

УДК 622. 684

**ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТРУКТУРЫ
ПАРКА АВТОСАМОСВАЛОВ НА ПРОСТОИ АВТОМОБИЛЬНО-
ЭКСКАВАТОРНЫХ КОМПЛЕКСОВ ОТКРЫТЫХ
ГОРНОРУДНЫХ КАРЬЕРОВ**

Вуейкова О.Н.

*Рудненский индустриальный институт
111500, Республика Казахстан, Костанайская область, г. Рудный,
кафедра «Транспорт и технологические машины», on-67@bk.ru*

Аннотация

В статье рассмотрены причины и условия возникновения простоев автомобильно-экскаваторного комплекса в железорудных карьерах при разнотипной структуре парка самосвалов. Приведены расчетные формулы для определения простоев самосвалов разной грузоподъемности, направляемых к одному экскаватору.

Ключевые слова: автомобильно-экскаваторный комплекс, разнотипные самосвалы, простой, интервал движения, ритм погрузки, время оборота самосвала.

**THEORETICAL BASIS OF INFLUENCE THE STRUCTURE OF THE
PARK ROAD DUMP ON SHUTDOWN BACKHOES
OPENCAST MINING QUARRIES**

Vueykova O.

Rudny Industrial Institute

Abstract

The article discusses the causes and conditions of downtime automobile-excavator complex in iron ore quarries in a diverse structure of Park of trucks. The rated formula to determine the downtime of the dump-trucks of different carrying capacity, allocated to one shovel.

Keywords: automobile and excavator complex, polytypic dump trucks, idle time, movement interval, loading rhythm, time of a turn of a dump truck.

Транспортировка горнорудной массы в карьерах – важнейшее звено единого технологического процесса добычи полезных ископаемых. Основным видом технологического транспорта при добыче полезных ископаемых открытым способом является автомобильный транспорт [1, 4–5].

Существенное влияние на производительность автосамосвалов различных типов и их технико-эксплуатационные показатели оказывают расстояние транспортировки горнорудной массы, скорость движения

груженого самосвала и время, затрачиваемое автосамосвалом на выполнение погрузочно-разгрузочных операций (подъезд под погрузку, разгрузку, ожидание погрузки) [2, 3].

При обслуживании экскаватора однотипными автосамосвалами характерны относительно незначительные простои времени ожидания погрузки ($t_{ож}^a$), которые обусловлены влиянием факторов случайной природы на отклонение фактических значений параметров работы автосамосвалов от плановых значений. Влияние однотипной структуры парка автосамосвалов на время ожидания $t_{ож}^a$ не выявлено. При разнотипной структуре парка автосамосвалов потери на ожидание погрузки $t_{ож}^a$, во-первых, достигают значительных значений. Во-вторых, такие потери обусловлены отклонениями фактических от плановых значений параметров работы разнотипных автосамосвалов, у которых существенно отличаются технико-эксплуатационные показатели. В-третьих, данные потери имеют четко выраженную нелинейную зависимость от структуры парка закрепленных за экскаватором автосамосвалов.

Бесперебойная работа экскаваторно-автомобильного комплекса возможна при подаче автосамосвала под погрузку через строго заданный интервал времени после момента окончания погрузки предыдущего самосвала. Нарушение такого жесткого режима ведет к простоям экскаватора в ожидании транспорта или простоям автосамосвалов в ожидании погрузки. Подвижность рабочих забоев и переменчивость расстояний доставки, а также сложность забоев и колебания длительности рабочего цикла экскаватора неизбежно приводят к нарушению оптимального графика подачи автосамосвалов под погрузку, простоям дорогостоящего горнотранспортного оборудования и экономическим потерям.

При использовании в карьере автосамосвалов большой единичной мощности возникает неточность оперативного регулирования обеспеченности экскаватора транспортными средствами в соответствии с оптимальной потребностью. При плавном изменении расстояния доставки горной массы от экскаватора его обеспеченность транспортом может изменяться скачкообразно. Вышеказанное свидетельствует о том, что добиться оптимального экономически выгодного состояния экскаваторно-автомобильных комплексов даже в пределах одного карьера весьма не просто, и это является еще одним серьезным недостатком в использовании карьерного автотранспорта.

Одним из показателей интенсивности эксплуатации транспортных машин выступают внутрисменные простои и простои в течение рейса, вызванные совокупностью причин, главными из которых считаются организационно-технические.

Интервал движения самосвалов – это промежуток времени, через

который самосвалы подаются к экскаватору под погрузку.

Интервал движения самосвалов определяется по формуле

$$I = \frac{t_{об}}{A_m}, \quad (1)$$

где $t_{об}$ – время оборота самосвала, мин;

A_m – количество самосвалов.

Ритм работы экскаватора R – это время загрузки самосвала с учетом времени на маневрирование на площадке при подъезде к экскаватору и отъезду от него.

Ритм работы экскаватора зависит от следующих факторов:

- типа экскаватора;
- объема ковша;
- грузоподъемности самосвала;
- размеров погрузочной площадки.

Одной из основных причин возникновения простоев автосамосвала в ожидание погрузки является несоответствие ритма работы экскаватора интервалам движения автомобилей, вследствие чего возникают простои либо подвижного состава в ожидании погрузки, либо экскаваторов. Организация ритмичной работы автомобильно-экскаваторного комплекса предполагает обеспечение равномерной загруженности экскаватора, отсутствие задержек в процессе маневрирования автомобилей при въезде на погрузочные площадки и съезде с них, стабильную продолжительность погрузки.

Для бесперебойной работы экскаватора должно выполняться условие

$$R = I, \quad (2)$$

где R – ритм работы экскаватора, мин.

Из формулы (1) необходимое количество самосвалов можно определить по формуле

$$A_i = \frac{t_{об}}{I}, \quad (3)$$

или с учетом условия (2)

$$A_i = \frac{t_{об}}{R}. \quad (4)$$

Время оборота одного самосвала определяется по формуле

$$t_{об} = t_з + t_{гр.дв} + t_p + t_{х.дв}, \quad (5)$$

где $t_з$ – время загрузки, мин;

$t_{гр.дв}$ – время движения груженого самосвала, мин;

t_p – время разгрузки, мин;

$t_{х.дв}$ – время движения порожнего самосвала, мин.

Время оборота одного самосвала зависит от ряда факторов:

- грузоподъемности самосвала;
- скорости движения;
- расстояния транспортировки (плеча откатки);
- объема ковша экскаватора.

Время загрузки определяется по формуле

$$t_3 = \frac{V_{\text{куз}}}{V_{\text{ков}}} \cdot t_{\text{ц}} + t_{\text{ман}}, \quad (6)$$

где $V_{\text{куз}}$ – объем кузова самосвала, м^3 ;

$V_{\text{ков}}$ – объем ковша экскаватора, м^3 ;

$t_{\text{ц}}$ – время одного цикла работы экскаватора, мин;

$t_{\text{ман}}$ – время на маневрирование на погрузочной площадке, мин.

Время движения определяется

$$t_{\text{дв}} = \frac{l}{v_{\text{дв}}}, \quad (7)$$

где l – расстояние транспортировки, км.;

$v_{\text{дв}}$ – скорость движения, зависящая от массы самосвала и уклона дороги, км/ч.

Время на разгрузку, которое включает время на подъезд под разгрузку и время непосредственно на разгрузку самосвала, принимается 2–2,5 мин.

Для автомобильно-экскаваторного комплекса можно записать условие

$$t_{\text{ож}}^{\text{аэк}} = \sum t_{\text{ож}}^{\text{а/с}} + \sum t_{\text{ож}}^{\text{эк}} \rightarrow \min, \quad (8)$$

где $\sum t_{\text{ож}}^{\text{а/с}}$ – суммарное время ожидания погрузки самосвалов, направляемых к одному экскаватору, мин.;

$\sum t_{\text{ож}}^{\text{эк}}$ – суммарное время простоя экскаватора, мин.

При однотипной структуре парка самосвалов время загрузки одинаково для всех машин. Самосвалы должны подаваться под погрузку через интервал времени $I_{\text{пл}}$. Так как в реальных условиях сложно выдержать плановый интервал времени движения, то могут возникнуть простои как самосвала, так и экскаватора:

1. при $I_{\text{ф}} < I_{\text{пл}}$ экскаватор находится в ожидании самосвала ($t_{\text{ож}}^{\text{эк}}$);

2. при $I_{\text{ф}} > I_{\text{пл}}$ самосвал находится в ожидании под погрузкой ($t_{\text{ож}}^{\text{а/с}}$).

При разнотипной структуре парка в карьере самосвалы имеют разную грузоподъемность и, соответственно, различное время загрузки (ритм) и время оборота машины.

В случае направления к экскаватору самосвалов с различным временем погрузки возможно три варианта планирования работы автомо-

бильно-экскаваторной системы:

1. интервал движения принять равным минимальному значению времени погрузки $I_{пл}=I_{min}$;

2. интервал движения принять равным среднему значению времени погрузки $I_{пл}=I_{cp}$;

3. интервал движения принять равным максимальному значению времени погрузки $I_{пл}=I_{max}$;

При планировании работ по первому варианту будут возникать простои самосвала. Во втором случае возникнут простои и самосвала, и экскаватора. При планировании работ по третьему варианту – простои экскаватора.

Для получения максимальной прибыли каждому горнодобывающему предприятию необходимо обеспечить наибольший вывоз горнорудной массы, который будет достигнут, когда простои экскаваторов будут минимальными. Поэтому на практике для планирования используется первый вариант, при котором плановый интервал движения автосамосвалов принимается равным значению ритма погрузки экскаватора с минимальной продолжительностью

$$I_{пл} = R_{min} \cdot \quad (9)$$

Тогда формулу (3) можно записать в следующем виде

$$A_m = \frac{t_{об(max)}}{R_{min}}, \quad (10)$$

где $t_{об(max)}$ – наибольшее время оборота самосвала, мин;

$R_{(min)}$ – минимальный ритм работы экскаватора, мин.

При определении количества самосвалов по формуле (10) время простоя экскаватора будет минимальным, т.е. $t_{ож}^{ЭК} \rightarrow min$.

На основании вышесказанного можно сформулировать условие для эффективной работы автомобильно-экскаваторного комплекса

$$\begin{cases} t_{ож}^{a/c} \rightarrow min; \\ t_{ож}^{ЭК} \rightarrow min; \\ Q_{АЭК} \rightarrow max. \end{cases}$$

График на рис. 1 показывает зависимость величины простоя самосвалов от соотношения количества машин с большей и меньшей грузоподъемностью. С помощью графика можно найти оптимальное значение соотношения разнотипных самосвалов при минимальном простое машин.

При использовании разнотипного подвижного состава планирование работ ведется машинам меньшей грузоподъемности. Это значит, что для исключения простоев экскаватора самосвалы должны подаваться к экскаватору через промежутки времени, равные наименьшему интервалу движения. В этом случае требуется большее количество самосвалов. При

планировании автотранспорта определяется необходимое число машин, в числе которых будут и самосвалы с большей грузоподъемностью. Время загрузки самосвала меньшей грузоподъемности, равное интервалу движения, принимается как плановое $t_{пл} = t_{погр}^M = I$. При этом время погрузки большегрузного самосвала будет больше планового времени погрузки $t_{погр}^B$ больше $t_{пл}$.

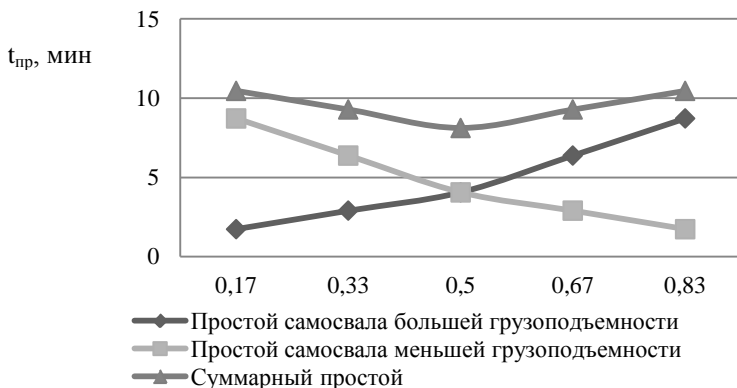


Рис. 1. Зависимость простоя самосвалов от соотношения количества автомобилей разной грузоподъемности

Тогда время простоя самосвалов за одну езду можно найти по формуле

$$t_{ожсi}^a = \left| t_{ni}^{\max} - I_{nl} \right| = \left| t_{ni}^{\max} - t_{ni}^{\min} \right|. \quad (11)$$

Суммарное время простоя самосвалов за смену

$$T_{ожс}^a = \sum_{i=1}^n A_{mi} t_{ожсi}^a n_{ei}, \quad (12)$$

где A_m – число автосамосвалов, подаваемых к одному экскаватору;

η_m – процентное соотношение большегрузных самосвалов к общему числу машин, %;

n_{e3} – число ездов самосвалов за смену.

Таким образом, можно сделать вывод, что на простои автомобильно-экскаваторного комплекса влияет:

1. структура парка автомобильного транспорта;
2. очередность подачи самосвалов под погрузку.

Библиографический список

1. Васильев М.В., Смирнов В.П., Кулешов А.А. Эксплуатация карьерного автотранспорта: учебник. – М.: Недра, 1979. – 280 с.
2. Вуейкова О.Н., Ларин О.Н. Оценка влияния горнотехнических факторов на эксплуатационные параметры карьерных автосамосвалов // Транспорт: наука, техника, управление. – 2011. – № 7. – С. 34-36.
3. Вуейкова О.Н., Ларин О.Н. Вопросы повышения эффективности работы карьерного автотранспорта // Вестник ОГУ. – 2011. – № 10 (129). – С. 20-25.
4. Дадонов М.В. Повышение эффективности работы карьерного автомобильного транспорта методами и средствами оперативного управления: дис. ... канд. техн. наук. – Кемерово, 1999. – 189 с.
5. Зырянов Н.В., Зырянов И.В. Исследование скоростных режимов движения карьерных автосамосвалов в различных дорожных условиях // Цветная металлургия. – 1994. – № 2. – С. 24-26.
6. Ларин О.Н., Вуейкова О.Н. Факторный анализ производительности карьерного автотранспорта Сарбайского карьера // Транспорт: наука, техника, управление. – 2011. – № 1. – С. 29-32.
7. Вуейкова О.Н., Ларин О.Н., Куватов В.И. Моделирование работы автомобилей в карьерах // Транспорт: наука, техника, управление. – 2013. – № 3. – С. 49-52.
8. Вуейкова О.Н., Ларин О.Н., Куватов В.И. Моделирование работы автомобильно-экскаваторных комплексов при перевозке горнорудной массы в карьерах // Транспорт Урала. – 2013 – № 1 (36). – С. 20-24.