

КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

Худолей О.Г., Гомаль И.И. (ДонГТУ, г.Донецк, Украина)

Improvement of known technique of a complex evaluation coal taking into account not only technical characteristics (ashes, sulfur, moisture etc.), but also economic – price of sale or own cost price. The technique was used for ranking mines of three coal associations on a rate of competitiveness with allowance for above mentioned parameters.

Конкурентоспособность угольных шахт зависит, прежде всего, от качества добываемого угля. От качества угля во многом зависят экономические показатели работы не только предприятий угольной промышленности, но и других отраслей народного хозяйства. Очевидная важность задачи объективной оценки качества угля, широкое использование маркетинговыми технологиями математических методов и положений теории принятия сложных решений (в частности метода многокритериальной оптимизации по норме вектора) создали реальные предпосылки для разработки метода интегральной оценки конкурентоспособности добываемых углей.

Задачу сравнительной интегральной оценки конкурентоспособности углей можно сформулировать следующим образом. Уголь любой шахты характеризуется комплексом показателей-критериев технологических свойств.

$$I_i = (I_1, I_2, \dots, I_i, I_m)$$

В качестве показателей целесообразно использовать наиболее важные технологические показатели, например, содержание серы ($S_{общ}$), зольность (A_c), содержание влаги (W_f), удельная теплота сгорания (Q_s^{daf}).

Оценивается n различных углей с аналогичным комплексом показателей-критериев эффективности (I_i) = (I_1, I_2, \dots, I_m). Формируется прямоугольная матрица A (табл.1) из показателей углей, размером $m \times n$ (m - число учитываемых показателей и n - число образцов оцениваемых углей).

Таблица 1. Матрица показателей технологических свойств углей

$A = (I_{ij}) =$	I_{11}	I_{12}	...	I_{1j}	...	I_{1n}
	I_{21}	I_{22}	...	I_{2j}	...	I_{2n}

	I_{i1}	I_{i2}	...	I_{ij}	...	I_{in}

	I_{m1}	I_{m2}	...	I_{mj}	...	I_{mn}
--	----------	----------	-----	----------	-----	----------

где I_{ij} - значение показателя I_i у j - того угля (например, если I_i - содержание серы, то I_{i1} - количество серы в первом образце оцениваемого угля). Величины, отмеченные серым цветом в матрице, являются максимальными в той или строке.

Каждый вектор столбец (I_j) соответствует одному и тому же набору показателей угля. Для принятия решения по совокупной оценке технологических свойств рассматриваемых углей требуется вычислить для каждого из них значение некоторого функционала $K_{unm j} = f (I_{ij})$ нескольких частных показателей.

Далее составляется условный эталон сравнения - уголь, имеющий наилучшие показатели. В матрице A эти значения отмечены серым цветом.

В связи с тем, что технологические показатели сравниваемых образцов достаточно разнородны и отличаются размерностью, предусматривается приведение показателей к безразмерной, относительной форме. Эта процедура осуществляется с помощью введения величины относительного отклонения, вычисляемого по формуле:

$$\delta_{ij} = \frac{|I_i^{\text{эм}} - I_{ij}^{\text{ф}}|}{I_i^{\text{max}} + I_i^{\text{min}}}$$

$$i = S_{\text{общ.}}, A_c, W_t^r, Q_s^{\text{daf}};$$

где $I_i^{\text{эм}}$ и $I_{ij}^{\text{ф}}$ - соответственно эталонные и фактические характеристики; I_i^{max} и I_i^{min} - максимальные и минимальные значения характеристик.

Над полученными безразмерными эквивалентами натуральных показателей можно производить любые математические операции. Это позволяет произвести последовательное суммирование всех отдельных разрозненных показателей и выразить в количественной форме величину интегрального показателя. После вычислений относительных отклонений математическая модель натуральных значений показателей заменяется матричной моделью относительных отклонений (табл.2).

Нормальный закон распределения величин относительных отклонений в матрице (δ_{ij}) позволяет принять в качестве суммирующей функции квадратичную среднеарифметическую функцию:

$$K_{интj} = f(\delta_{ij}) = \sqrt{\sum_{i=1}^m (\delta_{ij})^2} \longrightarrow \min$$

$$i = 1, 2, \dots, m;$$

$$j = 1, 2, \dots, n.$$

Таблица 2. Матричная модель относительных отклонений

$\delta_{ij} =$	δ_{11}	δ_{12}	...	δ_{1j}	δ_{1n}
	δ_{21}	δ_{22}	...	δ_{2j}	δ_{2n}

	δ_{i1}	δ_{i2}	...	δ_{ij}	δ_{in}

	δ_{m1}	δ_{m2}	...	δ_{mj}	δ_{mn}

Следовательно, интегральный показатель конкурентоспособности угля представляет собой суммарную величину среднеквадратичных относительных отклонений по всем важным дифференцированным технологическим показателям от их эталонных значений. Чем меньше это суммарное отклонение, тем в меньшей степени реальные показатели оцениваемого угля уступают условному эталону.

Объективность интегральной оценки связана с учетом неодинаковой вероятности отдельных технологических показателей угля. В представленном виде интегральный показатель не в полной мере отражает важность отдельных показателей. Учет неодинаковой степени важности показателей при вычислении интегрального показателя конкурентоспособности наиболее удобен в форме удельных коэффициентов важности. Удельные коэффициенты важности вычисляются из полученных экспертным путём функций полезности по формуле:

$$\varphi_{iy} = \frac{\varphi_i}{\varphi_{cp}}$$

где φ_i - функция полезности конкретного i -го показателя;

φ_{cp} - среднее значение функции полезности (важность показателя) по всем показателям (характеристикам качеств угля) ;

Для определения важности отдельных показателей качества угля целесообразно использовать метод ранга, как наиболее простой из экспертных методов. Значимость каждого свойства (показателя) оценивается по шкале относительной значимости в диапазоне "0-10", "0-20". Метод ранга, допускающий в заданном диапазоне оценок дробные и одинаковые значения ранга значимости свойств, к тому же является более гибким и универсальным. Важность отдельного свойства у каждого эксперта может быть вычислена по формуле:

$$\varphi_i = \frac{W_{ij}}{\sum_{i=1}^m W_i}$$

где W_{ij} – ранг значимости i -го свойства у j -го эксперта.

Важность каждого свойства у всех экспертов вычисляется по формуле:

$$\varphi_i = \frac{\sum_{i=1}^r \varphi_{ij}}{\sum_{j=1}^r \sum_{i=1}^m \varphi_{ij}}$$

где r – число экспертов.

$$\varphi_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^m \varphi_i}{m}$$

m – число дифференцированных показателей принятых для всесторонней оценки.

Среднее значение функции полезности при анализе углей по содержанию серы, зольности, содержанию влаги и теплоте сгорания составляет $\varphi_{cp} = 0,25$.

Возможные отклонения фактических характеристик от условно-эталонных получают взаимно отличный вес и важность. Определение

коэффициентов сравнительной важности φ_i (оценок полезности) производится один раз, и полученные значения могут затем использоваться для решения других задач.

Для практической реализации данного метода оценки сотрудниками кафедры "Управление производством" ДонГТУ были проведены экспертные опросы ведущих ученых и руководителей предприятий, связанных с проблемой качества углей. Важность каждого технологического свойства представлена в таблице 3.

Таблица 3. Функции полезности технологических свойств угля

Технологическое свойство	Функция полезности (важности) φ_i
$S_{общ.}$	0,3743
A_c	0,2882
W_t^r	0,15
Q_s^{daf}	0,1875

Интегральные показатели технологических параметров конкурентоспособности угля для различных шахт вычисляются по формуле:

$$K_{интj} = \sqrt{\sum_{i=1}^m (\delta_{ij} \frac{\varphi_i}{\varphi_{ср}})^2} = \frac{1}{\varphi_{ср}} \sqrt{\sum_{i=1}^m (\delta_{ij} \varphi_i)^2} \longrightarrow \min$$

Определение **комплексного интегрального показателя конкурентоспособности**, дающего численную характеристику конкурентоспособности угля, производится по формуле:

$$K = \frac{K_{инт}}{K_э}$$

где $K_{инт}$ – интегральный показатель конкурентоспособности по технологическим параметрам; $K_э$ – показатель конкурентоспособности по экономическим параметрам.

В качестве экономического показателя целесообразнее всего принимать себестоимость угля, либо отпускную оптовую цену.

Повышение конкурентоспособности углей шахт имеющих неудовлетворительную сравнительную оценку может быть обеспечено как за счёт снижения балластных примесей (зольности, массовой доли влаги, серы), от которых зависит отпускная цена на уголь, так и за счёт рассортировки и выпуска сортового угля вместо рядового.