

## СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ЗОЛЫ УГОЛЬНЫХ КОНЦЕНТРАТОВ (ШИХТЫ) НА ЧАО «ЕВРАЗ ЮЖКОКС»

© А.А. Галушко<sup>1</sup>, \*Н.А. Лысик<sup>2</sup>*ЧАО «ЕВРАЗ ЮЖКОКС», 51909, г. Каменское Днепропетровской обл., ул. им. Вячеслава Черновола, 1, Украина*Д.В. Мирошниченко<sup>3</sup>, О.В. Литвиненко<sup>4</sup>*Государственное предприятие «Украинский государственный научно-исследовательский углехимический институт (УХИИ)» 61023, г. Харьков, ул. Веснина, 7, Украина*<sup>1</sup> Галушко Анна Александровна, в.и.о. ведущего инженера-технолога ТО, e-mail: [anna.galushko@evraz.com](mailto:anna.galushko@evraz.com)<sup>2</sup> Лысик Николай Анастасьевич, начальник центральной лаборатории, e-mail: [Nikolay.Lysik@evraz.com](mailto:Nikolay.Lysik@evraz.com)<sup>3</sup> Мирошниченко Денис Викторович, заместитель заведующего угольным отделом, доктор техн. наук, с.н.с., e-mail: [dvmir79@gmail.com](mailto:dvmir79@gmail.com)<sup>4</sup> Литвиненко Оксана Витальевна, научный сотрудник угольного отдела, e-mail: [vo@ukhin.org.ua](mailto:vo@ukhin.org.ua)

*Показано преимущество спектрометрического анализа химического состава золы углей (шихты), которое состоит в возможности экспрессного, одновременного количественного определения большого числа элементов в широком интервале концентраций с приемлемой точностью при использовании небольшой по массе навески.*

Ключевые слова: каменноугольная шихта, зола, химический состав, анализ, спектрометрический метод, качество кокса, прогноз.

\*\*\*\*\*

**В** настоящее время к основным показателям качества кокса относят индекс реакционной способности (CRI) и прочность остатка кокса после реакции с CO<sub>2</sub> (CSR). Требования металлургических заводов к качеству доменного кокса определяются доменными технологиями. Переход на применение пылеугольного топлива с целью замены им кокса определил необходимость значительного повышения качества последнего. Качество кокса стало определяющим компенсирующим фактором при освоении малококсовой доменной технологии выплавки чугуна. Одним из требований к показателям качества кокса является уменьшение индекса реакционной способности (CRI) с 30-35 до 17-25 % и повышение показателя прочности остатка кокса после реакции с CO<sub>2</sub> (CSR) с 48-53 до 60-70 %. Чтобы достичь таких показателей, коксохимические предприятия должны использовать высококачественные коксующиеся угли с определенным петрографическим и минеральным составом, а также с низким содержанием общей серы.

\* Автор для переписки

Вопросу определения сырьевых и технологических факторов, влияющих на показатели CRI и CSR доменного кокса, на протяжении последних лет уделялось повышенное внимание [1, 2]. В настоящее время многие исследователи считают, что наибольшее влияние на показатели CRI и CSR доменного кокса оказывает минеральный состав исходных углей. О существенных отличиях разных углей по составу минеральной части можно судить даже по внешнему виду образцов золы (рис. 1). Согласно известным данным, комплексный показатель – индекс основности углей (шихты)  $I_0$  для производства доменного кокса с показателями  $CRI \leq 35\%$  и  $CSR \geq 50\%$  должен быть менее 2,5.



Рис. 1 Внешний вид образцов золы различных углей

В Украине определение химического состава золы твердого топлива производится согласно ГОСТ 10538-87 «Топливо твердое. Методы определения химического состава золы»

[3]. Этот метод относится к известным методам классической аналитической химии. Он надежен, имеет хорошую воспроизводимость и применяется при создании стандартных образцов зол углей. Несмотря на длительность определения химического состава золы по ГОСТ 10538-87, именно этот метод является арбитражным при возникновении разногласий.

Однако, вследствие того что определение химического состава золы по ГОСТ 10538-87 занимает не менее 2-3 суток, с целью повышения экспрессности определения химического состава золы угольных концентратов для центральной лаборатории (ЦЛ) ЧАО «ЕВРАЗ ЮЖКОКС» приобретен атомно-эмиссионный спектрометр iCAP 6000 с индуктивно-связанной плазмой (рис. 2).



Рис. 2 Эмиссионный спектрометр iCAP 6000 с индуктивно-связанной плазмой

Атомно-эмиссионная спектроскопия – самый распространённый экспрессный высоко-

чувствительный метод идентификации и количественного определения элементов примесей в газообразных, жидких и твердых веществах, в том числе и в высокочистых.

Суть метода заключается в измерении излучения, испускаемого элементами в пробе, помещенной в индуктивно-связанную плазму. Количественное определение проводится по интенсивности испускаемого электромагнитного излучения, а качественная информация (какие элементы присутствуют) связана с длиной волны испускаемого излучения. В атомной эмиссионной спектрометрии образец подвергается действию высоких температур, достаточных не только для диссоциации на атомы, но и для реализации значительного числа столкновений, вызывающих возбуждение (и ионизацию) атомов пробы. Атомы и ионы в состоянии возбуждения могут путем термической и радиационной (эмиссионных) передачи энергии переходить в состояния с меньшей энергией.

Образец переносится в прибор в виде потока жидкой пробы. Внутри прибора жидкость в ходе распыления, переводится в аэрозоль и переносится в плазму, где десольватируется, испаряется, атомизируется и возбуждается и/или ионизируется плазмой. Возбужденные атомы и ионы испускают характерное излучение, которое специальное устройство разделяет по длинам волн. Излучение детектируется и преобразуется в электронные сигналы, которые для анализа преобразуются в информацию по концентрациям элементов.

Важным достоинством атомно-эмиссионной спектрометрии по сравнению с другими оптическими спектральными, а также многими химическими и физико-химическими методами анализа, является возможность бесконтактного, оперативного, одновременного количественного определения большого числа элементов в широком интервале концентраций с приемлемой точностью при использовании малой массы пробы. Метод не зависит от наличия стандартных образцов (растворы сравнения могут быть смоделированы).



Спектрометрический метод позволяет провести одновременно многоэлементный анализ (более 30 элементов), имеет низкие пределы обнаружения (от  $0,0001 \text{ мг/дм}^3$ ) и прекрасную воспроизводимость. Возможно определение наличия алюминия, бария, бериллия, висмута, ванадия, железа, калия, кадмия, кобальта, лития, магния, марганца, меди, молибдена, никеля, олова, серебра, свинца, стронция, титана, хрома, цинка, натрия, кальция, мышьяка, лантана, селена, ртути, таллия, серебра, вольфрама, сурьмы, кремния, теллура, скандия.

Индуктивно-связанная плазма характеризуется высокой стабильностью, низким уровнем шумов и малой величиной фонового сигнала. Пределы обнаружения 66 элементов составляют менее  $1 \text{ мкг/дм}^3$ , полный анализ подготовленной пробы проводится за 20 с.

При поставке прибора проведено обучение персонала лаборатории и представлена стандартная методика определения заявленных элементов. Методику пришлось уточнять и адаптировать к испытуемым продуктам. В первую очередь это химический состав золы угольных концентратов и кокса доменного, пробы золы которых необходимо переводить в раствор смесью кислот, но по упрощенной схеме, исключая процедуры сплавления, выпаривания, выделения и отделения кремниевой кислоты.

С этой целью были выполнены:

- выбор оптимальных условий измерения (уточнение длины волны аналитических линий для каждого измеряемого элемента);
- установление диапазонов измерения массовых долей (процентов) определяемых элементов;
- внедрение методики измерения в практику аналитического контроля угольных концентратов и кокса.

Согласно фактическим диапазонам концентраций элементов в золе углей (табл. 1) приготавливают МЭСы (многоэлементный стандартный раствор, самостоятельно смоделирован-

ный), с помощью которых осуществляют калибровку прибора. Из-за отсутствия ГСО (государственных стандартных образцов) элементов при приготовлении МЭСов получаем отклонение от заданной концентрации, связанное с чистотой реактивов и другими факторами. В качестве поправочных данных для калибровки используется стандартный образец предприятия (СОП) шихты, проанализированный в ГП «УХИН» по ГОСТ 10538-87. После проведения калибровки осуществляется нормализация из таблицы качества по стандартному образцу.

Перед каждой серией анализов проводится калибровка прибора по МЭСам и стандартному образцу золы для подтверждения правильности работы прибора и результатов анализа. За результат принимают среднее арифметическое двух параллельных измерений анализируемого элемента по каждой из длин волн.

В табл. 2 представлены данные по сравнению химического метода определения химического состава золы (ГОСТ 10538-87) со спектрометрическим.

Преимущества спектрометрического определения химического состава золы угольных концентратов (шихты) очевидны и выражены в первую очередь в значительном снижении массы навески, увеличении спектра определяемых элементов, а также в существенном снижении продолжительности выполнения анализа.

В табл. 3 приведен химический состав золы, определенный как согласно ГОСТ 10538-87 в ГП «УХИН», так и на атомно-эмиссионном спектрометре в ЦЛ ЧАО «ЕВРАЗ ЮЖКОКС». Анализируя данные, приведенные в табл. 3, можно констатировать, что полученные результаты, в целом, достаточно тесно коррелируют между собой.

Необходимо отметить, что существуют отклонения результатов, полученных на атомно-эмиссионном спектрометре, от результатов, полученных согласно ГОСТ 10538-87.

Таблица 1

Диапазон массовых концентраций определяемых элементов и их оксидов, составляющих химический состав золы углей

Наименование элемента	Концентрация по массе, %	Наименование оксидов	Концентрация по массе, %
Si	0,01-32,0	SiO <sub>2</sub>	0,01-68,0
Al	0,01-21,0	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,01-40,0
Fe	0,01-28,0	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,01-40,0
Ca	0,01-11,0	CaO	0,01-15,0
Mg	0,01-2,5	MgO	0,01-4,0
K	0,01-5,0	K <sub>2</sub> O	0,01-6,0
Na	0,01-2,5	Na <sub>2</sub> O	0,01-3,5
S	0,01-6,0	SO <sub>3</sub>	0,01-15,0
P	0,01-1,8	P <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,01-4,0

Таблица 2

Сравнение методов определения химического состава золы

Метод	Область применения	Определяемые элементы	Подготовка проб	Масса навески золы, г	Метод анализа	
					Элемент	Применяемый метод
ГОСТ 10538-87	Антрацит, бурые и каменные угли, горючие сланцы, торф и кокс	SiO <sub>2</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , MgO, CaO, K <sub>2</sub> O, Na <sub>2</sub> O, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , TiO <sub>2</sub> , SO <sub>3</sub> , Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	Навеску золы разлагают смесью кислот H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> и HF при нагревании	1	SiO <sub>2</sub> , SO <sub>3</sub>	Гравиметрический
					Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , CaO, MgO	Комплексометрическое титрование
					P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	Фотоколориметрический
					Na <sub>2</sub> O, K <sub>2</sub> O	Пламенно-фотометрический
Атомно-эмиссионная спектрометрия с индуктивно связанной плазмой	Антрацит, бурые и каменные угли, горючие сланцы, торф, кокс, лигниты	SiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , MgO, CaO, TiO <sub>2</sub> , K <sub>2</sub> O, Na <sub>2</sub> O, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , MnO <sub>2</sub> , BaO, SrO, SO <sub>3</sub>	Разложение в смеси кислот HF, HCl, HNO <sub>3</sub>	0,1	SiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , MgO, CaO, TiO <sub>2</sub> , K <sub>2</sub> O, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , Na <sub>2</sub> O, MnO <sub>2</sub> , BaO, SrO, SO <sub>3</sub>	Атомно-эмиссионная спектрометрия с индуктивно связанной плазмой (ИСП – АЭС)

В частности, содержание  $\text{SiO}_2$  и  $\text{K}_2\text{O}$  значительно ниже, а  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  – выше при определении этих оксидов химическим методом, согласно ГОСТ 10538-87. Это может быть вызвано недостаточной чистотой исходных реактивов для приготовления МЭСов и погрешностями при их приготовлении (что может быть нивелировано заменой МЭСов на ГСО). Значения массовых долей  $\text{MgO}$  и  $\text{SO}_3$  не имеют четко выраженной зависимости от метода их определения. Отмечен-

ный факт подлежит дополнительному исследованию.

Точность спектрометрического метода определения химического состава золы твердого топлива приемлема для экспрессного количественного метода определения большого числа элементов в широком интервале концентраций. Преимущества данного метода определения химического состава золы угольных концентратов (шихты) очевидны.

Таблица 3

Химический состав золы исследованных угольных концентратов

Проба	Метод	Химический состав золы (окислы элементов), %							
		$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{MgO}$	$\text{CaO}$	$\text{Na}_2\text{O}$	$\text{K}_2\text{O}$	$\text{SO}_3$
А	ГОСТ 10538	48,75	23,15	9,48	2,52	5,78	1,70	1,67	3,70
	АЭС	50,35	22,50	9,40	2,41	5,13	1,26	1,89	3,28
В	ГОСТ 10538	48,96	23,48	7,98	2,27	7,01	1,74	1,86	2,71
	АЭС	49,77	22,61	7,90	2,35	6,03	1,26	2,05	2,77
С	ГОСТ 10538	44,19	23,79	9,23	2,77	7,71	1,67	1,66	5,95
	АЭС	46,03	22,74	8,73	2,57	7,14	1,18	1,79	5,90
D	ГОСТ 10538	49,84	22,83	8,23	2,39	6,31	1,65	1,82	2,93
	АЭС	51,36	22,16	7,71	2,23	5,53	1,28	2,08	2,73
Е	ГОСТ 10538	35,72	14,91	18,70	3,65	16,12	1,27	1,26	5,52
	АЭС	37,55	13,78	18,67	4,06	14,19	0,78	1,38	5,89
F	ГОСТ 10538	32,65	14,91	18,45	2,90	14,55	1,26	1,08	10,75
	АЭС	35,25	13,70	18,33	3,17	12,90	0,82	1,30	11,26
G	ГОСТ 10538	37,49	18,40	14,71	2,77	16,12	1,54	1,20	4,35
	АЭС	39,73	17,93	14,18	2,94	14,83	1,15	1,36	4,95
H	ГОСТ 10538	48,55	24,74	8,23	2,52	6,31	1,88	1,47	4,54
	АЭС	49,06	24,44	7,32	2,39	6,03	1,54	1,65	5,52

В течение 2015-2016 годов на предприятии проводился анализ химического состава золы поступающих угольных концентратов спектрометрическим методом (табл. 3). Угли, входящие на предприятие, можно условно разделить на три известные группы, составляющие впоследствии производственную шихту [4]. Существующая классификация угольных концентратов, входящих в производственную шихту, в рамках групп марок удачно ложится в предложенное распределение.

В первую группу – отошающую – входят угли, имеющие индекс основности  $\leq 2,20$ , а именно: угли ЦОФ «Распадская «ГЖО», «Краснобродский угольный разрез «КС», «Междуреченская «КС», «Промсервис уголь «ГЖО». Угольные концентраты этой группы отличаются высоким содержанием оксидов кремния и алюминия. Содержание данных углей в производственной шихте колеблется в диапазоне: для марок «ГЖО» – 10-15 %, для «КС» – 25-30 %.

Во вторую группу – коксующую – входят угольные концентраты, имеющие индекс основности 2,20-2,55 (угли ЦОФ «Матюшинская «К», «Березовский угольный разрез «К»). Эти угольные концентраты имеют невысокое содержание оксидов железа, алюминия и натрия. В производственной шихте доля этих углей составляет 20-30 %.

К третьей группе – спекающей – относятся угольные концентраты, имеющие индекс основности  $\geq 2,55$ . Они представлены концентратами ЦОФ «Абашевская «ГЖ», «Абашевская «ГЖЖ», «Абашевская «Ж», «Щедрухинская «Ж», «Кузнецкая «Ж», «Междуреченская «ОС», а также полученными из Польши и Канады. Химический состав золы данных углей характеризуется высоким содержанием оксидов железа и кальция. Содержание данных

угольных концентратов в производственной шихте колеблется в пределах: для марок «ГЖ» – 7-15 %, для «ГЖЖ» – 20-25 %, для «Ж» – 10-15 %, для «ОС» – 10-15 %.

Исключением являются угольные концентраты ЦОФ «Березовская «ОС» и «Междуреченская «ОС», которые на основании их химического состава золы и индекса основности не укладываются ни в одну из вышеуказанных групп. Это обусловлено, в случае ЦОФ «Березовская «ОС», несвойственным для коксующейся группы высоким содержанием оксидов алюминия, железа и кальция; в случае ЦОФ «Междуреченская «ОС» – низким содержанием оксида кремния и высоким содержанием оксида кальция.

На основании данных о показателях качества сырья (результаты технического, пластометрического, петрографического и спектрометрического анализа) производится составление производственной шихты и прогнозирование характеристик качества получаемого из нее кокса.

Исходя из вышеизложенного, можно сформулировать следующие основные выводы:

1. Преимущество спектрометрического анализа химического состава золы углей (шихты) состоит в возможности экспрессного, одновременного количественного определения большого числа элементов в широком интервале концентраций с приемлемой точностью при использовании небольшой по массе навески;

2. Для прогнозирования с приемлемой точностью показателей качества получаемого кокса используются результаты спектрометрического анализа, которые позволяют рассчитать долевое участие угольных концентратов в производственной шихте.



Таблица 4

## Показатели качества угольных концентратов

№ п/п	Наименование ЦОФ	Марка	A <sup>d</sup> , %	V <sup>daf</sup> , %	Химический состав золы, %									Индекс основности угля, I <sub>0</sub>	Группа в составе шихты
					SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		
1	Промуголь-сервис	ГЖО	7,70	37,33	57,80	28,44	4,70	2,76	1,02	1,19	0,61	0,61	1,12	1,47	отошающая
2	Распадская	ГЖО	7,74	36,45	54,60	26,94	6,46	3,17	1,40	1,58	0,75	1,04	1,22	2,01	
3	Краснобродский р-з	КС	6,94	26,51	50,08	26,28	9,71	2,82	1,55	1,78	0,40	2,21	1,12	2,04	
4	Междуреченская	КС	8,56	19,53	45,65	29,86	6,68	4,46	1,89	0,71	1,67	3,75	0,66	2,17	
5	Березовский р-з	К	8,79	23,63	48,04	27,21	5,99	5,04	2,08	1,62	0,50	3,51	1,27	2,34	коксуемая
6	Матюшинская	К	7,75	24,83	45,29	26,88	6,74	5,77	2,24	1,22	0,42	4,22	2,44	2,35	
7	Березовский р-з	ОС	8,75	18,95	48,37	27,41	6,47	5,30	2,41	1,57	0,88	3,79	1,44	2,38	
8	Распадская	КС	10,20	18,54	51,43	24,14	4,96	4,97	1,79	0,89	2,80	3,49	1,48	2,56	спекающая
9	Польша	К	7,65	24,45	43,77	28,60	9,13	4,40	2,24	1,91	1,64	3,09	1,19	2,65	
10	Канада	К-1	9,62	26,32	49,61	25,46	11,14	2,01	0,55	0,74	0,35	0,48	1,40	2,77	
11	Щедрухинская	Ж	7,92	34,98	50,24	22,03	8,58	4,12	1,44	1,65	2,53	2,76	1,30	3,10	
12	Абашевская	ГЖЖ	8,65	36,27	51,07	24,61	7,42	4,51	2,01	1,85	1,41	2,92	0,97	3,12	
13	Междуреченская	ОС	8,24	20,63	38,57	28,15	6,84	8,33	2,83	0,69	2,44	6,97	1,40	3,39	
14	Абашевская	ГЖ	7,6	38,47	45,89	22,71	8,26	7,66	2,39	1,74	1,18	4,90	1,33	3,84	
15	Абашевская	Ж	8,81	33,83	50,48	20,24	9,16	6,24	2,49	1,76	1,09	4,89	0,63	3,97	
16	Кузнецкая	Ж	6,8	36,4	38,63	17,77	10,33	8,22	2,68	1,44	1,11	6,69	0,39	4,51	

## Библиографический список

1. Филатов Ю.В. Теория и практика производства и применения доменного кокса улучшенного качества / Ю.В. Филатов, Е.Т. Ковалев, И.В. Шульга, С.И. Кауфман, А.И. Коломийченко. – Киев: Наукова думка, 2011. – 128 с.

2. Ковалев Е.Т. Возможность получения высококачественного низкорекреационного металлургического кокса в условиях существующей угольной сырьевой базы Украины / Е.Т. Ковалев, И.Д. Дроздник // Углехимический журнал. – 2010. – № 3-4. – С. 11-17.

3. ГОСТ 10538-87. Топливо твердое. Методы определения химического состава золы. – Москва: Издательство стандартов, 1987. – 21 с.

4. Золотухин Ю.А. О свойствах углей Улуг-Хемского бассейна. 2. Закономерности формирования качества кокса из шихты с участием углей Межегейского месторождения / Ю.А. Золотухин, Н.А. Беркутов, Д.А. Кошкароев // Кокс и химия. – 2016. – № 2. – С. 2-9.

Рукопись поступила в редакцию 07.04.2017



**SPECTROMETRICAL ANALYSIS FOR THE DETERMINATION OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF ASH OF COAL CONCENTRATES (BLENDS) AT PJSC "EVRAZ YUZHKOBS"**

© A.A. Galushko, N.A. Lysik (PJSC "EVRAZ YUZHKOBS"), D.V. Miroshnichenko, Doctor of Technical Sciences, O.V. Litvinenko (SE "UKHIN")

*The advantage of spectrometrical analysis for the determination of chemical composition of ash of coal concentrates (blends) has been shown, which consists in the possibility of rapid, simultaneous quantitative determination of a large number of elements in a wide range of concentrations with acceptable accuracy, using an analytical sample of a small mass.*

Keywords: coal blend, ash, chemical composition, analysis, spectrometrical method, quality of coke, prognosis.

УДК 669.162.16.004.12

**РЕАКЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ (CRI) И ПОСЛЕРЕАКЦИОННАЯ ПРОЧНОСТЬ (CSR) КОКСА: МЕЖЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ФАКТОРЫ ВЛИЯНИЯ**

© А.П. Горбуля<sup>1</sup>, \*Н.А. Лысик<sup>2</sup>

ЧАО «ЕВРАЗ ЮЖКОКС», 51909, г. Каменское Днепропетровской обл., ул. им. Вячеслава Черновола, 1, Украина

О.И. Зеленский<sup>3</sup>, И.В. Шульга<sup>4</sup>

Государственное предприятие «Украинский государственный научно-исследовательский углехимический институт (УХИИ)» 61023, г. Харьков, ул. Веснина, 7, Украина

<sup>1</sup> Горбуля Алексей Петрович, главный инженер, e-mail: [Aleksey.Gorbulya@evraz.com](mailto:Aleksey.Gorbulya@evraz.com)

<sup>2</sup> Лысик Николай Анастасьевич, начальник центральной лаборатории, e-mail: [Nikolay.Lysik@evraz.com](mailto:Nikolay.Lysik@evraz.com)

<sup>3</sup> Зеленский Олег Иванович, канд. техн. наук, зам. зав. коксовым отделом, e-mail: [zelensky\\_ukhin@mail.ru](mailto:zelensky_ukhin@mail.ru)

<sup>4</sup> Шульга Игорь Владимирович, канд. техн. наук, доц., с.н.с., зав. коксовым отделом, e-mail: [ko@ukhin.org.ua](mailto:ko@ukhin.org.ua)

*В статье приводятся результаты межлабораторных сравнений кокса, ежегодно проводимых ГП «УХИИ» с различными заводскими лабораториями, в т.ч. и с лабораторией ЧАО «ЕВРАЗ ЮЖКОКС». Анализируются методические и технологические факторы, существенно влияющие на показатели CRI/CSR кокса.*

Ключевые слова: кокс, реакционная способность, послереакционная прочность, межлабораторные сравнения.

\*\*\*\*\*

\* Автор для переписки