

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.

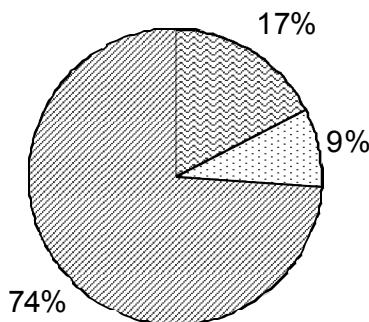
Указанные виды нерегламентированных простоев, связанных с инцидентами, как правило, возникают по техническим и организационным причинам. Нами на основании проведенных исследований установлены следующие причины их реализации:

– к техническим причинам относятся: неудовлетворительное состояние технических устройств, зданий, сооружений и их неисправность; неисправность средств или отсутствие средств противоаварийной защиты, сигнализации или связи; несовершенство технологии; конструктивные недостатки оборудования, приборов, средств контроля за процессом; нарушение технологии производства (отклонение от проектной документации и технологических регламентов); нарушение регламента ревизии или обслуживания технических устройств; нарушение регламента ремонтных работ или их некачественное выполнение;

– к организационным следует отнести: неправильную организацию производства работ; отсутствие или неэффективность производственного контроля; низкий уровень знаний персонала; нарушение технологической и трудовой дисциплины; неосторожные несанкционированные действия исполнителей работ; несовершенство нормативных и технических требований; прекращение или несвоевременная подача энергоресурсов или сырья; отсутствие потребителей готовой продукции.

Для установления вида инцидентов и причин их возникновения нами проанализированы уровень промышленной безопасности в коксовом цехе № 2 (КЦ № 2) в период с 1990 по 2006 гг. За анализируемый период в КЦ № 2 произошло 16 отказов технических устройств и 14 раз печей.

К основным видам инцидентов следует отнести: забуривание (тугой ход) кокса – 10 случаев;



- Неудовлетворительное состояние технических устройств, зданий, сооружений;
- Несовершенство технологии или конструктивные недостатки;
- Нарушение технологии производства работ.

Рис. 1. Технические причины инцидентов

выход из строя коксовыгалькивающих устройств – 5; сход с рельс тушильного вагона – 5; выдача кокса на пути электровоза – 3; столкновение двересъемных машин – 1; разрушение стенки отопительной системы – 1; обесточивание системы энергоснабжения – 1; смещение стояков коксовых печей – 1; загорание газа – 1; загорание конвейерной ленты – 1; загрузка ремонтируемой печи – 1 случай.

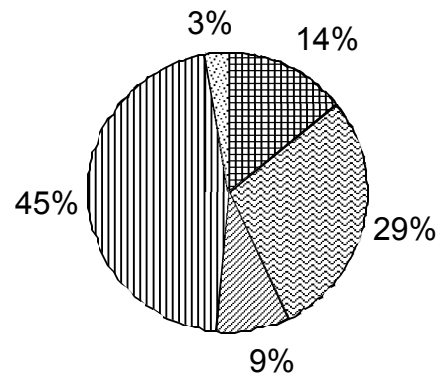
Распределение инцидентов по техническим устройствам и участкам связано с отказом печей, коксовыгалькивающих и двересъемных машин, конвейерного тракта, трансформаторной подстанции.

Анализ полученных данных показал, что наибольшее количество инцидентов связано с работой: коксовых печей (46,67%); тушильных вагонов (16,67%); коксовыгалькивателей (13,3%); двересъемных машин и газосборника машинной стороны (6,67%); конвейера, трансформаторной подстанции и регенератора с коксовой стороны (3,33%). Инциденты, связанные с отказом печей, наблюдались из-за ухудшения состояния печного фонда.

На основании анализа полученных данных по расследованию инцидентов, произошедших в КЦ № 2, установлены технические, организационные и другие причины их возникновения.

Распределение технических причин инцидентов показало три наиболее значимых фактора, предшествующих возникновению инцидента (рис. 1).

К ним относятся: нарушение технологии производства работ (74%); неудовлетворитель-



- Неправильная организация производства работ;
- Неэффективность или отсутствие производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности;
- Низкий уровень знаний требований промышленной безопасности;
- Нарушение технологической и трудовой дисциплины, неосторожные несанкционированные действия исполнителей работ;
- Несовершенство нормативных и технических требований.

Рис. 2. Организационные причины инцидентов

ное состояние технических устройств, зданий, сооружений (17%); несовершенство технологии или конструктивные недостатки (9%).

Организационные причины возникновения инцидентов (рис. 2) складываются из пяти групп, которые в порядке приоритета распределились следующим образом: нарушение технологической и трудовой дисциплины, неосторожные не санкционированные действия исполнителей работ (45%); неэффективность или отсутствие производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности (29%); неправильная организация производства работ (14%); низкий уровень знаний требований промышленной безопасности (9%); несовершенство нормативных и технических требований (3%).

С целью разработки рекомендации по повышению устойчивости работы предприятия нами проанализированы современные направления развития техники и технологии коксового производства, включающие способы продления сроков службы печей, материалы для производства ремонта, установки для обслуживания батареи и другие рекомендации [1–16]. Они следующие:

- стабилизация угольной сырьевой базы коксования и методы подготовки угольных шихт к коксованию;
- использование современных методов диагностирования кладки коксовых печей для своевременной оценки состояния печного фонда и продления срока эксплуатации коксовых батарей;
- применение современных материалов и способов для организации горячего и холодного ремонта печного фонда;
- совершенствование методов капитальных и текущих ремонтов огнеупорной кладки с учетом опыта европейских, канадских, японских и отечественных коксохимических предприятий;
- использование новых технических решений при реконструкции старых и строительстве новых комплексов коксовых батарей;
- применение новейших типов коксовых машин и других технических устройств;
- совершенствование обучения персонала, профессионального отбора для снижения ошибочных решений и нарушений.

#### Библиографический список

1. Перспективы развития коксового производства и его технологии в начале третьего тысячелетия / Рудыка В. И., Малина В.П., Ковалев Е.Т., Старовойт А.Г. // Кокс и химия. 2000. № 11–12. С. 17–22.
2. Ухмылова Г.С. Продление срока службы коксовых батарей // Кокс и химия. 2001. № 4. С. 21–24.
3. Сухоруков В.И., Швецов В.И. Сохранность коксового печного фонда России – важная задача коксохимии // Кокс и химия. 2004. № 5. С. 44–53.
4. Сухоруков В.И., Швецов В.И., Стахеев С.Г. Основные проблемы сохранности коксового печного фонда // Кокс и химия. 2006. № 3. С. 26–36.
5. Швецов В.И. О выборе метода перекладки головочных частей обогревательных простенков // Кокс и химия. 2001. № 4. С. 17–18.
6. Горячие ремонты кладки печных камер коксовых батарей № 4, 5 с применением оборудования фирм «Fosbel» и «Lichtenberg» / Зубицкий Б.Д., Тихов С.Д., Булаевский Б.Х., и др. // Кокс и химия. 2004. № 2. С. 17–19.
7. Дябин В.В., Ройзен Л.С., Лушников А.Д. Опыт горячих ремонтов коксовых печей керамической наплавкой // Кокс и химия. 2005. № 1. С. 19–21.
8. Золтуев И.А., Васильченко М.П. Методы ремонта огнеупорной кладки в ОАО «Алтай-кокс» // Кокс и химия. 2006. № 11. С. 37–39.
9. Sakaida M, Yokomizo M. Продление срока службы коксовых батарей. Разработка системы диагностики состояния кладки коксовых печей // Новости черной металлургии за рубежом. 2003. № 1. С. 11–12.
10. Takayama N., Inamasu H. Меры по увеличению срока службы коксовых батарей в Японии. Внедрение технологии ремонта коксовых печей по данным измерения ширины камер коксования // Новости черной металлургии за рубежом. 2004. № 1. С. 10–12.
11. Nivoix F., Gaillet J-P. Усовершенствованная автоматизированная система диагностирования кладки коксовых батарей Videofil // Новости черной металлургии за рубежом. 2004. № 6. С. 19–21.
12. Matsushita H., Inamasu H. Система постоянного мониторинга состояния камер коксования // Новости черной металлургии за рубежом. 2006. № 6. С. 12.
13. Система видеонаблюдения за состоянием кладки отопительных каналов и стен камер коксования / Манкевич А.Н., Суханов А.Н., Самойлов Г.Н., Терешков С.В. // Кокс и химия. 2004. № 11. С. 36–37.
14. Ухмылова Г.С. Применение фирмой DOFASCO методики определения износа коксовых батарей // Кокс и химия. 2006. № 5. С. 38.
15. Ухмылова Г.С. Аппарат видеофил для диагностики разрушения кладки коксовых батарей // Кокс и химия. 2006. № 8. С. 31–32.
16. Анисимов А.В., Гатаулин Р.Г., Тарасов Н.А. Об основных принципах организации работ для сохранности огнеупорной кладки коксовых батарей // Кокс и химия. 2006. № 12. С. 18–19.