УДК 629.35.01

Кравченко Илья Викторович[1], студент гр. ГОс-231.4
Шиянова Екатерина Игоревна[2], студент гр. ГОс-231.4
Ерофеева Наталья Валерьевна[3], доцент, к.т.н.
Барбара Анна Дмитриевна[4], доцент, к.т.н.
([1, 2, 4]КузГТУ, г. Междуреченск)
([3]КузГТУ, г. Кемерово)

Ilya V. Kravchenko[1], student
Ekaterina I. Shiyanova[2], student
Natalya V. Erofeeva[3], Associate Professor, Candidate of engineering sciences
Anna D. Barbara[4], Associate Professor, Candidate of engineering sciences
([1, 2, 4]KuzSTU, Mezhdurechensk)
([3]KuzSTU, Kemerovo)

РАЦИОНАЛЬНЫЙ ВЫБОР КАРЬЕРНОГО САМОСВАЛА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЕМКОСТИ КОВША ЭКСКАВАТОРА

RATIONAL CHOICE OF A MINING DUMP TRUCK DEPENDING ON THE BUCKET CAPACITY OF THE EXCAVATOR

Аннотация. Используя в качестве критерия комплексный показатель топливной экономичности транспортирования карьерными самосвалами произведен выбор машины для работы с конкретной моделью экскаватора.

Annotation. Using as a criterion a comprehensive indicator of the fuel efficiency of transportation by mining dump trucks, the choice of a machine for working with a specific excavator model.

Выбор карьерного самосвала базируется на классической методике, согласно которой при погрузке выемочно-погрузочной машиной в кузове может поместиться только целое число ковшей горной массы.

Количество ковшей горной массы, загружаемых в кузов автотранспортного средства, ограничивается емкостью кузова согласно [1]

$$n'_{\text{к}} = \frac{V_{\text{ш}}}{V_{\text{к}} k_{\text{н.к}} k_{\text{у}}} \tag{1}$$

и грузоподъемностью самосвала

$$n''_{\text{к}} = \frac{q k_{\text{р.к}}}{V_{\text{к}} k_{\text{н.к}} k_{\text{у}}}, \tag{2}$$

где $V_{\text{ш}}$ – вместимость кузова с «шапкой», м^3; $V_{\text{к}}$ – объем ковша экскаватора, м^3; $k_{\text{н.к}}$, $k_{\text{р.к}}$ – коэффициенты наполнения ковша и разрыхления горной

массы в ковше; q – номинальная грузоподъемность кузова, т; $k_у$ – коэффициент уплотнения в кузове по сравнению с состоянием горной массы в ковше; $\rho_ц$ – плотность породы в целике, т/м^3.

В качестве расчетного значения $n_к$ принимают меньшее количество ковшей из определенных по (1) и (2) и округляют в меньшую сторону во избежание возможного перегруза самосвала.

Тогда фактическая грузоподъемность составит

$$q_ф = \frac{n_к V_к k_{н.к} \rho_ц}{k_{р.к}}.$$

С целью наиболее полного использования грузоподъемности самосвала при транспортировании горной массы с различной плотностью для практически каждой модификации самосвала предусмотрено изготовление нескольких кузовов различной вместимости. Например, в серии БелАЗ 7530 самосвал грузоподъемностью 220 т модификации БелАЗ-75302 имеет восемь кузовов различной вместимости.

В основе методики выбора самосвала по топливной экономичности заложены коэффициент тары технический $k_т$, представляющий отношение массы тары $q_т$ (т) к паспортной грузоподъемности q (т):

$$k_т = \frac{q_т}{q}$$

и коэффициент тары действительный $k_{т.д}$, представляющий отношение массы тары $q_т$ (т) к фактической грузоподъемности $q_ф$ (т):

$$k_{т.д} = \frac{q_т}{q_ф}.$$

Загрузка автосамосвала, превышающая установленную грузоподъемность, допускается до 5%, однако в методику расчета перегруз не закладывается [4].

Коэффициенты тары самосвала действительный ($k_{т.д}$) и технический ($k_т$), каждый в отдельности, характеризуют топливную экономичность транспортирования, так как представляют долю массы тары, приходящуюся на тонну перевозимого груза [2]. Значение $k_{т.д}$ определяется действительной загруженностью самосвала, и недогруз приводит к увеличению значения $k_{т.д}$, что снижает топливную экономичность перевозок. Значение $k_т$ определяет совершенство конструкции самосвала, например, использование в металлоконструкции самосвала высокопрочных сталей и более совершенных профилей из конструкционных материалов или других компонентов. При применении самосвалов равной грузоподъемности с различными значениями $k_т$ топливная экономичность транспортирования будет выше при применении машины, имеющей меньше значение $k_т$.

В качестве рационального критерия принят комплексный показатель топливной экономичности транспортирования карьерными самосвалами:

min ($k_{т.д} - k_т$) при условии $k_{т.д} \geq k_т$. Первая составляющая указывает степень загруженности кузова самосвала, и при ($k_{т.д} - k_т$) = 0 загруженность кузова составляет 100 %, т. е. величина в тоннах горной массы в кузове равна грузоподъемности машины. При этом удельный расход топлива будет минимальным по сравнению с ситуацией, когда ($k_{т.д} - k_т$) > 0, так как. в удельном расходе возрастет доля массы тары самосвала на тонну перевозимого груза. Вторая составляющая указывает на отсутствие перегрузки самосвала, и при $k_{т.д} = k_т$ загруженность кузова составляет 100 % [2].

Заполняется таблица и выбирается модель (модели) карьерного самосвала, имеющего меньшее значение разницы коэффициентов тары, т. е. ($k_{т.д} - k_т$). Расчет произведен для породы плотностью в целике 2,6 т/м^3, значения коэффициентов приведены в табл. 1. Выдержка из расчетов всего модельного ряда карьерных самосвалов, выпускающихся ОАО «БЕЛАЗ» [3, 4], приведена в табл 2.

Таблица 1

Значение коэффициентов

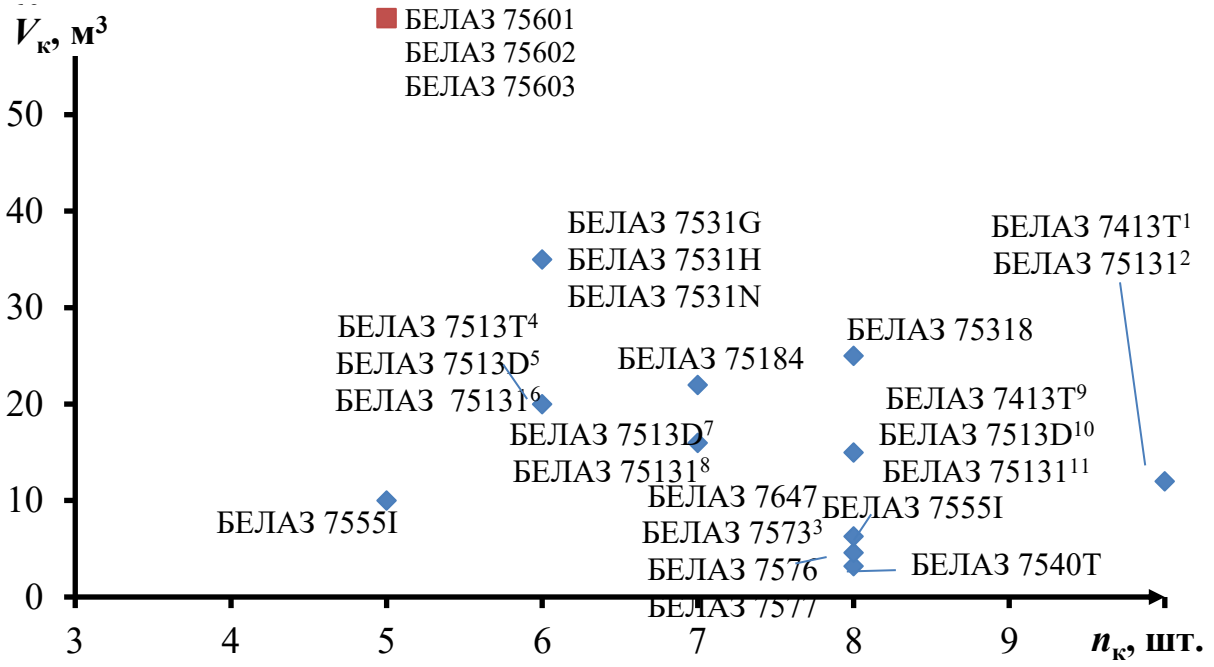
Коэффициент наполнения ковша	0,66
Коэффициент разрыхления горной массы в ковше	1,48
Коэффициент уплотнения горной массы в кузове	0,87

Таблица 2

Выдержка из показателей сравниваемых моделей автосамосвалов при работе с экскаватором ЭКГ-35

Показатели	Модель		
	БЕЛАЗ75319	БЕЛАЗ7531В	БЕЛАЗ7531G
Грузоподъемность q, т	240	240	244,5
Вместимость кузова, м^3 : геометрическая с «шапкой»	102,4 141,1	102,4 141,1	102,4 141,1
Масса тары $q_т$, т	174,8	167,1	164,9
Количество ковшей экскаватора, загружаемых в кузов автосамосвала, с учетом ограничения по емкости кузова по грузоподъемности самосвала	 7,021 6,025	 7,021 6,025	 7,021 6,025
Округленное количество ковшей породы, загружаемых в кузов	6	6	6
Фактическая масса груза в кузове самосвала $q_ф$, т	202,905405	202,9054054	243,4865
Коэффициент тары технический $k_т = q_т / q$	0,72833333	0,69625	0,674438
Коэффициент тары действительный $k_{т.д} = q_т / q_ф$	0,86148518	0,823536464	0,677245
Величина разницы ($k_{т.д} - k_т$)	0,13315185	0,127286464	0,002807
Коэффициент использования грузоподъемности $k_г = q_ф / q$	0,84543919	0,845439189	0,995855

Количество ковшей, загружаемых в самосвал, допускается от трех до десяти. Результаты выбора рациональной модели для этих условий представлены на рис 1.



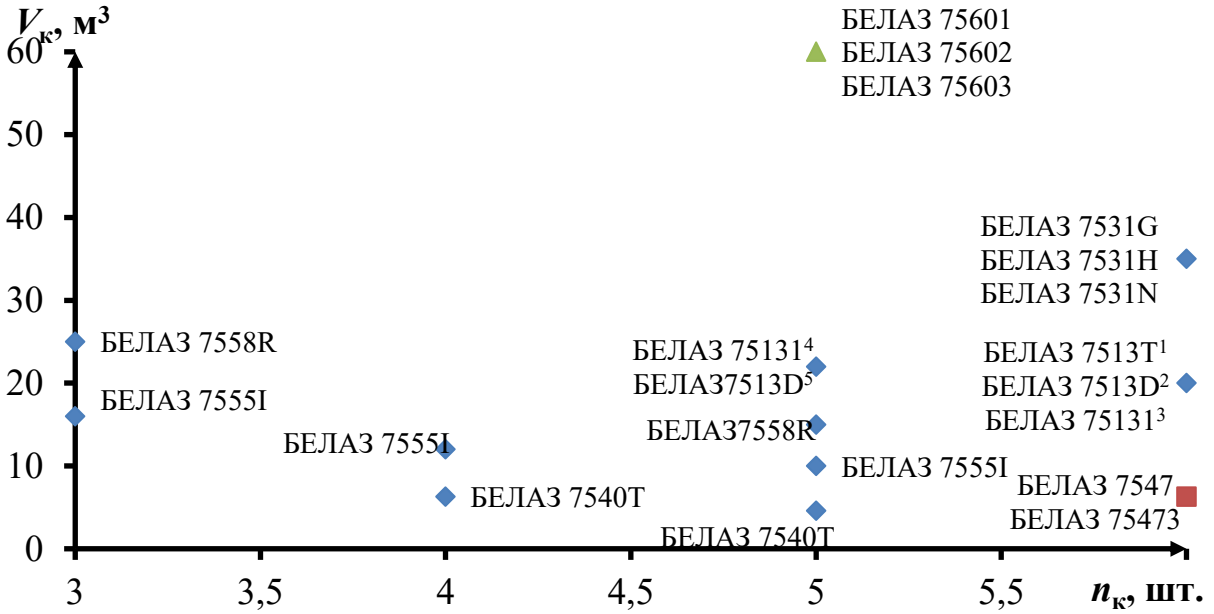
Поз.	Емкость кузова с «шапкой», м³								Грузоподъемность, т
1	71,2	75,5	80	84	86,6	89,5	134,8		140
2	75,5	80	84	86,6	89,5	134,8			140
3	26,2	29,1	33,9						45
4, 5, 6	75,5	71,2	80	84	86,6	89,5	134,8		140
7, 8	75,5	67	71,2	80	84	86,6	89,5	134,8	134
9, 11	71,2	75,5	80	84	86,6	89,5	134,8		140
10	71,2	80	84	86,6	89,5	134,8			140

Рис. 1. Рациональная модель самосвала при погрузке в кузов горной массы от 3 до 10 ковшей в зависимости от емкости последнего

Однако в соответствии с Нормами технологического проектирования выбор автосамосвала обосновывается технико-экономическим расчетом с учетом вместимости ковша выемочно-погрузочного или выемочно-транспортирующего класса машин. Соотношение вместимостей ковша экскаватора и кузова карьерного автомобиля должно быть в пределах от 1:3 до 1:6. Результаты выбора рациональных моделей самосвалов с учетом норм проектирования показаны на рис. 2.

Правомерность выбора самосвала проверяется по коэффициенту использования грузоподъемности

$$k_г = \frac{q_ф}{q}.$$



Поз.	Емкость кузова с «шапкой», м³								грузоподъемность, т
1, 2, 3	75,5	80	84	86,6	89,5	134,8	71,2		140
4, 5	75,5	67	71,2	80	84	86,6	89,5	134,8	134

Рис. 2. Рациональная модель самосвала при погрузке в кузов горной массы от 3 до 6 ковшей в зависимости от емкости последнего

На основании результатов расчета можно сделать следующие выводы. Так, например, при работе с экскаватором ЭКГ-35 рациональной моделью следует считать самосвалы БелАЗ-7531G, БелАЗ-7531H, БелАЗ-7531N грузоподъемностью 244,5 т с двумя типами кузовов, вместимость с «шапкой» которых составляет 141,1 и 146,2 м³. При этом недогруз для всех трех модификаций 0,42 %.

Поскольку расчет был произведен для погрузки в кузов самосвала горной массы определенной плотности, то для других пород вполне вероятно окажутся рациональными иные модификации карьерных машин. Следовательно, для повышения топливной экономичности перевозок самосвалами следует учитывать физико-механические свойства загружаемой в кузов горной массы и использовать возможность применения кузовов с различной вместимостью, изготовляемых производителями самосвалов для определенных серий.

В горнодобывающей промышленности затраты на дизельное топливо достигают 25 % от затрат, отнесенных к тонну-километру условной единицы транспортной работы. Из общих затрат на открытую горную разработку месторождений на долю транспорта приходится до 70 % [5].Таким образом, работа экскаватора в комплексе с рациональной моделью самосвала должна обеспечит снижение удельного расхода топлива на тонну-километр.

Список литературы

1. Транспорт на горных предприятиях: учеб. для вузов / под общей ред. Б. А. Кузнецова. – М.: Недра, 1976. – 552 с.
2. Подпорин, Т. Ф. Определение энергетических затрат горных транспортных машин: учеб. пособие / КузГТУ. – Кемерово, 2005. – 120 с.
3. Белаз 24 – Официальный представитель БЕЛАЗ и белорусской техники. [Сайт]. URL: https://b24truck.ru (Дата обращения 15.10.2026). – Текст электронный.
4. Технические и эксплуатационные характеристики выпускаемой продукции : справочник / ОАО»БЕЛАЗ». Под общей ред. А. Н. Егорова. – Минск : «Бенлстан», 2015. –496 с.
5. Анистратов, Ю. И. Технология открытых горных работ: учеб. для вузов. – Москва : Недра, 1984. – 287 с.