400-702,5	Угольная пыль	3,431	81,26

Для снижения количества пылевыведения предусмотрены технологические решения по рекультивации отвала с последующим его полным озеленением.

Основными источниками выбросов загрязняющих веществ при рекультивации отвала отходов и сопутствующем процессу дополнительных технологических операций являются перемещающееся по площадке оборудование, транспортные средства, а также технологические операции, связанные с высыпкой и хранением горной породы для обустройства временных технологических насыпок. Валовые выбросы загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу этими источниками загрязнения, их предельно допустимые концентрации (ПДК), класс опасности приведены в табл. 2.

Таблица 2

Валовые выбросы загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу при рекультивации свалки отходов

Вещество	ГДК, мг/м ³	Класс опасности	Валовая выработка, т/год			
			на период рекультивации		последующие годы до полного благоустройства свалки	
			от стационарных источников	от автотранспорта	от стационарных источников	от автотранспорта
Угольная пыль	0,03	4	17,18	0,0533	9,17	0,0533
Оксид углерода	5,0	4	–	44,52	–	44,52
Предельные углеводороды	1,0	4	–	13,4	–	13,4
Диоксид азота	0,085	2	–	17,8	–	17,8
Сажа	0,15	3	–	6,9	–	6,9
Диоксид азота	0,5	3	–	8,9	–	8,9
Вместе:			17,18	91,58	9,17	91,58
Всего:			108,76		100,75	

Для определения степени воздействия на окружающую среду отвала рудника были рассчитаны выбросы из отвала [3], которые показали:

- количество твердых частиц, выделяемых при формировании отвала и бермы, составляет 1,16 т/год;
- количество твердых частиц, сдуваемых с поверхности отвала отходов перед рекультивацией, составляет 80,1 т/год;
- количество твердых частиц, сдуваемых с поверхности отвала в период рекультивации отвала, составляет 16,02 т/год;
- количество твердых частиц, сдуваемых с поверхности свалки отходов в последующие годы до полного благоустройства свалки, составляет 8,01 т/год;
- количество твердых частиц, выбрасываемых при всех видах погрузочно-разгрузочных работ в пределах отвала шахты, составляет 0,045 тонн/год.

В процессе рекультивации терриконов планируется перемещение больших объемов породы текущего производства. Эксплуатация транспорта и механизмов сопровождается выбросами выхлопных газов, которые являются источниками загрязнения воздуха.

Величина выбросов определяется исходя из удельных норм расхода топлива, количества часов работы в год с использованием коэффициентов выбросов. Потребность в механизмах принимается в зависимости от их суточной производительности и односменной работы. Результаты расчетов токсичных выбросов от механизмов и транспортных средств в атмосферу приведены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты расчетов токсичных выбросов от механизмов и транспортных средств в атмосферу в шахтовом предприятии

Наименование загрязняющих веществ	Выбросы загрязняющих веществ			
	Выбросы, т/т	Количество		
		т/год	г/с	т/год
Оксид углерода	0,1000	0,0212	5,9	44,52
Предельные углеводороды	0,0300	0,0064	1,8	13,4
Диоксид азота	0,0400	0,0085	2,4	17,8
Сажа	0,0155	0,0033	0,92	6,9
Диоксид серы	0,0200	0,0042	1,2	8,9

Помимо выбросов загрязняющих веществ, пыль также попадает в атмосферный воздух при эксплуатации транспортных средств, что вызвано движением самосвалов. Пыль выделяется в результате взаимодействия колес с дорожным покрытием и сдувания ее с поверхности материала, загруженного в кузов автомобиля. Расчетное количество пыли, образующейся при движении транспортных средств по территории площадки и по автомагистрали, составляет 0,0011 г/с или 0,0083 т/год.

Выводы. Для оценки воздействия на атмосферный воздух были рассчитаны выбросы загрязняющих веществ в пределах основной промышленной площадки шахты, поступающих из отвала отходов и автотранспорта в атмосферный воздух. Определено, что основным загрязняющим веществом, выделяющимся при формировании отвала и выдувании частиц с его пылевой поверхности, является каменноугольная пыль, валовая эмиссия которой составляет 17,18 т/год.

Необходимо ограничить погрузочно-разгрузочные работы, связанные со значительными выбросами в атмосферный воздух, проводить проверки транспортных средств на содержание загрязняющих веществ в выхлопных газах, восстанавливать поверхности накопленного мелиоративного слоя горных пород путем посева многолетней травянистой и кустарниковой растительности для предотвращения пылеобразования, проводить полное

озеленение прилегающей территории для уменьшения объема частиц, сдуваемых с поверхности свалки отходов, и предотвращения эрозии почвы.

Список литературы

1. Дорохов Д.В., Сивохин В.И. Технология подземной разработки пластовых месторождений / Под общ. ред. Д.В. Дорохова. – Донецк: ДонГТУ, 1997. – 344 с.
2. Меркулов В.А. Охрана природы в угольных шахтах / А.В. Меркулов. – М.: Недра, 1981. – 183 с.
3. Сборник методик по расчету выбросов в атмосферу загрязняющих веществ различными производствами. – Л.: Гидрометеиздат, 1986.