

УДК 622.684

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ЦИКЛА ПОГРУЗКИ
ЭКСКАВАТОРНО-АВТОМОБИЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ В УСЛОВИЯХ
ФИЛИАЛА «КЕДРОВСКИЙ УГОЛЬНЫЙ РАЗРЕЗ»
АО «УК «КУЗБАССРАЗРЕЗУГОЛЬ»**

Бисембаев Р.Б., студент гр. АПм-171, II курс

Столярова А.П., студент УКб-161, III курс

Научный руководитель: Буянкин А.В., доцент, к.т.н.

Кузбасский Государственный Технический Университет имени

Т. Ф. Горбачева,

г. Кемерово

Самое важное место в горнодобывающей промышленности занимает открытый способ добычи полезных ископаемых. Он обладает рядом преимуществ и поэтому, по праву, является доминирующим [1]. Высокая производительность, безопасность, меньшие удельные затраты и меньшая себестоимость конечного получаемого продукта говорит о том, что в ближайшее время этот способ сохранит свое лидирующее положение.

Согласно аналитическому обзору «Итоги работы угольной промышленности России за январь-декабрь 2018 года» [2], можно утверждать, что Россия является одним из мировых лидеров по производству угля. Самым крупным поставщиком угля в России является Кузбасс. Он является наиболее перспективным по запасам и качеству угля, инфраструктуре и возможностям горных предприятий, а также наблюдается стабильная тенденция повышения уровня добычи угля как в России в целом, так и в Кузбассе в частности. Мировые экономики постепенно оздоравливаются, спрос на уголь увеличивается. В Кузбассе благоприятные условия месторождений, которые позволяют добывать уголь как открытым, так и подземным способами. Балансовые запасы угля в Кузбассе огромны и составляют 11 млрд т.

Добыча угля возросла на 7 % в 2018 году в России по сравнению с 2017 годом и составила 439,3 млн т [2], а за последнее десятилетие увеличение составило 110,4 т. В Кузбассе также наблюдается увеличение добычи угля на 14 млн т. За 2018 год в регионе было добыто 255,3 млн т угля. По сравнению с 2017 годом в прошлом году добыча угля в Кузнецком бассейне увеличилась на 6%.

Затраты на транспортирование при добыче полезных ископаемых открытым способом являются одной из самых весомых статей расходов. Но, несмотря на ряд недостатков и наличие достаточно широкого спектра карьерного транспорта, автомобильный транспорт является наиболее популярным. Более половины горной массы перевозится именно автомобильным транспортом различной грузоподъемности.

Добыча угля в России и Кузбассе за 2008-2018 годы представлена на рисунке 1.

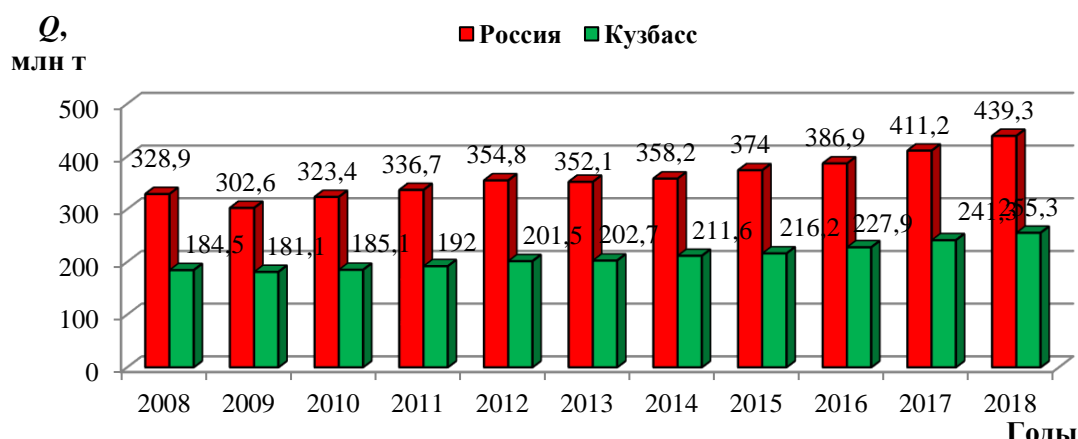


Рисунок 1 – Добыча угля в России и Кузбассе, млн т

Однако открытый способ добычи полезных ископаемых – это не только транспортирование горной массы, а четкая, слаженная и эффективная работа всего карьера и, в частности, экскаваторно-автомобильного комплекса (ЭАК).

Под ЭАК понимается совокупность машин, состоящая из погрузочного средства (экскаватор) и транспортных средств (автомобили–самосвалы, автопоезда), связанных технологически между собой во времени и пространстве. Такое определение ЭАК справедливо как для случая жесткого прикрепления транспортных средств к экскаватору (простой комплекс), так и для случая свободного их функционирования в течение смены, без строгой обусловленности какого-либо одного маршрута (сложный комплекс).

В реализации технологии открытого способа добычи угля и других полезных ископаемых, карьерный автотранспорт является одним из главных звеньев в создании систем ЭАК [3].

Для обеспечения правильной организации работы ЭАК и эффективного его использования во времени большое значение имеет выбор оптимального сочетания между объемом кузова автосамосвала (V_a) и объемом ковша экскаватора ($V_э$).

Несоответствующий подбор экскаваторов и автосамосвалов является причиной низкой загрузки погрузочно-транспортного оборудования, значительных технологических и организационных простоев оборудования, перегрузки автосамосвалов и т. д. [4].

Основной тенденцией применения экскаваторно-автомобильных комплексов и транспортного оборудования на открытых работах является постоянной интенсивный рост рабочих параметров горных машин, что предъявляет серьезные требования к повышению их использования во времени.

В теории и практике эксплуатации ЭАК большая роль отводится изучению влияния на конечный результат работы комплекса основного его признака – соотношение геометрических размеров кузова автосамосвала и ковша экскаватора, то есть соотношение между их объемами. Так как погрузка и транспортирование в карьере представляют собой единый технологический процесс,

выполняемый разными машинами единого комплекса, то указанные параметры машин должны быть увязаны между собой.

Совместимость параметров машин определяется технологическими, техническими и экономическими факторами. Технологические факторы учитывают удобство разгрузки породы из ковша, возможность максимального использования грузоподъемности автосамосвала, обеспечение заданной производительности комплекса; технические – степень динамического воздействия падающих при разгрузке ковша кусков породы на узлы конструкции автосамосвала; экономические – первоначальную стоимость машин и, следовательно, стоимость 1 машино-часа их работы и простоя [5].

В соответствии с вышесказанным цель работы – это определение оптимального цикла погрузки для ЭАК в условиях АО УК «Кузбассразрезуголь» филиал Кедровский разрез. Данное угледобывающее предприятие входит в тридцатку наиболее крупных производителей угля по итогам работы 2018 г. Объем добычи угля в 2018 году в «Кузбассразрезуголь» (УГМК) составил 45 276 тыс. т.

АО УК «Кузбассразрезуголь» входит в десятку наиболее крупных системообразующих компаний по добыче угля в России. Данная компания занимает второе почетное место в этом рейтинге.

Филиал «Кедровский угольный разрез» находится на пятом месте по уровню добычи угля из шести в АО УК «Кузбассразрезуголь».

В АО УК «Кузбассразрезуголь» филиале Кедровский угольный разрез на транспортирование вскрыши используют самосвалы БелАЗ-75306 в комплексе с экскаваторами ЭКГ-12 и ЭКГ-15.

При загрузке самосвалов, оптимальным объемом ковша считается тот, при котором загрузка одной машины происходит в течение максимум шести циклов работы гусеничного экскаватора.

Для достижения цели работы необходимо произвести расчет для определения соответствия оптимального количества погружаемых ковшей.

В соответствии с нормами массу груза в кузове следует определять с учетом плотности горной массы, вместимости кузова автосамосвала и коэффициента разрыхления породы. При погрузке используют одноковшовые экскаваторы (погрузчики), поэтому фактическую нагрузку на рейс автосамосвала рассчитывают с учетом того, что в кузов можно погрузить только целое число ковшей.

При прочих равных условиях число ковшей определяется расчетной величиной плотности транспортируемой горной массы. Как правило, для пород малой плотности (I, II и III категории) число погружаемых ковшей лимитируется объемом кузова автосамосвала; для пород большей плотности (IV и V категории) – его грузоподъемностью.

Объемы кузова автосамосвала и ковша экскаватора (погрузчика) принимают согласно данным их технических характеристик. Коэффициент наполнения ковша принимают согласно данным таблицы 1 (при наличии данных

геолого-маркшейдерской службы предприятия необходимо воспользоваться ими.).

Коэффициент уплотнения горной массы в кузове:
для вскрыши – $K_y = 0,94$;

Число ковшей экскаватора n'_k , помещающихся в кузов автосамосвала в зависимости от объема, рассчитывают по формуле:

$$n'_k = \frac{V_{шан}}{V_k \cdot K_{н.к.} \cdot K_y}, \quad (1)$$

где $V_{шан}$ – объем кузова автосамосвала с «шапкой» 2:1, м³;

V_k – объем ковша экскаватора, м³;

$K_{н.к.}$ – коэффициент наполнения ковша;

K_y – коэффициент уплотнения горной массы в кузове.

Для ЭКГ–12:

$$n'_k = \frac{130}{12 \cdot 0,9 \cdot 0,94} = 12,8$$

Для ЭКГ–15:

$$n'_k = \frac{130}{15 \cdot 0,9 \cdot 0,94} = 10,2$$

Таблица 1 – Коэффициенты разрыхления пород и наполнения ковша

Категория пород по крепости	Расчетная средняя плотность горной массы, кг/м ³	Коэффициенты		
		разрыхления горной массы	наполнения ковша	
			прямая лопата	драглайн
I	1600	1,15	1,05	1,00
II	1800	1,25	1,05	1,00
III	2000	1,35	0,95	0,90
IV	2500	1,50	0,90	0,85
V	3500	1,60	0,90	–

Число ковшей экскаватора n''_k , помещающихся в кузов автосамосвала в зависимости от грузоподъемности, рассчитывают по формуле:

$$n''_k = \frac{m_{ном} \cdot K_{р.к.}}{V_k \cdot K_{н.к.} \cdot \rho_{ц}}, \quad (2)$$

где $m_{ном}$ – номинальная грузоподъемность автосамосвала, т;

$K_{p.k.}$ – коэффициент разрыхления горной массы в ковше;

$\rho_{ц}$ – плотность горной массы в целике, т/м³.

Номинальную грузоподъемность автосамосвала принимают согласно данным его технической характеристики. Коэффициент разрыхления и плотность горной массы в целике принимают согласно данным таблицы 1.

Для ЭКГ–12

$$n_k^{//} = \frac{220 \cdot 1,4}{12 \cdot 0,9 \cdot 2,29} = 12,4$$

Для ЭКГ–15

$$n_k^{//} = \frac{220 \cdot 1,4}{15 \cdot 0,9 \cdot 2,29} = 9,9$$

Таким образом, мы выявили не соответствие оптимального количества погружаемых ковшей экскаватора n'_k , помещающихся в кузов автосамосвала в зависимости от объема. Оптимальным числом погружаемых ковшей принято считать – $n_k = 6$ max [6].

Данная работа имеет большое значение с практической точки зрения, так как полученные результаты позволяют выявить недостатки в работе ЭАК и оптимизировать их работу при добыче полезных ископаемых открытым способом, а также предложить наилучшие варианты работы ЭАК в условиях разрезов.

Список литературы:

1. Стенин Д. В. Исследование режима работы экскаваторно-автомобильного комплекса на открытых разработках / Д. В. Стенин, А. С. Фурман, В. Е. Ашихмин // Вестник КузГТУ. – 2007. №5(63). С. 94-95.
2. Таразанов И. Г. Итоги работы угольной промышленности России за январь–декабрь 2015 г. / И. Г. Таразанов // Уголь. 2019. – № 3. С. 69-79.
3. Стенина Н. А. Влияние условий эксплуатации на температурный режим редукторов мотор–колес карьерных автосамосвалов: дис. ... канд. техн. наук. – Кемерово, 2013. – 152 с.
4. Хорешок А. А., Стенин Д. В. Определение оптимального соотношения сопряженных параметров карьерных экскаваторно–автомобильных комплексов // Вестник КузГТУ. – 2007. – № 5. – С. 3-4.
5. Повышение эффективности работы карьерного оборудования / В. Ф. Протасов, О. П. Кравчино, А. А. Мазуров, А. И. Щелоков. – М.: Недра, 1981.– 200 с.
6. Карьерная техника ПО «БелАЗ»: Справочник / под ред. П. Л. Мариева, К. Ю. Анистратова. – М.: ООО НТЦ «Горное дело», 2007. – 456 с.