

Раздел 1. «Металлургия»

УДК 53.08

МРНТИ 53.03.03

С. А. Гарелина¹, К.П. Латышенко¹, У.У. Умбетов²

¹ФГБВОУ ВО «Академия гражданской защиты МЧС России», г. Химки, Российская Федерация
rolru@mail.ru, kplat@mail.ru

²НАО «Карагандинский индустриальный университет», г. Темиртау, Казахстан
uumbetov@mail.ru

Совершенствование системы мониторинга металлургического производства

В статье обоснована актуальность совершенствования системы мониторинга металлургического производства на примере детальности металлургического комбината АО «АрселорМиттал Темиртау». Выполнен анализ возможности применения разработанных с участием авторов технических средств мониторинга с улучшенными метеорологическими характеристиками и их применения в едином комплексе для мониторинга технологических процессов на металлургическом производстве. Вторая часть статьи посвящена количественной оценке величины снижения ущерба от ЧС в результате внедрения разработанных пирометров и газоанализатора.

Ключевые слова: производство стали, температура объекта, пирометры, газовый анализ, общее солесодержание, кондуктометр, радиационный контроль, ущерб от аварии или ЧС.

Авторы статьи приняли участие в разработке ряда технических средств (далее – ТС) с улучшенными метеорологическими характеристиками и систем мониторинга на их основе: семейство ОАГ «Мегакон 10К»; трансформаторные кондуктометры «Кальмар» и «Nestl»; семейство пирометров «Термоконт–ТНЗ/ЧПЛ» для измерения температуры объектов, маскируемых языками пламени, и семейство «Термоконт–ТНЗ/СО2» – для измерения температуры пламени; система радиационного контроля движущегося автотранспорта для закрытых административно-территориальных образований (далее – ЗАТО); система контроля растворения солевого пласта Рогунской ГЭС.

Разработанные ТС обеспечат:

существенное снижение риска от ошибок обнаружения ЧС (порядка 50 %) при использовании газоанализатора «Мегакон10К» по сравнению с «Колион1В» (широко использующийся в системе мониторинга МЧС России), а улучшенные функциональные возможности позволяют за счёт повышенной селективности использовать его для пожарной экспертизы;

существенное снижение стоимости разработанных пирометров для измерения температуры пламени и объекта сквозь пламя по сравнению с зарубежными аналогами (в 5 – 6 раз) при идентичных метеорологических характеристиках. Использование таких пирометров в системе мониторинга промышленного объекта позволит снизить стоимость обеспечения его безопасности;

кондуктометрические датчики выполнены строго в соответствии с нормативно-технической документацией, ТЗ и обеспечивают возможность функционирования Рогунской ГЭС, впервые в мире возводимой на солевом основании. Их конструктивные особенности позволяют создать систему

Раздел 1. «Металлургия»

солевой защиты и работать в онлайн-режиме в скважинах, заполненных водой при давлениях 1 МПа, на глубине более 100 м, в условиях сильно изменяющихся температур;

повышение эффективности радиационной системы контроля движущегося транспортного средства для ЗАТО в отличии от известных за счёт возможности определения координат источника радиации.

Возник вопрос о возможности использования перечисленных ТС в едином комплексе для совершенствования систем мониторинга промышленных объектов. Обзор систем мониторинга промышленных объектов позволил показать, что все эти ТС можно использовать металлургическом производстве.

В Темиртау расположен металлургический комбината АО «АрселорМиттал Темиртау», который с 1995 года принадлежит Л. Митталу (L. Mittal – британо-индийский бизнесмен, род. 1950).

АО «АрселорМиттал Темиртау» (рис. 1) включает в себя следующие производства: коксохимическое, аглодоменное, сталеплавильное и прокатное, а также вспомогательные подразделения: транспортное, ремонтно-монтажное и отдел главного энергетика.



Рисунок 1 – АО «АрселорМиттал Темиртау»

АО «АрселорМиттал Темиртау» включает в себя полный цикл черной металлургии:

производство чугуна (рис. 2 а);

производство из чугуна стали (рис. 2 б);

прокат из стали.

Металлургическое производство оказывает сильное негативное влияние на окружающую среду (рис. 3). Каждый год в районе расположения металлургического комбината многократно фиксируют превышение предельно допустимой концентрации (далее – ПДК) выбросов вредных веществ в атмосферу, предельно допустимых сбросов хозяйственно-бытовых и сточных вод, нарушения при обращении с твёрдыми отходами, а также условий природопользования [1, 2].

Раздел 1. «Металлургия»

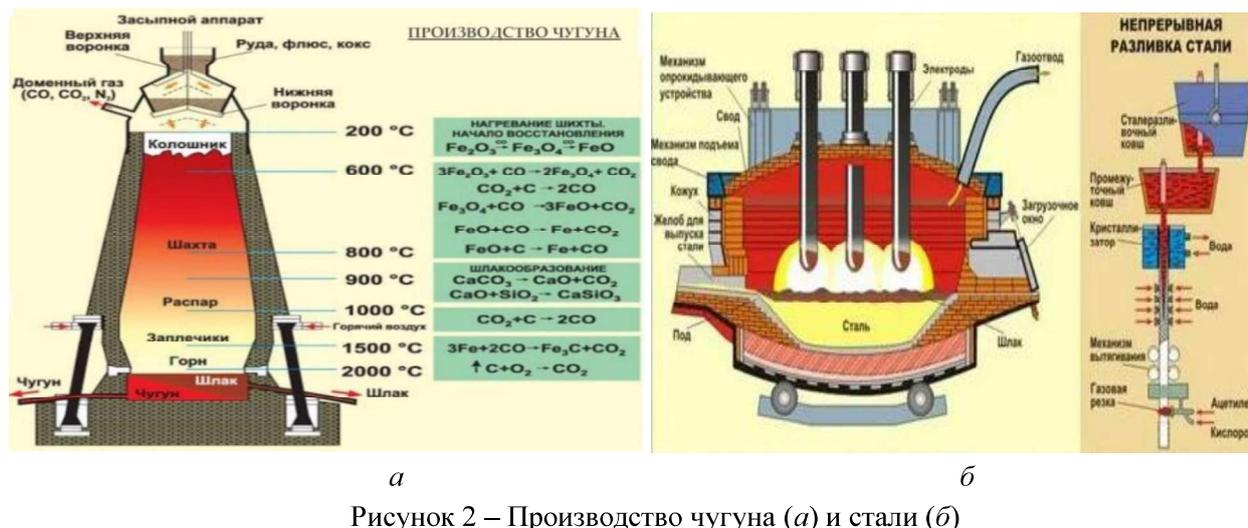


Рисунок 2 – Производство чугуна (а) и стали (б)



Рисунок 3 – Загрязнение окружающего воздуха АО «АрселорМиттал Темиртау»

В 2019 году АО «АрселорМиттал Темиртау» и Министерство экологии и природных ресурсов заключило договор о снижении в 2019 – 2023 гг. вредных выбросов комбинатом на 30 %. Но оно оказалось не выполненным. Предприятие, вредные выбросы которых составляют около 80% всех выбросов Карагандинской области, ежегодно выплачивает миллиардные штрафы в тенге за выявленные нарушения экологического законодательства.

Таким образом, обоснована актуальность совершенствования систем мониторинга на АО «АрселорМиттал Темиртау» как самого металлургического производства, так и твердых, жидких и газообразных промышленных отходов.

Рассмотрим коротко процесс металлургического производства как объект автоматизации и мониторинга.

При производстве чугуна основными параметрами контроля являются: температура чугуна (температура плавления 1147 – 1200 °C) и отходящих газов, расход и давление воздушного дутья, высота (уровень) шихтовых материалов, состав и концентрация отдельных компонентов в отходящих ваграночных газах и др.

При производстве стали основными параметрами контроля являются: температура чугуна (температура плавления 1350 – 1535 °C, а перед выпуском – 1550 – 1650 °C) и отходящих газов (1500 – 1600 °C), расход и давление кислорода, состав коксового (конверторного) и выделяющихся газов и др.

Раздел 1. «Металлургия»

Во время проката стали под воздействием обжатия металлического слитка вращающимися валками, получают прокат (профиль): простой сортовой (треугольный, квадратный, шестиугольный, круглый и др.), листовой прокат в рулонах и листах, фасонный прокат (уголок, швеллер, двутавр и пр.), трубы, рельсы и др. (рис. 4).



а б
Рисунок 4 – Прокат металла (а) и фасонный прокат (б)

При производстве проката основными параметрами контроля являются: температура слитков и заголовков (температура горячей деформации 900 – 1200 °С), сила обжатия, длина изделий и др.

Стоит отметить, что контроль металлургического производства является экстремальным по условиям измерений, поэтому сосредоточимся именно на нем.

Температура – один из ключевых параметров, который надо контролировать во время производства стали. Оперативный контроль температуры обеспечивает:

контроль параметров процесса плавки для стабильности температурного режима плавки, что позволяет оптимизировать горение и теплопередачу;

определение отклонений температуры отдельных узлов агрегатов, связанных с появлением различных дефектов (например, нарушение сплошности дымовых труб, эрозии футеровки и т.д.).

Таким образом, для металлургического производства предлагается использовать разработанные пирометры. Семейство пирометров «Термоконт–ТНЗП/ЧПЛ» является монохроматическими пирометрами, которые работают на длине волны 4,26 мкм. Они измеряют температуру жидких и твердых тел, маскируемых языками пламени (сквозь пламя), в диапазоне 250 – 1500 °С с основной относительной погрешностью 1 % и случайной составляющей от 2,0 до 3,0 °С. Семейство пирометров «Термоконт–ТНЗП2/СО2» является монохроматическими пирометрами, которые работают на длине волны 3,91 мкм. Они измеряют температуру жидких и твердых тел в диапазоне 500 – 1500 °С с основной относительной погрешностью 1 или 2 % в зависимости от модификации и случайной составляющей от 2,0 до 3,0 °С. Быстродействие пирометров составляет 0,3 с.

Необходимой частью работы многих технологических установок на металлургическом производстве является измерение концентрации газов как производственных, так и отходящих. Практически на всех этапах производственного цикла возникают попутные газы (рис. 5), которые могут стать причиной взрыва или отравления. На подобных предприятиях необходимо использовать газоанализаторы следующих типов: стационарные – для непрерывного контроля уровня

Раздел 1. «Металлургия»

концентрации опасных газов, и портативные, обеспечивающие индивидуальную защиту работников [3].

Таким образом, газоанализаторы широко применяются в металлургическом производстве, практически на всех этапах производственного цикла. С участием авторов были разработан оптико-акустический газоанализатор «Мегакон», который отличают улучшенные метрологические и эксплуатационные характеристики, в частности, небольшая погрешность и повышенная селективность.

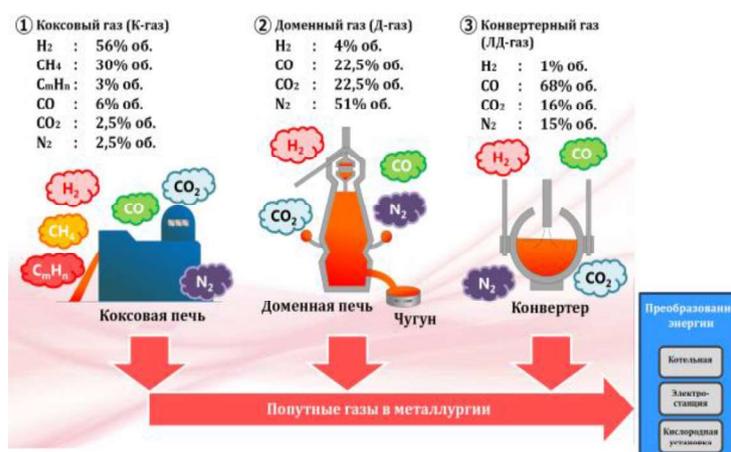


Рисунок 5 – Измерение качественного и количественного состава газов в металлургии

В металлургическом производстве стали наряду с чугуном используют скрап (лом черных металлов, руда). При попадании в плавильный агрегат радиоактивного лома, а его количество с каждым годом растет, происходит загрязнение металла и отходов производства, оборудования, территории, выброс в атмосферу радиоактивных веществ. Все это может привести к остановке производства и большим материальным потерям. Например, радиоактивное загрязнение, когда летом 1989 года источник ионизирующего излучения попал в плавильную печь Подольского завода цветных металлов, было обнаружено на пяти гектаров из 42. С 1989 по 2001 год с территории завода было вывезено более 20 тыс. м³ загрязненного грунта и проведены многочисленные дезактивационные работы. Только в 2009 – 2010 годах ущерб составил около 121 млн рублей

За последнее десятилетие на металлургических предприятиях произошло более 300 радиационных инцидентов [4], поэтому важна роль радиационного контроля лома металла, поставляемого на предприятие.

В настоящее время для исключения таких инцидентов выполняется процедура измерения с каждой стороны по длине транспортного средства с металлоломом мощности дозы в 5 – 7 точках. При этом на измерение в одной точке оператор затрачивает не менее 10 секунд. Таким образом, такой контроль является достаточно трудоемким, требующим наличия дозиметристов.

С нашим участием была разработана система автоматического радиационного контроля движущегося транспорта для ЗАТО с определением координат источника радиации. Использование такой системы для металлургического производства существенно повысит достоверность обнаружения источника радиации и производительность процесса контроля.

В металлургии введены отдельные требования на оборотную (техническая вода многократного использования) и добавочную (для восполнения потерь, которая прошла соответствующую обработку) воду. В соответствии с нормативно-технической документацией вода должна иметь определенную жесткость, мутность, цветность, содержание взвешенных веществ и солей, хлоридов и сульфатов и др.

Раздел 1. «Металлургия»

Одним из методов контроля качества воды в металлургии является кондуктометрия. Для этих целей можно использовать модернизированный кондуктометр «Nestl M», позволяющий ввиду аддитивности метода кондуктометрии измерять общее солесодержание воды.

Выводы

1. Обоснована необходимость совершенствования системы мониторинга металлургического производства на примере деятельности металлургического комбината полного цикла АО «АрселорМиттал Темиртау» (Республика Казахстан). Показаны сложности, возникающие при измерении параметров технологического процесса и оборудования: высокой температуры, качественного и количественного анализа газов, качества воды, радиационного контроля сырья.

2. Обосновано комплексное применение разработанных с участием авторов ТС мониторинга с улучшенными метрологическими и техническими характеристиками.

3. Комплексное использование разработанных ТС позволит усовершенствовать систему мониторинга металлургического производства и, как следствие, повысить эффективность и безопасность такого сложно и потенциально опасного производства.

Литература

1. Почему «АрселорМиттал Темиртау» выставили такой скромный штраф за отравление горожан // Общественно-политическая газета «Литер». – URL: <https://liter.kz/ekologi-obyasnili-prichinu-vystavleniya-skromnoj-summy/> (дата обращения: 01.2023).

2. Карагандинский металлургический комбинат // Энциклопедия Руниверсалис. – URL: https://руни.рф/index.php/%D0%9A%D0%B0%D1%80%D0%B0%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BB%D1%83%D1%80%D0%B3%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B1%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D1%82 (дата обращения: 01.2023).

3. Будыкина, Т.А. К вопросу оценки уровней профессиональных рисков / Т.А. Будыкина, С.М. Ляшенко // Сборник трудов Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы обеспечения пожарной безопасности и охраны труда». – Химки, 2022. – С. 21 – 26.

4. Валуев, Н.П. Радиационный контроль сырья, металлолома, продукции и отходов металлургического производства / Н.П. Валуев, Ю.В. Мойш, Н.В. Никоненков, В.А. Углов // «Металлург», 2008. – №7. – С. 62 – 66.

С. А. Гарелина¹, К.П. Латышенко¹, У.У. Умбетов²

Металлургия өндірісінің мониторингі жүйесін жетілдіру

Мақалада «АрселорМиттал Темиртау» АҚ металлургия комбинатының егжей-тегжейлері мысалында металлургия өндірісінің мониторингі жүйесін жетілдірудің өзектілігі негізделген. Авторлардың қатысуымен әзірленген метеорологиялық сипаттамалары жақсартылған техникалық мониторинг құралдарын қолдану және оларды металлургия өндірісіндегі технологиялық процестерді мониторингтеу үшін бірыңғай кешенде қолдану мүмкіндігіне талдау жасалды. Мақаланың екінші бөлімі әзірленген пирометрлер мен газ

Раздел 1. «Металлургия»

анализаторын енгізу нәтижесінде ТЖ-дан келтірілген залалды азайту мөлшерін сандық бағалауға арналған.

Түйінді сөздер: болат өндірісі, объектінің температурасы, пирометрлер, газды талдау, тұздың жалпы мөлшері, кондуктометр, радиациялық бақылау, авариядан немесе ТЖ зақымдануы.

S.A. Garelina, K.P. Latyshenko, U.U. Umbetov

Improvement of the monitoring system metallurgical production

The article substantiates the relevance of improving the monitoring system of metallurgical production by the example of the detail of the metallurgical plant of JSC «ArcelorMittal Temirtau». The analysis of the possibility of using Chechen monitoring tools developed with the participation of the authors with improved meteorological characteristics of technical means of using them in a single complex for monitoring technological processes in metallurgical production is carried out. The second part of the article is devoted to the quantitative assessment of the magnitude of the reduction of damage from emergencies as a result of the introduction of the developed pyrometers and gas analyzer.

Keywords: steel production, object temperature, pyrometers, gas analysis, total salinity, conductometer, radiation monitoring, damage from an accident or emergency.

Literature

1. Why "ArcelorMittal Temirtau" was issued such a modest fine for poisoning citizens // Socio-political newspaper "Liter". – URL: <https://liter.kz/ekologi-obyasnili-prichinu-vystavleniya-skromnoj-summy> / (date of access: 01.2023).
2. Karaganda Metallurgical Combine // Encyclopedia Runiversalis. – URL: https://руни.rf/index.php/%D0%9A%D0%B0%D1%80%D0%B0%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BB%D1%83%D1%80%D0%B3%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B1%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D1%82 (accessed 01.2023).
3. Budykina, T.A. On the issue of assessing the levels of occupational risks / T.A. Budykina, S.M. Lyashenko // Proceedings of the International scientific and practical Conference "Actual problems of fire safety and labor protection". – Khimki, 2022. – pp. 21-26.
4. Valuev, N.P. Radiation control of raw materials, scrap metal, products and waste of metallurgical production / N.P. Valuev, Yu.V. Moish, N.V. Nikonenkov, V.A. Uglov // Metallurg, 2008. – No.7. – pp. 62-66.