

2. Задержка слива или неполный слив является основным фактором при закослении ковшевого парка доменного цеха.

3. Использование теплоизолирующей смеси ТИС-1 позволило снизить тепловые потери при транспортировке чугуна, повысить температуру чугуна у потребителя и увеличить время пребывания чугуна в ковше до его затвердевания, но не

позволило снизить «закозление» ковшей при существующем их обороте 11–12 ч.

В заключение можно сказать что, для механизации работ выдано техническое задание ОАО «Магнитогорский ГИПРОМЕЗ» на проектирование опытно-промышленной установки для засыпки ТИС в чугуновозные ковши. Исследования в этом направлении будут продолжены.

УДК 621.771

Е.А. Сенина, И.В. Сергеева

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПЕКТРОМЕТРА ТЛЕЮЩЕГО РАЗРЯДА «GDA-750 HP» ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИМЕСЕЙ В ЦИНКЕ

Одним из видов продукции, которая производится в ОАО «ММК» на агрегате непрерывного горячего цинкования, является тонколистовой оцинкованный прокат. Он используется преимущественно в качестве конструкционного материала для строительства, а также в автомобилестроении, приборостроении и производстве бытовой техники.

В качестве сырья для цинковых расплавов используются цинк-алюминиевые сплавы марок ЦА0, ЦА03, ЦА04, ЦА10 (ТУ 6310 РК 00200928 ДГП-096-2005) или цинк марок Ц0А, Ц0, Ц1 (ГОСТ 3640) [1].

Согласно нормативной документации в цинке и цинк-алюминиевых сплавах регламентируется содержание алюминия, железа, свинца, олова, меди, кадмия.

Входной контроль цинка, поступающего в ОАО «ММК», осуществляется в спектрально-химической лаборатории на спектрометре тлеющего разряда «GDA-750 HP» фирмы Spectro (Германия).

Анализатор тлеющего разряда «GDA 750 HP» предназначен для определения качественного и количественного элементного состава металлических и неметаллических покрытий образцов, а также определения химического состава металлов и сплавов.

Для возбуждения спектра в спектрометре используется камера тлеющего разряда с полым катодом, в которой образуется газовый разряд в промежутке между двумя проводниками в потоке аргона при давлении 0,01–10 кПа, известный как тлеющий разряд низкого давления.

Катод состоит из медной пластины с воздушным охлаждением. Сменный анод Ø 4 мм прикручен непосредственно к блоку лампы. Такой безводный вариант лампы тлеющего разряда,

разработанный фирмой «Spectruma Analytik», предотвращает ошибки по току, что имеет место в водоохлаждаемых лампах. Напротив анода на определенном расстоянии устанавливаются образцы, который имеет тепловой и электрический контакт с катодом, то есть находится под катодным потенциалом.

Испарившиеся с поверхности образца атомы попадают в разряд и, соударяясь с электронами и метастабильными атомами аргона, возбуждаются. Свет, испускаемый атомами, имеет характеристический спектр, который попадает в спектрометр и регистрируется фотоэлектрическими умножителями.

Разделение процессов испарения с поверхности образца и возбуждения атомов, так же как и их разбавление в аргоновой плазме, делают метод тлеющего разряда в значительной степени независимым от матричных эффектов.

Низкая плотность атомов анализируемого элемента в плазме приводит к снижению эффекта самопоглощения и обеспечивает, таким образом, линейность градуировочных кривых.

Таблица 1

Калибровочные данные контролируемых элементов в цинке

Элемент	Длина волны, нм	Диапазон определения, %	Коэффициент корреляции r	Калибровочный полином
Al	396,152	0,0020 ÷ 0,60	0,992586	$y=0,331 \cdot x - 0,003$
Fe	238,204	0,0010 ÷ 0,20	0,999147	$y=0,245 \cdot x - 0,007$
Pb	220,353	0,0020 ÷ 1,0	0,999468	$y=0,690 \cdot x - 0,002$
Sn	303,412	0,0010 ÷ 0,050	0,999632	$y=0,780 \cdot x - 0,002$
Cu	327,396	0,00050 ÷ 0,10	0,998749	$y=0,143 \cdot x - 0,002$
Cd	228,802	0,0010 ÷ 0,40	0,999559	$y=0,105 \cdot x - 0,003$
Zn	330,258	Матричный элемент		

Основным преимуществом тлеющего разряда перед другими источниками возбуждения спек-

тров являются узкие спектральные линии, уменьшающие взаимовлияние и повышающие разрешающую способность спектрометра. Из-за низкой температуры плазмы отсутствует реабсорбция спектральных линий, наблюдается стабильность излучения. Это позволяет использовать для построения калибровочных кривых во всем диапазоне концентраций одну спектральную линию. Следствием особенностей тлеющего разряда является стабильность и линейность градуировочных характеристик, по сравнению с характеристиками, получаемыми традиционными методами возбуждения спектров [2].

Таблица 2

Результаты контроля точности и воспроизводимости при выполнении измерений примесей в цинке

Элемент	ГСО	A_{CO}	\bar{X}_1	\bar{X}_2	$ \bar{X}_1 - \bar{X}_2 $	R	$ \bar{X}_{max} - A_{CO} $	K_T
Al	4380Zn5	0,005	0,0045	0,0051	0,0006	0,0031	0,0005	0,0016
	41Z2	0,017	0,0177	0,0163	0,0014	0,0064	0,0007	0,0032
	41Z3	0,0081	0,0081	0,0077	0,0004	0,0031	0,0004	0,0016
	41Z4	0,0096	0,0101	0,0085	0,0016	0,0031	0,0011	0,0032
	GLV-5	0,014	0,0138	0,0152	0,0014	0,0064	0,0012	0,0032
Fe	41Z2	0,0028	0,0032	0,0028	0,0004	0,00086	0,0004	0,00042
	41Z3	0,0020	0,0019	0,0020	0,0001	0,00043	0,0001	0,00021
	GLV-2	0,048	0,0484	0,0511	0,0027	0,02	0,0031	0,0095
	GLV-3	0,012	0,0123	0,0133	0,001	0,0043	0,0013	0,0021
	GLV-4	0,017	0,0173	0,0170	0,0003	0,0043	0,0003	0,0021
GLV-5	0,076	0,082	0,076	0,006	0,041	0,0060	0,020	
4380Zn4	0,056	0,052	0,053	0,001	0,02	0,0040	0,0095	
4380Zn6	0,040	0,041	0,038	0,003	0,02	0,0020	0,0095	
Pb	4380Zn1	0,068	0,067	0,0695	0,0025	0,013	0,0015	0,0060
	4380Zn2	0,26	0,27	0,26	0,01	0,043	0,01	0,021
	4380Zn3	0,21	0,22	0,21	0,01	0,043	0,01	0,021
	41Z2	0,0036	0,0038	0,0035	0,0003	0,00071	0,0002	0,00035
	41Z3	0,0052	0,0051	0,0054	0,0003	0,0013	0,0002	0,00060
41Z4	0,0091	0,0086	0,0085	0,0001	0,0016	0,0006	0,00074	
41Z5	0,0236	0,0234	0,0238	0,0004	0,0071	0,0002	0,0032	
GLV-3	0,0080	0,0080	0,0076	0,0004	0,0013	0,0004	0,00060	
Sn	4380Zn1	0,049	0,046	0,044	0,002	0,011	0,005	0,0053
	4380Zn5	0,009	0,0102	0,0098	0,0004	0,0027	0,0012	0,0021
	4380Zn7	0,0047	0,0045	0,0051	0,0006	0,0019	0,0004	0,00092
	4380Zn8	0,011	0,0094	0,010	0,0006	0,0043	0,0016	0,0021
	41Z2	0,0017	0,0018	0,0019	0,0001	0,00043	0,0002	0,00021
41Z4	0,0070	0,0064	0,0072	0,0008	0,0019	0,0006	0,00092	
41Z5	0,0215	0,0192	0,0208	0,0016	0,011	0,0023	0,0053	
GLV-2	0,0030	0,0028	0,0027	0,0001	0,00086	0,0003	0,00042	
Cu	4380Zn2	0,030	0,0309	0,0311	0,0002	0,0027	0,0011	0,0046
	4380Zn3	0,092	0,0925	0,0923	0,0002	0,010	0,0005	0,014
	4380Zn4	0,0022	0,0021	0,0022	0,0001	0,00023	0,00010	0,00042
	4380Zn7	0,012	0,0116	0,0119	0,0003	0,0019	0,0004	0,0021
	4380Zn8	0,020	0,0196	0,0198	0,0002	0,0019	0,0004	0,0021
41Z4	0,0047	0,0049	0,0049	0,0	0,00043	0,0002	0,00092	
GLV-1	0,0028	0,0028	0,0027	0,0001	0,00023	0,0001	0,00042	
GLV-2	0,0052	0,005	0,0051	0,0001	0,00043	0,0002	0,00092	
Cd	4380Zn2	0,29	0,286	0,276	0,0100	0,086	0,014	0,039
	4380Zn3	0,18	0,179	0,179	0,0	0,043	0,001	0,021
	4380Zn4	0,094	0,098	0,099	0,0010	0,027	0,005	0,013
	4380Zn6	0,040	0,039	0,0393	0,0003	0,019	0,001	0,0042
	4380Zn7	0,015	0,0162	0,0147	0,0015	0,0043	0,0012	0,0021
41Z2	0,0017	0,0017	0,0019	0,0002	0,00043	0,0002	0,00021	
41Z3	0,0044	0,0047	0,0044	0,0003	0,0019	0,0003	0,00092	
41Z4	0,0066	0,0072	0,0071	0,0001	0,0019	0,0006	0,00092	
GLV-2	0,0025	0,0024	0,0023	0,0001	0,00086	0,0002	0,00042	

Для анализа цинка на примеси был создан метод «Bulk Zn-Base 4mm», в котором выбраны аналитические линии и параметры тлеющего разряда:

- время откачки – 10 с;
- время продувки аргоном – 5 с;
- время предобжига – 40 с;
- время анализа – 10 с;
- условия возбуждения предобжига – 1000 V;
- условия возбуждения анализа – 700 V, 32 mA;
- диаметр анода – 4 мм.

Так как метод эмиссионного спектрального анализа является относительным, то необходимо построение градуировочных характеристик, которые представляют собой зависимости интенсивностей аналитических линий определяемых элементов от их концентраций.

С использованием выбранных аналитических параметров была проведена калибровка метода объемного анализа цинка. Градуировочные характеристики для каждого контролируемого элемента рассчитаны по комплектам стандартных образцов цинка.

Результаты калибровки и диапазоны определения массовых долей контролируемых элементов в цинке приведены в табл. 1.

Как видно из **табл. 1**, калибровочные кривые всех контролируемых элементов описываются уравнениями 1-го порядка, коэффициенты корреляции имеют значения близкие к 1,0.

Контроль точности и воспроизводимости методики выполнения измерений был проведен по стандартным образцам.

Результаты измерений, полученные в условиях воспроизводимости, приведены в **табл. 2**.

В таблице: A_{CO} – аттестованное содержание массовой доли компонента в стандартном образце, %; \overline{X}_1 ; \overline{X}_2 – средние значения результатов измерений, полученные на спектрометре в разные дни, %; $|\overline{X}_1 - \overline{X}_2|$ – абсолютное расхождение

между результатами измерений, %; R – предел воспроизводимости, %; $|\overline{X}_{max} - A_{CO}|$ – максимальное абсолютное расхождение результата измерений от аттестованного значения в стандартном образце, %; K_T – норматив контроля выполнения процедуры измерений (точность), %.

Из данных **табл. 2** следует, что результаты измерений, выполненных в условиях воспроизводимости, не превышают нормативов контроля по ГОСТ 17261, что позволяет проводить входной контроль цинка и его сплавов эмиссионным методом на спектрометре тлеющего разряда.

Библиографический список

1. Производство стального тонколистового проката на агрегате непрерывного горячего цинкования: Технологическая инструкция. 2004.
2. Григорович А.В., Яйцева Е.В. Спектрометрия тлеющего разряда новое перспективное направление в приборостроении // Аналитика и контроль. 2002. Т. 6. № 2. С. 143–150.

УДК 330.131.7:614.8

М.Г. Сулейманов, Л.Ш. Тимиргалеева, В.В. Уржумцев, С.И. Кутный, Ю.Н. Бородулин, Е.Н. Коробов

ИДЕНТИФИКАЦИЯ И ПРИЧИНЫ РИСКА КОКСОВОГО ПРОИЗВОДСТВА И НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ РАБОТЫ ПРЕДПРИЯТИЯ

Коксохимическая промышленность обеспечивает коксом черную металлургию и ряд других отраслей промышленности. В последние годы потребности в коксе удовлетворяются сокращением его расхода при выплавке чугуна и увеличением его производства путем ввода дополнительных мощностей. Одним из направлений увеличения объемов и улучшения качества кокса является повышение устойчивости работы коксохимических переделов за счет снижения уровня инцидентов и аварий при производстве продукции и сокращения времени регламентированных и нерегламентированных простоев объекта.

Известно, что на уровень аварийности любого объекта влияют различные факторы, в том числе качество производства ремонтно-профилактических работ. Они позволяют минимизировать отказы, связанные с дефектом конструкций, технологией, спецификой производства, эксплуатационно-технической документацией, ограниченностью сроков службы комплектующих элементов и другими факторами. Время, затраченное на указанные мероприятия, зависит от сложности производимых планово-предупредительных и капитальных ремонтов. Такие виды работ осуществляются во время регламентиро-

ванных простоев. К нерегламентированным относятся простои, связанные с авариями и инцидентами при эксплуатации оборудования.

В настоящее время уровень аварийности для металлургических и коксохимических предприятий оценивают по классификации, рекомендованной Ростехнадзором РФ. К авариям на коксохимических производственных объектах относятся любые виды разрушений зданий, сооружений и технических устройств, а также неконтролируемые взрывы и (или) выбросы опасных веществ, газов на различных устройствах и агрегатах, пожары, возникающие на этих же объектах.

К инцидентам относятся: отказы, повреждения, остановки, отклонения от заданных режимов технологических агрегатов и устройств; нарушения правил эксплуатации и других нормативных технических документов, устанавливающих правила ведения работ; выбросы газов и утечки из технологических агрегатов; нарушения в снабжении шихтовыми материалами, топливом и энергоносителями.

При идентификации следует учесть также риски, связанные с внешними факторами. К ним относятся: отказы, связанные с отсутствием ресурсов и отказы, связанные с потреблением готового продукта.