

## О Т З Ы В

на автореферат диссертации Ушакова Сергея Николаевича  
«Разработка технологии производства трубной ультранизкосернистой стали в современном кислородно-конвертерном цехе», представленной на соискание ученой степени кандидата наук по специальности 05.16.02 – Metallургия черных, цветных и редких металлов

В настоящее время большое внимание уделяется производству высококачественной стали, с низким (менее 0,0015 %) содержанием серы. Ультранизкое содержание серы в готовой продукции является необходимым требованием для производства труб большого диаметра, предназначенных для проекта прокладки газопровода «Северный поток – 2». Таким образом, разработка технологии производства трубной ультранизкосернистой стали в современном кислородно-конвертерном цехе является актуальной темой.

В представленной работе автором проведен анализ удаления серы по всей цепочке производства стали в кислородно-конвертерном цехе ПАО ММК. Показано целесообразность обработки чугуна магнием с различными реагентами, дополнительно выявлена зависимость их соотношения, обеспечивающая степень десульфурации не менее 80 %. Рассмотрен процесс десульфурации в агрегате «ковш-печь» (АКП). Предложена комплексная технология десульфурации металла в АКП, включающая обработку стали рафинирующим шлаком и флюидизированной известью в потоке аргона. Определена зависимость остаточного содержания серы от удельного расхода флюидизированной извести. Необходимо отметить, что разработанная технология позволяет гарантированно достигать ультранизкого содержания серы в готовом прокате. Представленные результаты по удалению серы из расплавленного металла в технологической цепочке кислородно-конвертерного цеха ПАО ММК обладают научной новизной, а также теоретической и практической значимостью. Достоверность данных обеспечивается сходимостью результатов теоретического анализа с результатами практических исследований.

По работе есть замечания:

1. В работе, на рисунке 4, представлена зависимость степени десульфурации металла от отношения массы кусковой извести к массе плавикового шпата, однако не показано влияния других оксидов, в том числе и  $Al_2O_3$ , на процесс удаления серы из стали.

2. На рисунке 7 представлена зависимость коэффициента распределения серы от удельного расхода флюидизированной извести. Чем можно объяснить, что при увеличении расхода реагентов в 2 раза (с 1,0 до 2,0) коэффициент распределения серы  $L_s$  не изменяется.

Указанные замечания не являются принципиальными и не снижают ценности диссертационной работы.

В целом, диссертационная работа представляет законченное научное исследование, имеет достаточный уровень научной новизны и практической ценности. Считаю, что диссертационная работа «Разработка технологии производства трубной ультранизкосернистой стали в современном кислородно-конвертерном цехе» соответствует требованиям пунктов 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением № 842 Правительства РФ от 24 сентября 2013 г., а ее автор **Ушаков Сергей Николаевич** заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – Metallургия черных, цветных и редких металлов.

Директор Института новых материалов и технологий  
Федерального государственного автономного образовательного  
Учреждения высшего образования «Уральский федеральный  
Университет имени первого Президента России  
Б.Н. Ельцина», заведующий кафедрой металлургии  
железа и сплавов, профессор, д.т.н.  
620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 28. Тел.: (343) 3754439; E-mail: [o.j.sheshukov@urfu.ru](mailto:o.j.sheshukov@urfu.ru)

Шешуков Олег Юрьевич  
[o.j.sheshukov@urfu.ru](mailto:o.j.sheshukov@urfu.ru)

Я, Шешуков Олег Юрьевич, согласен на автоматизированную обработку персональных данных, приведенных в этом документе

ЗАРЕГИСТРИРОВАНО В ОТДЕЛЕ ДЕЛОПРОИЗВОДСТВА	
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»	
за №	
Дата регистрации	08.12.2020
Фамилия регистратора	