

О.Е. Шешко

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СНИЖЕНИЯ НАГРУЗКИ НА ПРИРОДНУЮ СРЕДУ ОТ КАРЬЕРНОГО ТРАНСПОРТА

Рассмотрены варианты транспортных машин, обладающих преимуществами автомобильного транспорта, но не являющихся сильными загрязнителями природной среды: автосамосвалы повышенной грузоподъемности, дизель-троллейбусы и троллейбусы различной модификации. Приведены данные о величинах вредных выбросов в атмосферу автосамосвалов, дизель – троллейбусов и троллейбусов. Показано, что сумма отношений концентраций вредных выбросов к их предельно допустимым значениям, как для автосамосвалов, так и дизель-троллейбусов и троллейбусов возрастает при увеличении глубины карьера. В качестве критерия оценки энергетической эффективности транспортных машин принята величина удельных затрат энергии на подъем 1 т горной массы из карьера. Приведена энергетическая эффективность различных видов транспортных машин. Показано, что применение дизель-троллейбусов может дать экономический эффект только при подъемах трассы, соответствующих дизель-троллейбусам и высокой степени электрификации трассы. Утверждается, что и экологический и экономический эффект может дать только применение комбинированного автомобильно-конвейерного транспорта. Ключевые слова: карьерные самосвалы, дизель – троллейбусы, троллейбусы, крутонаклонные конвейеры с прижимной лентой, экологическая и экономическая эффективность машин, глубина карьера, энергетическая эффективность транспортных машин, потребляемая мощность, область применения.

Развитие открытого способа разработки на современном этапе характеризуется увеличением концентрации производства, глубины и сложности транспортирования. При этом ухудшаются экономические и экологические показатели предприятий, в которых: доля затрат на карьерный транспорт доходит до 55–60% в себестоимости добычи полезного ископаемого; доля вредных выбросов в атмосферу превышает 50%.

Основным видом технологического транспорта при добыче полезных ископаемых открытым способом в настоящее время остается автомобильный, который используется для транспортирования примерно 80% всей горной массы в мире, в т.ч. в США и Канаде – 85%, в Южной Америке – 85%, в Австралии – почти 100%, в Южной Африке – более 90%. В России и странах СНГ удельный вес карьерного автотранспорта приблизился к 75% [1, 2].

Вместе с тем при понижении горных работ на 100 м: производительность автомобильного транспорта снижается на 25–39%, железнодорожного на 8,5–20%.

В связи с этим транспортная проблема была и остается одной из важнейших проблем разработки глубоких карьеров. В настоящее время реальных альтернатив существующих видов транспорта (железнодорожного, автомобильного и конвейерного) нет.

Железнодорожный транспорт незначительно влияет на воздушную среду и водный бассейн. Снижения степени нарушения земельных ресурсов возможно только технологическими методами (например, тоннельное вскрытие) [3].

Конвейерный транспорт также незначительно влияет как на воздушную среду и водный бассейн, так на нарушение земельных ресурсов.

Автомобильный транспорт в большой степени подвержен воздействию усложняющихся с глубиной горно-технических условий разработки. Основным ограничением применения автомобильного транспорта на глубоких карьерах по-прежнему остается высокая себестоимость перевозки горной массы. Автомобильный транспорт также является главным источником негативного антропогенного воздействия на окружающую среду при открытых горных работах [1]. С целью расширения области применения автотранспорта в глубоких карьерах, повышения его эффективности и улучшения экологических показателей, не прекращаются поиски новых путей его совершенствования и создания комбинированных систем с его участием – автомобильно-конвейерных.

Одним из вариантов улучшения экологической ситуации на карьере считается применение автосамосвалов увеличенной грузоподъемности. Однако расчеты выбросов вредных веществ (CO_x , NO_x) показали, что, несмотря на некоторое увеличение удельных значений выбросов вредных веществ большегрузным автосамосвалом, снижение числа машин и количества рейсов позволяет только незначительно улучшить экологию рабочей зоны.

В настоящее время, ведутся работы по созданию гусеничных самосвалов, позволяющих значительно увеличить уклоны дорог (до 120% и более), но грузоподъемностью 20–40 т, что ограничивает зону их применения.

Одним из основных направлений считается электрификация карьерного автотранспорта. Наиболее перспективным вариантом замены автосамосвала считают применение дизель-троллейбусов [2].

Доказано, что при эксплуатации дизель-троллейбусов увеличивается скорость движения по уклону $\approx 70\text{--}80\%$ с 10–12 до 22–24 км/ч, производительность машин – на 23–25%, срок службы основных агрегатов, коэффициент технической готовности – до 90%, в то же время резко снижается расход топлива (на участках подъема трассы) до 87% [2].

ОАО «Белорусский автомобильный завод» предполагает создание дизель-троллейбусов грузоподъемностью 130–136, 170, 220 или 320 т на базе самосвалов с электромеханической трансмиссией [4].

При замене автосамосвалов на дизель-троллейбусы аналогичной грузоподъемности число машин снижается примерно на 15–20% в зависимости от уклона трассы и степени ее электрификации.

Величины концентрации вредных веществ в воздухе при дизель-троллейбусном транспорте также снижаются в зависимости от уклона трассы и степени ее электрификации, и только содержание пыли останется примерно прежним. Расчетная величина $\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ПДК_i}$ при работе дизель-троллейбусов может быть

снижена в 2–2,5 раза при изменении степени электрификации трассы от 70 до 90%.

Таким образом, экологическая целесообразность применения дизель-троллейбусов просматривается достаточно четко и в этой области можно ожидать значительного ее улучшения (троллейбусы, применение вместо дизеля аккумуляторов и т.д.).

Средние расчетные величины концентрации вредных веществ в атмосфере карьеров различной глубины при эксплуатации автомобильного, дизель-троллейбусного и троллейбусного транспорта приведена на рис. 1 [5].

Для примера был взят карьер (размеры карьера по поверхности 2 км на 1,5 и по дну 0,65 на 0,26 км) производительностью по руде 20 млн т. В качестве автосамосвала – БелАЗ-7513.

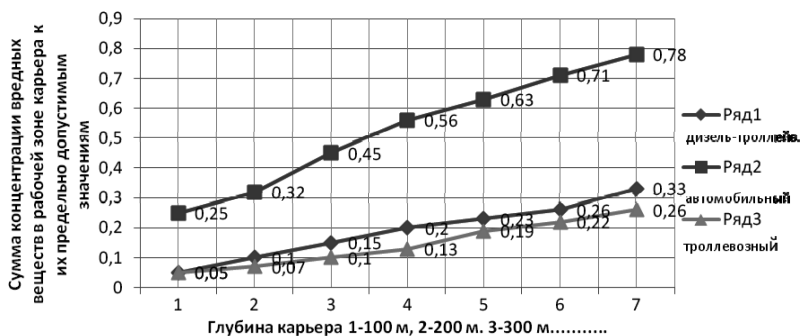


Рис. 1. Концентрация вредных веществ в атмосфере карьеров различной глубины при эксплуатации автомобильного, дизель-троллейвозного и троллейвозного транспорта

Эта модель в настоящее время предполагается к выпуску в качестве дизель-троллейвоза. При сравнении экономических показателей при автомобильном и дизель-троллейвозном транспорте необходимо учитывать, что затраты на дизель-троллейвоз, по данным Белорусского автозавода, на 5–10%, а по зарубежным данным на $\approx 10\%$ (данные приводились при переделке автосамосвала на дизель-троллейвоз) выше чем на автосамосвал. При этом затраты на создание инфраструктуры карьера (подстанции, троллейные линии) достаточно велики. Затраты на инфраструктуру карьера в пересчете на 1 км трассы составляют более 850 тыс. евро [4, 6, 7]. Таким образом, экономия на машинах не покрывает затрат на создание инфраструктуры.

Что касается эксплуатационных затрат, то здесь можно ожидать большую экономию по затратам на топливо и электроэнергию.

Вариантом электрификации автомобильного транспорта является так же создание троллейвозов. Предполагается, что автономное питание у них может производиться за счет аккумуляторных батарей или различного типа накопителей энергии. При этом из-за отсутствия дизельного двигателя (в конструкции троллейвоза) снижается общее количество загрязнителей атмосферы карьера (практически остается только пыль).

Отсутствия данных по затратам на троллейвоз не позволяет сделать какие-либо выводы по экономическому эффекту.

При автомобильно-конвейерном транспорте (циклично-поточная технология) эксплуатация автосамосвала предполагается в зоне его наиболее благоприятного применения. Конвейерный подъем (даже при высоких затратах на линейный метр установ-

ки, как например у крутонаклонного конвейера с прижимной лентой ~20 тыс. долл.) обеспечивает снижение затрат на установку, так как уменьшает длину транспортирования больше чем на порядок [8–10].

Сильно меняющаяся в современных условиях конъюнктура рынка делает мало показательными экономические данные предыдущих периодов. Поэтому особую актуальность приобретает оценка энергетической эффективности промышленных технологий, что имеет особое значение для горной промышленности, характеризующейся значительной удельной энергоемкостью по сравнению с другими отраслями.

Из существующих методик сравнения различных видов энергии, на наш взгляд более объективным можно считать приведения расхода электроэнергии и дизельного топлива к расходу первичных энергоресурсов, т.е. к «условному топливу» (у. т.), с учетом соответствующих затрат энергии на их добычу, переработку и транспортирование [11]. В отечественной практике в качестве «условного топлива» используется угольный эквивалент – 7000 ккал (29,3 мДж) – теплота, которая выделяется при сжигании 1 т высококачественного угля. Аналогичный подход получил распространение за рубежом (США и Англии).

В качестве критерия оценки энергетической эффективности транспортных систем глубоких карьеров может быть принята величина удельных затрат энергии на подъем 1 т горной массы из карьера. Тогда коэффициент полезного использования энергии (η) определится из выражения:

$$\eta = (P_{\text{т}} / P_{\text{ф}}) \cdot 100\%$$

где $P_{\text{т}}$ – теоретически необходимая величина расхода энергии на подъем 1 т горной массы на высоту 1 м ($P_{\text{т}} = 9,81 \text{ кДж/т} \cdot \text{м}$); $P_{\text{ф}}$ – фактические затраты энергии данным видом транспорта, кДж/т · м.

Приведение фактических затрат энергии к расходу первичных энергоресурсов (у.т.) осуществляется с использованием следующих выражений

$$P_{\text{ф.а.}} = g' \cdot k_{\text{пер}} \cdot k_{\text{т}} \cdot k_{\text{д}},$$

$$P_{\text{ф.к.(ж)}} = \omega' \cdot k_{\text{э}} \cdot k_{\text{пот}} \cdot k_{\text{д}}$$

где $P_{\text{ф.а.}}$, $P_{\text{ф.к.(ж)}}$ – удельные затраты условного топлива на подъем 1 т горной массы на 1 м, соответственно, автомобильным и конвейерным (железнодорожным) транспортом, г у. т./т · м; g' – удельный расход дизтоплива автосамосвалами, г/т · м;

ω' – удельный расход электроэнергии конвейерным (железнодорожным) транспортом, кВт · ч/т · м; $k_{пер}$ – коэффициент, учитывающий затраты энергии на получение дизтоплива из нефти ($k_{пер} = 1,18 \div 1,20$); $k_{д}$ – коэффициент, учитывающий затраты энергии на добычу и транспортирование топлива ($k_{д} = 1,04 \div 1,10$) [12, 13]; $k_{т}$ – коэффициент, учитывающий разницу удельной теплоты сгорания дизельного и условного топлива ($k_{т} = 1,5$); $k_{з}$ – показатель, учитывающий затраты условного топлива на получение 1 кВт · ч электроэнергии ($k_{з} = 310 \div 330$ г/кВт · ч); $k_{пот}$ – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии при передаче и распределении ($k_{пот} \approx 1,09$).

Тогда формулу (1) можно представить в виде

$$\eta = (P_t / P_{\phi} Q_{y.t.}) \cdot 100\%$$

где $P_t = 9,81$ кДж/т · м; P_{ϕ} – фактические затраты энергии данным видом транспорта, г у. т./т · м; $Q_{y.t.}$ – удельная теплота сгорания условного топлива, кДж/г ($Q_{y.t.} = 29,3$ кДж/г).

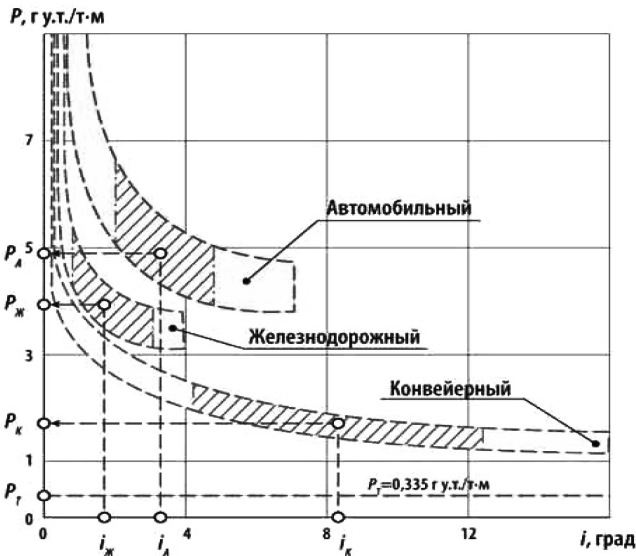


Рис. 2. Зависимость удельной энергоёмкости (P) различных видов карьерного транспорта от уклона трассы (i): P_A , $P_{ж}$, P_K – средние значения энергоёмкости различных видов транспорта; P_t – теоретически необходимая (минимальная) величина расхода энергии на подъем 1 т горной массы на 1 м; i_A , $i_{ж}$, i_K – средневысшие уклоны трасс различных видов транспорта; штриховка – области фактических значений удельной энергоёмкости различных видов транспорта глубоких железорудных карьеров

С использованием предложенной методики и фактических данных глубоких железорудных карьеров установлены показатели энергоемкости различных видов транспорта при работе на подъем горной массы. Зависимость удельной энергоемкости (P) различных видов карьерного транспорта от уклона трассы (i) показана на рис. 2.

Энергетическая эффективность конвейерного транспорта ($\eta_k = 15,4 \div 21,5\%$) в 1,9–2,2 раза выше, чем электрифицированного железнодорожного транспорта ($\eta_{жк} = 8,0 \div 10,0\%$) и в 2,4–3,0 раза выше, чем автомобильного ($\eta_a = 6,5 \div 7,5\%$).

Преимущества железнодорожного транспорта перед автомобильным объясняются меньшими значениями коэффициента сопротивления движению груженого поезда (в 8–10 раз) и коэффициента тары.

Коэффициент тары современных думпкаров составляет 0,41–0,50, а отечественных автосамосвалов 0,70–0,84. Однако реализация этих преимуществ при работе на подъем горной массы ограничивается сравнительно небольшим уклоном железнодорожных трасс (40–60‰) и значительным коэффициентом их развития (до 1,5–1,8).

Высокая энергетическая эффективность конвейерного транспорта объясняется большими углами подъема трасс (сокращением пути перемещения груза) и отсутствием затрат энергии на подъем верхней ветви ленты ввиду равной ее массы с опускающейся нижней ветвью. В то же время коэффициент сопротивления движению ленты по роликам на порядок выше, чем коэффициент сопротивления движению груженого поезда, и почти аналогичен показателям автомобильного транспорта. Коэффициент тары при конвейерном транспорте составляет $K_t = 0,40–0,45$, что близко к коэффициенту тары железнодорожного транспорта, но резко снижающаяся длина транспортирования при конвейерном транспорте делает его значительно более экономичным [14–16].

Крутонаклонный конвейер с прижимной лентой имеет коэффициент тары $K_t = 0,65–0,83$, что выше, чем у ленточного конвейера, но длина транспортирования уменьшается еще более резко, чем при ленточном подъеме.

Данных о коэффициенте полезного использования энергии такими конвейерами нет. Для того, чтобы оценить энергопотребление крутонаклонного конвейера с прижимной лентой по стандартным методикам расчета ленточного и крутонаклонного ленточного конвейера была рассчитана потребляемая мощ-

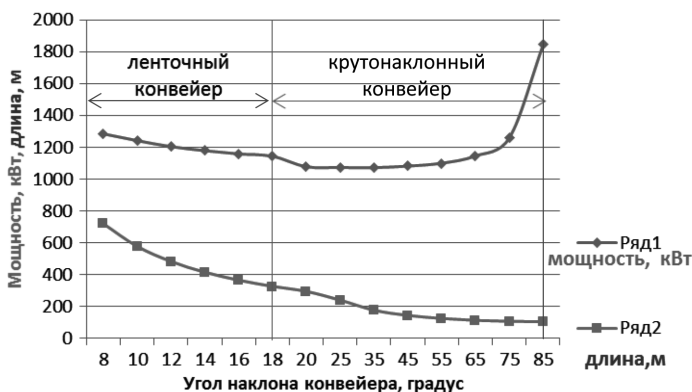


Рис. 3. Изменение мощности и длины крутонаклонного конвейера с прижимной лентой и ленточного конвейера в зависимости от угла их наклона

ность их на высоту подъема (100 м) при производительности 3000 т/ч (существующие варианты крутонаклонного конвейера) и насыпной плотности транспортируемого груза $\gamma \sim 2 \text{ т/м}^3$. Результаты расчета приведены на рис. 3.

Как видно из рис. 3, при углах наклона $\beta = 20\text{--}60^\circ$, что соответствует крутонаклонному конвейеру с прижимной лентой, потребляемая мощность меньше, чем при углах наклона $\beta = 8\text{--}18^\circ$, что соответствует ленточному конвейеру.

При углах наклона превышающих 60° мощность, потребляемая крутонаклонным конвейером, резко увеличивается. Об этом свидетельствуют и данные по имеющимся образцам крутонаклонных конвейеров [17].

Коэффициент полезного использования энергии при дизель-троллейвозном транспорте (опытные образцы на базе автосамосвалов БелАЗ-7519 грузоподъемностью 110 т) на карьерах черной металлургии изменяется в пределах 6,6–7,6% при степени электрификации трассы 52–76%, что незначительно выше автомобильного транспорта. Это объясняется тем, что дизель-троллейвоз эксплуатировался на автомобильной трассе. При уклонах 100–120‰ и степени электрификации $\sim 80\text{--}90\%$ показатели, конечно, будут значительно выше.

Энергетические показатели различных видов карьерного транспорта при работе на горизонтальных трассах значительно отличаются от установленных параметров при движении на подъем. В технической литературе приведены показатели энергоемкости, полученные в типичных условиях железорудных карьеров (таблица).

Энергетические показатели различных видов карьерного транспорта при работе на горизонтальных трассах

Вид транспорта	Удельная энергоёмкость		
	натуральные показатели		условное топливо
	г/т · км	кВт · ч/т · км	г у.т. /т · км
Автомобильный	50–70	–	95–130
Железнодорожный	–	0,09–0,12	34–45
Конвейерный	–	0,15–0,20	57–70

Оценивая, перспективы карьерных транспортных машин в глубоких карьерах следует отметить, что экологическая составляющая применения дизель-троллейбусов, троллейбусов, подъемных конвейеров и железнодорожного транспорта достаточно очевидна и ожидаема.

Снижение экономических и энергетических затрат при железнодорожном транспорте возможно при применении его на горизонтальных и слабонаклонных участках, на поверхностных путях при доставке полезного ископаемого на фабрику или потребителю.

Применение дизель-троллейбусов и троллейбусов может дать экономический эффект только в случае их эксплуатации на уклонах 100–120% и высокой степени электрификации трассы, что в условиях замены автосамосвалов затруднено.

Наиболее перспективным направлением снижения затрат следует считать применение комбинированного автомобильно-конвейерного транспорта: при углах наклона 8–18° с ленточным конвейером на участке подъема, а при возможности установки его по борту карьера (угла наклона 20–60°) с крутонаклонным ленточным конвейером.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бугаец В. В., Савон Д. Ю. Обеспечение экологически безопасного водопользования при эффективной водохозяйственной деятельности предприятий // Гуманитарные и социально-экономические науки. – 2014. – № 5. – С. 137–141.

2. Лель Ю. И., Сандригайло И. Н. Формирование транспортной системы вскрытия глубоких горизонтов внутрикарьерными железнодорожными тоннелями // Горный журнал. Известия вузов. – 2000. – № 4. – С. 72–78.

3. Лель Ю. И., Мусихина О. В. Энергетика карьерного транспорта // Инновационный транспорт. – 2011. – № 1. – С. 34–39.

4. *Логинов И. Г., Слепян В. И.* Опыт создания конвейерного подъемника для транспортирования скальной горной массы из карьера // Горный журнал. – 2008. – № 4. – С. 41–45.

5. *Кучерский Н. И., Мальгин О. Н., Сытенков В. Н., Ларионов Е. Д., Иоффе А. М., Шелепов В. И.* Эффективность проектируемого комплекса ЦПТ – руда с крутонаклонным конвейером для карьера «Мурунтау» // Горный журнал. – 2005. – № 11. – С. 38–42.

6. *Костюхин Ю. Ю., Илюхин В. В.* Механизм оценки рисков металлургических компаний, вызываемых неустойчивостью и неравномерностью развития экономики // Экономика в промышленности. – 2009. – № 1. – С. 32–38.

7. *Пешикова М. Х., Мацко Н. А.* Стратегия портфельного инвестирования горных компаний // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2010. – № 4. – С. 332–342.

8. *Пешикова М. Х., Шульгина О. В.* Современные методы оценки инвестиционной привлекательности компаний минерально-сырьевого комплекса // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2015. – № S1. – С. 193–208.

9. *Савон Д. Ю.* Экологические аспекты деятельности «ПО «Водоканал» г. Ростова-на-Дону по охране атмосферного воздуха / Международная научно-практическая интернет-конференция «Актуальные теоретические и практические аспекты развития предприятий различных форм собственности в контексте модернизации экономики». Материалы конференции. ООО «Инновационные технологии», Санкт-Петербургский государственный университет низкотемпературных и пищевых технологий. – СПб., 2011. – С. 157–161.

10. *Савон Д. Ю., Шевчук С. В.* Снижение уровня экологической опасности при современных методах переработки твердых бытовых отходов / Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство. Материалы 12-й Всероссийской научно-практической конференции. – Томск, 2015. – С. – 200.

11. *Савон Д. Ю.* Снижение уровня загрязнения окружающей среды при повышении качества угля // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2016. – № S1. – С. 145–153.

12. *Савон Д. Ю., Бугаец В. В., Коржов М. С.* Организационно-хозяйственные мероприятия по оздоровлению экологической обстановки в бассейне Нижнего Дона / Современные тенденции регионального развития: баланс экономики и экологии. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. ИСЭИ ДНЦ РАН. – Махачкала, 2014. – С. 490–497.


13. *Савон Д. Ю., Тиболов Д. П.* Управление инвестиционной деятельностью предприятия в области охраны окружающей среды и экологической безопасности на отходообразующих производствах угольной отрасли // Горный журнал. – 2014. – № 12. – С. 31–35.

14. *Степук О. Г., Зуенок А. С.* Дизель-троллейвозный транспорт БЕ-ЛАЗ: перспективы и исполнения в горном производстве // Горный журнал. – 2013. – № 1. – С. 52–55.

15. *Гридин В. Г., Калинин А. Р., Кобяков А. А. и др.* Экономика, организация, управление природными и техногенными ресурсами: Учебное

пособие / Под ред. проф. А. А. Кобякова и проф. В. А. Харченко. — М.: Изд-во «Горная книга», 2012. — 752 с.

16. Яковлев В. Л., Тарасов П. И., Журавлев А. Г. Новые специализированные виды транспорта для горных работ, монография. — Новосибирск: ИГД СО РАН, 2011. — 374 с.

17. Skufina T. P., Samarina V. P., Krachunov N., Savon D. Y. Problems of Russia's arctic development in the context of optimization of the mineral raw materials complex use // Eurasian mining, 2015. — № 2 (24). — Pp. 18–21. 

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Шешко Ольга Евгеньевна — кандидат экономических наук, доцент, e-mail: osheshko@mail.ru, НИТУ «МИСиС», Институт экономики и управления промышленными предприятиями.

Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'. 2017. No. 2, pp. 241–252.

UDC 622.013.
364.2

O.E. Sheshko

ECOLOGICAL AND ECONOMIC SUBSTANTIATION OF THE POSSIBILITY TO REDUCE THE LOAD ON THE NATURE ENVIRONMENT FROM OPEN PIT TRANSPORT

Directions of reduction of harmful emissions of open pit transport machines are considered in the article. Dump trucks, which are the main form of transport of deep open pits, at the present time, also the main pollutant of the environment. Therefore, options of transport machines having advantages of dump trucks, but are not strong pollutants of the natural environment are considered in the article. These are dump trucks with increased capacity, diesel-electric trucks and electric trucks of various modifications. Data about the magnitudes of harmful emissions into the atmosphere of dump trucks, diesel-electric trucks and electric trucks are given in the article. It is shown that the sum of concentrations of harmful emissions to their maximum permissible values, as for the dump trucks, so and for diesel – electric trucks and electric trucks increases with increase of open pit depth.

It is shown that in the strongly varying modern market conditions economic data of the previous periods are little informative.

Therefore, the evaluation of the energy efficiency of open pit transport machines, characterized by high specific energy consumption acquires special urgency.

The value of specific energy costs for lifting 1 ton of rock mass from the open pit is adopted as a criterion for assessment the energy efficiency of transport machines. The energy efficiency of different types of transport machines is given in the article. It is shown that the use of diesel – electric trucks can give economic effect only when climbing slopes corresponding to diesel – electric trucks and high degree of electrification of the track. It is approved, that only application of the combined dump-trucks-conveyor transport (cyclic-flow technology) can give environmental and economic effect.

Key words: open pit dump trucks, diesel – electric trucks, electric trucks, sandwich high angle conveyors, environmental and economic efficiency of machines, depth of open pit, energy efficiency of transport machines, power consumption, field of application.

AUTHOR

Sheshko O.E., Candidate of Economical Sciences,
Assistant Professor, e-mail: osheshko@mail.ru,
Institute of Economics and Management of Industrial Enterprises,
National University of Science and Technology «MISiS»,
119049, Moscow, Russia.

REFERENCES

1. Bugaets V.V., Savon D. Yu. *Gumanitarnye i sotsial'no-ekonomicheskie nauki*. 2014, no 5, pp. 137–141.
2. Lel' Yu. I., Sandrigaylo I. N. *Gornyy zhurnal. Izvestiya vuzov*. 2000, no 4, pp. 72–78.
3. Lel' Yu. I., Musikhina O. V. *Innovatsionnyy transport*. 2011, no 1, pp. 34–39.
4. Loginov I. G., Slepyan V. I. *Gornyy zhurnal*. 2008, no 4, pp. 41–45.
5. Kucherskiy N. I., Mal'gin O. N., Sytenkov V. N., Larionov E. D., Ioffe A. M., Shelepov V. I. *Gornyy zhurnal*. 2005, no 11, pp. 38–42.
6. Kostyukhin Yu. Yu., Ilyukhin V. V. *Ekonomika v promyshlennosti*. 2009, no 1, pp. 32–38.
7. Peshkova M. Kh., Matsko N. A. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2010, no 4, pp. 332–342.
8. Peshkova M. Kh., Shul'gina O. V. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2015, no S1, pp. 193–208.
9. Savon D. Yu. *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya internet-konferentsiya «Aktual'nye teoreticheskie i prakticheskie aspekty razvitiya predpriyatij razlichnykh form sobstvennosti v kontekste modernizatsii ekonomiki»*. Materialy konferentsii. OOO «Innovatsionnye tekhnologii» (International scientific and practical Internet-conference «Actual theoretical and practical aspects of the development of enterprises of different ownership forms in the context of the modernization of the economy.» Proceedings of the conference. Ltd. «Innovative Technology»), Saint-Petersburg, 2011, pp. 157–161.
10. Savon D. Yu., Shevchuk S. V. *Sovremennyye problemy gorno-metallurgicheskogo kompleksa. Nauka i proizvodstvo. Materialy 12-y Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* (Modern problems of mining and metallurgical complex. Science and production materials Twelfth All-Russian scientific-practical conference), Tomsk, 2015, pp. 200.
11. Savon D. Yu. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2016, no S1, pp. 145–153.
12. Savon D. Yu., Bugaets V. V., Korzhov M. S. *Sovremennyye tendentsii regional'nogo razvitiya: balans ekonomiki i ekologii. Materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. ISEI DNTs RAN (Modern trends in regional development: economic and environmental balance of Proceedings of the scientific-practical conference. ISEI DSC RAS), Makhachkala, 2014, pp. 490–497.
13. Savon D. Yu., Tibilov D. P. *Gornyy zhurnal*. 2014, no 12, pp. 31–35.
14. Stepuk O. G., Zuenok A. S. *Gornyy zhurnal*. 2013, no 1, pp. 52–55.
15. Gridin V. G., Kalinin A. R., Kobyakov A. A. *Ekonomika, organizatsiya, upravlenie prirodnyimi i tekhnogennymi resursami*: Uchebnoe posobie. Pod red. A. A. Kobyakova, V. A. Kharchenko (Economy, organization, management of natural and technogenic resources: Educational aid. Kobyakov A. A., Kharchenko V. A. (Eds.)), Moscow, Izd-vo «Gornaya kniga», 2012, 752 p.
16. Yakovlev V. L., Tarasov P. I., Zhuravlev A. G. *Novyye spetsializirovannyye vidy transporta dlya gornyykh rabot*, monografiya (New specialized types of transport for mining works. Monograph), Novosibirsk, IGD SO RAN, 2011, 374 p.
17. Skufina T. P., Samarina V. P., Krachunov H., Savon D. Y. Problems of Russia's arctic development in the context of optimization of the mineral raw materials complex use. *Eurasian mining*, 2015, no 2 (24), pp. 18–21.