

ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА УГЛЕЙ ДЛЯ РАЗНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

С.А. Эпштейн¹, В.К. Шинкин¹

¹ НИТУ «МИСиС», Москва, Россия, e-mail: apshtein@yandex.ru

Аннотация: Приведен анализ международной и отечественной практики оценки качества угольной продукции. Показано, что на международном рынке угольную продукцию оценивают по показателям качества соответствующих «бенчмарк». Для отнесения товарной угольной продукции к соответствующей «бенчмарке» используют количественные значения показателей качества. Для углей, предназначенных для целей коксования такими показателями являются расчетный показатель горячей прочности кокса после реакции с CO₂ (CSR), выход летучих веществ, зольность, массовая доля общей серы, индекс свободного вспучивания, массовая доля общей влаги, произвольный показатель отражения витринита, максимальная текучесть по Гизелеру и размер кусков. Для расчета показателя CSR необходимо учитывать индекс основности золы, определяемый по данным ее химического состава. Отмечено, что для внутреннего и внешнего оборота угольной продукции в КНР введены единые требования к качеству угля по дополнительным показателям безопасности, таким как содержание в углях фтора, ртути, мышьяка, хлора и фосфора. По результатам анализа отечественных стандартов, регламентирующих показатели качества углей для разных направлений использования, применяемые показатели (марка по ГОСТ 25543-2013, зольность, массовая доля общей влаги и крупность кусков) не позволяют выявить истинную ценность угольной продукции, что приводит к неоднозначным оценкам углей как объектов налогообложения на добычу полезных ископаемых, при классификации продукции по ОКПД2 и ТНВЭД, таможенном декларировании, тарификации перевозок, государственной статистике и наблюдении, в том числе в части прогноза экспортного потенциала отечественной угольной продукции.

Ключевые слова: показатели качества, уголь, направления использования, марка, бенчмарки, горячая прочность кокса после реакции с CO₂, CSR, основность золы, стандарты, угли для коксования.

Для цитирования: Эпштейн С. А., Шинкин В. К. Показатели качества углей для разных направлений использования // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2022. – № 4. – С. 5–16. DOI: 10.25018/0236_1493_2022_4_0_5.

Quality indices of coals for different directions of use

S.A. Epshtein¹, V.K. Shinkin¹

¹ National University of Science and Technology «MISIS», Russia, e-mail: apshtein@yandex.ru

Abstract: The article provides an analysis of international and domestic practice of assessing the quality of coal products. It is shown that in the international market the quality of coal products is evaluated by the quality indices of the corresponding 'benchmarks'. Quantitative values of quality indices are used to refer marketable coal products to the corresponding 'benchmark'.

For coals intended for coking purposes, these indicators are: the calculated coke strength after reaction with CO₂ (CSR), volatile matter yield, ash contents, mass fraction of total sulfur, free swelling index, mass fraction of total moisture, arbitrary vitrinite reflectance index, maximum fluidity according to Gieseler and the size of the pieces. To calculate the CSR index, it is necessary to consider the basicity index of the ash, determined from the data on its chemical composition. It is noted that for the internal and external circulation of coal products in the PRC, uniform requirements for the quality of coal have been introduced for additional safety indicators, such as the content of fluorine, mercury, arsenic, chlorine and phosphorus in coals. An analysis of domestic standards regulating the quality indicators of coals for different areas of use showed that the common indicators (grade according to GOST 25543-2013, ash content, mass fraction of total moisture and size of pieces) do not allow revealing the true value of coal products, which leads to ambiguous assessments of coals as objects of taxation for the extraction of minerals, classification of products according to OKPD2 and TNVED, its customs declaration, tariffication of transportation, state statistics and monitoring, including, in terms of forecasting, the export potential of domestic coal products.

Key words: quality indicators, coal, direction of use, brand, benchmarks, the coke strength after reaction, CSR, ash basicity index, standards, coking coals.

For citation: Epshtein S. A., Shinkin V. K. Quality indices of coals for different directions of use. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2022;(4):5-16. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236_1493_2022_4_0_5.

Введение

Россия является одним из мировых лидеров по производству и экспорту угля и занимает третье место по экспорту угля после Индонезии и Австралии (на международном рынке на долю России приходится около 15%) [1–3]. Обеспечение качества угольной продукции как на российском рынке, так и для экспорта является в последнее время одним из приоритетных направлений развития отрасли в свете Программы развития угольной промышленности России на период до 2035 г.

Качество добываемых углей и угольной продукции оценивают, как правило, по комплексу показателей, отражающих основные технологические свойства углей в части их использования для энергетических целей, получения кокса для черной и цветной и металлургии, для конверсионной переработки в жидкие и газообразные продукты, производства широкого спектра углеродистых мате-

риалов и др. [4]. С другой стороны, качество углей является основой ценообразования на российском и внешнем рынке (в том числе при биржевой торговле) [5], учитывается при налогообложении на добычу полезных ископаемых [6], при классификации товарной продукции по общероссийским и международным классификаторам, при определении тарифов на перевозку продукции, при ведении государственных информационно-статистических систем и при решении других, в том числе и экологических, задач.

Качество угольной продукции в соответствии с Федеральным законом от 20.06.1996 г. № 81-ФЗ «О государственном регулировании в области добычи и использования угля, об особенностях социальной защиты работников организаций угольной промышленности» (с изменениями на 28.06.2021 г.) должно обеспечиваться разработкой нормативных документов разного уровня (нацио-

нальные стандарты, стандарты организаций и т.п.).

В настоящей статье будет проведен анализ отечественных нормативных документов в области качества угольной продукции и соответствующей зарубежной практики.

Показатели качества углей в международной практике

В условиях роста конкуренции на внутреннем и внешних рынках угля основным вектором, определяющим развитие угольной промышленности, является повышение качества угольной продукции, в том числе как добываемого угля, так и продуктов его обогащения и переработки.

На международном рынке предъявляемое качество угольной продукции ранжируется в так называемых «бенчмарках». Такие «бенчмарки» представлены на каждом сегменте мирового угольного рынка с соответствующими показателями качества. Так, например, на основании данных Metal Bulletin [7] приведено сопоставление качественных показателей «премиальных углей для коксования» (PHCC) и «углей для коксования» (HCC) (табл. 1).

Приведенные данные отражают разницу показателей углей PHCC и HCC. Так, например, для PHCC характерны: более высокий показатель CSR и узкий диапазон его варьирования (67–71%), более низкий показатель выхода летучих веществ на сухое состояние (V^d , %), меньший предел по содержанию серы на сухое состояние (S_t^d , %), более высокий индекс вспучивания (SI), более высокий базовый максимальный произвольный показатель отражения витринита ($R_{o,r}$).

Помимо PHCC и HCC в металлургических процессах для получения кокса используется «полумягкий коксующийся уголь» (Semi-soft coking coal или

SSCC) и «пылевидный уголь» (Pulverized coal injection или PCI) для вдувания в доменную печь. Качественные показатели этих углей, приведены в табл. 2 на основании данных [8]. Приведенные данные показывают, что для углей SSCC и PCI не регламентируют такие показатели качества товарного угля, как расчетный показатель горячей прочности кокса после реакции с CO_2 (CSR), произвольный максимальный показатель отражения витринита ($R_{o,r}$), а для углей PCI также отсутствует показатель индекса свободного вспучивания (SI). При этом для углей PCI важным является показатель низшей теплоты сгорания в рабочем состоянии (Q_i').

Отдельно стоит обратить внимание на показатель CSR, регламентированный для разных «бенчмарков». Следует отметить, что он является расчетным, а формулы расчета на разных биржевых площадках различаются. Наиболее часто используемыми являются приведенные ниже расчетные формулы [9].

$$CSR = 84,376 - 18,909 \cdot A \cdot BI,$$

$$BI = \frac{CaO + MgO + Na_2O + K_2O + Fe_2O_3}{SiO_2 + Al_2O_3},$$

где BI — индекс основности; A — зольность.

$$CSR = 83,217 - 167,801 \cdot BI + BI^2,$$

$$BI = \frac{CaO + MgO + Na_2O + K_2O + Fe_2O_3}{SiO_2 + Al_2O_3}.$$

Показатель CSR торговой площадки GlobalCoal рассчитывают в соответствии с формулой [10]:

$$CSR = 425,4 \cdot MMR - 150,2 \cdot (MMR)^2 + 4,87 \cdot \log(MF) - 12,35 \cdot MBI + 2,58 \cdot MBI \cdot \log(MF) - 237,6,$$

где $\log(MF)$ — логарифм максимальной текучести (по Гизелеру).

Если $\log(MF) > 3,50$, используют фиксированное значение $\log(MF) = 3,50$.

Таблица 1

Показатели качества углей для целей коксования [7]
Coals quality indices for the aims of coking [7]

	CSR, %		V ^d , %		A ^d , %		S _t ^d , %		SI		W _t , %		R _{о,макс} , %		MF, ddpmm		PS, мм
	базо- вый	мини- мум	базо- вый	диапа- зон	базо- вый	макси- мум	базо- вый	макси- мум	базо- вый	мини- мум	базо- вый	мини- мум	базо- вый	макси- мум	базо- вый	мини- мум	базо- вый
Premium Hard Coking Coal CFR China (PHCC)	71	67	21	18–25	10	1,1	0,5	1,1	8	7	10	10	1,35	1,1–1,6	500	40	50
Premium Hard Coking Coal FOB Australia (PHCC)	71	67	21	18–25	10	1,1	0,5	1,1	8	7	10	10	1,35	1,1–1,6	500	40	50
Hard Coking Coal CFR China (HCC)	64	57	25	16,5–27	10	1,5	0,6	1,5	7	6	10	10	1,20	1,0–1,5	500	40	50
Hard Coking Coal FOB Australia (HCC)	64	57	25	16,5–27	10	1,5	0,6	1,5	7	6	10	10	1,20	1,0–1,5	500	40	50

* CSR — расчетный показатель горячей прочности кокса после реакции с CO₂, V^d — выход летучих веществ на сухое состояние, A^d — зольность на сухое состояние, S_t^d — массовая доля общей серы на сухое беззольное состояние, SI — индекс свободного вступления, W_t — массовая доля общей влаги, R_{о,макс} — произвольный максимальный показатель отражения витринита, MF — максимальная текучесть (по Гизелеру), PS — размер кусков

Таблица 2

Показатели качества углей, используемых в металлургии [8]
Coals quality indices for the aims of metallurgy [8]

	CSR, %		V ^d , %		A ^d , %		S _t ^d , %		SI		R _{о,макс} , %	
	базо- вый	диапа- зон	базо- вый	диапа- зон	базо- вый	диапа- зон	базо- вый	диапа- зон	базо- вый	диапа- зон	базо- вый	диапа- зон
Premium Hard Coking Coal (PHCC)	71	≥ 67	21	18–25	9,5	11	0,5	≤ 1,1	8	≥ 7	1,35	1,10–1,60
Hard Coking Coal (HCC)	64	≥ 57	25	15–27	9,5	≤ 11	0,6	≤ 1,5	7	≥ 6	1,20	1,00–1,50
Semi-soft coking coal (SSCC)	-	-	34	-	9,5	-	0,58	-	5,5	-	-	-
Pulverized Coal Injection (PCI)	-	-	-	13–15	-	8,5–12	0,55	-	-	-	-	-

* CSR — расчетный показатель горячей прочности кокса после реакции с CO₂, V^d — выход летучих веществ на сухое состояние, A^d — зольность на сухое состояние, S_t^d — массовая доля общей серы на сухое беззольное состояние, SI — индекс свободного вступления, R_{о,макс} — произвольный показатель отражения витринита.

MMR — произвольный максимальный показатель отражения витринита угля. *MBI* — модифицированный индекс основности.

Расчет *MBI* проводят по следующей формуле:

$$MBI = \left(\frac{Fe_2O_3 + K_2O + Na_2O + CaO + MgO}{SiO_2 + Al_2O_3} \right) \cdot \frac{Ash(db)}{100 - VM(db)} \cdot 100,$$

где *Ash(db)* — зольность на сухое состояние; *VM(db)* — выход летучих веществ на сухое состояние.

Различные математические модели для расчета показателей *CSR* и *CSI* приведены в работе [11].

Особенности оценки качества угольной продукции в Китайской Народной Республике (КНР) связаны с применением дополнительных показателей безопасности, нормы которых приведены ниже. Для внутреннего и внешнего оборота угольной продукции в КНР введены единые требования к качеству угля по этим показателям безопасности.

Уголь должен отвечать следующим основным требованиям:

- содержание золы (A^d): $\leq 30\%$ для бурого угля и $\leq 40\%$ для каменного;
- содержание серы (S_t^d): $\leq 1,5\%$ для бурого и $\leq 3\%$ для каменного угля.

По дополнительным показателям:

- содержание ртути: $\leq 0,6$ мкг/г ($0,6 \cdot 10^{-4} \%$);
- содержание мышьяка: ≤ 80 мкг/г ($0,008\%$);
- содержание фосфора: $\leq 0,15\%$;
- содержание хлора: $\leq 0,3\%$;
- содержание фтора: ≤ 200 мкг/г ($0,02\%$).

На основе этих дополнительных показателей в КНР разработаны соответствующие стандарты, устанавливающие ранжирование углей на 4 группы в зависимости от диапазона значений кон-

центраций каждого из указанных элементов.

Нормативные документы, регламентирующие качество углей для разных направлений использования в РФ

В соответствии с п. 1 статьи 9 Федерального закона от 20.06.1996 г. № 81-ФЗ «О государственном регулировании в области добычи и использования угля, об особенностях социальной защиты работников организаций угольной промышленности» (с изменениями на 28.06.2021 г.) для обеспечения качества угля и повышения уровня безопасности жизни и здоровья граждан, а также экологической безопасности при использовании угля должны разрабатываться национальные стандарты и стандарты организаций на уголь и продукты его переработки.

При этом стоит отметить, что подтверждение соответствия качества угольной продукции осуществляется на добровольной основе в виде сертификации или декларирования, в соответствии с законодательством Российской Федерации о техническом регулировании (пункт в редакции, введенной в действие с 21.10.2011 г. Федеральным законом от 19.07.2011 г. № 248-ФЗ).

Для целей подтверждения соответствия угольной продукции в настоящее время в Российской Федерации действуют национальные и межгосударственные стандарты:

ГОСТ 32464-2013 «Угли бурые, каменные и антрацит. Общие технические требования»;

ГОСТ 32345-2013 «Угли Якутии для энерготехнологических целей. Технические условия»;

ГОСТ 32347-2013 «Угли каменные и антрациты Кузнецкого и Горловского бассейнов для энергетических целей. Технические условия»;

ГОСТ 32349-2013 «Угли каменные и антрациты Кузнецкого и Горловского бассейнов для технологических целей. Технические условия»;

ГОСТ 32991-2014 «Угли Печорского бассейна для энерготехнологических целей. Технические условия»;

ГОСТ 32346-2013 «Угли о. Сахалин для энерготехнологических целей. Технические условия»;

ГОСТ 32348-2013 «Угли каменные и антрациты Кузнецкого и Горловского бассейнов для цементных и известковых печей и производства кирпича. Технические условия»;

ГОСТ 32351-2013 «Угли Челябинского бассейна для пылевидного, слоевого сжигания и бытовых нужд населения. Технические условия»;

ГОСТ 32352-2013 «Угли Восточной Сибири для энергетических целей. Технические условия»;

ГОСТ 32353-2013 «Угли Восточной Сибири для энерготехнологических целей. Технические условия»;

ГОСТ 32354-2013 «Угли Дальнего Востока для энергетических целей. Технические условия»;

ГОСТ 32355-2013 «Угли Дальнего Востока для цементных и известковых печей и производства кирпича. Технические условия»;

ГОСТ Р 51587-2000 «Угли каменные и антрациты Кузнецкого и Горловского бассейнов для цементных и известковых печей и производства кирпича. Технические условия»;

ГОСТ Р 57021-2016 «Угли Канско-Ачинского бассейна для энергетических целей».

ГОСТ 32464-2013 «Угли бурые, каменные и антрацит. Общие технические требования» устанавливает показатели качества, характеризующие безопасность угольной продукции и подлежащие обязательному включению в документацию, по которой изготавливается продукция.

Важным элементом этого стандарта является нормирование зольности углей. Для рядовых углей, независимо от их вида, предельное значение зольности составляет 45%. То есть угольная продукция, имеющая зольность более 45%, не может находиться в обращении на рынке не только РФ, но и стран, на территории которых действует ГОСТ 32464-2013 (Белоруссия, Киргизия, Молдова и Узбекистан). Также этот стандарт устанавливает предельное содержание в угольной продукции общей серы, мышьяка и хлора.

В остальных стандартах, приведенных выше, в качестве показателей качества углей для разных видов использования приведены следующие характеристики: марка (по ГОСТ 25543-2013), класс крупности (по ГОСТ 2093-82), зольность на сухое состояние и массовая доля общей влаги. Общим недостатком этих стандартов является отсутствие показателей, определяющих качество углей для разных направлений использования.

Например, для энергетического использования углей их качество оценивают (кроме зольности и массовой доли общей влаги) по следующим показателям: низшая теплота сгорания в рабочем состоянии (Q_t^r) и высшая теплота сгорания на сухое беззольное состояние (Q_s^{daf}), выход летучих веществ на сухое беззольное состояние (V^{daf}), массовая доля общей серы на сухое состояние (S_t^d), химический состав золы, характеристики ее плавкости и др. Для угольной продукции, предназначенной для целей коксования, качество определяют (помимо зольности и массовой доли общей влаги) по следующим показателям: толщина пластического слоя (Y), выход летучих веществ на сухое беззольное состояние (V^{daf}), массовая доля общей серы (S_t^d) и фосфора (P^d) на сухое состояние, основность золы, произвольный пока-

затель отражения витринита, характеристика рефлектограммы, содержание фюзенизированных компонентов и т.п.

Отсутствие конкретных показателей качества в этих стандартах приводит к неоднозначному отнесению угольной продукции по видам использования. Основным показателем, характеризующим

качество угольной продукции, в указанных стандартах является марка, определяемая по ГОСТ 25543 для пластиковых проб углей и достаточно условно отражающая качество товарной продукции [12].

Рассмотрим несколько примеров характеристики углей разных марок в ча-

Таблица 3

Характеристика углей марки Ж по направлениям использования
Characteristics of coal grade Zh by directions of use

Бассейн/Месторождение	Размер кусков, мм	A ^d , %, не более	W _t ^r , %, не более
Необогащенные угли марки Ж для слоевого сжигания			
Якутия, Эльгинское месторождение	0 – 300	29,0	9,0
Якутия, Зырянское месторождение	0 – 300	21,0	8,0 – 9,0
о. Сахалин	0 – 300	35,0	10,0
Необогащенные угли марки Ж для пылевидного сжигания			
Якутия, Эльгинское месторождение	0 – 300	29,0	9,0
Якутия, Зырянское месторождение	0 – 300	21,0	8,0 – 9,0
о. Сахалин	0 – 300	35,0	10,0
Обогащенные угли марки Ж для коксования			
Кузнецкий и Горловский бассейны	0 – 50	10,5	8,5 – 9,5
	0 – 100	10,5	8,5 – 9,5
	0 – 150	10,5	8,5 – 9,5
	13 – 100	10,5	8,5 – 9,5
Печорский бассейн	0 – 100	9,5	7,6 – 8,5
	4 – 100	9,5	8,0 – 8,5
	13 – 100	10,0	6,1 – 7
Необогащенные угли марки Ж для коксования			
Кузнецкий и Горловский бассейны	0 – 6	12,0	9,0
	0 – 13 (25)	12,0	9,0
	0 – 200 (300)	12,0	9,0
	13 – 200	12,0	9,0
	50 – 200	12,0	9,0
Якутия, Чульмаканское месторождение	0 – 300	30,0	8,0 – 10,0
Якутия, Эльгинское месторождение	0 – 300	29,0	9,0
Угли марки Ж для обогащения на обогатительных фабриках			
Кузнецкий и Горловский бассейны	0 – 200 (300)	30,0	9,0
	0 – 50	30,0	9,0

Таблица 4

Характеристика углей марки КС по направлениям использования
Characteristics of coal grade KS by directions of use

Бассейн/Месторождение	Размер кусков, мм	A ^d , %, не более	W _г , %, не более
Необогащенные угли марки КС для слоевого сжигания			
Якутия, Кабактинское месторождение	0 – 300	31,0	7,0 – 9,0
Якутия, Денисовское месторождение	0 – 300	31,0	9,0
Апсатское месторождение	0 – 300	29,0	7,0 – 9,0
Кузнецкий и Горловский бассейны	0 – 13	25,0	12/20
	0 – 100	25,0	12/20
	0 – 200 (300)	25,0	12/20
	0 – 100	25,0	12/20
	0 – 13	40,0	13/23
	0 – 25	40,0	13/23
	0 – 50	40,0	13/23
0 – 200 (300)	40,0	13/23	
Обогащенные угли марки КС для слоевого сжигания			
Кузнецкий и Горловский бассейны	13 – 200	18,0	12,0
Необогащенные угли марки КС для бытовых нужд			
Якутия, Кабактинское месторождение	0 – 300	31,0	7,0 – 9,0
Апсатское месторождение	0 – 300	29,0	7,0 – 9,0
Кузнецкий и Горловский бассейны	0 – 200 (300)	22,0	12,0
Обогащенные угли марки КС для бытовых нужд			
Кузнецкий и Горловский бассейны	13 – 200 (300)	16,0	12,0
Необогащенные угли марки КС для пылевидного сжигания			
Якутия, Кабактинское месте	0 – 300	31,0	7,0 – 9,0
Якутия, Денисовское месторождение	0 – 300	31,0	9,0
Апсатское месторождение	0 – 300	29,0	7,0 – 9,0
Кузнецкий и Горловский бассейны	0 – 13	25,0	10,0
	0 – 200 (300)	25,0	10,0
Необогащенные угли марки КС для коксования			
Кузнецкий и Горловский бассейны	0 – 6	12,0	9,0
	0 – 13 (25)	12,0	9,0
	0 – 200 (300)	12,0	9,0
	13 – 200	12,0	9,0
	50 – 200	12,0	9,0
Якутия, Денисовское месторождение	0 – 300	31,0	9,0
Обогащенные угли марки КС для коксования			
Кузнецкий и Горловский бассейны	0 – 50	10,5	8,5 – 9,5
	0 – 100	10,5	8,5 – 9,5
	0 – 150	10,5	8,5 – 9,5
	13 – 100	10,5	8,5 – 9,5
	50 – 200	10,5	9,0
	13 – 200	10,5	9,0
	13 – 50	10,5	9,0
	0 – 25	10,5	9,0

сти их использования для целей коксования и энергетики (табл. 3, 4). Приведенные в этих таблицах данные были взяты из соответствующих стандартов, указанных выше.

Так, небогащенные угли Эльгинского месторождения марки Ж, имеющие зольность 29%, с крупностью 0–300 мм, в соответствии с ГОСТ 32345-2013 могут быть использованы как для слоевого коксования, так и для слоевого и пылевидного сжигания. Также для коксования в соответствии с ГОСТ 32345-2013 можно использовать угли марки Ж Чульмаканского месторождения с зольностью 30%. При этом абсолютно непонятно, каким образом угли с такой зольностью могут быть напрямую использованы для коксования. Еще большее недоумение вызывают характеристики углей марки Ж, предназначенных для обогащения, для которых введено ограничение по зольности 30%. А если зольность будет, например, 32%, его нельзя обогащать? Хорошо известно, что основным критерием в этом случае служит обогатимость угля. Возникает вопрос — небогащенные угли марки Ж, предназначенные для слоевого сжигания, не могут быть обогащены до показателя зольности 10% и затем использованы в коксовании?

Аналогичные вопросы возникают и при анализе табл. 4. Из приведенной таблицы видно, что для небогащенных углей марки КС, предназначенных для слоевого сжигания, показатель зольности находится в диапазоне 25–40%. В то же время аналогичный показатель зольности для небогащенных углей марки КС, предназначенных для коксования, находится в диапазоне 12–31%.

Указанные несоответствия присутствуют для всех марок углей при сопоставлении декларируемых стандартами показателей качества и направлений использования углей. Следуя логике этих стандартов, угли одной и той же марки

в рамках одного или разных бассейнов, месторождений и т.п. должны быть идентичны по своему качеству для целей, например, коксования, так как имеют близкие показатели зольности, влаги и размер кусков. То есть по своим свойствам они должны быть полностью взаимозаменяемы, что изначально неверно [12, 13]. В этом случае принадлежность к одной марке этих углей уравнивает их качество для целей коксования, разных видов сжигания и обогащения.

В соответствии с ГОСТ 25543, на основании которого устанавливаются марки угля в пласте, диапазон изменений классификационных показателей выглядит следующим образом.

Для угля марки Ж:

$R_{o,r}$ — произвольный показатель отражения витринита от 0,8 до 1,19%;

U — толщина пластического слоя от 14 до 26 мм и выше;

ΣOK — содержание фюзенизированных компонентов — от менее 10 до более 69%;

V^{daf} — выход летучих веществ на сухое беззольное состояние от 28 до 32% и выше.

Для угля марки КС:

$R_{o,r}$ — произвольный показатель отражения витринита от 1,1 до 1,69%;

u — толщина пластического слоя от 6 до 9 мм;

ΣOK — содержание фюзенизированных компонентов — от менее 10 до более 69%;

V^{daf} — выход летучих веществ на сухое беззольное состояние от 28% и ниже либо от 24% и ниже.

При использовании в стандартах марки как основного показателя качества, определяющего направления использования продукции, широкий диапазон показателей внутри каждой марки, особенно для углей, причисленных к «коксуемым», не позволяет выявить их истинную ценность для коксования и

приводит к неоднозначным оценкам углей как объектов налогообложения на добычу полезных ископаемых, при классификации по ОКПД2 и ТНВЭД, таможенном декларировании, тарификации перевозок, государственной статистике и наблюдении, в том числе в части прогноза экспортного потенциала отечественной угольной продукции.

Нормы, содержащиеся в стандартах, регламентирующих показатели качества углей для разных направлений использования, по сути, относятся к товарной продукции, производимой бассейновыми шахтами или разрезами, обогательными фабриками и сортировочными установками. Такие нормы, зафиксированные в качестве основных требований к продукции, с учетом особенностей и технологии добычи углей, строения пластов, их структуры, оснащенности технологических подразделений должны стать содержанием технических регламентов на угледобывающих предприятиях. Стандартизация этих норм ведет только к путанице понятий, неверной оценке качества добытого топлива и рационального направления его использования.

Выводы

Проведен анализ отечественной и международной практики оценки направлений использования углей. Показано, что для отнесения товарной угольной продукции к соответствующей «бенч-марке» на международном рынке используют количественные значения по-

казателей качества, в том числе: для углей, предназначенных для целей коксования, CSR — расчетный показатель горячей прочности кокса после реакции с CO_2 , выход летучих веществ, зольность, массовую долю общей серы, индекс свободного вспучивания, массовую долю общей влаги, произвольный максимальный показатель отражения витринита, максимальную текучесть по Гизелеру, размер кусков и химический состав золы.

Отмечено, что при внутреннем обороте и импорте угольной продукции в КНР введены жесткие нормы по содержанию в углях фтора, ртути, мышьяка, хлора и фосфора.

На российском рынке направления использования углей регламентируют в соответствии с национальными и межгосударственными стандартами на основании марочной принадлежности углей по ГОСТ 25543, показателей зольности, массовой доли общей влаги и размера кусков. Показано, что применение таких стандартов не позволяет выявить истинную ценность угольной продукции и направления ее использования, что приводит к неоднозначным оценкам углей как объектов налогообложения на добычу полезных ископаемых, при классификации продукции по ОКПД2 и ТНВЭД, таможенном декларировании, тарификации перевозок, государственной статистике и наблюдении, в том числе в части прогноза экспортного потенциала отечественной угольной продукции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Яновский А. Б. Основные тенденции и перспективы развития угольной промышленности России // Уголь. — 2017. — № 8. — С. 10–14. DOI: 10.18796/0041-5790-2017-8-10-14.
2. Яновский А. Б. Результаты структурной перестройки и технологического перевооружения угольной промышленности России и задачи по перспективному развитию // Уголь. — 2019. — № 8. — С. 8–16. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-8-16.

3. Яновский А. Б. Уголь: битва за будущее // Уголь. — 2020. — № 8. — С. 9–14. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-8-9-14.

4. Еремин И. В., Броновец Т. М. Марочный состав углей и их рациональное использование. — М.: Недра, 1994. — 254 с.

5. Плакиткин Ю. А., Плакиткина Л. С. Новые сценарии развития экономики России: оценка цен и финансово-экономических показателей развития угольной промышленности до 2025 года // Уголь. — 2019. — № 2. — С. 40–46. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-2-40-46.

6. Плакиткин Ю. А., Плакиткина Л. С., Дьяченко К. И. Налоговое регулирование в угольной отрасли основных стран мира, включая Россию // Горная промышленность. — 2014. — № 6. — С. 18–24.

7. *Metal Bulletin Coking Coal Index Guide Methodology and Specifications August 2016* [Электронный ресурс] // URL https://www.metalbulletin.com/Assets/pdf/MB/Metal_Bulletin_Coking_Coal_Methodology_Aug_2016.pdf (дата обращения: 20.02.2022).

8. Krzak M., Paulo A. Modern trade standards for steel raw materials // *Gospodarka Surowcami Mineralnymi* — Mineral Resources Management. 2018, vol. 34, no. 4, pp. 25–50. DOI: 10.24425/122585.

9. Todoschuk T. W., Price J. P., Gransden J. F. Development of coke strength after reaction (CSR) at Dofasco // *Iron and Steel Technology*. 2004, vol. 1, no. 3, pp. 73–84.

10. *globalCOAL* — Home of the world's leading online coal trading platform, SCoTA & coal price data [Электронный ресурс]. URL: <https://www.globalcoal.com/>.

11. North L., Blackmore K., Nesbitt K., Mahoney M. R. Models of coke quality prediction and the relationships to input variables. A review // *Fuel*. 2018, vol. 219, pp. 446–466. DOI: 10.1016/j.fuel.2018.01.062.

12. Эпштейн С. А., Супруненко О. И., Ржевская С. В., Широкин Д. Л. Классификация и кодификация — гарантия обеспечения качества угольной продукции // Уголь. — 2009. — № 1. — С. 48–50.

13. Станкевич А. С., Золотухин Ю. В. Комплексный показатель характеристики технологической ценности углей и концентратов углеобогажительных фабрик // *Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации*. — 2015. — № 9. — С. 15–25. **ПЛАЭ**

REFERENCES

1. Yanovsky A. B. Main trends and prospects of the coal industry development in Russia. *Ugol'*. 2017, no. 8, pp. 10–14. [In Russ]. DOI: 10.18796/0041-5790-2017-8-10-14.

2. Yanovsky A. B. Results of structural reorganization and technological re-equipment of the coal industry of the Russian Federation and objectives for prospective development. *Ugol'*. 2019, no. 8, pp. 8–16. [In Russ]. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-8-8-16.

3. Yanovsky A. B. Coal: the battle for the future. *Ugol'*. 2020, no. 8, pp. 9–14. [In Russ]. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-8-9-14.

4. Eremin I. V., Bronovets T. M. *Marochnyy sostav ugley i ikh ratsional'noe ispol'zovanie* [Grade composition of coals and their rational use], Moscow, Nedra, 1994, 254 p.

5. Plakitkin Yu. A., Plakitkina L. S. New scenarios for Russian economy development: Updated forecasts of coal mining development until 2025 (continued). *Ugol'*. 2019, no. 2, pp. 40–46. [In Russ]. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-2-40-46.

6. Plakitkin Yu. A., Plakitkina L. S. Dyachenko K. I. Fiscal regulation in the coal sector of major countries, inclusive of Russia. *Russian Mining Industry*. 2014, no. 6, pp. 18–24. [In Russ].

7. *Metal Bulletin Coking Coal Index Guide Methodology and Specifications August 2016*, available at https://www.metalbulletin.com/Assets/pdf/MB/Metal_Bulletin_Coking_Coal_Methodology_Aug_2016.pdf (accessed 20.02.2022).

8. Krzak M., Paulo A. Modern trade standards for steel raw materials. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi – Mineral Resources Management*. 2018, vol. 34, no. 4, pp. 25–50. DOI: 10.24425/122585.

9. Todoschuk T. W., Price J. P., Gransden J. F. Development of coke strength after reaction (CSR) at Dofasco. *Iron and Steel Technology*. 2004, vol. 1, no. 3, pp. 73–84.

10. *globalCOAL – Home of the world's leading online coal trading platform*, SCoTA & coal price data, available at: <https://www.globalcoal.com/>.

11. North L., Blackmore K., Nesbitt K., Mahoney M. R. Models of coke quality prediction and the relationships to input variables. A review. *Fuel*. 2018, vol. 219, pp. 446–466. DOI: 10.1016/j.fuel.2018.01.062.

12. Epshtein S. A., Suprunenko O. I., Rzevskaia S. V., Shirochin D. L. Classification and codification – a guarantee of maintenance of quality of coal production. *Ugol'*. 2009, no. 1, pp. 48–50. [In Russ].

13. Stankevich A. S., Zolotukhin Yu. A. The Comprehensive Index of the Technological Values of the Characteristics of the Coals and Coal-Preparation Plant Concentrates. *Ferrous Metallurgy. Bulletin of Scientific, Technical and Economical Information*. 2015, no. 9, pp. 15–25. [In Russ].

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Эпштейн Светлана Абрамовна¹ – д-р техн. наук,

зав. НУИЛ «Физико-химии углей»,

e-mail: apshtein@yandex.ru,

Шинкин Владимир Константинович¹ – аспирант,

e-mail: m142170@edu.misis.ru,

¹ НИТУ «МИСиС».

Для контактов: Эпштейн С.А., e-mail: apshtein@yandex.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

S.A. Epshtein¹, Dr. Sci. (Eng.),

Head of Laboratory of Physics and Chemistry of Coals,

e-mail: apshtein@yandex.ru,

V.K. Shinkin¹, Graduate Student,

e-mail: m142170@edu.misis.ru,

¹ National University of Science and Technology «MISiS»,

119049, Moscow, Russia.

Corresponding author: S.A. Epshtein, e-mail: apshtein@yandex.ru.

Получена редакцией 04.02.2022; получена после рецензии 05.03.2022; принята к печати 10.03.2022.

Received by the editors 04.02.2022; received after the review 05.03.2022; accepted for printing 10.03.2022.

