

**ВОЗМОЖНОСТИ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ
ЭКСКАВАТОРНО-АВТОМОБИЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ НА ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ
РАБОТАХ.**

Рахматуллаев Искандар Махмуд угли

*Алмалыкский филиал Ташкентского государственного технического
университета имени Ислама Каримова.*

Аннотация: *Приведен анализ работы экскаваторно-автомобильных комплексов в карьерах и рассмотрены возможные пути повышения эффективности их использования. Установлено, что одним из путей повышения производительности может стать уменьшение времени загрузки автосамосвалов за счет сокращения числа циклов погрузки экскаватора, на основе применения мощных экскаваторов (с большим объемом ковша) и автосамосвалов небольшой грузоподъемности.*

Ключевые слова: *автосамосвал, экскаватор, производительность, грузоподъемность, время цикла, объем ковша, объем кузова, выносные опоры, открытые горные работы.*

**EFFICIENCY INCREASE POTENTIALITIES OF EXCAVATOR-MOTOR CAR
COMPLEXES IN OPEN PIT MINING.**

Rakhmatullaev Iskandar Mahmud coals

Almalyk branch of Tashkent State Technical University named after Islam Karimov.

The analysis of excavator-motor car complexes work in pen pits is carried out and potentialities for their use efficiency increase are considered. It is defined that one of the ways for efficiency increase may be time decrease for dump truck loading at the expense of cycle number decrease of excavator loading on the basis on powerful excavator use (with large bucket capacity) and dump trucks of small carrying capacity.

Key words: *dump truck, excavator, productivity, carrying capacity, cycle time, bucket capacity, body space, outriggers, open pit mining.*

ВВЕДЕНИЕ

На многих карьерах технико-экономические показатели открытой разработки определяются в первую очередь процессом перемещения вскрышных пород и полезного ископаемого. В настоящее время затраты на транспорт при открытой разработке месторождений полезных ископаемых достигают 50-70% от всех затрат на добычу полезного ископаемого.

Поскольку в современных рыночных условиях деятельность любого предприятия нацелена на достижение максимальной прибыли, которая

определяется соотношением доходов, получаемых при выполнении заданных объемов перевозок горной массы, и расходов на ее транспортирование, одной из главных задач является задача повышения эффективности транспортного процесса, что позволит сократить расходы предприятия и, как следствие, повысить его прибыль.

Основным видом технологического транспорта на открытых горных работах является автомобильный транспорт. В США, Канаде, Южной Америке с помощью автосамосвалов перевозится более 85% горной массы, а в Австралии – практически 100%. В России и странах СНГ доля автотранспорта превышает 75% и имеет тенденцию к увеличению.

При этом в настоящее время основным путем повышения производительности экскавационно-транспортных комплексов является внедрение новых моделей экскаваторов (увеличение мощности (объема ковша)) и карьерных самосвалов большой и особо большой грузоподъемности.

Сегодня на предприятиях АО «АГМК» введены в эксплуатацию самосвалы БелАЗ-75306 грузоподъемностью 220 т.

Самым большим экскаватором в мире на сегодняшний день является экскаватор RH400 американской фирмы Terex. При весе более 1000 тонн (абсолютный рекорд) экскаватор обладает ковшом 45 куб. метров и грузоподъемностью 95 тонн. За час работы этот гигант способен выкопать и погрузить около 10 тыс. тонн породы.

В настоящее время на рынке горных машин уже наблюдается спрос на экскаваторы с ковшами с еще большей вместимостью (до 60 м³).

Дальнейшее же увеличение грузоподъемности карьерных автосамосвалов сдерживается отсутствием шин высокой грузоподъемности.

Таким образом, в настоящее время максимально возможная производительность самого мощного в мире экскавационно-транспортного комплекса, состоящего из экскаватора Terex RH400 с объемом ковша 45 м³ и автосамосвала БелАЗ 75710 грузоподъемностью 450 т, составляет около 10000 т/ч. Дальнейшего увеличения производительности пока не предвидится, поскольку нет возможности увеличения грузоподъемности автосамосвала.

Критерии эффективности

Развитие параметров автосамосвалов и экскаваторной техники взаимосвязано. Как правило, выбор оптимального соотношения вместимости ковша экскаватора и грузоподъемности автосамосвала достигается выполнением условия погрузки кузова в 5–12 циклов экскавации.

Очевидно, что уменьшение числа циклов загрузки экскаватором автосамосвалов позволит соответственно повысить производительность всего экскавационно-транспортного комплекса. Это произойдет за счет увеличения мощности экскаватора при неизменной грузоподъемности автосамосвала.

Производительность экскаватора и транспортной машины определяется количеством (объем, масса) груза, перемещаемого в единицу времени (секунда, час, смена, год). Различают техническую и эксплуатационную производительность. Техническая производительность Q определяется техническими параметрами машины и свойствами транспортируемого груза. Эксплуатационная производительность $Qэ$ зависит не только от технических параметров машины и свойств груза, но и от фактических условий эксплуатации.

Техническая и эксплуатационная производительности связаны между собой соотношением

$$Qэ/Q = Kэ ,$$

где $Kэ$ – общий эксплуатационный коэффициент использования машины, представляющий собой произведение коэффициентов неравномерности загрузки машины $Kн$, использования во времени $Kв$ и готовности машины $Kг$. При непрерывной работе с нормальной загрузкой $Kэ = 1$, при неполной загрузке и простоях $Kэ < 1$.

По значению технической производительности рассчитывают главные конст-руктивные параметры машин, обеспечивающие эту производительность.

Сравнительный анализ двух вариантов исполнения экскаваторно-автомобильных комплексов.

Рассмотрим пример. Экскаваторно- транспортный комплекс в составе экскаватора ЭКГ-20 и автосамосвалов БелАЗ-75306 грузоподъемностью 220 т с геометрическим объемом кузова 100 м³ транспортирует горную массу плотностью 2 т/м³. Для упрощения расчетов примем длину транспортирования 1890 м, скорость движения в грузовом направлении 12 км/ч (4,2 м/с), в порожнем - 26 км/ч (7,2 м/с). Время простоя под загрузкой составляет 150 с (5 циклов по 30 с), под разгрузкой - 40 с (время подъема и опускания кузова по 20 секунд). Время маневров не учитываем.

Интервал движения автосамосвалов не может быть меньше времени загрузки (2,5 мин). При скорости движения груженого автосамосвала 12 км/ч (4,2 м/с) расстояние между самосвалами будет состав лять 630 м. На рис. 1 показаны пункт погрузки (Эк), разгрузочный пункт (Рп) и автосамосвалы 1, 2, 3, 4, 5, 6. На схеме показан момент времени, когда автосамосвал 1 полностью загружен и готовится к от правке, автосамосвалы 2 и 3 находятся в пути к пункту разгрузки, автосамосвал 4 подъехал к разгрузочному пункту и готовится к разгрузке, автосамосвалы 5 и 6 движутся в порожнем направлении к месту загрузки. За 30 секунд (время цикла экскаватора) автосамосвал 6 встанет под погрузку. Таким образом, обеспечивается непрерывная работа всего экскаваторно-автомобильного комплекса.

При принятых для экскаватора плотности породы 2 т/м³, объеме ковша экскаватора 20 м³, времени цикла 30 с максимальная производительность экскаватора

$$Q_{\text{э}} = 20 \cdot 2 / 30 = 1,33 \text{ т/с} = 4800 \text{ т/ч.}$$

При принятых для автосамосвала скорости движения в грузовом направлении 12 км/ч (4,2 м/с), скорости движения в порожнем направлении 26 км/ч (7,2 м/с), числе циклов погрузки 5 (5 · 30 = 150 с), времени разгрузки 40 с время рейса

$T_p = t_z + t_{\text{дв.гр}} + t_{\text{дв.пор}} + t_p = 2,5 + 7,9 + 5,99 + 0,67 = 17 \text{ мин} = 0,28 \text{ ч}$, а максимальная производительность автосамосвала

$$Q_a = r \cdot q_i / T_p = 200 / 0,28 = 714 \text{ т/ч.}$$

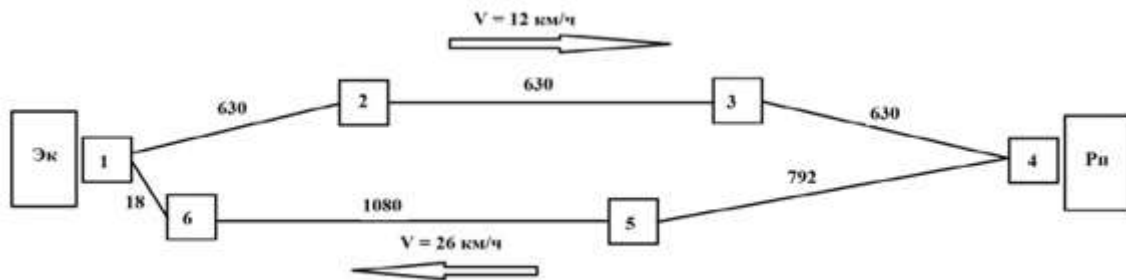


Рис. 1. Схема работы экскавационно-транспортного комплекса составе экскаватора ЭКГ-20 и автосамосвалов БелАЗ-75306

Для обеспечения заданной производительности экскаватора потребуется следующее количество автосамосвалов:

$$N_a = 4800 / 714 = 6,7 \text{ авт.}$$

Исходя из приведенной схемы (рис. 3) в комплексе может быть использовано только 6 автосамосвалов. При работе 6 автосамосвалов производительность комплекса составит:

$$Q = \Sigma Q_a = 714 \cdot 6 = 4284 \text{ т/ч.}$$

Рассмотрим другой пример. Экскавационно-транспортный комплекс в составе экскаватора ЭКГ-20 и автосамосвалов БелАЗ-7547 грузоподъемностью 45 т с геометрическим объемом кузова 21,5 м³. Время простоя под загрузкой составляет 30 с (1 цикл). Все остальные параметры работы комплекса оставим без изменения. При скорости движения груженого автосамосвала 12 км/ч (4,2 м/с) расстояние между самосвалами будет составлять 126 м (рис. 2).

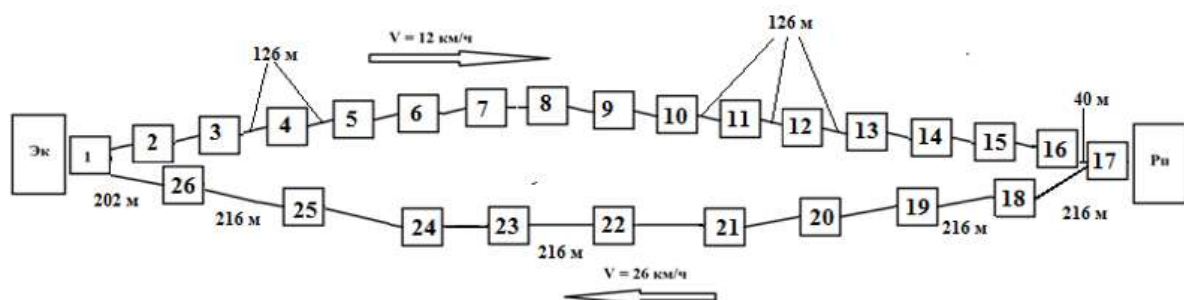


Рис. 2. Схема работы экскавационно-транспортного комплекса в составе экскаватора

ЭКГ-20 и автосамосвалов БелАЗ-7547

Время рейса составит:

$$T_p = t_z + t_{дв.гр} + t_{дв.пор} + t_p = 0,5 + 7,9 + 5,99 + 0,67 = 15,06 \text{ мин} = 0,25 \text{ ч.}$$

Максимальная производительность автосамосвала:

$$Q_a = r \cdot q_i = q_i / T_p = 45 / 0,25 = 180 \text{ т/ч.}$$

Для обеспечения заданной производительности экскаватора необходимо автосамосвалов:

$$N_a = 4800 / 180 = 26,7 \text{ авт.}$$

Таким образом, при работе 26 автосамосвалов БелАЗ-7547 производительность комплекса составит:

$$Q = \sum Q_a = 180 \cdot 26 = 4680 \text{ т/ч.}$$

Заключение

По сравнению с комплексом, рассмотренным в первом примере (с автосамосвалами БелАЗ-75306), производительность второго комплекса (с автосамосвалами БелАЗ-7547) вырастет на 9%.

Если говорить о стоимости 6 автосамосвалов БелАЗ-75306 и 26 автосамосвалов БелАЗ-7547, то можно сказать следующее. Из открытых источников известно, что 450-тонный БелАЗ-75710 стоит 7,5 млн долларов, его цена в два раза больше цены 220-тонного БелАЗ-75306. Таким образом, стоимость БелАЗ-75306 составляет примерно 3,75 млн долларов. Исходя из этих пропорций, можно предположить, что стоимость 45-тонного автосамосвала БелАЗ-7547 будет в 4,5 раза ниже стоимости БелАЗ-7530. Поэтому стоимость 26 автосамосвалов БелАЗ-7547 будет меньше, чем стоимость 6 автосамосвалов БелАЗ-75306.

К этому следует еще добавить весьма существенное снижение капитальных затрат на создание транспортных коммуникаций, поскольку ширина дорог для движения автосамосвалов БелАЗ-75306 более чем в два раза больше, чем для автосамосвалов БелАЗ-7547.

Немаловажным является и тот факт, что при выходе из строя одного автосамосвала БелАЗ-75306 производительность экскавационно-транспортного комплекса снизится на 27%. В то же время при выходе из строя одного автосамосвала БелАЗ-7547 производительность экскавационно-транспортного комплекса снизится всего лишь на 4%.

Но самое главное - это то, что данное решение позволяет в дальнейшем увеличивать производительность экскавационно-транспортных комплексов за счет увеличения объема ковша экскаватора вплоть до 157,5 м³ (геометрический объем кузова автосамосвала БелАЗ-75710).

Однако существующие конструкции автосамосвалов рассчитаны на 5-12 циклов погрузки. Такое число циклов погрузки необходимо для того, чтобы

снизить динамические нагрузки на раму автосамосвала от падающей из ковша экскаватора горной массы.

Для обеспечения погрузки автосамосвала за один цикл возможны два пути. Первый путь - весьма существенное усиление рамы, что, в свою очередь, приведет к увеличению габаритов, массы самого автомобиля, увеличению нагрузки на шины и, соответственно, снижению грузоподъемности.

Наиболее приемлемым путем может стать использование выносных опор, воспринимающих динамические нагрузки, возникающие при погрузке горной массы в кузов автосамосвала. Принцип работы выносных опор прост. После установки автосамосвала под погрузку опоры выдвигаются и, упираясь в почву, воспринимают нагрузку от падающей из ковша горной массы. После окончания погрузки опоры втягиваются, плавно передавая нагрузку на раму автосамосвала.

ЛИТЕРАТУРА:

1. «Открытые горные работы технология и комплексная механизация». В.В.Ржевский Москва 2015 год.
2. «Технология, механизация и организация открытых горных работ». П.И.Тамаков, И.К.Наумов Москва «Недр» 1986 год.
3. «ИЗВЕСТНЯК В ПРИРОДЕ, ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА И НЕКОТОРЫЕ ИХ СВОЙСТВА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ» М. К. Шамаев, А. У. Ахмадов, И. М. Рахматуллаев, У. Т. Тоштемиров *Arxitektura, muhandislik va zamonaviy texnologiyalar jurnali* 12-son 2023-yil.
4. Д. М. Курбанбаев, С. И. Эркабаева, И. М. Рахматуллаев, & А. У.Ахмадов. (2022). ВИДЫ, СВОЙСТВА И ОТРАСЛИ ПРИМЕНЕНИЕ ИЗВЕСТНЯКОВ. *Uzbek Scholar Journal*, 11, 28–32. Retrieved from