

УДК 622.684

И.А. Паначев, И.В. Кузнецов

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ УГЛА НАКЛОНА ТРАССЫ НА ЭНЕРГОЕМКОСТЬ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ГОРНОЙ МАССЫ БОЛЬШЕГРУЗНЫМИ АВТОСАМОСВАЛАМИ

Опережающие масштабы развития угольной промышленности заставляют выпускающие предприятия делать больший акцент на долговечность металлоконструкций и энергоемкость процесса транспортирования. На сегодняшний день это две самые актуальные проблемы, так как разрезы разрабатываются все глубже, в связи с этим углы наклона трассы становятся все больше, а поставленные на производство модели автосамосвалов не могут эксплуатироваться в таких условиях. Во-первых, сам процесс транспортирования становится наиболее затратным, ведь самосвалам приходится преодолевать большие расстояния и углы, следовательно, чтобы выработать план перевозок необходимо либо больше машин, либо машинами возить больше горной массы. Во-вторых, если загружать автосамосвал сверх нормы, значит, снижать его ресурс, так как созданные горногеологические и горнотехнологические условия значительно влияют на долговечность металлоконструкций. Все это приводит к внеплановым ремонтам, а следовательно внеплановым затратам. В предыдущей статье [1] нами был рассмотрен вопрос энергоемкости процесса транспортирования горной массы большегрузными автосамосвалами.

Представлены и рассчитаны характеристики энергоемкости, проанализированы влияние различных факторов на энергоемкость. Благодаря проведенным исследованиям было выявлено, что наибольшее влияние, как на энергоемкость, так и на ресурс автосамосвалов оказывает угол наклона трассы. Эта горнотехнологическая величина, которая увеличивается с опережающими масштабами. Значит, актуальным является анализ влияния угла наклона трассы на энергоемкость транспортирования горной массы.

По результатам мониторинга работы автосамосвала БелАЗ-75131 на разрезах Кузбасса был построен график расхода топлива в зависимости от уклонов карьерных дорог (рис.1.). На оси абсцисс отложены значения уклонов: со знаком «-» - спуск, со знаком «+» - подъем. Анализ области распределения точек показал, что на спусках расход топлива имеет более постоянный и однородный характер. Что касается расхода топлива на подъемах, то здесь он значительно возрастает с увеличением уклона. Расход топлива, как величина, связанная с энергоемкостью процесса транспортирования, имеет полиномиальный характер зависимости от уклонов трассы. Следовательно,

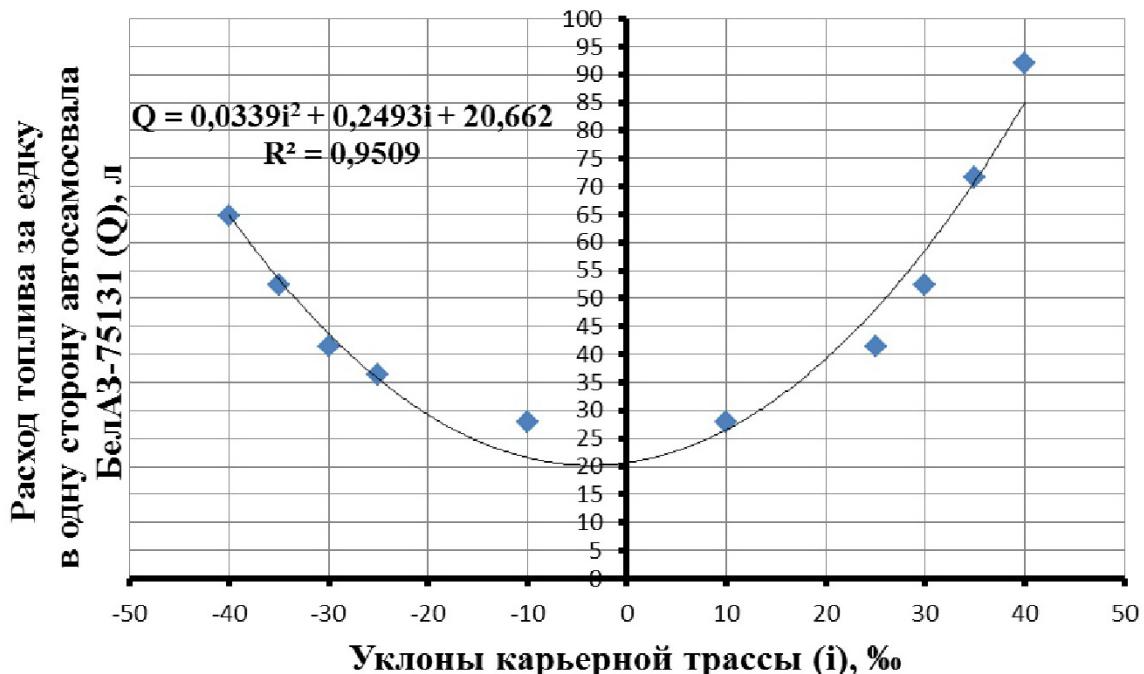


Рис.1. График зависимости расхода топлива на спусках и подъемах автосамосвала БелАЗ-75131 от уклона трассы

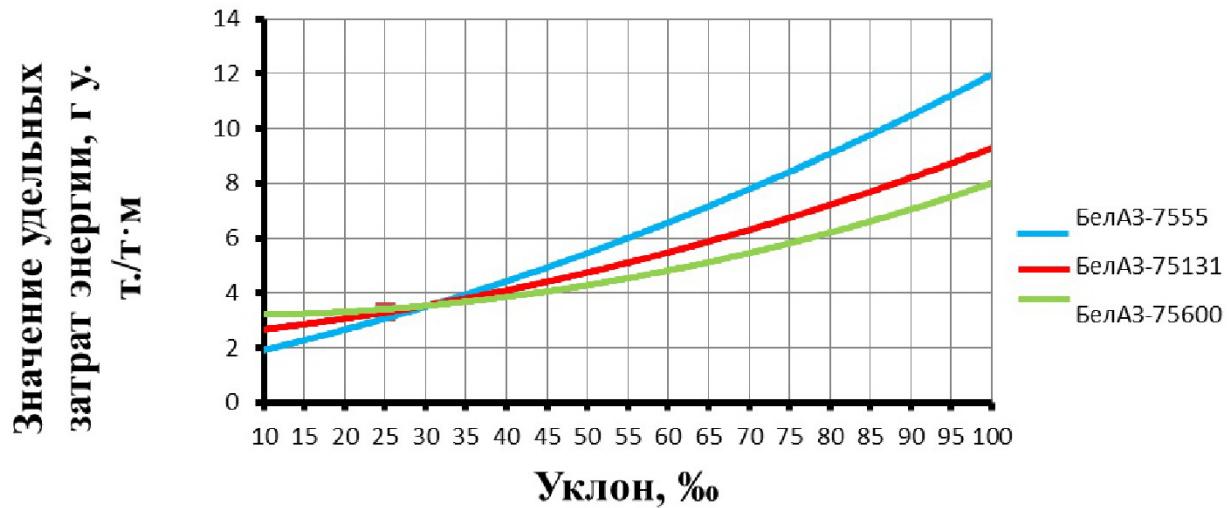


Рис. 2. Графики зависимостей удельных затрат энергии автосамосвалов БелАЗ-7555 и БелАЗ-75131 от уклона трассы

необходимо проанализировать взаимосвязь между удельными затратами энергии автосамосвалов и уклонами карьерных дорог.

Для энергетической оценки транспортирования горной массы с использованием большегрузных автосамосвалов принята величина удельных затрат энергии на подъем 1т из карьера. Установлено, что на величину удельных затрат энергии существенное влияние оказывают такие показатели как перегруз автомобиля, грансостав взорванной горной массы (коэффициент разрыхления в кузове автосамосвала), квалификация машиниста и др. [1]. В результате мониторинга работы автосамосвалов БелАЗ-7555, БелАЗ-75131 и БелАЗ-75600 с грузоподъемностью соответственно 55т, 130т и 320т на разрезах Кузбасса с уклоном трассы от 30% до 70% были получены зависимости удельных затрат энергии от уклона технологических дорог (1, 2, 3).

$$P_{\phi} = 0,0005i^2 + 0,0606i + 1,2596 \quad (1)$$

$$P_{\phi} = 0,0004i^2 + 0,0259i + 2,3657 \quad (2)$$

$$P_{\phi} = 0,0005i^2 - 0,0044i + 3,1853 \quad (3)$$

Формула (1) получена для самосвала БелАЗ-7555 с грузоподъемностью 55т, (2), соответственно, для самосвала БелАЗ-75131 с грузоподъемностью 130т, (3) - для самосвала БелАЗ-75600 с грузоподъемностью 320т.

Для наиболее точных результатов необходимо было установить наименьшие значения уклона трассы и удельных затрат энергии. Наименьший уклон трассы был принят равным 10%. А наименьшее значение удельного расхода топлива, соответствующее такому уклону, было рассчитано по формуле

$$Q = \frac{Nq}{1000Rk_1} \quad (4)$$

где q – удельный расход топлива, г/кВт*ч; N – мощность двигателя, кВт; R – плотность дизельного топлива (0,85 кг/дм3); k_1 – коэффициент, характеризующий процентное соотношение времени работы при максимальной частоте вращения коленвала двигателя. Далее полученное значение подставили в формулу удельных затрат энергии при номинальной грузоподъемности и минимальном расстоянии транспортирования.

Графически полученные зависимости (1-3) представлены на рис.2. Из рисунка видно, что график для самосвала БелАЗ-7555 наиболее крутоя, а графики для автосамосвалов БелАЗ-75131 и БелАЗ-75600 имеют практически параллельный вид на участке 70-90%. Это объясняется тем, что влияние практически всех факторов на энергоемкость автосамосвалов в этом промежутке уклонов технологических дорог одинаково, но значения удельных затрат энергии автосамосвала БелАЗ-75600 меньше, так как грузоподъемность данной машины практически в 3 раза больше, чем грузоподъемность БелАЗ-75131. Следовательно, количество циклов у БелАЗ-75600 значительно меньше.

С помощью данных графиков была получена зависимость коэффициентов уравнений от грузоподъемности автосамосвала или мощности двигателя. Это необходимо для оперативного анализа энергоемкости любой модели автосамосвала ЗАО «БелАЗ».

Для получения необходимых зависимостей использовался метод параболической интерполяции. Каждый из трех коэффициентов определен при трех различных значениях грузоподъемности (или мощности) автомобиля, следовательно, их можно аппроксимировать квадратичной зависимостью, определяемой тоже тремя коэффициентами. Для них отсюда получается три уравнения.

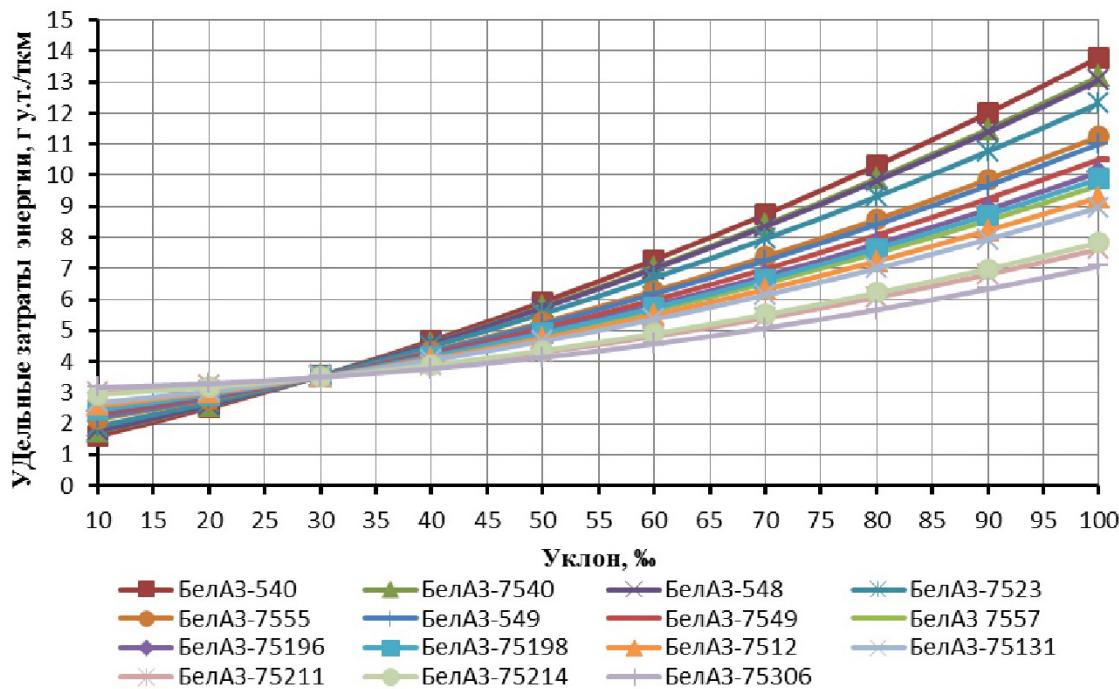


Рис. 3. Графики зависимостей удельных затрат энергии автосамосвалов БелАЗ от уклона трассы

$$\begin{aligned}
 F(i, N) = & i^2 \times (0,0001070569821N^2 - \\
 & - 0,0003369083228N + 0,0006500478545) + \\
 & + i \times (0,01492657338N^2 - 0,07832944981N + \\
 & + 0,09835855351) - 0,5257989804N^2 + \\
 & + 2,583632951N + 0,02381323124
 \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned}
 F(i, q) = & i^2 \times (0,00701754386q^2 - \\
 & - 0,002631578947q + 0,0006235087719) + \\
 & + i \times (1,144124462q^2 - 0,6743296922q + \\
 & + 0,09422715657) - 39,37477656q^2 + \\
 & + 22,03233366q + 0,1669303476
 \end{aligned} \quad (6)$$

где F – искомая функция графика зависимости удельных затрат энергии автосамосвала от уклона трассы;

i – уклон трассы;

N – мощность двигателя автосамосвала, МВт;

q – грузоподъемность автосамосвала, тыс. т.

Для анализа влияния уклона трассы на подъем первоначально необходимо рассмотреть основные модели автосамосвалов БелАЗ.

С помощью полученных зависимостей были построены графики для большинства моделей автосамосвала БелАЗ (рис. 3).

Из рис. 3 видно, что на участках, где уклон составляет 10–35%, энергоэкономичнее транспортировать горную массу автосамосвалами с грузоподъемностью до 130т, а на участках, где уклон составляет 35% и более, энергоэкономичнее транспортировать горную массу автосамосвалами с грузоподъемностью свыше 130т. На уклоне

трассы на подъем в 30% значение удельных затрат энергии для всех моделей автосамосвалов БелАЗ является постоянным. Оптимальной областью уклонов трассы для использования автосамосвалов любой грузоподъемности является 25–35%.

Таблица 1. Ряд моделей автосамосвалов БелАЗ

Модель	Грузоподъемность, тыс. т	Мощность двигателя, МВт
БелАЗ-540	0,027	0,276
БелАЗ-7540	0,03	0,309
БелАЗ-548	0,04	0,331
БелАЗ-7523	0,042	0,368
БелАЗ-7555	0,055	0,537
БелАЗ-549	0,075	0,772
БелАЗ-7549	0,08	0,809
БелАЗ 7557	0,09	0,783
БелАЗ-75196	0,11	0,956
БелАЗ-75198	0,105	0,956
БелАЗ-7512	0,12	0,956
БелАЗ-75131	0,13	1,194
БелАЗ-75211	0,17	1,691
БелАЗ-75214	0,18	1,691

На основе полученных графиков весь ряд моделей автосамосвалов БелАЗ можно разделить на три группы: до 55т, от 55т до 130т и свыше 130т.

Первую группу целесообразно использовать на участках от 10 до 50%. Так как у остальных автосамосвалов на этих уклонах расход энергии на является полезным. А свыше 50% наиболее значительный рост энергопотребления, что является

не обоснованным и не экономичным.

Вторую группу автосамосвалов с грузоподъемностью до 130т энергоэкономично эксплуатировать на участках от 50 до 80%. На этих уклонах у данной группы автотранспорта удельный расход энергии является наиболее полезным. Причем, графики изменения удельных затрат энергии второй и третьей группы автосамосвалов на этом участке диаграммы практически параллельны. Однако, график автосамосвалов выше 130т немного ниже, что говорит о наименьших затратах энергии. Свыше 80% наблюдается существенное увеличение энергопотребления, что приводит к не целесообразности использования моделей автосамосвалов второй группы.

Удельные затраты карьерных автосамосвалов БелАЗ с грузоподъемностью выше 130т являются наиболее полезными на участках разрабатываемого месторождения, где угол трассы на подъем выше 80%. В связи с разработкой угольных месторождений в глубину появилась тенденция о применении временных отвалов, что является энергоэкономичным при эксплуатации большегрузных автосамосвалов на больших уклонах.

Анализ полученных результатов показал, что

автопарка в зависимости от уклона трассы на подъем необходимо распределять следующим образом:

Схема распределения автопарка по уклонам

УКЛОН ТРАССЫ НА ПОДЪЕМ		
<50	50-80	>80
↓	↓	↓
МОДЕЛИ АВТОСАМОСВАЛОВ, тонн		
<55	55-130	>130
↓	↓	↓
ПУНКТ ТРАНСПОРТИРОВКИ		
забой → отвал забой → склад временный отвал → от- вал временный отвал → склад	забой → отвал забой → склад забой → времен- ный отвал временный отвал → отвал временный отвал → склад	забой → временный отвал

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. И.А. Паначев, И.В. Кузнецов. Оценка энергоемкости транспортирования горной массы большегрузными автомобилями на разрезах Кузбасса. -Вестник КузГТУ, 2011, №4, с.35-40.
2. Тангаев И. А. Энергоемкость процессов добычи и переработки полезных ископаемых. – М.: Недра, 1986. – 231 с.
3. Сисин А. Г., Лукин Ю. Г. Основные резервы экономии дизельного топлива на карьерном транспорте//Разработка рациональных технологий добычи руд цветных металлов: Сб. научн. тр./Ин-т Унипромедь. – Свердловск, 1988. – С. 39–45.
4. О. А. Перспективы создания эффективного электромобиля. – М.: Наука, 1984. – 88 с.
5. Бесчинский А. А., Коган Ю. М. Экономические проблемы электрификации. – М.: Энергия, 1976. – 424 с.

□Авторы статьи:

Паначев Иван Андреевич, докт.техн. наук, проф. каф. сопро- тивления материалов КузГТУ, тел. 8-(384-2)-396326	Кузнецов Илья Витальевич , ассистент кафедры сопро- тивления материалов КузГТУ, e-mail: kuznetcov-ilia@yandex.ru
--	--

УДК 622.014.5.

О.А.Татаринова

ИНФРАСТРУКТУРНЫЙ ПОДХОД К ОСВОЕНИЮ ТЕРСИНСКОГО ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЙОНА

Главная проблема освоения новых угольных месторождений связана с их удаленностью от рынков сбыта сырья и недостаточно развитой или отсутствующей инфраструктурой. Задачей предпроектного анализа вариантов развития коммуникационных сетей при освоении нового района является минимизация экономических затрат и экологического ущерба на основе учета планов пер-

спективного развития как соседних геолого-экономических районов, так и очередности освоения геологических участков данного района (всего в Кузбассе выделяют 25 геолого-экономических районов (ГЭР)).

В качестве объекта исследования нами выбран Терсинский геолого-экономический район площадью 2600 кв. км, который почти не освоен