

УДК 669.18.003.12 (477)

Л.Г.Тубольцев, Г.Н.Голубых, Н.И.Падун, А.М.Шевченко**ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ БАЗА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОЙ
ЭКСПЛУАТАЦИИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ АГРЕГАТОВ**

Рассмотрены научные основы создания системы безопасной эксплуатации металлургических агрегатов. Показано, что основой безопасности является осуществление мониторинга технологических, технических и организационных факторов.

Черная металлургия Украины принадлежит к базовым отраслям народного хозяйства и определяет уровень экономической безопасности Украины [1]. Для отрасли характерна концентрация металлургических агрегатов большой мощности, развитая сеть энергетического хозяйства, газопроводов, емкостей для хранения нефти и газовых продуктов, что создает повышенную техническую, энергетическую и экологическую опасность для обслуживающего персонала, прилегающих производственных и жилых территорий. Металлургическое производство связано с высокими энергиями и температурами, в нем присутствуют большие объемы жидкого металла, природного, доменного и коксового газа. В этой связи актуальным является поиск решений, обеспечивающих снижение промышленных рисков и возможности возникновения аварийных ситуаций. Отдельно необходимо рассматривать вопрос безопасной эксплуатации отработавшего свой ресурс и устаревшего оборудования. Таким образом, встает проблема обеспечения безопасности эксплуатации оборудования и агрегатов металлургического комплекса, выходящая за рамки вопросов, связанных с надежностью и ресурсом технических объектов.

Условия безопасной работы промышленной системы Φ могут быть описаны в виде функции $\Phi = f(x, y, z)$ технических, технологических и эксплуатационных параметров. Стабильная и безопасная работа системы обеспечивается в том случае, если изменение параметров dx , dy , dz не приводит к скачкообразным, непредсказуемым изменениям функции Φ . Реакция системы на изменение управляющих параметров, возникающая в виде внезапного ответа на плавное изменение внешних условий, может быть изучена с использованием теории катастроф, которая исследует скачкообразные переходы, разрывы, существенные качественные изменения функции Φ [2]. В основе теории катастроф лежат работы американского математика Хаслера Уитни, который исследовал отражение поверхностей на плоскость и обнаружил, что отражение гладких поверхностей (описываемых непрерывной функцией) на плоскость может быть только двух устойчивых видов, которые сохраняются при изменении параметров системы dx , dy , dz . При отображении функции Φ на плоскость и при исследовании плавных кривых, например, плавной кривой на рис.1, можно

видеть, что при изменении управляющего параметра выделяются его особые точки (критические значения параметра a, b, c, d), при которых функция Φ может терять однозначность или претерпевать разрыв.

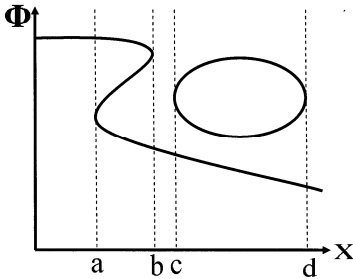


Рис.1. Однопараметрическое семейство эволюционных процессов в одномерном фазовом пространстве (по оси абсцисс отложено значение параметра x , по оси ординат – функция состояния процесса Φ).

Рассматривая положение равновесия системы, зависящей от нескольких параметров, можно обнаружить, что изучаемая область в пространстве па-

раметров разобьется на две части, одна из которых будет областью устойчивости, а другая – областью неустойчивости. При этом сохраняется и общий принцип хрупкости работы системы, согласно которому все позитивное (в частности, устойчивость) более хрупко и ненадежно, чем негативное. Рассмотренные явления имеют важное практическое значение, так как обеспечение безопасной, устойчивой и стабильной работы системы требует постоянного контроля и мониторинга за сохранением ее управляющих параметров в установленных пределах.

Сегодня на промышленных предприятиях отношение к мерам по обеспечению безопасности двоякое – они воспринимается как действие необходимое, но мешающее производственной деятельности. Таким образом, производство и безопасность представляют собой как бы две грани одного процесса. Поэтому при разработке тактики промышленной безопасности должно выполняться требование минимальных затрат для достижения 100% надежности производства. Этому требованию могут удовлетворить только научно-обоснованные системы управления промышленной безопасностью (СУПБ).

В основе предлагаемых нами подходов к созданию СУПБ лежит иерархическая структура управления вертикального типа в виде пирамиды с функциональным мониторингом заданных технических, технологических и организационных параметров на контурах управления (рис.2). Нижним уровнем пирамиды являются рабочие места, для которых контроль и выполнение мероприятий по безопасности является неперенным условием. Следующим уровнем, на который возлагаются функции мониторинга за нижним иерархическим уровнем, являются производственные участки, затем цеха и заводские службы в соответствии со структурой производства. Высшим иерархическим уровнем мониторинга является управляющий металлургическим предприятием, контролирующей производственную безопасность системы по вертикали. Наряду с вертикальной системой

управления должна быть обеспечена и система функционального мониторинга, когда элементы управления взаимодействуют между собой по горизонтали.

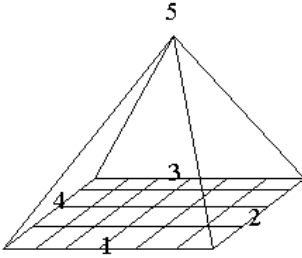


Рис.2. Пирамида структуры управления промышленной безопасностью.

1 – система контроля технических параметров; 2 – система контроля технологических параметров; 3 – система контроля организационных параметров; 4 – система охраны труда; 5 – высший иерархический уровень мониторинга.

В Украине ранее существовала система управления промышленной безопасностью и охраной труда (СУПБ и ОТ). Принципы ее функционирования закреплены в отраслевых документах, стандартах предприятий и освещены в литературе. Однако, рыночные отношения, новые экономические, финансовые, производственные и трудовые отношения требуют создания новых принципов, процедур и методов управления безопасностью на производстве. В нынешних условиях хозяйствования должна быть реализована новая концепция управления безопасностью промышленных объектов, предусматривающая иерархический многоуровневый мониторинг и контроль. Для этой цели во многих случаях целесообразно использовать имеющиеся АСУ ТП, организовав подсистему мониторинга технического состояния оборудования и агрегатов.

Схематично этапы создания СУПБ представлены в табл. 1.

Таблица 1. Основные этапы создания и функционирования системы промышленной безопасности (СУПБ)

Проектирование исходных требований к системе ПБ	<ol style="list-style-type: none"> 1. Определение показателей и критериев ПБ. 2. Нормирование показателей ПБ. 3. Ввод исходных данных в систему ПБ. 4. Установка временных параметров мониторинга.
Адаптация моделей	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отслеживание изменений параметров технологических и организационных процессов конкретных объектов по сравнению с типовыми. 2. Корректировка настроечных коэффициентов моделей.
Мониторинг ПБ	<ol style="list-style-type: none"> 3. Получение данных от систем и устройств 1-го уровня. Подсистема «ввода-вывода» информации принимает аналоговые, дискретные и счетные сигналы. 4. На основе анализа принятых сигналов и расчетных величин система управления определяет состояние ПБ и выдает сигнал о степени риска эксплуатации объекта.

Прогноз состояния ПБ	1. Модули расчета и прогноза состояния ПБ металлургических объектов определяют на текущий момент времени необходимость принятия решений по обеспечению ПБ металлургических объектов
Принятие управленческих решений	1. Оптимизация мероприятий ПБ 2. Принятие решений о финансировании мероприятий обеспечения ПБ. 3. Реализация мероприятий обеспечения ПБ

Сегодня действует ряд новых принципов управления промышленной безопасностью: лицензирование видов деятельности; сертификация технических устройств, применяемых на опасных объектах; экспертиза и декларирование промышленной безопасности; согласование и утверждение проектов на опасные объекты; выполнение порядка эксплуатации, строительства объектов и приемки их в эксплуатацию; аттестация персонала в области промышленной безопасности; введение производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности; страхование ответственности за причинение вреда третьим лицам в результате аварии на опасном производственном объекте.

Поскольку единой нормативной документации с требованиями по разработке, структуре и содержанию СУПБ и ОТ в Украине пока не создано, эта задача часто решается самостоятельно, исходя из опыта работы отдельных предприятий, региона, отрасли, а в ряде случаев и зарубежных стран. Общий недостаток многих систем – нечеткость в определении политики компаний, стратегических целей и задач промышленной безопасности, несбалансированность в изложении функций и области ответственности составных ее элементов, отсутствие разработанных директив и процедур системы, прежде всего процедур по оценке рисков и проведению аудитов, критериев оценки эффективности затраченных средств. Кроме того, в имеющихся СУПБ и ОТ нашли отражение далеко не все задачи, связанные с выполнением требований законов об охране труда и промышленной безопасности.

Чтобы обеспечить переход на работу предприятий с применением СУПБ, основанных на современных требованиях, необходимо пересмотреть многие сформировавшиеся в Украине методы в сфере промышленной безопасности. Прежде всего, должен быть сформирован базовый документ – Украинский стандарт. За его основу могут быть взяты признанные международные стандарты – Британский стандарт BS 8800 (Руководство по системам управления охраной здоровья и производственной безопасностью) и OHSAS 18000, а также целый ряд других, в частности австралийский и новозеландский стандарт AS/NZL 4804:1997 “Occupational health and safety management systems – General guidelines on principles, systems and supporting techniques” (Профессиональное здоровье и системы управления безопасностью. Общие руководящие положения на

принципах, системах и методах поддержки). В этих документах предусматривается возможность создания СУПБ с использованием стандартов по управлению качеством и охраной окружающей среды системы ISO (соответственно BS EN ISO9001 и 14001, а также AS/NZL ISO 9004:1994 и 14004:1996).

В соответствии с действующей «Методикой определения рисков и их приемлемых уровней для декларирования безопасности объектов повышенной опасности» к объектам повышенной опасности могут быть отнесены металлургические агрегаты, на которых используются:

1. Горючие газы:

горючие газы, которые образуют с воздухом взрывоопасные смеси;

горючие газы под давлением более 0,1 МПа;

горючие газы под давлением более 0,1 МПа с температурой выше температуры окружающей среды;

горючие газы в сжиженном состоянии;

горючие газы с температурой воспламенения выше 61⁰С в закрытых и выше 66⁰С в открытых сосудах;

2. Взрывоопасные вещества;

3. Вещества-окислители, которые поддерживают и инициируют горение;

4. Высокотоксичные вещества.

Кроме того, для металлургических предприятий к признакам агрегатов повышенной опасности должны быть отнесены агрегаты, на которых используются значительные объемы расплавленного металла, шлака и других веществ; химические вещества; большие массы механизмов и агрегатов, обладающих значительными запасами потенциальной и кинетической энергии. В соответствии с расширенным набором признаков к объектам повышенной опасности должны быть отнесены многие технические устройства, здания и сооружения металлургических и коксохимических производственных объектов. В соответствии со статьей 21 Закона Украины «Об охране труда» и Указом Президента Украины от 16 января 2003г. №29 «Вопросы Государственного комитета Украины по надзору за охраной труда» Кабинет Министров Украины выносит постановление №1631 от 15 октября 2003г «Об утверждении Порядка выдачи разрешений Государственным комитетом по надзору за охраной труда и его территориальными органами», в котором оборудование для основного производства и транспортировки в металлургической промышленности включено в перечень оборудования повышенной опасности.

Идентификация объектов на предмет промышленной безопасности должна проводиться субъектами хозяйственной деятельности с привлечением соответствующих государственных органов. Однако многие вопросы обеспечения промышленной безопасности в черной металлургии остаются без методического и нормативного обеспечения. Прежде всего, следует отметить сложность существующей системы нормативных актов,

нечеткость определений и многообразие трактовок различных положений. В условиях практически полной приватизации металлургических предприятий и предоставления полной хозяйственной самостоятельности предприятиям вопросы промышленной безопасности требуют четкого разделения функций государства и субъектов хозяйственной деятельности. Нерешенными в методическом плане являются вопросы мониторинга промышленной безопасности, предупреждения и ликвидации последствий аварий и чрезвычайных ситуаций.

Таким образом, существующая система обеспечения промышленной безопасности в Украине имеет определенные недостатки, которые приводят к дальнейшему ухудшению технического состояния металлургической отрасли, неэффективному использованию финансовых средств. Для обеспечения промышленной безопасности металлургических предприятий необходимо следующее:

- разработать и обеспечить эффективную деятельность СУПБ на принципах системного подхода;

- организовать координацию деятельности центральных и региональных органов власти, промышленных предприятий и научных организаций в сфере промышленной безопасности;

- усилить инновационную деятельность и финансирование мероприятий технического перевооружения и модернизации металлургических предприятий на базе использования результатов научных исследований;

- организовать выполнение методических разработок по созданию систем управления промышленной безопасностью металлургических объектов.

Одним из новых подходов к вопросам стандартизации по обеспечению безопасности производства продукции является техническое регулирование в промышленности. При этом упор делается на добровольное выполнение промышленными предприятиями требований отечественных стандартов в условиях обязательного соответствия продукции требованиям стандартов зарубежных стран и мирового рынка.

В вопросах стандартизации должна быть обеспечена иерархическая структура стандартов, которые определяют и соответствующий уровень контроля за их выполнением. Такая структура предполагает пирамидальный вид уровней стандартов (рис.3). При реализации «новой» системы стандартизации, в том числе и по промышленной безопасности, усиливается роль метрологического обеспечения, автоматизированных систем управления и контроля технологических и технических параметров промышленного оборудования. В конечном итоге реализация новой нормативной базы должна привести к созданию системы управления качеством в широком понимании этого значения – от обеспечения промышленной безопасности до выпуска безопасной продукции.



Рис.3. Иерархические уровни стандартизации производства продукции и промышленной безопасности

1 уровень – директивы ЕС, которые обеспечивают размещение на мировых рынках безопасной продукции (промышленной безопасности);

2 уровень – технические регламенты на обеспечение производства безопасной продукции и промышленной безопасности, национальные стандарты, соответствующие принципам международных систем;

3 уровень – базовые стандарты и «Общие стандарты»;

4 уровень – отраслевые стандарты;

5 уровень – стандарты по предприятиям.

Одним из основных условий, которому должно удовлетворять металлургическое оборудование, является его безотказная работа с необходимой надежностью в соответствии с техническими условиями эксплуатации в течение заданного периода времени [5]. Арсенал мероприятий по повышению надежности и долговечности оборудования весьма велик и многообразен. Важнейшим фактором этой системы является уровень эксплуатации оборудования, зависящий от соблюдения заданных технологических режимов, правил технологической эксплуатации, соответствия технических характеристик оборудования требованиям технологического процесса, декларирование субъектом хозяйственной деятельности намерений относительно безопасной эксплуатации металлургических объектов [6]. Безопасный уровень эксплуатации характеризуется отсутствием аварий, качеством выпускаемой продукции, длительностью стабильной работы агрегатов. Низкий уровень, как правило, связан с аварийными простоями агрегатов, большими потерями производства и ремонтными затратами. Например, анализ аварий, которые имеют место при работе доменных печей показывает, что они возникают практически на всех участках доменной печи (рис.4).

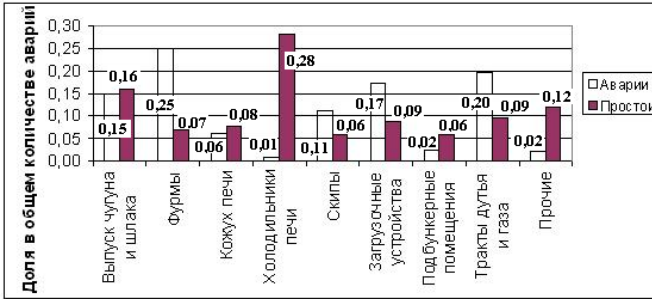


Рис.4. Доля аварий и простоев на различных участках доменных печей.

Таким образом, комплексный подход к обеспечению необходимой эффективности функционирования оборудования и агрегатов металлургического производства должен предусматривать создание системы, обеспечивающей эффективность работы оборудования в течение всего срока службы с учетом технологических, технических и организационных факторов.

Выводы.

Предлагается реализовать системный подход к оценке промышленной безопасности металлургических предприятий. На основе научных положений показано, что обеспечение безопасной, устойчивой и стабильной работы промышленной системы требует постоянного контроля и мониторинга за сохранением управляющих параметров системы в требуемых пределах.

Установлены основные положения и требования для систем управления промышленной безопасностью, которые должны включать:

методические разработки по созданию технического регламента обеспечения промышленной безопасности;

мониторинг текущего состояния контролируемого объекта и систему принятия управленческих решений с указанием временных параметров.

В основе предлагаемой к реализации системы управления промышленной безопасностью (СУПБ) лежит иерархическая структура управления вертикального типа с функциональным мониторингом заданных технических, технологических и организационных параметров на контурах управления.

Создание СУПБ будет способствовать преодолению ряда накопившихся проблем, главной из которых является обновление основных фондов металлургических предприятий в горно-металлургическом комплексе Украины.

1. *Гриценко С.Г., Грановский В.К., Харахулах В.С., Бродский С.С.* О состоянии и перспективах развития металлургического комплекса Украины // *Литье и металлургия.* – 2002. – № 4. – С.118–121.
2. *Арнольд В.И.* Теория катастроф. –2-е изд., доп. – М.: Изд-во МГУ, 1983. – 80 с.
3. *Шатихин Л.Г.* Структурные матрицы и их применение для исследования систем. – М.: Машиностроение, 1991. – 254 с.
4. *Малюта А.Н.* Закономерности системного развития. – Киев: Наукова думка. – 1990. – 136 с.
5. *Хенли Э.Дж, Куматомо Х.* Надежность технических систем и оценка риска. – М.: Машиностроение, 1984.
6. *Декларирование промышленной безопасности опасных объектов // Сборник документов. Серия 27. Декларирование промышленной безопасности и оценка риска.* – вып.3. – М.: Государственное унитарное предприятие «Научно-технический центр по безопасности в промышленности Гостехнадзора России», 2003.

Статья рекомендована к печати д.т.н. В.И.Большаковым