

УДК 622.002.05

А.С. Довженок, О.А. Лапаева, В.А. Хажиев

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ
ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАБОТСПОСОБНОСТИ
ГОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ
УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ**

Семинар № 21

Эффективность системы обеспечения работоспособности горного оборудования (СОРГО) предлагается оценивать с использованием коэффициента готовности – K_r [1].

На предприятиях, как правило, рассчитывают коэффициент технической готовности оборудования, который определяется по формуле:

$$K_{т.г.} = \frac{КФВ - T_{рем}}{КФВ}, \quad (1)$$

где $КФВ$ – календарный фонд времени, час.; $T_{рем}$ – время восстановления работоспособности оборудования, час.

На одном из разрезов Кузбасса для группы экскаваторов со сроком эксплуатации 23-24 года проведен расчет коэффициента технической готовности с использованием отчетных данных предприятия, который составляет 0,68 (табл. 1).

Такой уровень готовности, по мнению руководителей и специалистов ремонтной службы, является предельным, и дальнейшее повышение уровня готовности горного оборудования возможно при обновлении парка машин на аналогичные, либо на машины более высокого технического уровня. Можно сделать вывод, у менеджеров сформировано представление о том, что ре-

зервы повышения уровня готовности горного оборудования находятся вне системы ремонта.

Но на значение коэффициента готовности оказывают влияние, как конструктивные параметры надежности оборудования, так и эффективность СОРГО. С использованием коэффициента технической готовности ($K_{т.г.}$), оценка влияния этих факторов не представляется возможным. Поэтому целесообразно оценку влияния рассматриваемых факторов проводить с использованием коэффициента готовности – K_r , который рассчитывается по формуле:

$$K_r = \frac{T_{но}^{cp}}{T_{но}^{cp} + T_p^{cp}}, \quad (2)$$

где $T_{но}^{cp}$ – наработка на отказ; T_p^{cp} – среднее время восстановления работоспособности оборудования.

Наработка на отказ определяется по формуле:

$$T_{но}^{cp} = \frac{T_{раб}}{N_{отк}}, \quad (3)$$

где $T_{раб}$ – время в работе, час; $N_{отк}$ – количество отказов.

Среднее время восстановления работоспособности определяется по формуле:

Таблица 1
Показатели работы экскаваторов, за январь - август 2006 г.
(по данным планового отдела)

Марка, номер экскаватора	КФВ, час.	Объемы экскавации горной массы, Q тыс. м ³	Время в работе, $T_{\text{раб}}$, час.	Время восстановления работоспособности, $T_{\text{рем}}$, час.	Количество отказов, $N_{\text{отк}}$	Наработка на отказ и среднее время в ремонте		$K_{\text{Т.Г.}}$
						$T_{\text{НО}}^{\text{ср}}$, час	$T_{\text{р}}^{\text{ср}}$, час	
РН-2300, 24411	5760	1233,8	2879,5	1894,6	50	57,6	37,9	0,67
РН-2300, 24410	5760	1693,6	3386,5	1880,5	57	59,4	33	0,67
РН-2300, 24493	5760	1625,6	3551,5	1756,5	47	75,6	37,4	0,69
Итого:	17280	4553	9817,5	5531,6	154	63,8	35,9	0,68

Таблица 2
Итоги расчетов, за январь-август 2006 г.

Марка, номер экскаватора	Время в работе, час.		Время восстановления работоспособности, час.		По функциональному времени		$K_{\text{Г}}$	
	Функциональное ($T_{\text{ф.раб.}}$)	Нефункциональное ($T_{\text{нф.раб.}}$)	Функциональное ($T_{\text{ф.рем.}}$)	Нефункциональное ($T_{\text{нф.рем.}}$)	$T_{\text{ф.НО}}^{\text{ср}}$, час.	$T_{\text{ф.р}}^{\text{ср}}$, час.	$K_{\text{Г}}^2$	$K_{\text{Г}}^3$
РН-2300, 24411	850	2029,5	378,9	1515,7	17	7,58	0,7	0,31
РН-2300, 24410	1166,8	2219,7	376,1	1504,4	20,5	6,6	0,76	0,38
РН-2300, 24493	1119,9	2431,6	351,3	1405,2	23,8	7,47	0,76	0,39
Итого:	3136,7	6680,8	1106,3	4425,3	20,37	7,18	0,74	0,36

$$T_p^{cp} = \frac{T_{рем}}{N_{отк}}, \quad (4)$$

где $T_{рем}$ – время восстановления работоспособности оборудования, час;

С учетом отчетных данных предприятия коэффициент готовности (K_r^1) в среднем составляет 0,64 (табл. 1) и сопоставим со значением $K_{т.г.}$, рассчитанным по формуле (1), что свидетельствует о правомочности использования предлагаемого коэффициента в качестве критерия.

Для оценки конструктивных параметров надежности оборудования при расчете коэффициента готовности (K_r^2) вместо отчетного времени в работе ($T_{раб}$) и в ремонте ($T_{рем}$) необходимо использовать функциональное время ($T_{ф.раб.}$), ($T_{ф.рем.}$).

Тогда наработка на отказ и время в ремонте для расчета коэффициента готовности (2) будут определяться:

$$T_{ф.но}^{cp} = \frac{T_{ф.раб.}}{N_{отк}}, \quad T_{ф.р}^{cp} = \frac{T_{ф.рем.}}{N_{отк}}. \quad (5)$$

Под функциональным временем в работе и в ремонте понимается время, необходимое для экскавации горной массы и ремонта экскаватора с рациональными параметрами этих процессов [2].

Функциональное время в работе и в ремонте определяется следующим образом:

1. Функциональное время в работе – $T_{ф.раб.}$, час,

$$T_{ф.раб.} = \frac{Q}{Q_{час}}, \quad (6)$$

где Q – фактически выполненные объемы, m^3 ; $Q_{час}$ – технологически возможная часовая производительность, $m^3/ч$.

Технологически возможная часовая производительность экскаватора определяется по формуле (7):

$$Q_{час} = \frac{3600}{T_{цикл}} \times E_k \times K_{э}, \quad m^3 / ч, \quad (7)$$

где E_k – емкость ковша экскаватора, m^3 ;

(для РН-2300, $E_k = 16 \text{ м}^3$); $K_{э} = \frac{K_{нап}}{K_{раз}}$ –

коэффициент экскавации горной массы, в условиях рассматриваемого предприятия включает коэффициент наполняемости ковша, ($K_{нап}$) – 0,9 и коэффициент разрыхления породы, ($K_{раз}$) – 1,19; $T_{цикл}$ – время цикла, с.

В условиях рассматриваемого предприятия при двухсторонней погрузке время цикла составляет 30 с.

2. Функциональное время в ремонте ($T_{ф.рем.}$) определено на основании хронометража и составляет 20 %.

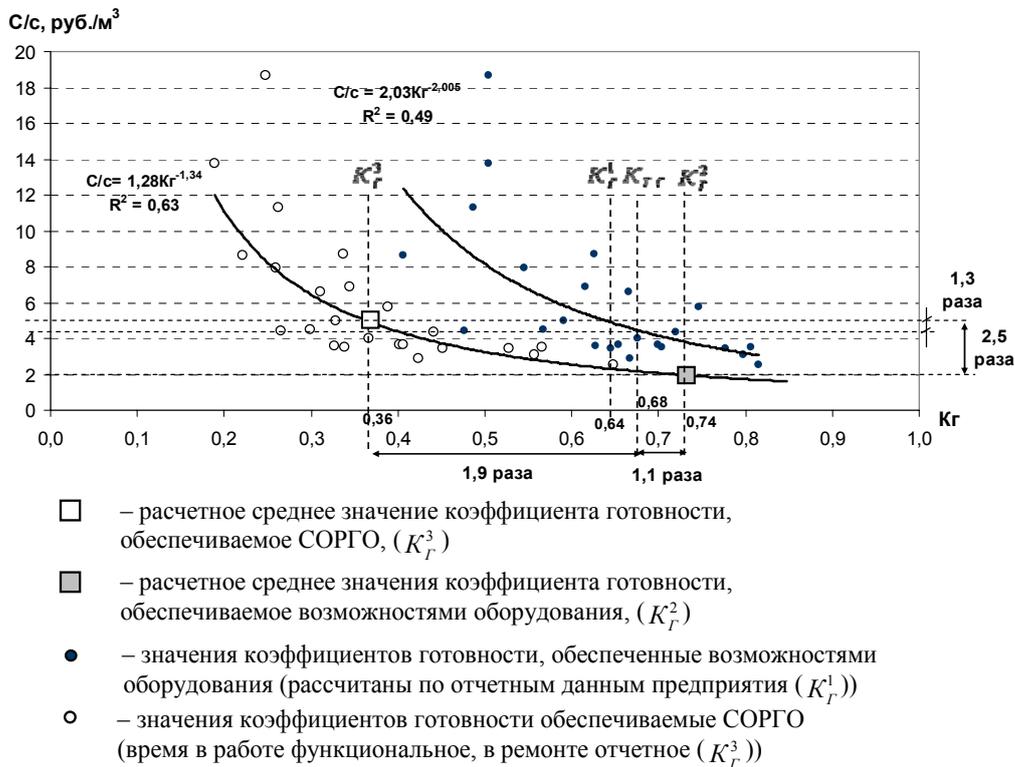
Под нефункциональным временем понимается:

– в работе – время, связанное с переездами в забое, зачисткой забоя, время передвижение оператора от АБК до забоя, прием-сдача смены, разговоры по рации, и т.д.;

– в ремонте – время, связанное с односменным режимом ремонта, ожиданием грузоподъемной техники и прочими простоями.

Нефункциональное время – разность между отчетным и функциональным временем.

Для оценки эффективности СОРГО при расчете коэффициента готовности (K_r^3) (2) вместо времени в работе ($T_{раб}$) необходимо использовать функциональное ($T_{ф.раб.}$), а в ремонте – отчетное ($T_{рем}$).



Зависимость себестоимости экскавации вскрышных пород от коэффициента готовности экскаваторов РН-2300 №410, 411, 493 (январь-август 2006 г.)

Итоги расчетов коэффициентов готовности K_g^2 , K_g^3 представлены в табл. 2.

При оценке конструктивных параметров надежности оборудования среднее значение коэффициента готовности составляет 0,74 (K_g^2) (табл. 2). Это свидетельствует о том, что надежность эксплуатируемого оборудования в 1,1 раза выше, чем по оценкам менеджеров. В этой связи обновление парка может приводить к тому, что из эксплуатации будет выводиться еще работоспособное оборудование (недоиспользуется имеющийся капитал) и приобретение новых дорогостоящих машин в этом случае для повышения эффективности производства, фактически может понизить ее.

При оценке эффективности СОРГО среднее значение коэффициента готовности составляет 0,36 (K_g^3) (табл. 2). Это значение в 1,8-1,9 раза меньше, чем по отчетным данным ($K_{гг}$, K_g^1), что свидетельствует о наличии значительного резерва в совершенствовании системы ремонта. Из соотношения коэффициентов K_g^2 и K_g^3 , видно, что резерв повышения коэффициента готовности путем совершенствования СОРГО составляет более чем 2 раза. Но вместе с тем, усилия менеджеров в этом направлении практически не прикладываются, поскольку система учета не позволяет увидеть этих возможностей, как по повышению готов-

ности, так и по снижению себестоимости (рисунок).

Таким образом, оценивать эффективность системы обеспечения работоспособности горного оборудования целесообразно с помощью коэффициента готовности, а при расчете коэффициента время в работе необходимо использовать функциональное, а в ремонте отчетное. Для оценки возможного уровня готовности горного оборудования коэффициент готовности необходимо рас-

считывать с использованием функционального времени в работе и в ремонте. Такой подход позволяет увидеть значительный резерв по повышению коэффициента и снижения себестоимости экскавации горной массы путем совершенствования системы работоспособности горного оборудования. Для рассматриваемого предприятия величина резерва по повышению коэффициента готовности и снижения себестоимости экскавации составила более чем 2 раза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Надежность в технике* основные понятия. Термины и определения ГОСТ 27.002-89.

2. *Методика оценки использования технологических возможностей экскаваторов* // В.А. Хажиев, С.И. Захаров, А.Л. Жуков, Л.Л. Царегородцев: Тез. докл. конф. – Челябинск, 2006.

3. *Справочник. Открытые горные работы* / К.Н. Трубецкой и др. – М.: Горное бюро, 1994. – 590 с.

4. *Техническое обслуживание и ремонт горно-шахтного оборудования* / А.Н. Коваль, А.М. Горлин, В.И. Чекавский и др. – М.: Недра, 1987. **ГИАБ**

Коротко об авторах

Довженко А.С. – доктор технических наук,
Лапаева О.А. – кандидат экономических наук,
Хажиев В.А. – инженер-стажер,
ОАО «НТЦ-НИИОГР».

Доклад рекомендован к опубликованию семинаром № 21 симпозиума «Неделя горняка-2007».
Рецензент д-р техн. наук, проф. *Л.И. Кантович*.

