

МЕТОДЫ БОРЬБЫ С ПЫЛЬЮ НА КАРЬЕРНЫХ ДОРОГАХ

Виктор Семенович Писарев

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Российская Федерация, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры инженерной геодезии и маркшейдерского дела, тел. (383)343-18-53, e-mail: viktor@ssga.ru

Андрей Александрович Басаргин

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Российская Федерация, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной информатики и информационных систем, тел. (383)343-18-53, e-mail: abaspirant@mail.ru

Практика борьбы с пылью на угольных разрезах и технологических дорогах как у нас в стране, так и за рубежом показывает, что снижение запыленности до предельно допустимых концентраций является весьма сложной инженерной задачей. Для борьбы с пылью на открытых горных выработках применяются различные методы и способы. Исследование прогрессивных средств борьбы с пылью позволит нормализовать санитарно-гигиенические условия на предприятиях горной промышленности, снизить уровень профессиональных заболеваний горнорабочих. В статье говорится о том, что большое количество пыли сопровождает процессы добычи и транспортировки угля из карьера до обогатительной фабрики. Приведен опыт борьбы с пылью на предприятиях АО «Сибирский Антрацит».

Ключевые слова: пыль, уголь, карьерные дороги, пылеподавление, экология.

METHODS OF DUST CONTROL ON OPEN-CAST MINE

Viktor S. Pisarev

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Associate Professor, Department of Engineering Geodesy and Mine Surveying, phone: (383)343-27-09, e-mail: viktor@ssga.ru

Andrei A. Basargin

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Assoc. Prof., Department of Applied Informatics and Information Systems, phone: (383)343-18-53, e-mail: abaspirant@mail.ru

The practice of dust control on coal mines and technological roads both in Russia and abroad shows that reducing dust content, to the maximum permissible concentrations is a very difficult engineering task. To combat dust in open pit mines, various methods and techniques are used. The study of progressive dust control agents will allow normalizing sanitary and hygienic conditions at mining enterprises, and reducing the level of occupational diseases of miners. The article deals with the types of dust and the fact that a large amount of dust accompanies the processes of extraction and transportation of coal from the open-cast to the concentration plant. The experience of dust control at the enterprises of Joint Stock Company Siberian Anthracite is given.

Key words: dust, coal, quarry roads, dust suppression, ecology.

Введение

Разработка полезных ископаемых сопровождается образованием и выделением пыли, которая оказывает вредное воздействие на здоровье горнорабочих, приводит к преждевременному износу используемого оборудования, потере ценного минерального сырья и загрязнению окружающей среды [1].

Основной причиной пылевыведения на каменных карьерах являются технологический транспорт, выполняющий доставку сырья из забоя до дробильно-сортировочной установки, а также сами дробильно-сортировочные установки, место погрузки и разгрузки сырья. Если не проводится борьба с пылью, запыленность воздуха на рабочих местах превышает установленную норму в несколько раз. Поэтому борьба с пылью на открытых горных работах, в том числе на дорогах, является актуальной проблемой. В этом направлении исследуются и разрабатываются различные вспомогательные средства [2].

Для горнодобывающей промышленности характерно интенсивное воздействие на окружающую природную среду, неизбежно вызывающее ее изменение. Борьба с пылью на карьере является одной из важных проблем в области создания безопасных условий труда горнорабочих, а также для прилегающих территорий, так как пыль представляет собой опасность. Основными источниками пыли являются: буровые станки, буровзрывные работы, экскаваторы, автосамосвалы, составы, бульдозеры, конвейеры, дробильные и сортировочные установки, автодороги [3].

Влияние источников пыли на окружающую среду. По оценкам специалистов, мировое потребление минерального сырья достигло около 12 млрд. т. в год, а извлечение горных пород из недр ежегодно составляет около 100 млрд. т. В целом по России добыча угля составляет 259,9 млн.т. (по данным Минэнерго России и «Росинформугля»), металлических руд – 230 млн. т. стройматериалов – 1,4 млрд.т.

Общий рост добычи угля на горных предприятиях вызывает повышение отрицательного воздействия на окружающую среду. В связи с истощением запасов богатого минерального сырья, возрастают объемы добываемой горной массы и количество отходов переработки минерального сырья. В результате происходит образование техногенных массивов, представленных горными породами, отходами обогащения, золами, шлаками, шламами. Суммарные массы атмосферных выбросов пыли от источников могут достигать десятков тысяч тонн в год, а перенос пыли ветром может осуществляться до десятков километров от источника. Санитарно-гигиеническая оценка атмосферы над грунтовыми и карьерными дорогами свидетельствует о необходимости разработки и внедрения современных обеспыливающих технологий и применение эффективных профилактических средств на покрытие таких дорог.

Практически все производственные операции, выполняемые на карьерах (взрывные работы, бурение, экскавация, транспортирование горной массы, складирование), сопровождаются пылеобразованием. Мощные выбросы пыли происходят при массовых взрывах и достигают 100–250 т. Пылевое облако при

массовом взрыве выбрасывается на высоту 150–300 м, в своем развитии оно может достигать высоты 16 км и распространяться по направлению ветра на значительные расстояния (10–14 км).

Значительным пылевыделением сопровождается транспортировка горной массы в карьерах, особенно велико оно при использовании автомобилей (в угольном карьере – 3000–4000 мг/с, в горнорудном – 600–1200 мг/с) [4].

Выход из сложившегося положения необходимо искать путем разработки на горнодобывающем и перерабатывающем предприятии новых способов пылеподавления, так как по количеству выбрасываемых веществ в окружающую среду пыль является основным загрязнителем, наряду с оксидом углерода.

Основная часть

За последние годы на отечественных и зарубежных предприятиях были изготовлены и внедрены различные технические средства и способы, предназначенные для снижения концентрации вредных газов и пыли в рабочих зонах. Ведущими институтами стран СНГ была выполнена прогнозная оценка состояния атмосферы и предложены способы и средства ее нормализации в карьерах вплоть до 2015 г. [5]. Пылеподавление – это комплекс способов и средств предупреждения загрязнения атмосферы пылью, возникающей в результате ведения горных работ. В основе пылеподавления – снижение пылевыделения и осаждение пыли непосредственно в местах ее образования.

В статье рассмотрен опыт борьбы с пылью на предприятии АО «Сибирский Антрацит», которое ведет добычу угля открытым способом на месторождениях Горловского угольного бассейна в Искитимском районе Новосибирской области. Компания успешно совмещает производственную деятельность и заботу об окружающей среде.

Предприятие АО «Сибирский антрацит» расположено в 79 км к югу от Новосибирска, и 19 километрах к югу от районного центра Искитима.

Пылеобразование на технологических автодорогах, по которым происходит транспортировка угля возникает вследствие высыпания из кузова породы, угля, внесения пыли колесами автомашин, заноса ветром с прилегающих территорий, износа покрытия и шин и т.д. На интенсивность пылевыделения на автодорогах влияют, в основном, физико-механические свойства материала покрытия, скорость движения, масса и тип автомобиля, размеры дороги и метеорологические условия.

Карьерные дороги, в отличие от магистральных и автодорог других промышленных предприятий ограничены небольшим сроком службы и протяженностью, высокими удельными нагрузками и частым изменением трассы. Они характеризуются переменным продольным профилем с уклонами при выезде из карьеров до 8–10° и при спусках до 15–20°, и радиусами закругления до 20–25 м, а также большой грузонапряженностью и интенсивностью движения. Количество пыли на дорогах достигает 70–90 % от общего количества в карьере, образуемой всеми источниками [6].

Пыль – понятие, характеризующее физическое состояние вещества, а именно раздробленность его на мельчайшие частицы. Угольная пыль – это частицы угольного вещества, которые образуются в результате разрушения массива пласта. По характеру веществ, из которых пыль образовалась, известна следующая ее классификация:

I) Органическая пыль:

- растительная пыль (древесная, хлопковая и др.);
- животная (шерстяная, костяная и др.);
- искусственная органическая пыль (пластмассовая и др.).

II) Неорганическая пыль:

- минеральная (кварцевая, силикатная и др.);
- металлическая (железная, алюминиевая и др.).

Пыль, которая чаще всего встречается в современном мире и оказывает негативное влияние на жизнь людей – это дорожная и угольная пыль. Дорожная пыль (мельчайшие частицы кварца, очень твердый минерал) проникает в легкие и действует на слизистые оболочки глаз, носа и горла. В состав дорожной пыли входит большое количество выхлопных газов, попадают крохотные частицы шин, тормозных колодок и дорожных материалов, которые поднимаются в воздух от движения автомобилей. Если трассы загружены, на них много автомобилей и грузовиков, то пыль с дорог и разносится ветром на километры.

Для уменьшения запыленности на дорогах могут использоваться следующие способы:

- изменение режима работы так, чтобы во время работы угольных комбайнов уменьшить или прекратить деятельность, приводящую к образованию пыли. Перемещение машин, погрузочно-разгрузочные работы и др. увеличивают запыленность воздуха. Такая деятельность, в сочетании с увеличением скорости воздуха, может привести к попаданию пыли в поток воздуха, подаваемого для проветривания, особенно если образование пыли происходит вблизи от последнего открытого поперечного разреза;

- использование воды или гигроскопичных веществ для уменьшения образования дорожной пыли. Владельцы шахт должны внимательно следить за влажностью пыли на дорогах в шахте, особенно при увеличении подачи воздуха в забой и в зимние месяцы;

- использование поверхностно-активных веществ. ПАВ – такие, как мыло и моющие средства – растворяются в воде, и улучшают сохранение влажности пыли на дорогах. ПАВ уменьшают поверхностное натяжение воды, что позволяет меньшему количеству воды смачивать такое же количество частиц на единицу объема.

Меры, применяемые для понижения пылеобразования на дорожном покрытии:

- обработка поверхности немоощенных дорог. Также для обработки дорог используют гигроскопические соли, поверхностно-активные вещества, цемент для грунта, битум и полимерные пленки – что увеличивает эффективность так, что интервал между обработками может возрасти до нескольких недель;

– увеличение интервалов между самосвалами. Исследования показали, что после прохождения карьерного самосвала по немощенной дороге запыленность быстро снижается, и она достигает запыленности на расстоянии 30 м от дороги. Если интервал при движении карьерных самосвалов будет больше 20 секунд, то за это время значительная часть пыли успевает рассеяться. Это снижает концентрацию респираторной пыли, воздействующей на водителя следующего самосвала, на 40 %. Наконец, для уменьшения воздействия пыли на других рабочих можно использовать более совершенное расположение дорог и график перевозок по ним.

Наиболее доступный и распространенный способ пылеподавления – распыление воды стационарными и мобильными дождевальными (поливальными) установками и гидромониторами. Обладающие большой дальностью действия дождевальные установки применяются для пылеподавления штабелированных материалов. Немало летучей пыли образуется при разгрузке самосвалов, для ее подавления рекомендуют использовать систему орошения, которая монтируется «на упоре задних колес» разгружающегося самосвала и во время выгрузки интенсивно увлажняет выгружаемый материал. В состав дождевальных систем входят нагнетающий водяной насос, дозирующий насос (подающий в воду присадку), насосы для подачи воды или раствора под давлением в форсунки, форсунки и система управления (датчики и пульт управления). Дождевальные системы управляются вручную или автоматически. Датчик измеряет количество воды в резервуаре, и насос автоматически подает воду, когда ее уровень уменьшается.

В рамках реализации экологической программы АО «Сибирский Антрацит» применяется ряд инновационных решений. Одним из них является использование нового связующего раствора для пылеподавления. Вопрос пылеподавления актуален для всех горнодобывающих предприятий. Борьба с пылью имеет большое социальное и экологическое значение, поэтому поиск и внедрение высокоэффективных способов и средств пылеподавления – важная задача компаний.

Ранее для пылеподавления на предприятии применялся полив технологической дороги водой с помощью специальной техники с периодичностью каждые два часа в летний период. Орошение дорог водой относится к «мокрым» способам пылеподавления, которые используются для предупреждения подъема в воздух пыли, образующейся при разрушении, погрузке и транспортировании горной породы; для обеспыливания воздуха или подавления взвешенной пыли водой; для предотвращения повторного поступления в воздух осевших пылевых частиц. Вода увлажняет и связывает пылевые частицы. Однако кратковременность эффекта является существенным недостатком, особенно в жаркую погоду, когда дорога быстро снова становится сухой. Наиболее эффективными являются способы, предупреждающие поступление пыли в воздух.

Специалисты АО «Сибирский Антрацит» изучили различные варианты пылеподавления и остановили свой выбор на экологически чистом природном реагенте – бишофите. Это гранулированный или жидкий хлористый магний

с содержанием основного вещества ($MgCl_2$) 47 %. Предприятие осуществило его пробную закупку и летом 2019 года начало использование в тестовом режиме.

В отличие от большинства материалов, предназначенных для борьбы с пылью, бишофит абсорбирует влагу из воздуха и долгое время удерживает ее на дорогах. Обладая таким свойством, как гигроскопичность (сильная способность впитывать влагу даже из относительно сухого воздуха), бишофит обеспечивает максимальную влажность дорожного покрытия. Он не дает пыли подниматься и висеть в воздухе. Этот влагопоглощающий эффект обеспечивает большее в сравнении с водой подавление пыли. Помимо этого, бишофит продлевает срок эксплуатации дорожного полотна, обеспечивая стабилизацию грунта.

Для пылеподавления используется специальный раствор – смесь кристаллического бишофита с водой. Плотность раствора – $1,2 \text{ г/см}^3$. Время растворения соли хлорида магния в воде – 3–5 мин, в зависимости от температуры воды. Приготовленный раствор загружается в поливомоечные машины и распыляется на технологической автодороге. Для обработки 1 м^2 грунтовой дороги требуется примерно 0,1 кг кристаллического хлористого магния.

Специалисты компании провели полный анализ процесса обеспыливания технологической дороги. Сравнивались варианты пылеподавления исключительно водой и раствором бишофита. Результаты показали, что помимо экологического эффекта использование бишофита обеспечивает и другие преимущества, в частности экономию времени и финансов. Дороги орошаются в 3 раза реже, используется меньшее количество поливомоечных машин. Количество их рейсов сокращается в 264 раза в месяц. Общий расход воды за один рейс меньше на 25 %, в месяц – на 99,7 %. Также бишофит помогает снизить расходы, связанные с содержанием оборудования, не позволяя пыли разрушать механизмы.

Заключение

Таким образом, тестовый период использования этого раствора на участке дороги, проходящей мимо населенного пункта, показал его эффективность. Сильное абсорбирующее действие бишофита, в сочетании с его экологичностью, стали определяющими факторами для принятия решения об использовании данного материала на постоянной основе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лобода А.И., Ребристый Б.Н., Тыщук В.Ю. «Борьба с пылью на открытых горных работах.» К.: Техника, 1989. 152 с.
2. Ищук И.Г., Поздняков Г.А. «Средства комплексного обеспыливания горных предприятий: Справочник.» М.: Недра, 1991. 253 с.
3. «Борьба с пылью на рудных карьерах» В.А Михайлов, Бересневич П.В.: Недра, 1981.- 261 с
4. «Справочник по борьбе с пылью в горнодобывающей промышленности» под ред. А.С Кузьмича. Недра, 1982.
5. «Промышленная и экологическая безопасность. Охрана труда». Сайт в интернете. www.complexdoc.ru.

6. «Известие вузов. Горный журнал» №1 2014г Ю.И. Лель, Ю.В.Стенин, Арефьев С.А.
7. Писарев В.С., Ахмедов Б.Н. Оценка точности при выполнении подсчета объема земляных работ // Маркшейдерия и Недропользование. № 4 (102), июль-август 2019 г. с. 38-41
8. Писарев В. С., Ахмедов Б. Н., Басаргин А. А. Анализ способов сбора геоданных при геодезическом сопровождении горных работ // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XV Междунар. науч. конгр., 24–26 апреля 2019 г., Новосибирск : сб. материалов в 9 т. Т. 1 : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» . – Новосибирск : СГУГиТ, 2019. № 1. – С. 197–202.
9. Писарев В. С. Использование современных сканирующих систем на открытых горных выработках // Геодезия, картография, геоинформатика и кадастры «От идеи до внедрения» : сборник материалов международной научно-практической конференции. – 2015. – С. 61–64.
10. Писарев В.С., Ахмедов Б.Н. Оценка точности при выполнении подсчета объема земляных работ // Маркшейдерия и недропользование. 2019. № 4 (102). С. 38-41.
11. Ахмедов Б. Н. Построение цифровых трехмерных моделей геопространства // Сборник научных докладов молодежной научно-практической конференции «Инженерная графика и трехмерное моделирование». – Новосибирск : СГУГиТ, 2016. – С. 9–13.
12. Писарев В.С. маркшейдерско-геодезические работы при создании геодинамических полигонов // Маркшейдерия и недропользование. 2020. № 2 (106). С. 35-40.
13. Гуцин А. А., Ермаков А. Ю., Мирошников А. М. Аналитический обзор реагентов для предотвращения смерзания угля // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2016. – №. 3. – С. 256-268.
14. Угольная промышленность [Электронный ресурс] // Горная энциклопедия онлайн. – Режим доступа: <http://www.mining-enc.ru/u/ugolnaya-promyshlennost> (дата обращения: 20.03.2018).
15. Учитель, А. Д. Проблемы транспортировки угольных концентратов в период отрицательных температур окружающей среды / А. Д. Учитель, М. В. Кормер, В. П. Лялюк // Кокс и химия. – 2013. – № 5. – С. 13-19.

© В. С. Писарев, А. А. Басаргин, 2020