

Aleksander MAKIEJEW, Olek CHUDOLEJ
Doniecki Państwowy Uniwersytet Techniczny
Józef PARCHAŃSKI
Politechnika Śląska, Gliwice

КОМПЛЕКСНАЯ ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ УГЛЯ МАРКИ "ОС" ДОБЫВАЕМОГО НА ШАХТАХ ДОНБАССА

COMPLEX INTEGRATED EVALUATION OF COMPETITIVENESS "OS-KIND" COAL EXTRACTED ON DONBAS COAL-MINES

Summary. Improvement of a known technique of a complex evaluation coal such as "OS-kind", 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.

KOMPLEKSOWA CAŁKOWA OCENA KONKURENCYJNOŚCI WĘGLA MARKI "OS" WYDOBYWANEGO W KOPALNIACH ZAGŁĘBIA DONIECKIEGO

Streszczenie. Udoskonalenie znanej metodyki kompleksowej, tzw. całkowitej oceny konkurencyjności węgla typu OS, uwzględnia czynniki nie tylko technologiczne (popioły, siarka, wilgoć itp.), ale i ekonomiczne, zwłaszcza cenę sprzedaży albo wartość własną. Metodyka była wykorzystana dla przegrupowania kopalń węgla kamiennego z trzech restrukturyzowanych zjednoczeń węglowych według rangi konkurencyjności, w której wykorzystano wyżej wymienione czynniki.

Необходимость аналитических исследований рынков угля

Специфика современной жизни требует от субъектов экономических взаимоотношений проведения глубокого анализа протекающих на рынке процессов, с целью обеспечения эффективного использования материальных, финансовых и трудовых ресурсов, а также качественного удовлетворения потребительских требований. Чтобы принимать оптимальные управленческие и технологические решения в условиях современного рынка, администрации любого предприятия необходимо располагать большими объёмами достоверной и научно проработанной коммерческой информацией. В первую очередь необходим наиболее полный анализ рынка выпускаемой продукции, без которого невозможно осуществить, на достаточном уровне, технико-экономическое обоснование планируемых технических, технологических и управленческих решений на предприятии. Решение обозначенных вопросов невозможно без применения комплекса маркетинга, одним из звеньев которого являются маркетинговые исследования потенциальных возможностей предприятия. Ключевым аспектом анализа возможностей собственного предприятия является анализ конкурентных возможностей, и в частности анализ конкурентоспособности производимой продукции. Под конкурентоспособностью следует понимать характеристику продукции, которая отражает её отличие от товаро-конкурента как по степени соответствия конкурентной общественной потребности, так и по затратам на её удовлетворение. Показатель, выражающий такое отличие, определяет конкурентоспособность анализируемой продукции в сравнении с товаро-конкурентом.

Технологические параметры оцениваемых углей и их влияние на конкурентоспособность угольных предприятий

Конкурентоспособность такого товара как уголь, напрямую связана с его качеством. От качества выпускаемой продукции во многом зависят экономические показатели работы не только предприятий угольной промышленности, но и других отраслей народного хозяйства. Так, уменьшение зольности кокса на 1% снижает его расход на выплавку чугуна на 2,5%, известняка на 2% и повышает производительность доменных печей на 2,5%. Снижение зольности углей также способствует улучшению

их петрографического состава и коксумости, что в свою очередь повышает физико-механические свойства кокса. Увеличение влаги в коксующихся углях на 1% повышает расход тепла на коксование, снижает производительность коксовых печей на 3-4%, ускоряет износ кладки печей. При повышенной влажности ухудшается транспортабельность углей, а в зимних условиях они смерзаются. Влага отрицательно влияет также на технологию переработки углей. Большие трудности возникают при сухом грохочении влажных углей.

Наиболее вредной примесью в углях является сера. При сжигании углей значительная часть сернистых соединений превращается в диоксид серы (сернистый газ), который вредно действует на здоровье человека, отравляет атмосферу, вызывает коррозию металлов. Сера снижает народнохозяйственную ценность технологического топлива, ухудшает качество конечных продуктов его переработки. Уменьшение серы в коксе на 0,1% сокращает расход кокса на выплавку чугуна и повышает производительность доменных печей на 1-1,5%.

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.

Объективная оценка технологических и экономических показателей угля, в сложных современных условиях переходного периода, представляет для потенциальных потребителей достаточно трудную задачу, так как она связана с процессом оптимизации экономико-управленческих решений. Необходимо выявлять конкретные пропорции между технологическими и экономическими обобщающими параметрами предлагаемого угля в соотношении с наилучшими, но не всегда экономически возможными образцами.

Без сопоставления с продукцией наивысшего качества невозможно судить о целесообразности принятия решений о реализации либо закупках.

Технологические и экономические показатели сравниваемых углей (естественно, угли одной марки и одного сорта) отличаются противоречивостью. В нередких случаях один уголь по некоторым показателям превосходит эталонный (базовый) образец, а по другим, наоборот, преимущество имеет эталонный образец. В этих случаях оценка должна свести эти противоположные группы показателей сравнительных оценок к единому обоснованному заключению.

Методика комплексной интегральной оценки конкурентоспособности добываемых в Донбассе углей марки ОС

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 из показателей углей, размером $m \times n$ (m - число учитываемых показателей и n - число образцов оцениваемых углей).

Таблица 1

Матрица показателей с выделением эталонного варианта

$A = (I_{ij}) =$	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 $K_{интj} = f(I_j)$ нескольких частных показателей.

Исходными данными для проведения оценки конкурентоспособности по технологическим параметрам служат фактические данные по предлагаемым к экспертизе углям.

Далее составляется условный эталон сравнения - уголь, имеющий наилучшие показатели. При обосновании эталона применяется следующая процедура. В каждой строке матрицы A находятся оптимальные (эталонные) значения, соответствующие min или max показателя. В матрице A эти значения отмечены серым цветом. Показатели, которые улучшаются с уменьшением величины (содержание серы и влаги, зольность и т.д.), в эталоне представляются минимальными значениями из всех сравниваемых углей, а показатели, имеющие оптимум - максимум (теплотворная способность), наоборот - представляется в "эталоне" максимальными значениями.

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:

$$\delta_{ij} = \frac{|I_i^{эм} - I_{ij}^{\phi}|}{I_i^{\max} + I_i^{\min}} \quad (1)$$

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

где $I_i^{эм}$ и I_{ij}^{ϕ} - 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 по относительных отклонений математическая модель натуральных значений показателей заменяется матричной моделью относительных отклонений.

Таблица 2

Матрица относительных отклонений

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

	δ_{i1}	δ_{i2}	...	δ_{ij}	δ_{in}

	δ_{m1}	δ_{m2}	...	δ_{mj}	δ_{mn}

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

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

$$i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n.$$

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:

$$\varphi_{iy} = \frac{\varphi_i}{\varphi_{cp}} \quad (3)$$

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 применялся 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:

$$\varphi_i = \frac{W_{ij}}{\sum_{i=1}^m W_i} \quad (4)$$

где:

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

Важность каждого свойства у всех экспертов вычисляется по формуле:

$$\varphi_i = \frac{\sum_{i=1}^r \varphi_{ij}}{r \sum_{j=1}^m \varphi_{ij}} \quad (5)$$

где

r – число экспертов.

$$\varphi_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^m \varphi_i}{m} \quad (6)$$

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.

Таблица 3

Значения функций полезности

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

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

$$K_{интj} = \sqrt{\sum_{i=1}^m (\delta_{ij} \frac{\varphi_i}{\varphi_{cp}})^2} = \frac{1}{\varphi_{cp}} \sqrt{\sum_{i=1}^m (\delta_{ij} \varphi_i)^2} \longrightarrow \min \quad (7)$$

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

$$K = \frac{K_{инт}}{K_э} \quad (8)$$

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.

Комплексная оценка углей марки ОС добываемых на шахтах Донбасса

В рамках сотрудничества между кафедрой “Управление производством” ДонГТУ и угольными шахтами Донбасса, были проведены маркетинговые исследования конкурентоспособности угля шахты им. Калинина ГХК “Донуголь”. Шахта добывает коксующийся уголь марки “ОС” - “отощенный спекающийся”.

Угли марки "ОС" характеризуются следующими показателями:

- Выход летучих веществ на беззольную массу (V^{daf}), % 14 - 22;
- Толщина пластического слоя (y), мм 6 -13;
- Удельная теплота сгорания (Q_s^{daf}), Дж/кг 35321 - 36784;
- Спекаемость (индекс Рога - RI), 13 и более;
- Содержание углерода (C^0), % 89 - 94;
- Содержание водорода (H^0), % 3,8 - 4,9;
- Содержание азота (N^0), % 1,1 - 1,7;
- Содержание кислорода (O^0), % 2 -5;

Основное технологическое направление использования данной марки угля - производство кокса. В энергетическом направлении эти угли используются как для пылевидного сжигания в стационарных котельных установках, так и для слоевого сжигания в таких же установках.

Поставщиками угля марки "ОС" на рынок Донбасса являются ещё семь шахт производственных объединений "Макеевуголь", "Артёмуголь" и "Орджоникидзеуголь". Сведения по углям этих шахт сведены в таблицу.

Таблица 4

Сведения по углям марки ОС для шахт Донбасса

Шахта	Содержание серы, $S_{овц}$, %	Зольность, A_c , %	Содержание влаги, W_i , %	Удельная теплота сгорания, Q_s^{daf} , ккал/кг.
ш. им. Калинина ГХК «Донуголь»	2,9	13	1,6	8600
ш. №1 им. Кирова ПО «Макеевуголь»	3,1	15	1,8	7100
ш. Ясиновская-Глубокая ПО «Макеевуголь»	3,0	16	1,6	8300
ш. Советская ПО «Макеевуголь»	2,8	17	2,4	9600
ш. им. Калинина ПО «Артёмуголь»	3,0	19	2,3	6500
ш. Александрия-Запад ПО «Артёмуголь»	2,8	24	3,6	7100
ш. им. Румянцева ПО «Артёмуголь»	3,1	29	1,2	7100
ш. Красный Профинтерн ПО «Орджоникидзеуголь»	3,1	34	1,9	8200

В качестве экономического параметра принималась отпускная цена угля (гр/т) по каждой шахте.

Результаты расчетов интегральных показателей по качественным параметрам и сведения о экономических показателях сведены в таблицу.

Таблица 5

Интегральные показатели по шахтам

<i>Шахта</i>	$K_{инт}$	K_1	K_2
ш. им. Калинина	0,065	102	0,00063
ш. №1 им. Кирова	0,154	108	0,0014
ш. Ясиновская-Глубокая	0,129	115	0,0011
ш. Советская	0,171	100	0,0017
ш. им. Калинина ПО "Артёмуголь"	0,230	98	0,0020
ш. Александр-Запад	0,410	96	0,0042
ш. им. Румянцева	0,411	84	0,0048
ш. Красный Профитери	0,549	160	0,0034

Как видно из расчётных данных уголь, добываемый на шахте Калинина ГХК "Донуголь" имеет наилучший комплексный интегральный показатель конкурентоспособности.

Recenzent: prof. dr hab. inż., dr h. c. Bernard Drzęźła

Резюме

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. Маркетинговые исследования крайне необходимы на всех этапах функционирования предприятия для решения задач его повседневной деятельности, и принятия перспективных программ развития на будущее. Мировой опыт свидетельствует - ведущие фирмы на изучение рынков и анализ собственных возможностей выделяют до 15% прибыли, отлично понимая, как важны эти сведения для стратегического планирования производства.

Abstract

Technological and economic parameters compared coal (naturally, coal of the same mark and same kind) differs by an inconsistency. In frequently cases one coal with some parameters exceeds a base sample, and other has advantage for standard sample. In these cases the evaluation should reduce these opposite groups of parameters of comparative valuations to the uniform reasonable criterion.

It is necessary to use the most important technological parameters, for example, contents of sulfur ($S_{\text{общ}}$), ash (A_c), moisture content (W), specific heat of combustion (Q) etc.

For realization of an evaluation the comparison standard - conditional coal have the best parameters is made.

Because the compared technological are heterogeneous enough and differ by dimensionality, is provided the reduction of parameters to the dimensionless, relative form.

The normal law of distribution magnitudes of relative deviations in a matrix (δ_{ij}) allows to accept as summing function square-law arithmetic mean function

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

$$i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n.$$

The integrated rate of coal competitiveness represents total magnitude of root-mean-square relative deviations the most important technological parameters from their standard significances. The account of an unequal level of parameters importance for calculation of an integrated competitiveness rate is most convenient in the form of specific importance factors. The specific factors of importance are calculated from utility functions, obtained by an expert way, under the formula:

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

φ_i - utility function of i -th parameter; φ_{cp} - average value of a utility function.

On data of conducted expert inquiries of the leading scientists and of enterprises chiefs connected with a problem of coal quality the importance of each running characteristic is chosen.

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

The determination of a complex integrated competitiveness rate giving numerical performance of coal competitiveness is made under the formula:

$$K = \frac{K_{sum}}{K_e}$$

K_{sum} - integrated competitiveness rate on technological parameters;

K_e - competitiveness rate on economic parameters.