

3. Ni.com/LabView. Официальный сайт компании National Instruments по среде разработки LabView. – Режим доступа: <http://russia.ni.com/labview>, свободный. – Загл. с экрана.

4. Лукьянов С.И., Пишнограев Р.С., Красильников С.С. Применение двумерной интерполяции в задачах теплового мониторинга процесса первичной кристаллизации слитка на МНЛЗ // Математическое и программное обеспечение систем в промышленной и социальной сферах: междунар. сб. науч. трудов. – Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2011. – Ч. II. – С. 61-67.

УДК 681.518.5

## **РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ СИСТЕМЫ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ШЛАКА В СТРУЕ ПРИ ВЫПУСКЕ МЕТАЛЛА ИЗ КИСЛОРОДНОГО КОНВЕРТЕРА**

*С.А. Обухов, С.И. Лукьянов, Е.С. Суспицын, Р.С. Пишнограев,  
С.С. Красильников*

*ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», Россия, г. Магнитогорск  
[technoapmag@mail.ru](mailto:technoapmag@mail.ru)*

### **Аннотация**

В статье предложена функциональная схема системы детектирования шлака в струе при выпуске металла из кислородного конвертера. Рассмотрены основные технические возможности указанной системы.

**Ключевые слова:** кислородный конвертер, детектирование шлака, выпуск металла, инфракрасная камера.

## **STRUCTURAL DIAGRAM DEVELOPMENT OF THE DETECTION SYSTEM OF THE SLAG IN THE STREAM WITH THE RELEASE OF METAL FROM THE BOF**

*S.A. Obukhov, S.I. Lukyanov, E.S. Suspitsin, R.S. Pishnograev,  
S.S. Krasilnikov*

*Nosov Magnitogorsk State Technical University  
Russia, Magnitogorsk  
[technoapmag@mail.ru](mailto:technoapmag@mail.ru)*

### **Abstract**

The paper proposes a functional diagram of the detection system of the slag

in the stream with the release of the metal from the BOF. The main technical capabilities of this system are considered.

**Key words:** oxygen converter slag detection, release the metal, an infrared camera.

### *Актуальность работы*

По последним данным ассоциации World Steel Association за 2010 г. в мире выплавлено более 1490 млн. т стали, из которых 66% (988 млн. т) произведены в кислородных конвертерах [1]. На ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» эксплуатируются 3 крупнейших в мире кислородных конвертера емкостью 350 т [2].

Процесс производства стали в кислородном конвертере заключается в продувке кислородом жидкого чугуна по средствам кислородной фурмы. При этом окисляются примеси чугуна, а продукты реакций переходят в газовую фазу или шлак. Завершающей стадией производства стали в кислородном конвертере является процесс выпуска стали в сталеразливочный ковш. Наиболее важной операцией на этапе выпуска стали следует считать остановку потока шлак-металл в конечной фазе. В конвертерах ОАО «ММК» применяется электромагнитный способ детектирования наличия шлака в струе металла. Основным недостатком данного способа является необходимость расположения чувствительного элемента (ЧЭ) в горячей зоне, в условиях агрессивной внешней среды. При этом замена ЧЭ возможна только при замене огнеупорной футеровки. Опыт эксплуатации системы электромагнитного детектирования наличия шлака в струе металла показал, что ограниченный ресурс ЧЭ на практике делает невозможным применение указанного способа на протяжении всего межремонтного периода эксплуатации футеровки конвертера. Поэтому применение указанного способа следует считать нецелесообразным [2,3].

С учетом сказанного предложено выполнять детектирование наличия шлака в струе металла при выпуске стали из кислородного конвертера инфракрасным (ИК) способом.

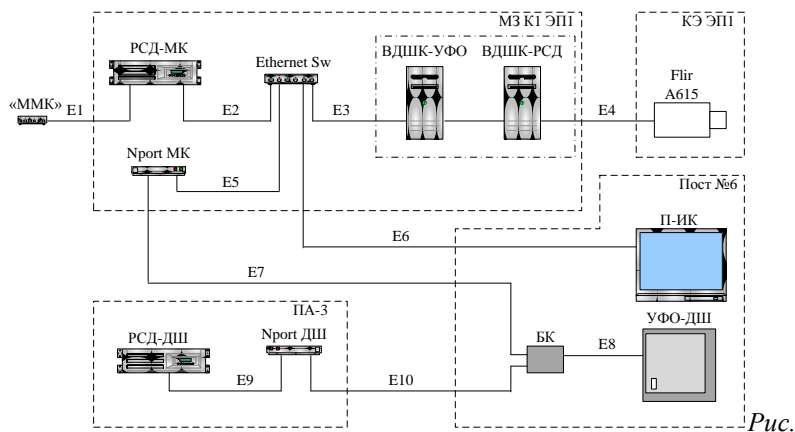
### *Основные проблемы и решения*

В качестве ИК детектора выбрана видеочамера FLIR A615, основные технические характеристики которой представлены в табл. 1.

Таблица 1

Технические характеристики инфракрасной видеокамеры FLIR A615

Параметр	Значение	Ед. изм.
Температурный диапазон	-20..+150 0..+650 +300..+2000	°С
Точность измерения интенсивности излучения	±2	°С
Частота кадров	до 50	кадр/с
ИК-разрешение	480×640	пикс
Фокусное расстояние/Угол обзора	25 / 25 40 / 15	мм/град мм/град
Интерфейсы	USB, Ethernet	



1. Структура системы детектирования шлама:

«ММК» – коммутатор сети ОАО «ММК»; РСД-МК – рабочая станция системы «Мониторинг-К»; Ethernet Sw – коммутатор локальной сети; ВДШК-УФО – блок управления и функциональной обработки; ВДШК-РСД – рабочая станция диагностики; КЭ ЭП1 – кабельный этаж электропомещения-1; РСД-ДШ – рабочая станция электромагнитной системы детектирования шлама; NPort МК (NPort ДШ) – преобразователи интерфейсов NPort 5430i; БК – блок коммутации; П-ИК – пульт управления системы детектирования шлама; УФО-ДШ – блок усиления и функциональной обработки системы электромагнитного детектирования шлама.

Типы, направления и маршруты передачи информации в системе детектирования шлама представлены в табл. 2.

Таблица 2

## Типы, направления и маршруты передачи информации

Ши фр ка- бе- ля	Тип кабеля	Тип ин- терфейса	Соеди- нение 1	Соедине- ние 2	Отправи- тель	Получа- тель
E1	UTP	Ethernet 100	АСУТП	РСД-МК	АСУТП	РСД-МК
E2			РСД- МК	Ethernet Sw	РСД-МК ВДШК- УФО	РСД-МК
E3			Ethernet Sw	ВДШК- УФО	РСД-МК	ВДШК- УФО
E4					УФО-ДШ	
					ВДШК- УФО	РСД-МК П-ИК
E5			ВДШК- УФО	Flir A615	Настройка FlirA615 и сбор видеоданных	
E6 <sup>1)</sup>			Nport МК	Ethernet Sw	УФО-ДШ	ВДШК- УФО
E7	Belden	RS-422	Ethernet Sw	П-ИК	ВДШК- УФО	П-ИК
E8	И-485	RS-422	БК	Nport МК	УФО-ДШ	ВДШК- УФО
E9	UTP	Ethernet 100	УФО- ДШ	БК	УФО-ДШ	ВДШК- УФО
E10	И-485	RS-422	РСД- ДШ	Nport ДШ	УФО-ДШ	РСД-ДШ
	Отпра- витель	Получатель	Маршрут			
	УФО- ДШ	ВДШК- УФО	УФО-ДШ →(E8)→ БК →(E7)→ NportМК →(E5)→ EthernetSw →(E3)→ ВДШК-УФО			
	РСД- МК	ВДШК- УФО	РСД-МК →(E2)→ Ethernet Sw →(E3)→ ВДШК- УФО			
	ВДШК- РСД <sup>2)</sup>	ВДШК- УФО	ВДШК РСД →(-- )→ ВДШК УФО			
	ВДШК- УФО	ВДШК- РСД <sup>2)</sup>	ВДШК УФО →(-- )→ ВДШК РСД			
	ВДШК- УФО	РСД-МК	ВДШК-УФО →(E3)→ Ethernet Sw →(E2)→ РСД- МК			

ВДШК-УФО	ВДШК-РСД <sup>2)</sup>	ВДШК-УФО →(--)-> ВДШК-РСД
ВДШК-УФО	П-ИК	ВДШК-УФО →(ЕЗ)-> Ethernet Sw →(Е6)->П-ИК <sup>1)</sup>

### **Список литературы**

1. www.worldsteel.org. Официальный сайт всемирной ассоциации Worldsteel. – Режим доступа: www.worldsteel.org /yearbook-archive/Steel-statistical-yearbook-2011/document/Steel%20statistical%20yearbook%202011.pdf. – Загл. с экрана.
2. Дюдкин Д.А., Кисиленко В.В. Производство стали. Том 1. Процессы выплавки, внепечной обработки и непрерывной разливки. – М.: «Теплотехник», 2008. – 528 с.
3. Глинков, Г.М. АСУ ТП в черной металлургии. Учебник для вузов, 2-е изд. перераб. и доп. / Г.М. Глинков, В.А. Маковский – М.: «Металлургия», 1999, 310 с.

УДК 681.3:681.5

## **СИСТЕМА РАСПРЕДЕЛЕННОГО ЭНЕРГОМОНИТОРИНГА ЗДАНИЯ НА ОСНОВЕ СЕНСОРНОЙ СЕТИ**

***А.С. Ерохин, С.В. Нерослов, А.В. Кычкин***

*Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Россия, г.Пермь  
alexandreroihin@gmail.com, dr.fiorn@gmail.com  
aleksey.kychkin@gmail.com*

### **Аннотация**

В рамках данной работы был создан проект беспроводной сенсорной сети корпуса электротехнического факультета Пермского национального исследовательского политехнического университета (ПНИПУ), проведен обзор существующих решений предлагаемых на рынке, также проведен анализ протоколов беспроводной передачи данных и оборудования для реализации проекта. В рамках практической части работы была разработана структура беспроводной сети, основанной на протоколе ZigBee, а также схема размещения беспроводных модулей в корпусе, а также был разработан интерфейс оператора, который позволяет в реальном времени наблюдать за состоянием климата в корпусе электротехнического факультета ПНИПУ.