

## ОТЗЫВ

официального оппонента, кандидата технических наук

**Косова Ярослава Игоревича**

на диссертацию Болотова Виктора Андреевича «Сорбционная очистка сероводородсодержащих газов в процессе придоменной грануляции шлаков», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 - «Металлургия чёрных, цветных и редких металлов»

В настоящее время одной из наиболее важных проблем современного общества является забота об экологии планеты. Одним из решений данной проблемы является сокращение объемов выбросов вредных веществ в атмосферу, сбросов в водоемы, отходов производства от крупнотоннажных металлургических производств. Диссертация Болотова В.А. «Сорбционная очистка сероводородсодержащих газов в процессе придоменной грануляции шлаков» посвящена решению важной научно-технической задачи, заключающейся в уменьшении вредного воздействия на окружающую среду за счёт модернизации технологии очистки серосодержащих металлургических газов путём сорбции на железомарганцевых материалах.

### **Актуальность темы диссертации**

Экологически опасным компонентом металлургических шлаков является сера. При охлаждении шлака растворимость серы в нем падает, и сера переходит в окружающую среду, воздушную или водную, загрязняя ее. В результате контакта расплавленного доменного шлака с водой образуются газы содержащие сероводород, сернистый ангидрит и элементную серу. Из-за недостатка кислорода в зоне контакта образуется преимущественно сероводород. Снижение выбросов сероводорода, превышающих его предельно допустимые концентрации, путем применения сорбционных методов очистки газовых выбросов с использованием эффективных материалов на основе необогащенных железомарганцевых руд является актуальной задачей.

**Научная новизна диссертации** заключается в установлении возможности эффективного использования железомарганцевых материалов в процессе очистки газов от сероводорода в процессе придоменной грануляции шлаков на основании определяемых термодинамических характеристик и кинетических особенностей процесса сорбции сероводорода.

**Теоретическая значимость** диссертации состоит в получении новых термодинамических данных по сорбции серосодержащих газов железомарганцевыми материалами, а именно необогащённой железомарганцевой рудой Улу-Телякского месторождения (республика Башкортостан), оксидами

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-413 от 25 АВГ 2022  
АУ УС

марганца (IV) и железа (III): значениями констант и энергии Гиббса сорбции, предельной сорбционной ёмкости; кинетических особенностей и технологических характеристик: установление механизма сорбционного процесса с участием окислителей; определением влияния давления, температуры на степень очистки газовых выбросов.

**Практическая значимость** проведенных автором исследований, состоит в том, что по результатам выполненной работы получен Акт о внедрении результатов диссертационного исследования в учебный процесс федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» на кафедре металлургии в рамках дисциплин «Физическая химия» и «Методы контроля и анализа веществ», а также Акт о намерении внедрения результатов диссертационного исследования Болотова В.А. в деятельности АО «ГосНИИхиманалит» по использованию методики определения каталитической способности любых неорганических материалов в производстве катализаторов. Соискателем получен Патент РФ № 2761211 на «Способ очистки выбросных газов металлургических производств от сероводорода».

**Достоверность полученных результатов и обоснованность выдвинутых автором научных положений, рекомендаций и выводов** обеспечивается использованием современных теоретических представлений и экспериментальных методов исследований, а также апробацией основных положений диссертации в публикациях и выступлениях автора на научных конференциях.

По направлению диссертационного исследования опубликовано 11 печатных работ, в том числе 2 статьи, опубликованные в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны содержаться основные научные результаты диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, и 3 статьи, опубликованные в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus.

Результаты, изложенные в диссертационной работе, могут послужить хорошим заделом для дальнейших исследований и испытаний при совершенствовании существующих методов очистки газов придоменной грануляции шлаков для снижения выбросов в атмосферу.

#### **Замечания и рекомендации**

По представленной диссертационной работе имеются следующие замечания и вопросы:

1) Во введении указано, что температура процессов, при которых образуются шлаки доменного производства составляет 1200 °С, что не

соответствует действительности. Температура шлака в доменной печи может находиться в интервале 1450-1600 °С, в зависимости от содержания компонентов.

2) В уравнениях реакций, приведенных в диссертации, имеется ряд ошибок, например уравнения 1.1, 1.3, 1.12, 1.16, 5.5.

3) Рисунки, на которых представлены результаты анализов марганцевой руды, например, рентгенограмма на стр. 80 (рисунок 2.3), или изотермы адсорбции и десорбции азота на страницах 82, 83 (рисунки 2.5, 2.6) представляют собой рабочие материалы без обработки, которые, к сожалению, не разборчивы и плохо читаются.

4) Требуется пояснения, в какой форме содержится сера в марганцевой руде и железомарганцевых материалах после сорбции сероводорода? Если соискатель указывает, что содержание элементной серы после сорбции сероводорода в этих материалах увеличивается, то почему в таблице 10 и 12 где указан ее химический состав, приведен «элемент»  $SO_3$ , что, обычно, указывают при наличии сульфатной серы?

5) Диссертация обилует понятиями, которые в зависимости от контекста обозначают одно и то же, а иногда нет, например «хемосорбция» и «химическая реакция», или «сорбция» и «физическая сорбция». Необходимо пояснить, почему автор понятие «конденсации» приравнивает к «физической сорбции сероводорода»?

6) Для сорбционной очистки газов, содержащего сероводород, в работе используется необогащенная железомарганцевая руда одной фракции - от 1 до 1,6 мм, это указано в разделах 2.2, 3.3 и 4.1, однако в разделе 5.2 при описании расчетов материального баланса технологической схемы указывается другая фракция - от 1,5 до 2,0 мм. С чем это связано и почему не исследовано влияние крупности марганцевой руды на эффективность сорбции сероводорода?

7) В работе исследованы адсорбционные методы для смеси сероводорода с воздухом. Однако реальный состав отходящих газов имеет более сложный или отличающийся от исследованного состав по серосодержащим компонентам и компонентам воздуха. Как будут влиять остальные компоненты газа на эффективность сорбции марганцевой руды и железомарганцевых материалов?

8) В литературном обзоре автором приводится исследование по определению сорбционной способности железомарганцевых руд различных месторождений по отношению к сероводороду. Исследования проводились в бинарной системе: сероводород - инертный газ, при температурах от 400 °С до 600 °С. В исследованиях, приведенных в диссертации, эксперименты по сорбции проводились в более узком температурном диапазоне от -20 °С до +25 °С. Чем был обусловлен выбор температурного диапазона для экспериментов?

9) В главе 5 отсутствует обоснование выбора адсорбционной установки периодического действия для расчета. Почему не рассматривался вариант установки непрерывного действия, т.е. с движущимся слоем сорбента?

10) В тексте диссертации преобладают стилистические и грамматические ошибки, и опечатки (оглавление, стр. 6, 7, 15, 19, 39, 74, 89, 101, 109, 111-113, 121, 125, 138, 142 и др.)

Вышесказанные замечания не снижают научную новизну и практическую ценность работы в целом и носят рекомендательный и дискуссионный характер.

### **Общее заключение**

Диссертация «Сорбционная очистка сероводородсодержащих газов в процессе придоменной грануляции шлаков», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 «Металлургия чёрных, цветных и редких металлов» полностью отвечает требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», утверждённого приказом ректора Горного университета от 20.05.2021 № 953 адм, автор диссертации Болотов Виктор Андреевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 «Металлургия черных, цветных и редких металлов».

Официальный оппонент

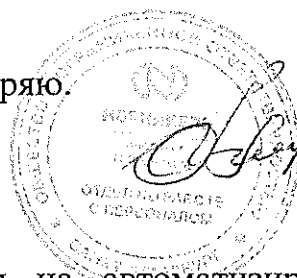


Косов Ярослав Игоревич

кандидат технических наук, научный сотрудник лаборатории  
пиromеталлургии департамента по исследованиям и разработкам  
Общества с ограниченной ответственностью «Институт Гипроникель»

Общество с ограниченной ответственностью «Институт Гипроникель»  
Адрес: 195220, Россия, г. Санкт-Петербург, Гражданский проспект, д. 11  
Телефон: +7(921)780-86-24,  
e-mail: kosov.yaroslav.i@gmail.com

Подпись Косова Ярослава Игоревича заверяю.  
Вед. специалист ОРП



Платонова М.В.  
22.08.2022

Я, Косов Ярослав Игоревич, согласен на автоматизированную обработку персональных данных, приведенных в этом документе

