

ФАКТОРЫ СРЕДЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ УСЛОВИЯ РАБОТЫ ГОРНЫХ МАШИН

Малыбаев С.К., Тазабеков И.И., Данияров Н.А., Балгабеков Т.К., Гриб И.Ю.,
Жалгасбеков А.З., Сарсембаев Д.Ж., (КарГТУ, ЖезУ, г. Караганда,
г. Жезказган, Казахстан)

In article are considered questions of the interaction such complex systems, as condition to usages and complex of the selfpropelled machines, used under underground development ore deposit. The brought factors of the external ambience and corresponding to factors of the mountain technology. The considered influence defining factor of the conditions of the work on capacity of the machines, their constructive parameters.

Комплекс самоходного горного оборудования (СГО) и среда, в которой он работает, характеризуется качественными характеристиками и количественными параметрами. Качественные характеристики – это показатели, описывающие вышеперечисленные системы и не имеющие отсчета. К примеру, для комплексов СГО и их условий работы – это модели машин, формирующих комплекс, тип забойного транспорта, вид добываемой горной массы и т.п. Показатели, имеющие определенную шкалу отсчета, относятся к количественным параметрам: производительность машин, их конструктивные и эксплуатационные показатели, плотность и крепость горной породы и т.д. Количественные параметры изменяются в определенных интервалах допустимых состояний, а при взаимодействии среды и машин могут принимать значения, являющиеся общими для двух данных систем. Пересекающиеся параметры могут быть заданы: детерминированными значениями, случайными величинами или случайными функциями.

Для схемы взаимодействия комплекс самоходного горного оборудования – среда (условия эксплуатации), можно выделить следующие факторы и параметры, представленные в таблице 1, по которым можно судить о степени соответствия вышеперечисленных взаимодействующих систем.

Таблица 1. Факторы и параметры, определяющие степень соответствия комплекса СГО и условий эксплуатации

Факторы среды (условий эксплуатации)	Соответствующие параметры комплекса самоходного оборудования
1. Факторы горной выработки: размеры выработки (высота и ширина); длина и профиль трассы; тип дороги (состояние дорожного покрытия), радиусы кривых и т.п.	1. Габаритные размеры машин; максимальное (оптимальное) расстояние доставки; наибольший преодолеваемый уклон; внешний и внутренний радиусы поворота и т.д.
2. Факторы горной массы: плотность, крепость, абразивность, кусковатость и т.д.	2. Грузоподъемность, вместимость кузова и ковша, энергия удара бурового инструмента и т.п.
3. Факторы рудничной атмосферы: температура окружающей среды, влажность, запыленность и т.д.	3. Пригодность к работе в заданных интервалах температурного режима и при определенной влажности; взрывобезопасное исполнение и оснащение эффективными средствами для борьбы с пылью и др.

Характер влияния перечисленных факторов на параметры машин устанавливается режимом их работы, при этом, как показывает многолетний опыт эксплуатации, определяющими факторами для самоходных машин, выполняющих основной технологический процесс на горнорудных предприятиях, являются: при выборе бурового оборудования - крепость пород, для погрузочных средств - кусковатость горной массы, а для доставочного оборудования, в том числе погрузочно-доставочных машин – расстояние транспортирования.

Выбор коэффициента крепости горных пород по шкале профессора М.М. Протодяконова в качестве определяющего фактора условий эксплуатаций для буровых установок вполне оправдан и обоснован (классификация буровых установок по способу разрушения горных пород устанавливает наиболее рациональные их области применения, в т.ч. и основные конструктивные параметры машин (энергию удара, осевое усилие, крутящий момент), в зависимости от интервала изменения коэффициента крепости (таблица 2) [1]. В данном случае, очевидно, соответствие определяющего параметра окружающей среды (крепости горной массы) и количественных показателей комплекса оборудования как детерминированных величин.

Таблица 2. Классификация буровых машин по способу разрушения горных пород

Тип буровой машины	Способ разрушения горной породы	Коэффициент крепости пород
Сверла ручные и колонковые	Вращательное бурение	0-10
Тяжелые бурильные машины	Вращательно-ударное бурение	5-14
Станки с погружными ударниками	Ударно-вращательное бурение	8-20
Перфораторы, ударно-канатные станки	Ударно-поворотное бурение	8-20

Анализ опыта эксплуатации комплексов СГО в производственных условиях [2], позволяет установить зависимости между конструктивными и режимными параметрами буровых установок, их производительностью и коэффициентом крепости горной породы (рис. 1).

С целью математического описания зависимости производительности буровой установки V_B от коэффициента крепости горной породы f_k (рис. 1), линию регрессии можно аппроксимировать различными моделями. При этом предпочтение необходимо отдавать модели, для которой значение дисперсии окажется минимальным, а параметры уравнения $V_B = f(f_k)$ можно определить методом наименьших квадратов.

Для проверки адекватности полученной модели находятся среднее и дисперсия ошибок. Среднее определяется из выражения

$$\bar{V}_B = n^{-1} \sum_{i=1}^n (V_B - V_B^2),$$

где V_B - производительность буровой установки в конкретных условиях эксплуатации, м/ч; \hat{V}_B^2 - значение производительности, полученное из уравнения регрессии; n - число наблюдений.

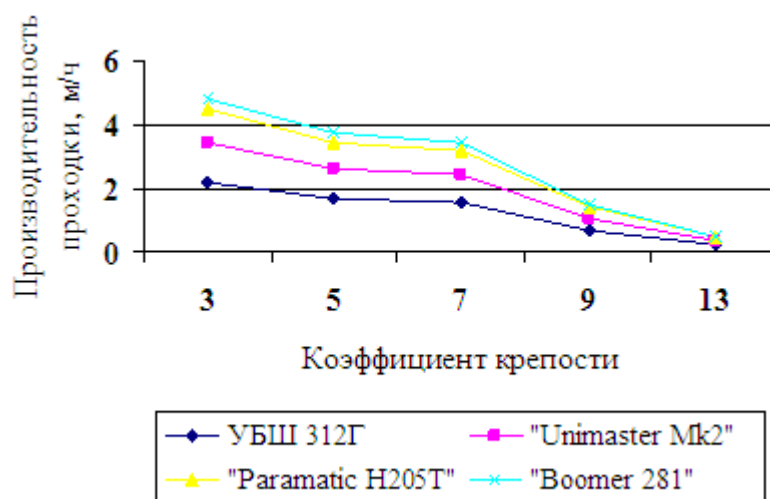


Рис. 1. Влияние коэффициента крепости на производительность однозубой проходки

Оценка дисперсии

$$\sigma^2 = \sum (V_B - \hat{V}_B^2)^2 (n - p)^{-1},$$

где p - число параметров функции распределения.

В качестве критерия предварительного выбора закона распределения используются выборочные коэффициенты асимметрии и эксцесса. В таблице 3 приведены полученные уравнения регрессии для ряда моделей буровых машин.

Таблица 3. Уравнения регрессии для буровых установок

Модель буровой установки	Полученное уравнение регрессии	Величина достоверности аппроксимации
УБШ 312 Г	$V_B = 4,9816e^{-0,5412 f_k}$	0,8653
"Unimaster Mk2"	$V_B = 7,8187e^{-0,5418 f_k}$	0,8654
"Paramatic H205T"	$V_B = 10,166e^{-0,5409 f_k}$	0,8653
"Boomer 281"	$V_B = 10,948e^{-0,5398 f_k}$	0,8653

Полученные для данных моделей оценки удовлетворяют условию $\hat{A} < 3\sigma_A$, $\hat{E} < 3\sigma_E$, что позволяет сделать предположение, что закон распределения нормальный. Соответственно, исходя из того, что ошибки независимы, имеют нулевое среднее,

постоянную дисперсию и их распределение подчиняется нормальному закону распределения, можно утверждать, что полученная модель адекватна:

$$V_B = ae^{bf_K},$$

где a и b - коэффициенты, определяемые методом наименьших квадратов.

Погрузочно-доставочные машины и автосамосвалы относятся к машинам периодического действия, производительность которых - V_∂ , как показывает опыт эксплуатации и многочисленные исследования, в основном, определяется расстоянием доставки - l .

Условием бесперебойной работы доставочных средств при уборке руд является неравенство

$$t_{\partial\partial} + t_p \geq (n_\partial - 1)t_n,$$

где $t_{\partial\partial}$ - время движения груженой и порожней машины, ч; t_n и t_p - время погрузки и разгрузки, ч; n_∂ - количество доставочных машин [3].

Используя это неравенство, можно получить выражение для определения рационального расстояния транспортирования в зависимости от количества доставочных машин

$$l = \left[(n_\partial - 1) \left(\frac{V_{\text{куз}} k_{\text{нк}} t_w k_p}{V_k k_{\text{нан}}} \right) - (t_{\text{ож}} + t_p) \right] \left(\frac{k_c v_{\text{срн}} v_{\text{срг}}}{v_{\text{срн}} + v_{\text{срг}}} \right),$$

где $V_{\text{куз}}$ - вместимость кузова автосамосвала, м³; $k_{\text{нк}}$ - коэффициент наполнения кузова; t_w - продолжительность цикла погрузки, ч; k_p - коэффициент разрыхления горной массы; V_k - емкость ковша, м³; $k_{\text{нан}}$ - коэффициент наполнения ковша; $t_{\text{ож}}$ - время, затрачиваемое на дополнительные операции (маневры, ожидание погрузки, разгрузки), ч; k_c - коэффициент учитывающий снижение скорости движения машины на поворотах из-за случайных остановок при движении на трассе, непредвиденном торможении и т.п.; $v_{\text{срн}}$ и $v_{\text{срг}}$ - средние значения скорости движения машины в порожнем и груженом состояниях, соответственно, км/ч.

На рисунке 2 представлены графики зависимости рационального расстояния доставки в зависимости от количества применяемых транспортных средств для автосамосвалов «Торо 40D и 50D» и МоАЗ-7529.

Как и для буровых установок, аналогичным образом можно получить уравнения регрессии и для доставочных машин, в частности:

$$\begin{aligned} & \text{- для «Торо-50D»:} & l = 1,0451e^{0,5863n_\partial}, \\ & \text{- для «Торо-40D»:} & l = 0,8031e^{0,5976n_\partial}, \\ & \text{- для МоАЗ-7529:} & l = 0,7189e^{0,6016n_\partial}. \end{aligned}$$

Таким образом, рациональное расстояние доставки, как определяющий фактор условий эксплуатации для доставочных средств (автосамосвалов и погрузочно-

доставочных машин) также можно аппроксимировать экспоненциальной зависимостью вида

$$l = ae^{bn_0},$$

где a и b – коэффициенты, определяемые в зависимости от конструктивных и режимных параметров машины.



1 – автосамосвалы «Того-50D»; 2 – «Того-40D»; 3 – МоАЗ-7529

Рис. 2. График зависимости рационального расстояния доставки от числа автосамосвалов

Кроме вышеперечисленных факторов эксплуатации, необходимо также соответствие машин комплексов по техническим условиям работы, которые обычно сводятся к соблюдению допустимых зазоров между машинами и стенками выработок и учете угла наклона выработок, а также соответствие по организационным факторам, т.е. в согласованности работы машин, выполняющих различные функциональные операции, что отражается на времени, затрачиваемого на простои, подготовительно-заключительные и вспомогательные операции.

Список литературы: 1. Дедов А.Н., Данияров Н.А., Хамитова Б.Ж., Гриб И.Ю. Конечный результат функционирования комплекса по добычи руд. Материалы Шестой междунар. конф. /Москва-Караганда – М.: Изд-во РУДН, 2007. – С. 301-303. 2. Акашев З.Т., Данияров Н.А., Жалгасбеков А.З. Опыт механизации процесса добычи руд самоходным оборудованием. Вестник ЖезУ: Науч. журнал /ЖезУ. - Жезказган: Изд-во ЖезУ, 2007. № 2. С. 96-103. 3. Данияров Н.А. Эффективное использование парка самоходного оборудования на рудных шахтах Жезказганского месторождения. Актуальные проблемы горно-металлургического комплекса Казахстана: Труды междунар. науч.-практической конф. /КарГТУ. - Караганда: Изд-во КарГТУ, 2007. - С. 125-127.

Сдано в редакцию 29.01.2009