

Також, слід орієнтуватись на реальні значення ефективності для вкладишів до 5 дБ з корекцією А, і до 10 дБ з корекцією А для навушників, та до 15 дБ з корекцією А – для їх комбінації.

Список літератури

1. Руководство к практическим занятием по гигиене труда. Под ред. проф. В.Ф.Кириллова. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. – 416 с. (ISBN 978-5-9704-0852-0).
2. Денисов Э.И. Проблема реальной эффективности индивидуальной защиты и привносимый риск для здоровья работников / Денисов Э.И // Медицина труда и промышленная экология.-2013.-№ 4.- С.18-25.
3. The Control of Noise at Work Regulations 2005. – Statutory instruments, No.1643. – 16 pp. (URL:http://www.legislation.gov.uk/uksi/2005/1643/pdfs/uksi_20051643_en.pdf)
4. Franks J.R., Berger E.H. Hearing Protection // Encyclopaedia of Occupational Health and Safety. 4 th. ed. - V.1. - Geneva: International Labour Office, 1998. - С. 31.11-31.16.
5. Hempstock TI, Edwards NJ, Needham K. An evaluation of procedures for determining the attenuation of hearing protectors. App Acoust. 1992;36(1):51–74.
6. Murphy W, Franks JR, Shaw PB. Estimating the precision error in hearing protector ratings [abstract]. J Acoust Soc Am. 2001; 115(5):2378.
7. Witt B., Coons Ph. AirFlowControl™Technology // SoundSource™. - 2005. - Volume 1/Issue 7a May. - С. 1-2.
8. Солдатов С.К., Скуратовский Н.И. Инженерно-технические аспекты эволюции средств защиты от авиационного шума // Интернет-журнал "Технологии техносферной безопасности" (<http://ipb.mos.ru/ttb>). - 2013. - Выпуск № 6 (52). - С. 1-9.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Голінком В.І.
Надійшла до редакції 17.12.2014*

УДК 622.578.684

© В. А. Зберовский, А.Н. Коробочка

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ И СКОРОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КАРЬЕРНЫХ АВТОСАМОСВАЛОВ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРЫ

Рассмотрено влияние топливно-энергетических и скоростных характеристик карьерных автосамосвалов на загрязнение атмосферы. Рекомендовано скорость движения автосамосвалов в карьерах и на прилегающих к ним территориях нормировать по экологическому фактору.

Розглянуто вплив паливно-енергетичних і швидкісних характеристик кар'єрних автосамоскидів на забруднення атмосфери. Рекомендовано швидкість руху автосамоскидів в кар'єрах і на прилеглих до них територіях нормувати по екологічному фактору.

The effect of fuel-energy and high-speed characteristics of the quarry dump trucks on air pollution. It is recommended to dump speed in the pits and in the adjacent areas to ration by environmental factors.

Вступление. Традиционно одной из основных задач экологической безопасности считается снижение негативного техногенного влияния автомобильного транспорта на окружающую среду и человека. Решение этой задачи осуществляется путем повышения экологичности транспорта или изменения условий и режимов его эксплуатации. В связи с растущими потребностями в сырьевых ресурсах и интенсификацией открытых горных работ, существенно возрастает загрязнение окружающей воздушной среды выхлопными газами от различных автотранспортных средств карьера, что является одной из серьезных проблем промышленной экологии.

Карьерные автосамосвалы являются интенсивными передвижными источниками загрязнения атмосферного воздуха продуктами сгорания дизельного топлива. Выхлопные газы дизельных автосамосвалов представляют сложную многокомпонентную смесь, состав которой насчитывает около 280 компонентов. В атмосферу выбрасывается большая группа токсичных веществ, из которых в настоящее время нормируются только окись углерода (CO), углеводороды (C_nH_m), окислы азота (NO_x), диоксид серы (SO_2) и сажа (сажевый аэрозоль), составляющие примерно 1% токсичности выхлопных газов. Остальные 99% токсичности приносят полициклические ароматические углеводороды, многие из которых являются канцерогенами и могут вызывать онкологические заболевания, но в большинстве своём сегодня не нормируются [1].

Таким образом, проблема защиты окружающей воздушной среды от загрязнения выхлопными газами карьерных автосамосвалов до настоящего времени решена не полностью, а учитывая общие тенденции повышения производительности карьерного автотранспорта и, как следствие, увеличение мощности их двигателей и количества выхлопных газов, можно сказать, что научная задача защиты атмосферы от негативного техногенного влияния автомобильного транспорта на карьерах становится все острее и актуальнее. Снижение расхода топлива при работе карьерных автосамосвалов прямо пропорционально снижению уровня загрязнения атмосферы выхлопными газами, поэтому исследование влияния топливно-энергетических и скоростных характеристик карьерных автосамосвалов на загрязнение атмосферы является актуальной экологической задачей, которая совпадает с приоритетными научными направлениями МОН Украины, утвержденными КМ Украины (секция 9 "Охрана окружающей среды").

Формулирование цели и задач исследования. Целью работы является исследование загрязнения воздуха выхлопными газами с учетом топливно-энергетических и скоростных характеристик карьерных автосамосвалов.

При этом были поставлены и решены следующие задачи:

- исследовать топливно-энергетические характеристики и скоростные режимы работы большегрузных автосамосвалов в карьерах Вольногорского ГМК с применением навигационной системы диспетчеризации;
- оценить реальные выбросы выхлопных газов большегрузного автотранспорта при работе в карьерах и дать рекомендации по их снижению.

Изложение основного материала исследований. Вопросам снижения отрицательного воздействия токсичных веществ, содержащихся в выхлопных газах автомобильных двигателей, на окружающую среду и здоровье людей посвящено большое количество исследований, выполненных как в нашей стране, так и за рубежом. Установлено, что выхлопные газы автомобильных двигателей представляют серьезную опасность для здоровья людей, а подверженность водителей высоким концентрациям загрязнения воздуха токсичными веществами может способствовать возникновению дорожно-транспортных происшествий в карьере. Показано, что объём выхлопных газов карьерных автосамосвалов в значительной степени определяется дорожными условиями, топливно-энергетическими характеристиками и скоростными режимами движения автомобилей, а также логистикой грузоперевозок.

Объём и состав выхлопных газов автотранспорта зависит от ряда факторов: режима работы двигателя, который зависит от технических характеристик и состояния двигателя автосамосвала, веса груза, метеоусловий, характеристики трассы, ее протяжности и уклонов; качества топлива; скорости движения автомобиля и ряда других технических и технологических параметров работы большегрузных автосамосвалов в карьерах, включая психофизическое состояние водителя автомобиля. Примерный состав выхлопных газов дизельных двигателей в соответствии с [2] приведен в таблице 1.

Таблица 1

Состав выхлопных газов дизельных двигателей

Азот 76,0 - 78,0 об. %	Оксид азота 0,002 - 0,5 об. %
Кислород 2,0 - 18,0 об. %	Углеводороды неканцерогенные 0,009-0,5 об. %
Пары воды 0,5 - 4,0 об. %	Альдегиды до 0,001 - 0,009 об. %
Диоксид углерода 1,0 - 10,0 об. %	Бенз(а)пирен до 10 мкг/м ³
Оксид углерода 0,01 - 0,5 об. %	Сажевый аэрозоль до 0,01-1,1 г/м ³

Для минимизации отрицательного влияния автотранспортных средств в карьере на окружающую среду традиционно рассматриваются следующие способы [3]:

- использование экологичных автотранспортных средств с электрическими, газовыми, водородными и гибридными двигателями;
- использование экологичных горюче-смазочных материалов и топлива, применение качественного дизельного топлива с низким содержанием серы (не более 0,05%);
- оптимизация маршрутов транспортировки с учетом воздействия на окружающую среду;
- применение нейтрализаторов, в первую очередь каталитических;
- применение сажевых фильтров-дожигателей;
- повышение уровня квалификации водителей, их обучение по энергоэффективности вождения.

Однако, как известно, электрические, газовые, водородные и гибридные двигатели на карьерных автосамосвалах представлены пока только экспери-

ментальными экземплярами, каталитические нейтрализаторы характеризуются очень высокой стоимостью, малым ресурсом и низкой эффективностью, снижают содержание только окиси углерода и углеводородов, работают только на прогревом двигателе при температуре отработанных газов 300°C и выше, что составляет примерно 40% времени работы самосвала в карьере. Конструкции сажевых фильтров-дожигателей ещё не достаточно отработаны и практически не применяются на карьерных автосамосвалах.

Исследование топливно-энергетических характеристик работы большегрузного автотранспорта было проведено на примере карьеров Вольногорского ГМК путем анализа базы данных о работе 33-х автосамосвалов БелАЗ-7548, полученной с применением навигационной системы диспетчеризации. Также использованы основные средние показатели эксплуатации 40-тонных автосамосвалов за 2013 год, которые включают: среднее расстояние транспортировки - 0,9283 км; производительность одного среднесписочного автосамосвала - 452,1 тыс. ткм; среднесписочная численность автосамосвалов - 36,983 ед; объем перевозок - 17638,96 тыс.т; объем перевозок по руде - 5573,023 тыс.т; объем перевозок по вскрыши - 12064,283 тыс.т; грузооборот - 16558,25 тыс.ткм; коэффициент использования пробега - 0,42216; коэффициент использования парка - 0,63183; эксплуатационная скорость - 11,083 км/ч; средняя загрузка автосамосвалов - 41,016 т.

На рисунке 1 приведен пример топливно-энергетической характеристики в виде графика изменения уровня топлива по данным оперативного контроля за 8 часов работы одного автосамосвала БелАЗ-7548. На рисунке 2 приведен пример изменения удельного расхода топлива по 10-ти автосамосвалам в разные сезоны и месяцы года.

Как следует из данных, приведенных на графиках рис. 1-2, значения расхода топлива являются величинами переменными, а не заданными, повсеместно наблюдается значительный расход топлива автосамосвалами в карьере (180-220 литров на 100 км пройденного пути) и соответственно высокий уровень загрязнения окружающей воздушной среды выхлопными газами.

Для оценки загрязнения атмосферы выбросами выхлопных газов была проведена графоаналитической обработки реальных данных текущих значений расхода топлива и скорости движения каждого автосамосвала с помощью радионавигационного оборудования и системы диспетчеризации, работающих на ВГМК.

Проведенные исследования позволили установить ряд новых закономерностей, связанных с загрязнением атмосферы при движении карьерных автосамосвалов БелАЗ-7548, в зависимости от метеофакторов окружающей среды, времени года и дорожных условий. На рисунке 3 приведена диаграмма фактических годовых выбросов в атмосферу вредных веществ от выхлопных газов автосамосвалов БелАЗ-7548 в карьерах ВГМК.

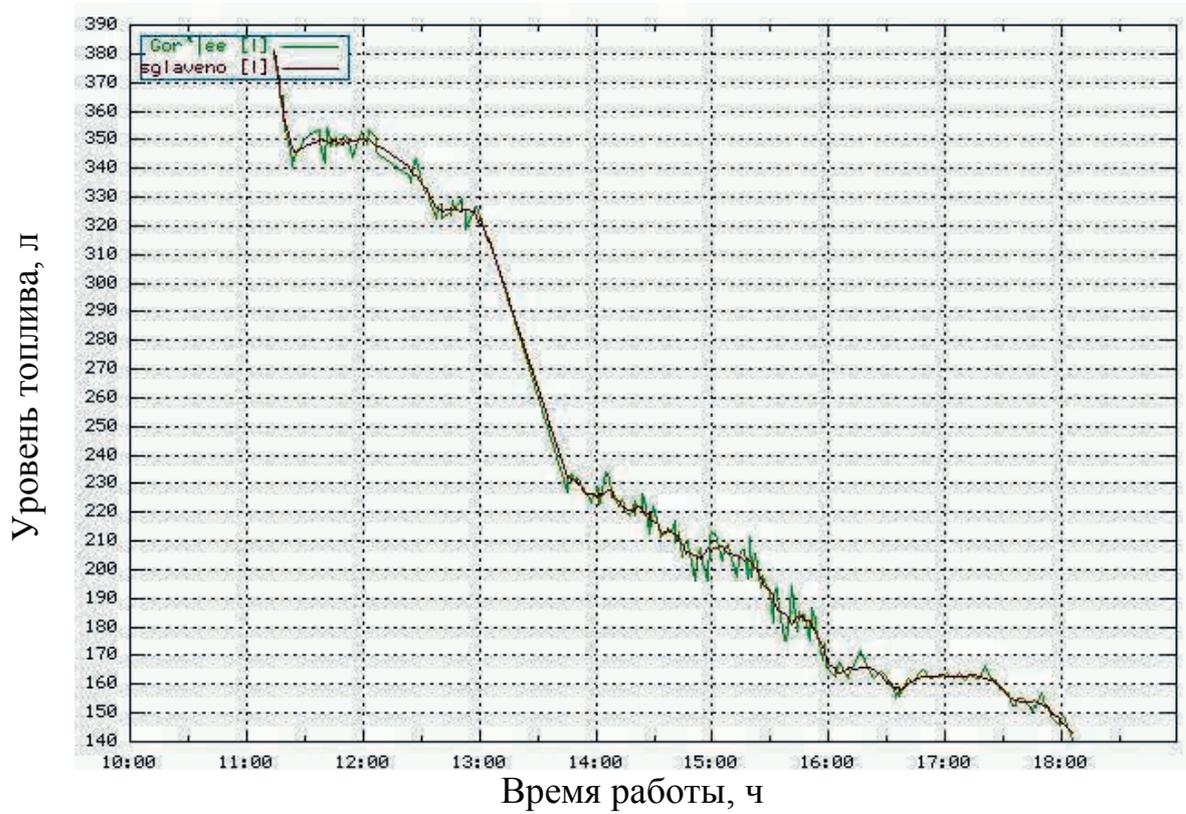


Рис. 1. Пример графика изменения уровня топлива по данным оперативного контроля за 8 часов работы автосамосвала

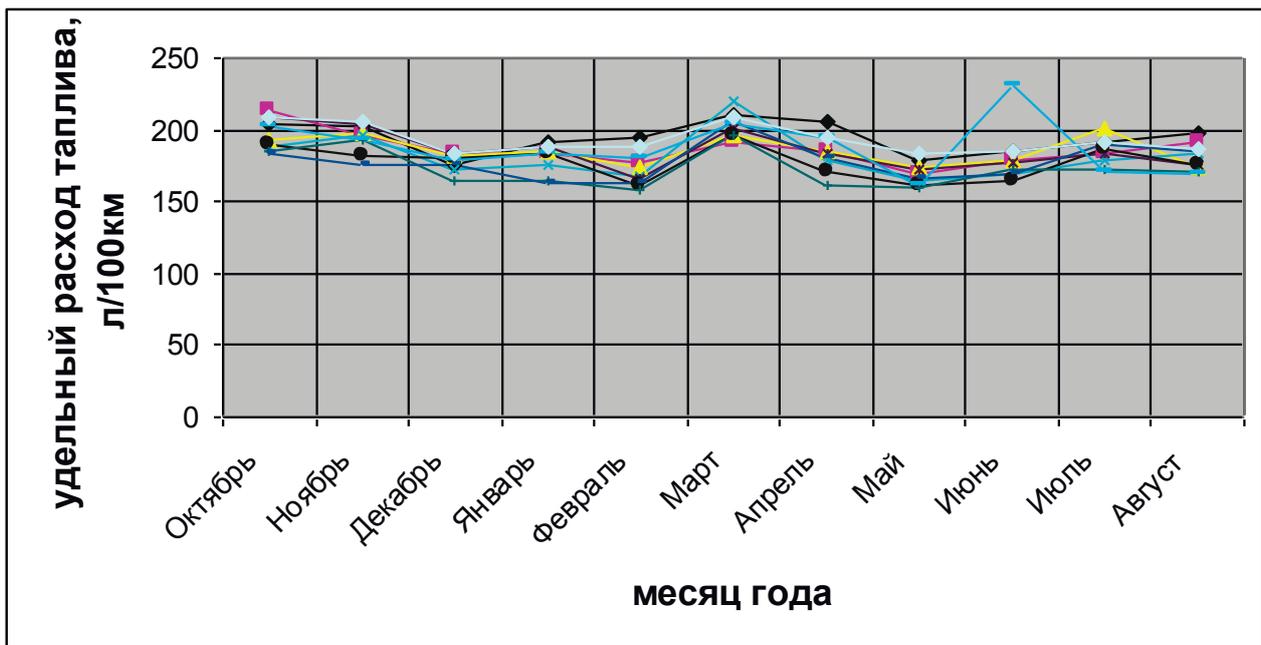


Рис. 2. Графики изменения удельного расхода топлива по 10-ти автосамосвалам БелАЗ-7548 в разные сезоны и месяцы года

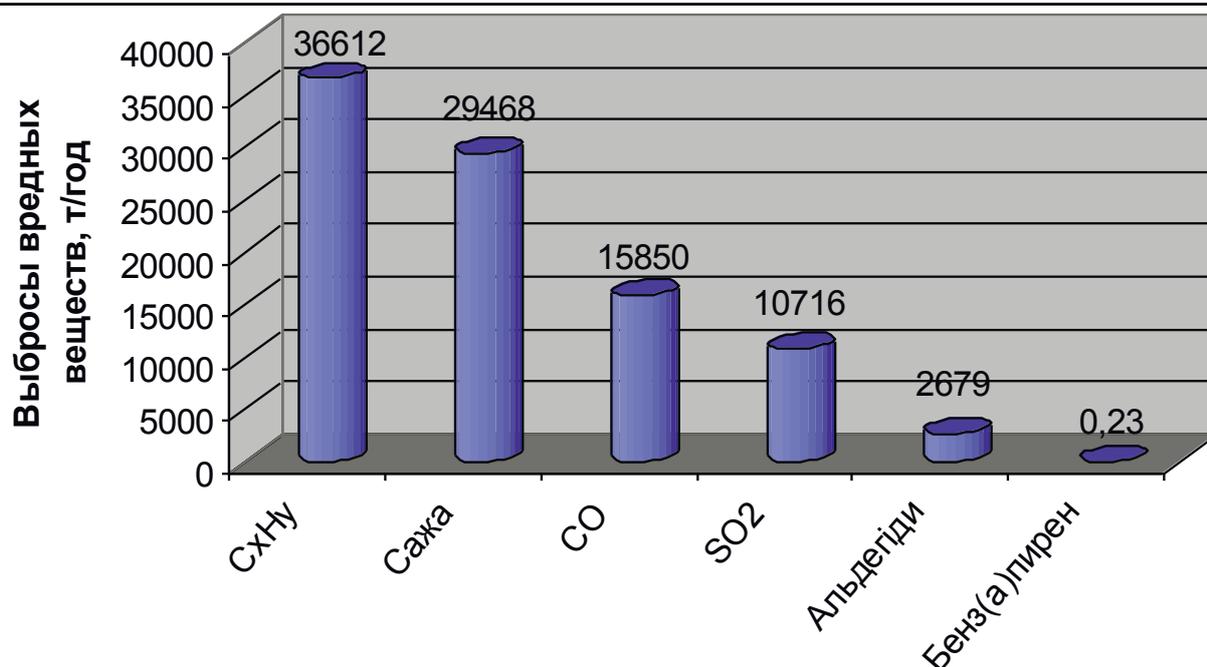


Рис. 3. Диаграмма фактических годовых выбросов в атмосферу вредных веществ от выхлопных газов автосамосвалов БелАЗ-7548 в карьерах ВГМК

На рисунке 4 приведена динамика изменения выбросов в атмосферу вредных веществ в выхлопных газах автосамосвалов БелАЗ-7548 в карьерах по месяцам года.

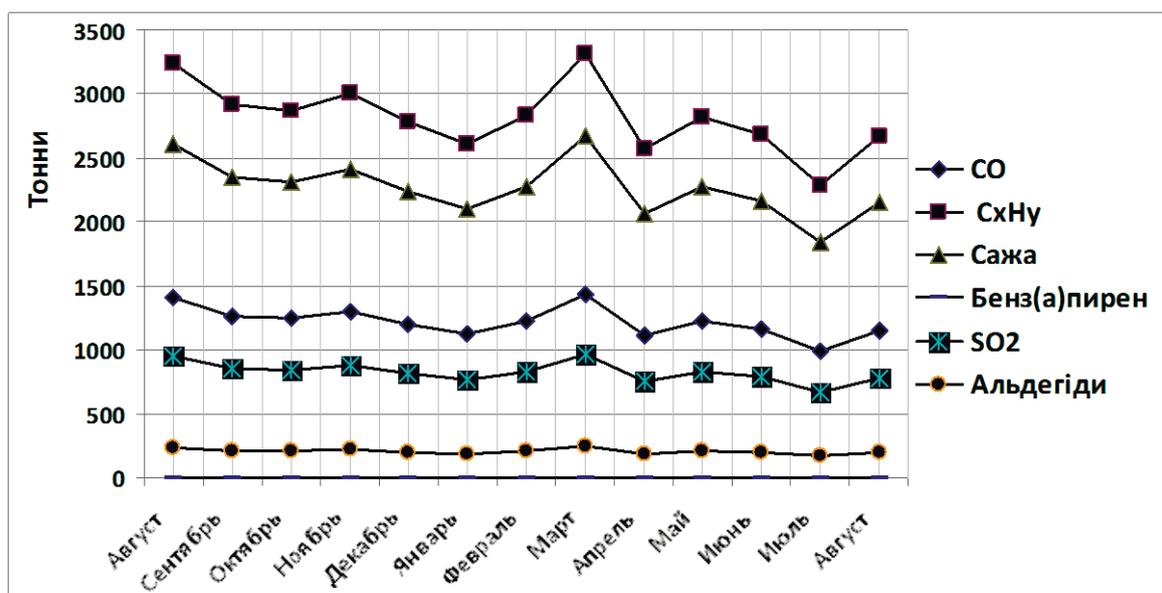


Рис. 4. Динамика изменения фактических выбросов в атмосферу вредных веществ в выхлопных газах автосамосвалов БелАЗ-7548 по месяцам года

Полученные результаты показывают, что наибольшее загрязнение атмосферы при эксплуатации большегрузных карьерных автосамосвалов происходит такими токсичными веществами как полициклические ароматические угле-

водороды, сажа и окись углерода, количество которых практически полностью зависит от расхода потребляемого топлива.

Также необходимо отметить, что в атмосферу выбрасывается более 230 кг канцерогенного вещества – бенз(а)пирена, и около 30 тыс.т сажевого аэрозоля, который состоит из частиц углерода и тяжелых (жидких) углеводородов. При больших нагрузках на двигатель сажевый аэрозоль в основном составляют частицы углерода, при малых - увеличивается количество тяжелых углеводородов. Учитывая, что дизельные двигатели карьерных автосамосвалов до 40% времени транспортного цикла работают в режиме частичных нагрузок и на холостых оборотах, уровни концентрации тяжелых (жидких) углеводородов в сажевом аэрозоле могут достигать больших значений, а токсичность выбросов дизельных двигателей, обусловленная адсорбированием на поверхности частиц углерода полициклических ароматических углеводородов, из которых многие канцерогенны, будет существенно возрастать.

Таким образом, задача снижения выбросов сажевого аэрозоля в атмосферу имеет важное значение для минимизации отрицательного влияния дизельных автотранспортных средств в карьере на окружающую среду.

Исследование скоростных режимов работы большегрузных автосамосвалов БелАЗ-7548 в карьерах Вольногорского ГМК было проведено путем компьютерного анализа и обработки более 60000 значений скоростей движения автосамосвалов в карьере в зависимости от метеофакторов, времени суток и времени года. Пример графика изменения скорости движения автосамосвала в карьере приведен на рисунке 5.

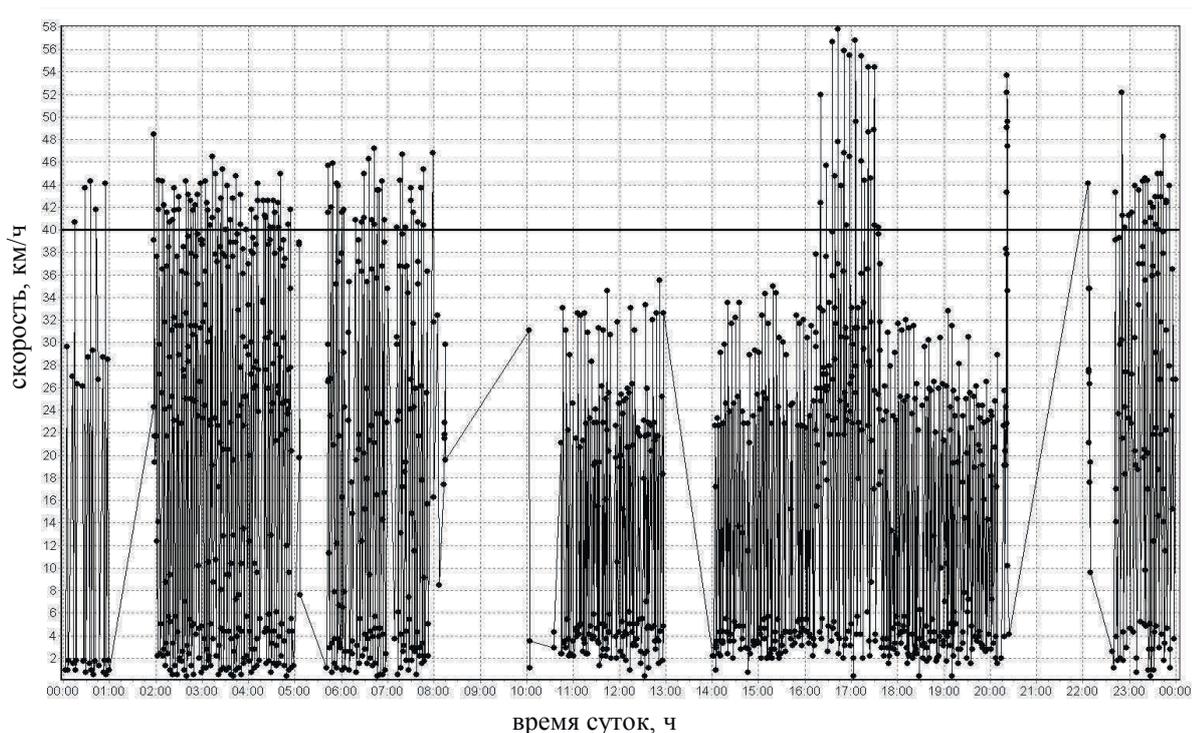


Рис. 5. Пример графика изменения скорости движения автосамосвала БелАЗ-7548 в карьере

Как следует из графика на рис. 5, скорость движения автосамосвалов в карьере в различное время суток часто превышает допустимые по правилам ТБ скорости движения, а процесс движения автосамосвалов в карьерах представляет собой сложный, динамичный и ресурсоёмкий процесс, характеризующийся большой вариативностью условий эксплуатации и необходимостью высокой точности контроля скоростей движения. В результате исследований установлено, что наибольшее количество нарушений скоростного режима происходит в периоды 6-8 и 15-17 часов рабочей смены, что приводит к перерасходу топлива и повышению уровня загрязнения атмосферы выхлопными газами.

Показано, что при движении по различным участкам карьерных автодорог водители автосамосвалов для увеличения производительности стремятся повысить скорость движения. Однако скорость движения не должна быть выше значений, диктуемых факторами безопасности движения, особенностями эксплуатации крупногабаритных шин и тяговых двигателей большегрузных автосамосвалов. Согласно правил безопасности, в условиях карьеров Вольногорского ГМК установлена скорость движения автосамосвалов БелАЗ-7548 не более 40 км/ч, а за пределами карьера не более 20 км/ч. Контроль скорости движения карьерных автосамосвалов по экологическому фактору до настоящего времени не рассматривался.

Рекомендовано скорость движения автосамосвалов в карьерах и на прилегающих к ним территориях нормировать по экологическому фактору. Создание таких нормативов базируется на идее соблюдения таких производственных условий работы карьерного автотранспорта, чтобы с одной стороны достичь максимально возможную среднетехническую эксплуатационную скорость движения автосамосвалов в заданных условиях, а с другой - обеспечить минимальный выброс выхлопных газов в атмосферу при минимальном расходе топлива и исключить превышения допустимых по правилам ТБ скоростей движения автосамосвалов.

Выводы.

1. Карьерные автосамосвалы являются интенсивными передвижными источниками загрязнения атмосферного воздуха продуктами сгорания дизельного топлива. Оптимизация топливно-энергетических и скоростных характеристик карьерных автосамосвалов позволяет снизить расхода топлива и уровень загрязнения атмосферы выхлопными газами.

2. Выполнен комплекс натурных наблюдений за изменением расхода топлива и скорости движения карьерных автосамосвалов в карьерах ВГМК с использованием действующей системы диспетчеризации горнотранспортного оборудования. Создана компьютерная база данных расхода топлива и скорости движения автосамосвалов БелАЗ-5748 в разные сезоны и месяцы года.

3. Приведены результаты расчета годовых выбросов вредных веществ в атмосферу от выхлопных газов автосамосвалов БелАЗ-5748; показано, что наибольшее загрязнение атмосферы происходит такими токсичными веществами как полициклические ароматические углеводороды, сажа и окись углерода,

количество которых практически полностью зависит от расхода потребляемого топлива.

4. Показано, что задача снижения выбросов сажевого аэрозоля в атмосферу имеет важное значение для минимизации отрицательного влияния дизельных автотранспортных средств в карьере на окружающую среду.

5. Установлено, что наибольшее количество нарушений скоростного режима в карьерах ВГМК происходит в периоды 6-8 и 15-17 часов рабочей смены, что приводит к перерасходу топлива и повышению уровня загрязнения атмосферы выхлопными газами.

6. Впервые предложено скорость движения карьерных автосамосвалов нормировать по экологическому фактору, при этом обеспечивается минимальный выброс выхлопных газов и расход топлива, соблюдается максимально возможная среднетехническая эксплуатационная скорость движения автосамосвалов в заданных условиях, исключаются превышения допустимых по правилам ТБ скоростей движения автосамосвалов.

Список литературы

1. Егоров А.Н., Волоцкий Н.Д. Снижение токсичности отработанных газов.- Ж-л «Горная промышленность» №6.-М, 2002.
2. Руководство по контролю источников загрязнения атмосферы ОНД-90.- Часть 1, Санкт-Петербург, Изд. ГГО, 1992.
3. Мариев П.Л., Кулешов А.А., Егоров А.Н., Зырянов И.В. Карьерный транспорт стран СНГ в XXI веке.- СПб.: Наука, 2006.- 387 с.
4. Зберовский В.А. Повышение технологической и экологической эффективности эксплуатации карьерных автосамосвалов. - Збірник наукових праць Національного гірничого університету №39.- Дніпропетровськ: РІК НГУ.- 2012, С. 253-261.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Голінком В.І.
Надійшла до редакції 05.02.2015*

УДК 622.8

© О.В. Бессчастный, В.Г. Марченко, В.В. Марченко

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА ПОДЗЕМНОГО ЦЕХА

Приведено описание программы МИКРОКЛИМАТ, которая предназначена для непрерывного контроля температуры воздуха, как в отдельных точках цеха, так и средней температуры воздуха цеха, получения исчерпывающей информации о динамике температуры и расходах воздуха, выбора режимов работы системы кондиционирования воздуха.

Наведено опис програми МИКРОКЛИМАТ, яка призначена для безперервного контролю температури повітря, як в окремих точках цеху, так і середньої температури повітря цеху, отримання вичерпної інформації про динаміку температури та витрати повітря, вибору режимів роботи системи кондиціонування повітря.