

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАРЬЕРНЫХ САМОСВАЛОВ

ХАЗИН М. Л.¹, ТАРАСОВ П. И.², ФУРЗИКОВ В. В.³, ТАРАСОВ А. П.²

¹ Уральский государственный горный университет

(Россия, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30)

² ООО «Перспектива-М»

(Россия, г. Екатеринбург, ул. Хохрякова, 87)

³ ООО «Уральский дизель-моторный завод»

(Россия, г. Екатеринбург, ул. Фронтовых Бригад, 18)

Цель работы – анализ проблем использования карьерных самосвалов с дизельными двигателями. Выхлопные газы дизельного автотранспорта оказывают вредное влияние на здоровье человека и окружающую среду.

Методология проведения исследований. Проанализированы эколого-экономические проблемы, возникающие при использовании карьерных самосвалов.

Результаты. До 80 % горной массы при открытых горных работах перевозится карьерными самосвалами с дизельными двигателями, существенным недостатком которых является влияние на загазованность атмосферы. На глубине карьеров более 200–250 м загрязнение воздуха вредными веществами на рабочих местах приводит к постепенному превышению предельно допустимых концентраций. Это сказывается не только на людях, но и на экономике предприятия, так как влечет за собой необходимость остановки карьера, а ухудшение видимости на трассе также обуславливает частичную или полную остановку работы оборудования. Практический опыт показывает, что наиболее перспективным направлением решения проблемы является перевод карьерных самосвалов на природный сжиженный или природный сжатый газ. Применение природного газа как моторного топлива позволяет сократить дымность отработавших газов, снизить удельные выбросы и исключить образование сажи. Природный газ не образует отложений в топливной системе и не смывает масляную пленку со стенок цилиндров.

Выводы. Использование природного газа в качестве моторного топлива позволяет увеличить срок службы двигателя в 1,5–2 раза, уменьшить уровень шума на 50 % и в 1,5–2 раза снизить затраты на топливо.

Ключевые слова: карьерные самосвалы; экологическая ситуация; открытые горные работы; выбросы; дизельное топливо; альтернативное топливо; сжиженный природный газ; экологическая и экономическая эффективность; глубина карьера.

Введение. В настоящее время открытым способом добываются руды черных и цветных металлов, уголь, строительные материалы. До 80 % горной массы, получаемой при добыче полезных ископаемых открытым способом, перевозится карьерными самосвалами с дизельными двигателями.

В 2012 г. в карьерах России работало 1725 карьерных самосвалов. Только БелАЗ ежегодно продает в России около 800 самосвалов, и это число постоянно увеличивается. В январе-феврале 2018 г. на российский рынок было поставлено на 40 единиц карьерных самосвалов больше, чем в прошлом году за этот же период (<https://rg.ru/2018/03/05/belaz-uvlichil-eksport-v-rossiiu-na-65-percentov.html>).

Цель работы – анализ проблем использования карьерных самосвалов с дизельными двигателями. Выхлопные газы дизельного автотранспорта оказывают вредное влияние на здоровье человека и окружающую среду.

Методология проведения работы.

Воздействие выбросов дизельных двигателей на здоровье людей и окружающую среду. Все современные автомобили, используемые в карьерах, оснащены дизелями мощностью 150–2600 кВт с турбонаддувом, рабочим объемом от 10 до 117 л [1]. Одним из существенных недостатков дизельного автотранспорта является загазованность атмосферы, особенно на глубоких горизонтах. Увеличение объемов производства также способствует повышению потребления энергии и выбросов выхлопных газов. Кроме того, дизельные двигатели характеризуются повышенной дымностью.

Выхлопные газы содержат около 300 веществ, большинство из которых токсичны. Основными нормируемыми токсичными компонентами выхлопных газов двигателей являются углеводороды и оксиды углерода, азота.

Исследованиями на многих карьерах установлено [2–4], что при высокой интенсификации и концентрации производства с увеличением глубины происходит загрязнение воздуха вредными примесями с превышением ПДК по оксидам углерода в 1,5–3 раза, по оксидам азота – в 5–7 раз. При постоянном воздействии выхлопных газов на организм могут развиваться иммунодефицит, бронхиты, страдают сосуды головного мозга, нервная система и другие органы. Рак легких был обнаружен у горнорабочих, которые подвергались действию выхлопных газов дизельных двигателей на протяжении 10–20 лет [5, 6].

В июне 2012 г. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) классифицировала выхлопы от дизельных двигателей как канцерогенные, сокращающие продолжительность жизни людей в среднем на 8,6 месяцев [7, 8].

Воздействие выбросов дизельных двигателей на экономику предприятия. С ростом глубины горных работ возрастает концентрация техники на горизонтах, ухудшаются условия естественного проветривания рабочего пространства карьеров, что ведет к постепенному превышению предельно допустимых концентраций (ПДК) и не отвечает требованиям ГОСТ 12.1.005-88. Воздух рабочей зоны [3] (рис. 1).

Превышение нормативов влияет не только на самочувствие людей, но и на экономику предприятия, так как влечет за собой необходимость остановки карьера; ухудшение видимости на трассе также обуславливает частичную или полную остановку работы оборудования. Простои карьеров вследствие загазованности для Якутии, Восточной Сибири, Северо-Запада и Урала составляют соответственно 3500, 2720, 1650 и 1220 ч/год.

Изучение условий работы водителей карьерных самосвалов на Навоийском горно-металлургическом комбинате, на ГОКах: Айхальский, Юбилейный, Удачный, Ковдор показало, что необходимо снижать выбросы выхлопных газов при работе двигателей на холостом ходу и при малых нагрузках [9], так как даже несмотря на применение индивидуальных средств защиты для операторов техники, работающей в карьере, рабочий процесс нередко останавливается именно по причине недостаточной видимости и невозможности безопасно проводить работы в карьере.

Результаты работы. Снижение экологической нагрузки на окружающую среду имеет большое значение при разработке месторождений полезных ископаемых. В октябре 2014 г. Европейская комиссия приняла «Директиву по качеству топлива», требующую от дистрибьюторов топлива для автомобильного транспорта сократить к 2020 г. на 6 % интенсивность выброса выхлопных газов [10].

Нормализация атмосферы в карьерах с автотранспортом может быть достигнута несколькими путями:

- проветриванием: естественным, в основном, на нагорных карьерах, и искусственным, с помощью стационарных и передвижных вентиляторных установок;
- разработкой новых, экологически чистых конструкций двигателей;
- снижением расхода топлива на транспортирование горной массы;
- применением специальных присадок к топливу, снижающих выбросы сажи в атмосферу;
- применением нейтрализаторов отработанных газов, устанавливаемых на машинах непосредственно за дизелем;
- применением альтернативных видов топлива и энергии.

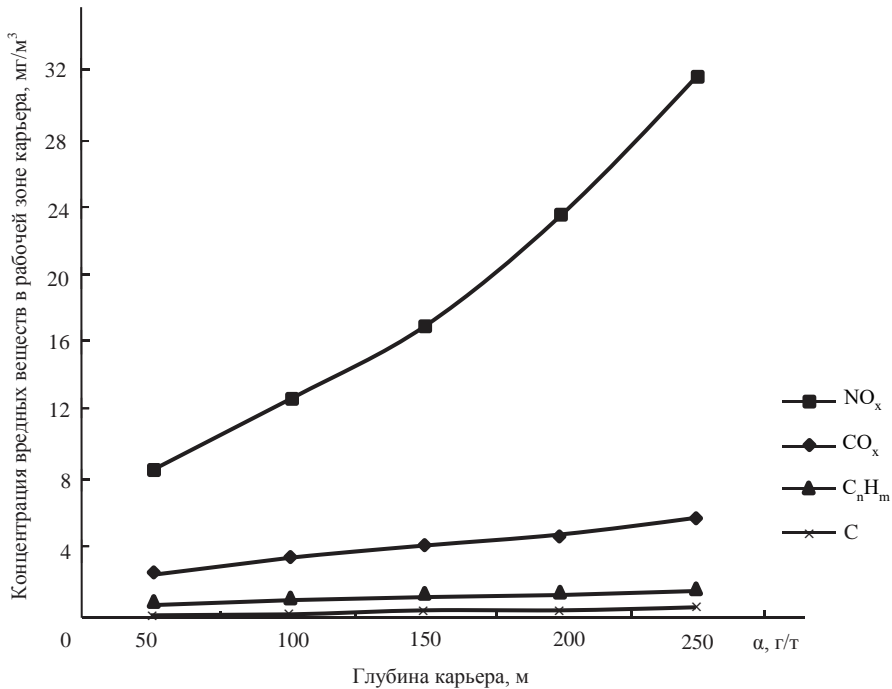


Рис. 1. Зависимость концентрации вредных веществ в рабочей зоне карьера от его глубины

Fig. 1. Dependence between the concentration of harmful substances in the workplace of an open pit and its depth

В последние годы были проведены различные исследования для улучшения процесса сгорания и экономии топлива дизельных двигателей карьерных самосвалов. Усовершенствованная система управления температурным режимом работы двигателя позволяет уменьшить расход топлива, выбросы загрязняющих веществ, время прогрева, а также повысить производительность двигателя. Тем не менее до 30 % топлива расходуется на выработку энергии, рассеиваемой в окружающем пространстве [11].

Другим способом снижения выбросов токсичных веществ является применение на двигателях устройств по обезвреживанию выхлопных газов, в том числе нейтрализаторов. В то же время стоит отметить, что карьерные автосамосвалы, применяемые на открытых горных работах, не оборудованы нейтрализаторами. В случае установки нейтрализаторов на дизели они эффективно работают лишь при температуре отработавших газов выше 300 °С, а в зимних условиях,

особенно в северных районах, отработавшие газы быстро охлаждаются, что резко снижает степень их очистки [12]. В результате исследований уровня выхлопных газов, выделяемых самосвалами БелАЗ на разрезах угольных компаний Кузбасса (Кедровский, Бачатский, Листвянский, Ольжерасский и Томусинский), было установлено [12], что восстановительные катализаторы с использованием родия имеют низкий срок службы. При неисправных топливной аппаратуре и(или) двигателе нейтрализаторы через несколько часов работы выходят из строя. При этом высокая температура блока носителя приводит к переходу NO_x в более высокие оксиды, а значит, еще большей опасности для человека и окружающей среды при выбросе таких газов в атмосферу. Кроме того, нейтрализаторы создают повышенное сопротивление движению отработавших газов, снижают мощность двигателя, поэтому водителю часто приходится форсировать обороты дизеля, увеличивая тем самым потребление дизтоплива, а значит и выбросы опасных веществ в атмосферу.

Достаточно простым и результативным решением проблемы снижения выбросов токсичных компонентов в отработанных газах является использование усовершенствованных дизельных двигателей с малотоксичными рабочими процессами, а также использование двигателей других принципиальных решений и типов (газотурбинных или электродвигателей с автономным питанием от специальных источников).

Сегодня большую долю используемой на карьерах техники составляют импортные самосвалы, топливная аппаратура которых оборудована по европейским стандартам, что позволяет им оказывать меньшее негативное воздействие на экологию региона. Например, самосвал САТ-785С, введенный в эксплуатацию на Лебединском ГОКе в 2006 г., сразу показал преимущества в работе перед автосамосвалом БелАЗ-7513, имеющим ту же грузоподъемность. Грузооборот превысил аналогичный показатель на 32 %, удельный расход топлива оказался ниже на 25 % в тех же условиях. Выше оказались показатели надежности, коэффициент технической готовности, долговечность и экологические характеристики [13].

Однако в настоящее время самосвалы БелАЗ комплектуются импортными двигателями и по экологическим характеристикам практически не отличаются от зарубежных аналогов [14].

Для карьеров отдаленного будущего наряду с аккумуляторными автономными источниками питания перспективно применение топливных элементов, в которых газообразное или жидкое топливо подвергается электрохимическому окислению (водород + кислород).

Использование альтернативных топлив рассматривается сегодня как способ расширения базы энергоресурсов и уменьшения техногенного влияния на окружающую среду [15–18]. Практика показывает, что наиболее перспективным направлением для транспортных средств является применение газообразного топлива [15, 17–19].

Выбросы загрязняющих веществ у двигателей, использующих в качестве топлива природный газ, по наиболее вредным компонентам в 1,5–5 раз менее опасны, чем у дизелей. Испытания самосвала САТ-785В в газодизельном режиме работы на карьере Мурунтау показали снижение содержания оксида углерода в выхлопах двигателя на 25–40 %; оксида азота на 25–30 %; сажи на 40–50 % [20].

Кроме того, природный газ не образует отложений в топливной системе, не смывает масляную пленку со стенок цилиндров и таким образом снижает трение и уменьшает износ двигателя. Использование природного газа в качестве моторного топлива позволяет увеличить срок службы двигателя в 1,5–2 раза.

У газа есть еще одно важное преимущество – он значительно дешевле дизельного топлива (рис. 2). В связи с этим на Ковдорском ГОКе с 2015 г.

начался перевод карьерных самосвалов на сжиженный природный газ (СПГ). Ковдорский ГОК – первый в России, кто взялся за реализацию такого проекта (<https://www.hibiny.com/news/archive/75172/>).

В Кузбассе карьерные самосвалы также переводят на газовое топливо местного производства. В настоящее время в Кузбассе работает около двух тысяч БелАЗов, которые заправляются дизельным топливом. Ожидается, что перевод на сжиженный газ позволит сократить затраты на топливную составляющую в себестоимости угля на 30–40 % и значительно уменьшить негативное воздействие на окружающую среду. В рамках данного проекта планируется оборудовать самосвалы БелАЗ-75139 двигателями Cummins KTA 50C (<https://news.drom.ru/40156.html>).

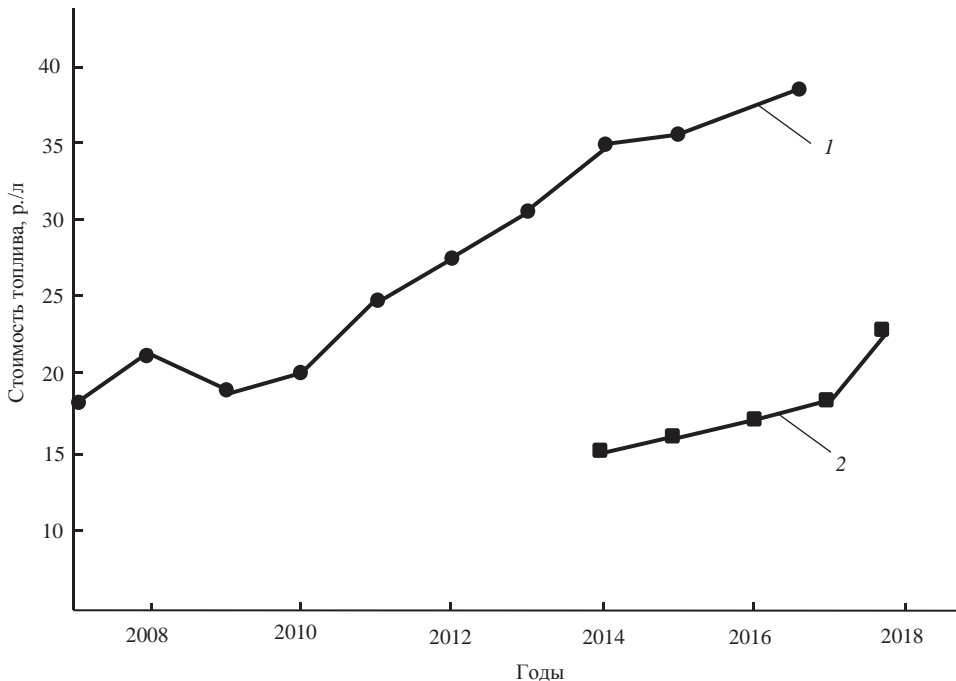


Рис. 2. Динамика стоимости дизельного топлива и сжиженного природного газа в России (по данным Росстата):

1 – дизельное топливо; 2 – сжиженный природный газ

Fig. 2. Diesel fuel and liquefied gas cost dynamics in Russia (according to Rosstat data):

1 – diesel fuel; 2 – liquefied natural gas

АК «АЛРОСА» с 2015 г. активно внедряет систему перевода техники на газовое топливо. Ежегодно на ГСМ (бензин, дизельное топливо) компания расходует 2 млрд р., основные затраты – на дизельное топливо для карьерных самосвалов. В 2018 г. значительно увеличится число рейсов автопоездов от Верхне-Мунского месторождения алмазов на фабрику № 12 Удачинского ГОКа. Соответственно увеличится объем работы горнодобывающей и обслуживающей техники на промышленном участке Верхней Муны и потребность в ГСМ. В условиях Мирнинского района метан используется в сжатом (компримированном) виде. Природный газ отличает не только его наличие в районе, но и дешевизна и экологическая безопасность. В этом году за счет использования газа в качестве моторного топлива ожидается экономия на ГСМ до 100 млн р. (<http://www.1sn.ru/206663.html>).

Экономия будет тем больше, чем выше стоимость дизельного топлива, например на Севере. Так, в Якутии стоимость дизельного топлива в 1,2–1,3 раза выше, чем в центральных районах России (таблица).

Специфика Якутии такова, что топливо можно завезти только в период навигации, которая длится всего пять месяцев, поэтому топливо вынуждены завозить на год вперед, что увеличивает его цену. Тогда как газовые месторождения расположены близко к ГОКах АК «АЛРОСА».

Цена дизельного топлива (октябрь 2017 года)*
Diesel fuel price (October, 2017)*

Регион	Цена дизельного топлива, р./л	Регион	Цена дизельного топлива, р./л
Республика Ингушетия	30,80	Республика Бурятия	39,07
Москва	34,50	Владимирская область	39,24
Алтайский край	37,26	Республика Тыва	39,26
Республика Хакасия	37,75	Иркутская область	39,48
Республика Татарстан	37,83	Ямало-Ненецкий АО	41,61
Ставропольский край	38,00	Ненецкий автономный округ	45,50
Смоленская область	38,46	Камчатский край	47,39
Красноярский край	38,88	Республика Саха (Якутия)	49,78

* Источник – Росстат: <http://xn--b1ae2adf4f.xn--p1ai/article/45378-gde-v-possii-samy-deshevyi-benzin.html>

Помимо практически полного отсутствия загрязняющих выбросов, газ еще и очень дешев по сравнению с дизельным топливом. И в Азии это уже поняли. Так, в планах КНР по снижению загрязнения воздуха приоритетной мерой является перевод грузового транспорта на газовое топливо. Например, карьерный самосвал HOWO производства китайского автозавода Sinotruk работает на сжиженном природном газе (СПГ). Результаты испытаний показали двукратную экономию на топливе в денежном эквиваленте. Дизельный самосвал за смену расходует около 200 л дизельного топлива, а аналогичный газовый – примерно 280 л сжиженного природного газа. Даже при одноменном режиме работы экономия составит более млн р. в год. Данный вид топлива также позволяет обеспечить большой запас хода на одной заправке с использованием емкостей традиционной формы и размеров, сопоставимых с топливными баками для дизельного топлива. В Китае в связи с увеличением использования СПГ в качестве топлива для большегрузных и карьерных самосвалов (примерно 4,6 млрд м³ природного газа в 2015 г.) экономия дизельного топлива составила 16 млн т, выбросы парниковых газов сократились на 6 млн т эквивалента CO₂ [15].

В настоящее время GFS Corp. предлагает системы перехода на СПГ для четырех моделей грузовиков: Caterpillar 777 и 793, а также Komatsu 830 и 930. За десятки тысяч часов пробега самосвалы Caterpillar и Komatsu на горных предприятиях в западной части США показали значительную экономию затрат на топливо.

Американская компания Chart Industries запускает пилотный СПГ-проект в сотрудничестве с канадской компанией Teck Resources. В рамках проекта планируется использовать сжиженный газ в качестве моторного топлива для шести сверхтяжелых карьерных самосвалов с мощнейшими двигателями, работающих в канадской провинции Британская Колумбия. Сжиженный газ поставляет компания Fortis BC.

На международной выставке ИННОПРОМ-2017 (г. Екатеринбург) был представлен газомоторный самосвал БелАЗ-75476 грузоподъемностью 45 т. Самосвал оснащен газопоршневым двигателем «Кунгур-550», разработанным на базе дизеля ЯМЗ-240 уральской компанией «Технология 1604». Новый силовой агрегат имеет газотурбинный наддув и развивает мощность 404 кВт. В качестве топлива используется сжиженный природный газ. Снаряженная масса и грузоподъемность БелАЗ-75476 остались такими же, как и у дизельного самосвала БелАЗ-7547. Но самосвал, работающий на газе, на 10 % мощнее, экономичнее, обеспечивает низкий уровень выбросов вредных веществ, что особенно актуально при работе в глубоких карьерах.

Использование работающих на газе самосвалов позволяет не только уменьшить концентрацию выбросов загрязняющих веществ, но и снизить уровень шума двигателя на 50 % [21].

Однако компримированный природный газ (КПГ) и сжиженный природный газ (СПГ), используемые в качестве автомобильного топлива, имеют недостатки:

- требуется специальное исполнение бортовых топливных емкостей (баллоны высокого давления или криогенные сосуды) с повышенными, по сравнению с традиционными топливными баками, массогабаритными характеристиками из-за низкой плотности газового топлива;

- накладываются существенные ограничения на организацию ТО, ремонтов, заправки и использования машин;

- двигатели на сжиженном природном газе потребляют больше энергии на километр.

Вместе с тем при соблюдении установленных правил работа машин на природном газе достаточно безопасна. Природный газ почти в два раза легче воздуха и при утечке стремится вверх, достаточно быстро «растворяясь» в атмосфере. Массогабаритные характеристики карьерных автомобилей-самосвалов и условия их эксплуатации на открытых горных работах создают благоприятные предпосылки по использованию сжиженного природного газа в качестве моторного топлива [22].

Выводы. Использование природного газа в качестве моторного топлива позволяет увеличить срок службы двигателя в 1,5–2 раза, уменьшить уровень шума на 50 % и в 1,5–2 раза снизить затраты на топливо.

Экологическая ситуация в карьерах во многом зависит от конструктивного совершенства транспортных машин, особенно дизелей. Простой перевод транспорта на газомоторное топливо позволяет значительно сократить выбросы вредных веществ, как за счет токсичности выхлопных газов, так и суммарного выброса вредных веществ, а также полностью исключить соединения свинца, снизить дымность отработанных газов в 8–10 раз и уровень шума в 2 раза.

Помимо практически полного отсутствия загрязняющих выбросов, газ еще и дешевле дизельного топлива почти в 2 раза. При этом экономия на ГСМ будет тем больше, чем выше стоимость дизельного топлива, т. е. в Арктических и Северных районах, где недостаточно развита транспортная инфраструктура. Использование СПГ в качестве моторного топлива для карьерных самосвалов только начинается. Но использование КПГ и СПГ в автомобилях требует новой инфраструктуры. Необходимо строительство новых заправочных станций или переоборудование существующих АЗС.

Таким образом, экологические преимущества природного газа очевидны, а перспективы замены дизельного топлива природным газом позитивны.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Анистратов К. Ю. Мировые тенденции развития структуры парка карьерной техники // Горная промышленность. 2011. № 6. С. 22–26.
2. Шешко О. Е. Эколого-экономическое обоснование возможности снижения нагрузки на природную среду от карьерного транспорта // ГИАБ. 2017. № 2. С. 241–252.
3. Шешко О. Е. Эколого-экономическое сравнение применения в глубоких карьерах дизель-троллейбусов и циклично-поточной технологии // Научный вестник Московского государственного горного университета. 2013. № 5. С. 108–116.
4. Тарасов П. И., Журавлев А. Г., Фефелов Е. В. Сокращение загазованности карьерного пространства при применении новых видов карьерного транспорта // ГИАБ. 2008. № 2. С. 260–271.
5. Kachuri L., Villeneuve P. J., Parent M.-E., Johnson K. C. Workplace exposure to diesel and gasoline engine exhausts and the risk of colorectal cancer in Canadian men // Environmental Health. 2016. Vol. 15. No. 1. P. 4–16.
6. Taxell P., Santonen T. Diesel engine exhaust: basis for occupational exposure limit value // Toxicological Sciences. 2017. Vol. 158. No. 2. P. 243–251.
7. Thiruvengadam A., Besch M., Carder D., Oshinuga A. Unregulated greenhouse gas and ammonia emissions from current technology heavy-duty vehicles // Journal of the Air & Waste Management Association. 2016. Vol. 66. No. 11. P. 1045–1060.
8. Jacobs W., Hodkiewicz M. R., Bräunl T. A Cost-Benefit Analysis of electric loaders to reduce diesel emissions in underground hard rock mines // IEEE Transactions on industry applications. 2015. Vol. 51. No. 3. P. 2565–2573.
9. Кулешов А. Н., Андреев Л. Н. Влияние параметров микроклимата салонов грузовых автомобилей на условия труда и методы его улучшения // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 12-3. С. 68–72.
10. European Commission, Climate action: Reducing the carbon content of transport fuels. Press release. Brussels, 2014.
11. Nessim W., Zhang F. J., Zhao C. L. Optimizing operational performance of diesel mining truck using thermal management // Advanced Materials Research – Trans. Tech. Publications. 2013. Vol. 813. P. 273–277.
12. Протасов С., Березин А., Подгорный А., Билибин В. Хороший опыт лучше поучений // Уголь Кузбасса. 2017. № 4. С. 104–106.
13. Дронов Н. Н., Ефремов Ю. И., Беклемишев А. Н. Опыт работы карьера Лебединского ГОКа: гигантские масштабы, оригинальные технологии, перспективы развития // Горный журнал. 2009. № 11. С. 88–91.
14. Степук О. Г., Семко С. Н., Зуенок А. С. Большегрузные карьерные самосвалы и машины повышенной проходимости – серийная продукция предприятия сегодня // Горный журнал. 2013. № 1. С. 30–41.
15. Song H., Ou X., Yuan J., Wang C. Energy consumption and greenhouse gas emissions of diesel / LNG heavy-duty vehicle fleets in China based on a bottom-up model analysis // Energy. 2017. Vol. 140. P. 966–978.
16. Бойченко С. В., Шкильнюк И. А. Экологические аспекты использования моторных топлив (обзор) // Энерготехнологии и ресурсосбережение. 2014. № 5–6. С. 35–44.
17. Марков В. А., Поздняков Е. Ф. Природный газ как наиболее выгодное моторное топливо // Автомобильная промышленность. 2017. № 1. С. 11–15.
18. Тарасов П. И., Хазин М. Л., Фурзиков В. В. Природный газ – перспективное моторное топливо карьерного автотранспорта для районов Севера // Горная промышленность. 2016. № 6. С. 51–61.
19. Тарасов П. И., Хазин М. Л., Фурзиков В. В. Применение природного газа в качестве моторного топлива техники горнодобывающих предприятий // Горная промышленность. 2017. № 1 (131). С. 66–68.
20. Ильин С. А., Коваленко В. С., Пастихин Д. В. Преодоление изначальных недостатков открытого способа разработки: опыт и результаты на Урале: настоящее и будущее // Горный журнал. 2012. № 4. С. 25–33.
21. Osorio-Tejada J., Llera E., Scarpellini S. LNG: an alternative fuel for road freight transport in Europe // WIT Transactions on The Built Environment. 2015. Vol. 168. P. 235–246.
22. Кудрявцев А. А., Лашманов В. В. БелАЗы XXI века с газодизелями семейства двигателей ДМ // АвтоГазоЗаправочный комплекс + Альтернативное топливо. 2010. № 3 (51). С. 3–6.

Поступила в редакцию 3 мая 2018 года

Хазин М. Л., Тарасов П. И., Фурзиков В. В., Тарасов А. П. Эколого-экономическая оценка использования карьерных самосвалов // Известия вузов. Горный журнал. 2018. № 7. С. 85–94.

Сведения об авторах:

Хазин Марк Леонтьевич – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры эксплуатации горного оборудования Уральского государственного горного университета. E-mail: khasin@ursmu.ru

Тарасов Петр Иванович – кандидат технических наук, заместитель директора по научной работе ООО «Перспектива-М». E-mail: petr.tarasov95@mail.ru

Фурзиков Виталий Витальевич – заместитель начальника по экспериментальным работам департамента разработки нового семейства дизелей ООО «Уральский дизель-моторный завод». E-mail: furzikovvv@mail.ru

Тарасов Александр Петрович – инженер ООО «Перспектива-М». E-mail: tp6005@mail.ru

ECOLOGICAL AND ECONOMIC EVALUATION OF OPEN PIT DUMP TRUCKS USE

Khazin M. L.¹, Tarasov P. I.², Furzikov V. V.³, Tarasov A. P.²

¹ Ural State Mining University, Ekaterinburg, Russia.

² ООО Перспектива-М, Ekaterinburg, Russia.

³ ООО Ural Diesel Engine Plant, Ekaterinburg, Russia.

Research aim is to analyze the problems of using open pit dump trucks with diesel engines. Automobile exhaust gas has harmful effect on human health and environment.

Research methodology. Ecological and economic problems occurring under the use of open pit dump trucks are analyzed.

Results. Up to 80% of rock mass is transported by open pit dump trucks with diesel engine under opencast mining, a significant disadvantage of which is their impact on atmospheric gas pollution. At an open pit depth of more than 200–250 m air pollution with harmful substances in the workplaces leads to gradual increase in maximum permissible concentrations. It affects not only people but the economy of an enterprise, as it necessitates open pit stoppage, whereas road visibility reduction contributes to partial of full work stoppage of equipment. Practical experience shows that the most prospective solution to the problem is conversion of open pit dump trucks into natural liquefied or natural compressed gas. The use of natural gas as engine fuel allows reducing exhaust smoking, specific emissions, and exclude soot formation. Natural gas does no form residue within fuel delivery system and does not wash off oil film from the cylinders' walls.

Conclusions. The use of natural gas as engine fuel allows increasing engine life by 1.5–2 times, reduce noise level by 50%, and reduce fuel costs by 1.5–2 times.

Key words: open pit dump trucks; ecological situation; opencast mining; emissions; diesel fuel; alternative fuel; liquefied natural gas; ecological and economic effectiveness; open pit depth.

DOI: 10.21440/0536-1028-2018-7-85-94

REFERENCES

1. Anistratov K. Iu. [World tendencies towards quarry machinery park structure development]. *Gornaia promyshlennost' – Mining Industry Journal*, 2011, no. 6, pp. 22–26. (In Russ.)
2. Sheshko O. E. [Ecological and economic substantiation of environmental load reduction caused by open pit transport]. *Gornyi informatsionno-analiticheskii biulleten' (nauchno-tekhnicheskii zhurnal) – Mining Informational and Analytical Bulletin (scientific and technical journal)*, 2017, no. 2, pp. 241–252. (In Russ.)
3. Sheshko O. E. [Ecological and economic comparison of the use of diesel-trolley cars and cyclical-continuous technology in deep open pits]. *Nauchnyi vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo gornogo universiteta – Bulletin of Moscow State Mining University*, 2013, no. 5, pp. 108–116. (In Russ.)
4. Tarasov P. I., Zhuravlev A. G., Fefelov E. V. [Reducing contamination of open pit under the use of new types of open pit transport]. *Gornyi informatsionno-analiticheskii biulleten' (nauchno-tekhnicheskii zhurnal) – Mining Informational and Analytical Bulletin (scientific and technical journal)*, 2008, no. 2, pp. 260–271. (In Russ.)
5. Kachuri L., Villeneuve P. J., Parent M.-E., Johnson K. C. Workplace exposure to diesel and gasoline engine exhausts and the risk of colorectal cancer in Canadian men. *Environmental Health*, 2016, vol. 15, no. 1, pp. 4–16.
6. Taxell P., Santonen T. Diesel engine exhaust: basis for occupational exposure limit value. *Toxicological Sciences*, 2017, vol. 158, no. 2, pp. 243–251.
7. Thiruvengadam A., Besch M., Carder D., Oshinuga A. Unregulated greenhouse gas and ammonia emissions from current technology heavy-duty vehicles. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 2016, vol. 66, no. 11, pp. 1045–1060.
8. Jacobs W., Hodkiewicz M. R., Bräunl T. A Cost-Benefit Analysis of electric loaders to reduce diesel emissions in underground hard rock mines. *IEEE Transactions on industry applications*, 2015, vol. 51, no. 3, pp. 2565–2573.
9. Kuleshov A. N., Andreev L. N. [The influence of a truck's cabin microclimate parameters on labour conditions and methods of its improvement]. *Sovremennye tendentsii razvitiia nauki i tekhnologii – Modern Tendencies in the Development of Science and Technology*, 2016, no. 12-3, pp. 68–72. (In Russ.)
10. European Commission, Climate action: Reducing the carbon content of transport fuels. Press release. Brussels, 2014.

11. Nessim W., Zhang F. J., Zhao C. L. Optimizing operational performance of diesel mining truck using thermal management. *Advanced Materials Research – Trans. Tech. Publications*, 2013, vol. 813, pp. 273–277.
12. Protasov S., Berezin A., Podgornyi A., Bilibin V. [Good experience is better than preachments]. *Ugol' Kuzbassa – Coal of Kuzbass*, 2017, no. 4, pp. 104–106. (In Russ.)
13. Dronov N. N., Efremov Iu. I., Beklemishchev A. N. [The experience of open pit operation at Lebedinsky GOK: gigantic scale, original technologies, and future development]. *Gornyi zhurnal – Mining Journal*, 2009, no. 11, pp. 88–91. (In Russ.)
14. Stepuk O. G., Semko S. N., Zuyonok A. S. [Heavy open pit dump trucks and off-road vehicles are serial products of an enterprise nowadays]. *Gornyi zhurnal – Mining Journal*, 2013, no. 1, pp. 30–41. (In Russ.)
15. Song H., Ou X., Yuan J., Wang C. Energy consumption and greenhouse gas emissions of diesel. LNG heavy-duty vehicle fleets in China based on a bottom-up model analysis. *Energy*, 2017, vol. 140, pp. 966–978.
16. Boichenko S. V., Shkil'niuk I. A. [Ecological aspects of using engine fuel (review)]. *Energotehnologii i resursosberezhenie – Energy Technologies and Resource Saving*, 2014, no. 5–6, pp. 35–44. (In Russ.)
17. Markov V. A., Pozdnyakov E. F. [Natural gas as the most profitable engine fuel]. *Avtomobil'naia promyshlennost' – Automotive Industry*, 2017, no. 1, pp. 11–15. (In Russ.)
18. Tarasov P. I., Khazin M. L., Furzikov V. V. [Natural gas is prospective engine fuel for open pit transport of the North regions]. *Gornaia promyshlennost' – Mining Industry Journal*, 2016, no. 6, pp. 51–61. (In Russ.)
19. Tarasov P. I., Khazin M. L., Furzikov V. V. [The use of natural gas as engine fuel for the machinery of mining enterprises]. *Gornaia promyshlennost' – Mining Industry Journal*, 2017, no. 1 (131), pp. 66–68. (In Russ.)
20. Il'in S. A., Kovalenko V. S., Pastikhin D. V. [Overcoming initial disadvantages of opencast mining: experience and results in the Urals: the present and the future]. *Gornyi zhurnal – Mining Journal*, 2012, no. 4, pp. 25–33. (In Russ.)
21. Osorio-Tejada J., Llera E., Scarpellini S. LNG: an alternative fuel for road freight transport in Europe. *WIT Transactions on The Built Environment*, 2015, vol. 168, pp. 235–246.
22. Kudriavtsev A. A., Lashmanov B. V. [BelAZ of the 21st century with gas diesel engines of DM engine family]. *AvtoGazoZapravochnyi kompleks+Al'ternativnoe toplivo – Autogas Complex+Alternative Fuel*, 2010, no. 3 (51), pp. 3–6. (In Russ.)

Information about authors

Khazin Mark Leont'evich – Doctor of Engineering Science, Professor, professor of the Department of Exploitation of Mining Equipment, Ural State Mining University. E-mail: khasin@ursmu.ru

Tarasov Petr Ivanovich – Candidate of Engineering Science, deputy director for science, OOO Perspektiva-M. E-mail: petr.tarasov95@mail.ru

Furzikov Vitalii Vital'evich – deputy manager for experimental works of the Department of a New Diesel Family Development, OOO Ural Diesel Engine Plant. E-mail: furzikovvv@mail.ru

Tarasov Aleksandr Petrovich – engineer, OOO Perspektiva-M. E-mail: tp6005@mail.ru
