

УДК 621.879

Крупко В. Г., Лавренко Ю. В.

ПОВЫШЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ ГОРНОТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНИКИ – ТРЕБОВАНИЕ ВРЕМЕНИ

Одним из основных показателем степени совершенства машин может служить технический уровень продукции, а поиск путей его повышения является обязательным требованием развития экономики. Поэтому обоснование показателей технического уровня, возможность оценивать, прогнозировать и управлять ими на всех стадиях жизни машины является обязательным условием для создания конкурентоспособной продукции.

В хозяйственном комплексе стран СНГ увеличение добычи полезных ископаемых наиболее эффективным открытым способом осуществляется на основе внедрения прогрессивных технологий горных работ и современного горнотранспортного оборудования. Так как в процессе экскавации горнорудного сырья одноковшовые экскаваторы являются основными машинами в общем комплексе работ по вскрыше и добыче полезных ископаемых, то вопросу повышения их технического уровня необходимо уделять должное внимание.

Анализ парка экскаваторов на предприятиях Украины и стран СНГ показывает, что в настоящее время в карьерах работают машины таких фирм-производителей мощных одноковшовых экскаваторов (т. е. экскаваторов с ковшом вместимостью 4 м³ и более), как: ПАО «НКМЗ», АО «Уралмаш», АО «ИжЗТМ», «Демаг», «Катерпиллер» и другие, в связи с ростом добычи полезных ископаемых прогнозируется увеличение парка экскаваторной техники на период до 2020 г. на 100–150 единиц. Поэтому горные предприятия и предприятия производители должны иметь возможность оценить и обосновать как степень совершенства, так и уровень конкурентоспособности этих машин, т. е. производить сравнительную оценку экскаваторов на стадии принятия решения об использовании машины.

Наиболее известны в настоящее время методики оценки технического уровня академика Крылова А. Н., Крапивенского З. Н., ИГД им. А. А. Скочинского, МГТУ Г. И. Солода и др. [1–5]. Анализ существующих методик оценки уровня качества экскаваторов показывает, что они отличаются только различным набором параметров для оценки и не содержат количественной оценки выполняемых функций в соответствии с назначением машины, что существенно затрудняет объективное определение технического уровня выполнения машиной своего назначения.

Кроме того, в существующих методиках оценки уровня качества в основном используют экспертные методы для определения коэффициентов весомости единичных показателей при определении комплексного показателя уровня качества, что вносит большую долю субъективности в саму оценку технического уровня.

Так как оценка качества экскаваторов – это определение степени приближения значенний параметров оцениваемых машин к значениям базовых показателей, которыми обладает модель эталонной машины, то выбор совокупности базовых показателей соответствующей модели функциональной эталонной машине является первостепенной задачей, которую приходится решать при оценке качества экскаваторов. Очень часто на стадии принятия решений по приобретению или производстве новой техники в качестве базового образца берутся показатели лучшей зарубежной машины-аналога, принятой в качестве базовой. Однако такой подход возможен лишь в том случае, когда одна машина-аналог превосходит другие машины аналоги по всем показателям. В другом случае, что является более правильным, за базовый образец принимается идеальное изделие, обладающее совокупностью наилучших значений всех учитываемых технико-экономических параметров конкурентоспособности машин-аналогов. Сопоставление с показателями «идеальной» модели позволяет прогнозировать возможную продолжительность рыночной устойчивости (конкурентоспособности) при данном уровне научно-технических решений, воплощенных в машине.

Поэтому обоснование показателей технического уровня может базироваться по следующему принципу: эффективность оборудования \rightarrow технический уровень \rightarrow уровень использования, т. е. должны учитываться как показатели назначения, так и показатели надежности и эффективности использования оборудования.

Целью данной работы является обоснование показателей технического уровня и разработка методики оценки конкурентоспособности одноковшовых экскаваторов на основе определения степени влияния показателей назначения и надежности с учетом технико-экономических и эксплуатационных характеристик машин.

Такая оценка экскаваторов возможна на основе сочетания метода, разработанного в МГТУ на кафедре «Горное оборудование» профессором Солодом Г. И. и современными методами оценки качества горных машин [1–4].

В работе [5] обоснованы в основном показатели назначения экскаваторов, к которым в первую очередь можно отнести главные параметры, а именно: вместимость ковша (м^3); наибольший и наименьший радиус копания (м); среднее давление на грунт (Па); сопротивление копанию на зубьях ковша (кН). В тоже время необходимо учитывать и такие показатели, как коэффициенты технического и технологического использования [7], учитывающие физико-механические характеристики горной массы, которые, в конечном итоге, оказывают значительное влияние на производительность горнотранспортной техники. Для оценки эффективности горнотранспортного оборудования следует уточнить обобщенный показатель использования времени работы [6] экскаватора на чисто технологических операциях, что позволит учесть неизбежные задержки, которые вызваны как параметрами карьеров, так и профилактическими ремонтами, осмотром, смазкой и другими чисто техническими остановками машин, которые можно учесть коэффициентом готовности горнотранспортного оборудования (K_{Γ}). С учетом изложенного часовую эксплуатационную производительность, например одноковшовых экскаваторов, можно определить по формуле [7]:

$$Q_T = \frac{3600 \cdot E \cdot K_3 \cdot T_{\text{ц}}^{-1}}{T_{\text{ц}}} \cdot K_{\Gamma}, \text{ м}^3/\text{час},$$

где E – вместимость ковша, м^3 ;

$T_{\text{ц}}$ – техническая продолжительность цикла, с;

K_3 – коэффициент, учитывающий параметры забоя;

K_{Γ} – коэффициент готовности машин.

Тогда по методике Солода Г. И. [1] для оценки технического уровня экскаваторов необходимо выполнить следующее:

– определить базовые удельные показатели и условия:

$$x_{\bar{o}_j} = \min_{1 \leq i \leq n} \{x_{ij}\};$$

– определить величину функционального критерия X_i с учетом формулы (1) по зависимости:

$$\lambda_i = Q_T \cdot K_{\Gamma},$$

где K_{Γ} – коэффициент готовности, определяемый по методике профессора Коха П. И. [8];

– обосновать количество, величину и порядок единичных показателей для экскаваторов разных типов в зависимости от функционального критерия λ_i ;

– определить обобщенный технический уровень экскаваторов.

Расчет величины функционального критерия с использованием коэффициентов готовности экскаваторов позволяет уточнить обобщенный коэффициент качества и обосновать прогнозную зависимость качества на перспективу.

Для случая изменения технического уровня экскаваторов (с тенденцией к возрастанию значений) рекомендуется в качестве уравнения кривой принять уравнение экспоненты [5]:

$$K'_{iz} = \exp[b_0 + b_1\tau_z + b_2\tau_z^2],$$

$$\tau_z = t_z - t_0,$$

где t_z – год, по состоянию на который прогнозируется уровень качества;

t_0 – год, с которого начат анализ технического уровня.

Коэффициенты b_0 , b_1 и b_2 определяются методом наименьших квадратов, для чего составляется следующая система нормальных уравнений:

$$\begin{cases} b_0M + b_1M\tau_z + b_2M\tau_z^2 = \sum_{z=1}^k L_z; \\ b_0M\tau_z + b_1M\tau_z^2 + b_2M\tau_z^3 = \sum_{z=1}^k L_z\tau_z; \\ b_0M\tau_z^2 + b_1M\tau_z^3 + b_2M\tau_z^4 = \sum_{z=1}^k L_z\tau_z^2, \end{cases}$$

где $M = \sum_{z=1}^k \ell_z$ – количество машин, по значениям технического уровня которых осуществляется прогнозирование;

ℓ_z – количество машин в t_z -м году, коэффициенты качества которых используются при прогнозировании:

$$\ell_z = \sum_{i=1}^{\ell_z} \ln K'_{iz}.$$

Здесь K'_{iz} – значение обобщенного показателя качества i -й машины в t_z -м году, подсчитанное по формуле (1).

Погрешность прогноза определяется по следующей формуле:

$$\sigma_{np} = \sqrt{\frac{1}{K} \sum_{z=1}^k (K_{iz} - K'_{iz})^2},$$

где K_{iz} – значение обобщенного показателя качества машины в t_z -м году.

Минимальное значение прогнозируемого обобщенного технического уровня проектируемых машин с учетом последующей модернизации:

$$K_{i\alpha_m} = K_{iz} - T_{\Sigma} \operatorname{tg} \alpha_m,$$

где α_m – угол наклона кривой роста качества машин данного функционального назначения выбирается по имеющемуся опыту.

Построение кривой прогноза (тренда) выполняем с применением программы MS Excel. Результаты построений представлены на рис. 1.

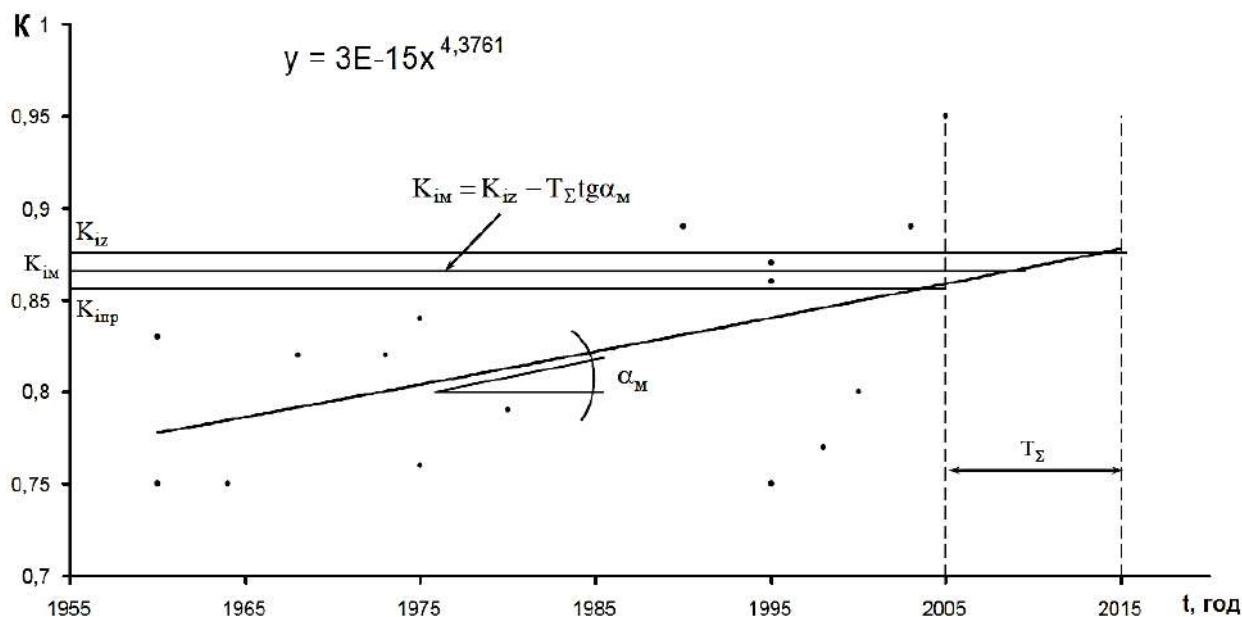


Рис. 1. Прогнозирование обобщенного технического уровня экскаваторов

Прогнозная кривая может быть использована при разработке новых и аттестации существующих экскаваторов и обоснованно определять срок перехода машины из одной категории качества в другую, более низкую, и заблаговременно принимать меры по модернизации или снятию экскаватора с производства.

В результате прогнозирования установлены следующие основные точки прогноза: минимальное значение прогнозируемого среднего обобщенного уровня качества экскаваторов с учетом последующей модернизации $K_{im} = 0,865$.

ВЫВОДЫ

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о том, что на прогнозный период (до 2020 года) будет происходить рост уровня качества экскаваторов (с $K_{iz} = 0,86$ до $K'_{iz} = 0,88$). Причем, минимальный уровень качества вновь проектируемых экскаваторов должен быть не ниже $K_{im} = 0,865$, что обеспечит их конкурентоспособность на мировом рынке.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Солод Г. И. Оценка качества горных машин / Г. И. Солод. – М. : МГУ, 1975. – 72 с.
2. Крапивенский З. Н. Оценка качества продукции / З. Н. Крапивенский, Ю. П. Кучеренко, Д. М. Шпекторов. – М. : Изд-во стандартов, 1968. – 187 с.
3. Шувалов В. Н. Качество и эффективность технологических машин / В. Н. Шувалов. – Л. : Издательство Ленинградского университета, 1977. – 164 с.
4. Шпекторов Д. М. О способности показателей отражать качество продукции. Измерение качества продукции / Д. М. Шпекторов. – М. : Изд-во стандартов, 1971. – 275 с.
5. Крупко В. Г. Прогнозирование технического уровня одноковшовых экскаваторов / В. Г. Крупко // Наукові праці ДонНТУ. – Донецьк, 2010. – Випуск 172. – С. 186–192. – (Серія «Гірничо-електромеханічна»).
6. Турчак Л. И. Основы численных методов : учебное пособие / Л. И. Турчак, П. В. Плотников. – 2-е изд. перераб. и доп. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2002. – 304 с.
7. Беляков Ю. И. Совершенствование технологи выемочно-погрузочных работ на карьерах / Ю. И. Беляков. – М. : Недра, 1977. – 225 с.
8. Кох П. И. Надежность механического оборудования карьеров / П. И. Кох. – М. : Недра, 1978. – 189 с.