

## **Отзыв**

на автореферат диссертационной работы Лаптевой Анны Викторовны  
“ОПРЕДЕЛЕНИЕ И СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭНЕРГО-ПАРНИКОВЫХ  
ХАРАКТЕРИСТИК КОКСОВЫХ И БЕСКОКСОВЫХ ПРОИЗВОДСТВ ЧУГУНА  
И СТАЛИ”,

представленный на соискание степени кандидата технических наук по  
специальности 05.16.02 – Металлургия черных, цветных и редких металлов

### **1. Актуальность работы**

Определяется следующими положениями.

В мире находят применение помимо классических технологий производства чугуна и стали альтернативные, а также технологии с прямым восстановлением железа. Сравнительный анализ их с различных точек зрения является актуальной научной задачей.

В черной металлургии потребляются значительные объемы разнообразных энергетических ресурсов. Проблема их сбережения является весьма актуальной.

В последние годы человечество озаботилось проблемой глобального потепления, которое является следствием значительных выбросов парниковых газов. В черной металлургии в результате протекания технологических процессов образуется огромное количество парниковых газов – диоксида углерода и метана. Кроме того, в еще больших объемах образуется оксид углерода, который сгорает в составе вторичных энергетических ресурсов до диоксида углерода. Анализ производств чугуна и стали с целью оценки выбросов парниковых газов, безусловно, является актуальной задачей.

### **2. Значимость результатов, полученных автором диссертации, для науки**

Автором усовершенствована методика сквозного энерго-парникового анализа введением новых понятий и разработана методика парникового анализа технологических процессов производства чугуна и стали. В результате используемые

в энергетическом анализе параметры охватывают более широкую область энергозатрат. Найдены значения технологического топливного числа для процессов НуL-3, Midrex, Corex, Ромелт в тандеме с выплавкой стали в электродуговой печи. Доменная печь анализировалась в тандемах с кислородным конвертером и с электродуговой печью.

Предложены уточненные математические модели эмиссий  $\text{CO}_2$  для шести типов процессов производства чугуна и стали, которые позволяют сравнить сочетания различных процессов по значению эмиссии  $\text{CO}_2$ .

Проведено ранжирование процессов по энергоёмкости и углеродному следу – сквозной эмиссии диоксида углерода – и их сумме, т. е. в рамках оценки наилучших доступных технологий. В частности проведение оценки особенностей прямого легирования стали ванадием в ряду процессов производства чугуна и стали.

Разработаны индикаторы устойчивого развития – показатели степени воздействия на окружающую среду – процессов производства чугуна и стали, связанные с эмиссией  $\text{CO}_2$ , себестоимостью и с энергоёмкостью. С помощью этих индикаторов выявлены наилучшие доступные технологии.

### **3. Значимость результатов, полученных автором диссертации, для практики**

Значимость результатов для практики определяется рекомендациями по оценке энерго-парниковых характеристик процессов производства чугуна и стали и выявлением наиболее эффективных в этом плане процессов. Выявлено, что наилучшие значения энерго-парниковых параметров имеют процессы НуL-3, Midrex, использующие природный газ. Бескоксовые процессы Corex и Ромелт характеризуются большей сквозной эмиссией по сравнению с доменной плавкой.

Предложены варианты совокупностей доменной печи с кислородным конвертером и одной или более электродуговыми печами. Такие совокупности агрегатов позволяют снизить значение сквозной эмиссии при выплавке стали до 20 % и более. Эти предложения основаны на расчетах, которые показали, что тандем

доменная печь с кислородным конвертером имеет большее значение сквозной эмиссии по сравнению с тандемом доменная печь и электродуговая печь.

Предложенный методический подход к определению сквозной эмиссии диоксида углерода – углеродного следа – может быть использован для комплексной оценки экологической и технической эффективности вновь создаваемых и реконструируемых предприятий разработчиками и проектировщиками металлургических предприятий.

Разработанные и проанализированные с энерго-парниковой точки зрения новые процессы получения легированной ванадием стали с более полным использованием вторичных энергетических ресурсов – новых модификаций процесса прямого легирования стали ванадием.

### **Замечания по содержанию работы:**

1. Не совсем понятно, что характеризует технологическое амортизационное число, или каков его физический смысл.

2. Не ясно выделение составляющих  $\mathcal{E}_1, \mathcal{E}_2, \mathcal{E}_3, \mathcal{E}_4$  в технологических топливных числах.

3. В работе нет сведений об учете эмиссий различных газов в периоды загрузки агрегатов и выпуска продукта.

4. Модели в виде графов для вычисления сквозной эмиссии изложены очень кратко, хотя такие модели для металлургии применяются не часто.

### **Заключение**


Данные замечания не снижают общую научную и практическую ценность работы. Диссертационная работа соответствует специальности 05.16.02 – “Металлургия черных, цветных и редких металлов” по форме и содержанию, а также удовлетворяет требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней. Считаю, что диссертационная работа Лаптевой Анны Викторовны «Определение и сравнительная оценка энерго-парниковых характеристик коксовых и бескоксных производств чугуна и стали» соответствует требованиям, предъявляемым

ВАК РФ к кандидатским диссертациям, и Лаптевой Анне Викторовне может быть присуждена степень кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – Металлургия черных, цветных и редких металлов.

Кокшаров Владимир Алексеевич  
доц., к.э.н., доц. каф. Экономика транспорта  
ФГБОУ ВО «Уральский государственный  
университет путей сообщения»  
620034, г. Екатеринбург, ул. Колмогорова, д. 6  
раб. тел. +7(343)221-24-41; e-mail: [vakoksharov](mailto:vakoksharov)

  
В. А. Кокшаров

Подпись \_\_\_\_\_  
заверяю.  
Начальник отдела  
обеспечения

  
26.10.2016.