

Заключение диссертационного совета ГУ 212.224.03,
созданного федеральным государственным бюджетным образовательным
учреждением высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет»
Минобрнауки России по диссертации на соискание
ученой степени кандидата наук
аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 11.09.2020 №33

О присуждении **Пахомову Роману Александровичу**, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Разработка пирометаллургических технологий переработки окисленных никелевых руд при контроле состава равновесной газовой фазы» по специальности 05.16.02 – Metallургия черных, цветных и редких металлов принята к защите 07.02.2020 года, протокол № 15 диссертационным советом ГУ 212.224.03 Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России, 199106, Санкт-Петербург, В.О., 21-я линия, дом 2; приказ ректора Горного университета от 25.03.2020 №836 адм.

Соискатель, Пахомов Роман Александрович, 1990 года рождения, в 2012 г. окончил Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (СПбПУ); получил квалификацию инженера по специальности «Metallургия черных, цветных и редких металлов». С 2011 г. работает в ООО «Институт Гипроникель», в настоящее время – научный сотрудник лаборатории пирометаллургии. В период с 01.10.2012 г. по 30.09.2015 г. обучался в очной аспирантуре ООО «Институт Гипроникель». В настоящее время занимает должность старшего научного сотрудника лаборатории пирометаллургии ООО «Институт Гипроникель». Диссертация выполнена в ООО «Институт Гипроникель».

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент **Старых Роман Валерьевич** ООО «Институт Гипроникель», лаборатория пирометаллургии, ведущий научный сотрудник.

Официальные оппоненты:

Трофимов Евгений Алексеевич, доцент, доктор химических наук, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)», кафедры «Материаловедение и физико-химия материалов», «Техника и технология производства материалов», профессор;

Анисонян Карен Григорьевич, кандидат технических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук, лаборатория № 1, старший научный сотрудник

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация - **федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»**, г. Санкт-Петербург в своем положительном отзыве, подписанном Семенча Александром Вячеславовичем, директором ВШ «Физики и технологии материалов»; Выступовым Сергеем Ивановичем, кандидатом технических наук, доцентом ВШ «Физики и технологии материалов», утвержденном Сергеевым Виталием Владимировичем, доктором технических наук, профессором, проректором по научной работе, указал, что диссертация является законченной научно-квалификационной работой по теме «Разработка пирометаллургических технологий переработки окисленных никелевых руд при контроле состава равновесной газовой фазы», в которой предложены физико-химические закономерности переработки окисленного сырья, позволяющие развить перспективные способы переработки окисленных никелевых руд.

Соискатель имеет 12 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 9 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 3 работы.

Общий объем – 3,2 печатных листа, в том числе 2,24 печатных листа – соискателя.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

В изданиях из Перечня ВАК, Scopus и WoS.

1. **Pakhomov R.A.** Melting of Oxidized Nickel Ores in a Barbotage Unit:II. Experimental Investigations// Pakhomov R.A. Starykh R.V., Russian Metallurgy (Metally), Vol. 2016 No. 7, pp. 587-591.

Личный вклад: теоретическое обоснование, участие в планировании, проведение экспериментов, обработка и обсуждение результатов.

2. **Pakhomov R.A.** Research of reducing ability of coals with the use of thermogravimetry// Intern. Conf. on Thermal Analysis and Calorimetry in Russia (RTAC-2016). - Saint-Petersburg, 2016, pp 102-105.

Личный вклад: теоретическое обоснование, участие в планировании, проведение экспериментов, обработка и обсуждение результатов.

3. **Pakhomov R.A.** Preliminary Reduction of Oxidized Nickel Ores// Pakhomov R.A. Starykh R.V., Russian Metallurgy (Metally), Vol. 2014 No. 11, pp. 853-860.

Личный вклад: теоретическое обоснование, участие в планировании, проведение экспериментов, обработка и обсуждение результатов

В прочих изданиях:

4. **Пахомов Р.А.** Использование методов термического анализа при исследовании процесса восстановления окисленных никелевых руд газовыми смесями// Сборник трудов XIV международной конференции по термическому анализу и калориметрии в России (RTAC-2013). -СПб, 2013, с. 171-173.

Личный вклад: теоретическое обоснование, участие в планировании, проведение экспериментов, обработка и обсуждение результатов.

5. **Pakhomov R.A.** Melting of Oxidized Nickel Ores in a Barbotage Unit: I. Thermodynamic Analysis of Melting// Pakhomov R.A. Starykh R.V., Russian Metallurgy (Metally), Vol. 2015 No. 9, pp. 675-684.

Личный вклад: теоретическое обоснование, участие в планировании, проведение экспериментов, обработка и обсуждение результатов.

6. **Пахомов Р.А.** Влияние содержания водорода в газовой фазе на твердофазное восстановление компонентов окисленной никелевой руды// Сборник трудов VII Международного Конгресса и Выставки «Цветные металлы и минералы», Красноярск, 2015, с 264-265.

Личный вклад: теоретическое обоснование, участие в планировании, проведение экспериментов, обработка и обсуждение результатов.

7. **Pakhomov R.A.** Smelting of oxide nickel ore in the bubble furnace// The 47th intern. conf. on mining and metallurgy, Vor, 2015, pp. 295-298.

Личный вклад: теоретическое обоснование, участие в планировании, проведение экспериментов, обработка и обсуждение результатов

8. **Пахомов Р.А.** Газовое восстановление окисленных никелевых руд// Сборник трудов XX Менделеевского съезда по общей и прикладной химии, том 3, Екатеринбург, 2016, с. 100.

Личный вклад: теоретическое обоснование, участие в планировании, проведение экспериментов, обработка и обсуждение результатов.

9. **Пахомов Р.А.** Влияние парциального давления кислорода на степень восстановления металлов при восстановительном обжиге лимонитовой руды. Сборник трудов XXI Менделеевского съезда по общей и прикладной химии, том 3, Санкт-Петербург, 2019, с. 85.

Личный вклад: теоретическое обоснование, участие в планировании, проведение экспериментов, обработка и обсуждение результатов.

Основные положения диссертационной работы доложены и обсуждены на заседаниях научно-технических советов ООО «Институт Гипроникель», ПАО «ГМК «Норильский Никель», а также на следующих конференциях:

- XIV международной конференции по термическому анализу и калориметрии в России (RTAC-2013), РФ, СПб, 23–28 сентября 2013;
- VII Международный Конгресс и Выставка «Цветные металлы и минералы», РФ, Красноярск 14-17 сентября 2015;
- The 47th international conference on mining and metallurgy, Serbia, Bor, 04-06 October 2015;
- International Conference on Thermal Analysis and Calorimetry in Russia (RTAC-2016), Russia, Saint-Petersburg, 16 – 23 September 2016;
- XX Менделеевский съезд по общей и прикладной химии, РФ, Екатеринбург, 26-30 сентября 2016;
- XXI Менделеевский съезд по общей и прикладной химии, РФ, СПб, 9-13 сентября 2019.

В диссертации Пахомова Р.А. отсутствуют достоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от: начальника отдела - руководителя проектов инженерного центра АО «Кольская ГМК» **В.Л. Дубровского**; заместителя начальника управления – главного металлурга Научно-технического управления Заполярного филиала ПАО «ГМК «Норильский Никель» к.т.н. **Л.В. Крупнова**; генерального директора ООО «НПФ КОМТЕРМ» д.т.н., профессора **С.М. Нехамина**; заведующего лабораторией пирометаллургии цветных металлов федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт металлургии Уральского отделения РАН д.т.н. **Е.Н. Селиванова**; директора по науке и развитию ООО «Научно-исследовательский центр «Гидрометаллургия» профессора, д.т.н. **Я.М. Шнеерсона**.

В отзывах дана положительная оценка проведенных исследований, отмечена актуальность выбранной темы, высокая степень проработки вопроса и

профессиональный подход к решению поставленных задач, однако в некоторых из них имеются замечания:

В разделе два на стр. 12 обжиг проводится при температуре 1000°C . Чем обусловлен выбор именно этой температуры процесса восстановительного обжига? (В.Л. Дубровский)

Каким образом реализовывалось смешение газов, какие газовые смеси использовались и как выполнялась подача газовых смесей к обжигаемому материалу? (В.Л. Дубровский)

В разделе 3 ведется речь о замене сульфидизатора пирита на сульфид кальция, при этом известно, что в качестве сульфидизатора используется и сульфат кальция. Что Вы можете сказать об использовании сульфата кальция? (В.Л. Дубровский)

В работе не рассмотрено поведение вводимого с сульфидизатором кальция и его влияния на получаемые шлаки, изменение свойств шлаковых расплавов и потерь цветных металлов. (к.т.н. Л.В. Крупнов)

Рассматривалось ли в работе вопросы, связанные с хранением сульфида кальция и производились ли оценки необходимого оборудования для реализации данного процесса. (к.т.н. Л.В. Крупнов)

В работе не приведен механизм передачи тепла возвращаемого ванне расплава при реализации дожига отходящих газов ПВ. (к.т.н. Л.В. Крупнов)

Чем обусловлены размеры и параметры трубчатой обжиговой печи. По каким причинам современное производство получения ферроникеля использует печи длиной более 100 метров? (д.т.н. С.М. Нехамин)

В автореферате нет четкого описания параметры процесса, которые контролировались при реализации восстановительного обжига и ликвационной плавки. (д.т.н. С.М. Нехамин)

В автореферате не объяснены причины выбора модельной газовой смеси на основе $\text{H}_2\text{-CO}_2$. (д.т.н. С.М. Нехамин)

В автореферате отсутствуют описание методик проведения экспериментов, результаты которых обсуждаются в работе. Производилась ли подготовка руд перед проведением восстановительного обжига. (д.т.н. Е.Н. Селиванов)

В работе не обнаружено предложений по хранению полученного сульфида кальция. Как известно, данный материал взаимодействует с водой с выделением H_2S , и в дальнейшем переходит в карбонат кальция. Проводились ли эксперименты по «старению» материала, предлагались ли условия хранения при реализации на производстве? (д.т.н. Е.Н. Селиванов)

Каково извлечение кобальта в конечные продукты – ферроникель или штейн (сульфидная технология)? Каким образом предлагается извлекать кобальт, или очищать от него ферроникель при переработке руд с низким отношением Ni/Co ? (д.т.н. Е.Н. Селиванов)

Несмотря на достаточно широкий литературный обзор и список литературы, автором не рассмотрена работа получения сульфида кальция в книге Ю.В. Лаптев, А.Л. Сиркис, Г.Р. Колонин «Сера и сульфидообразование в гидрометаллургических процессах» (д.т.н. Я.М. Шнеерсон)

Чем можете объяснить температуры восстановления в Вашей работе ($900^\circ C$) и в работе Ю.В. Лаптев, А.Л. Сиркис, Г.Р. Колонин «Сера и сульфидообразование в гидрометаллургических процессах» в главе 8 «Осаждение сульфидов сернистым кальцием», где оптимальная температура восстановительного обжига на $100-150^\circ C$ выше и составляет $1000-1050^\circ C$. (д.т.н. Я.М. Шнеерсон)

В третьей главе отсутствуют материальные балансы приведенных расчетов, также отсутствуют экономические оценки. (д.т.н. Я.М. Шнеерсон).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается компетентностью оппонентов в соответствующей отрасли науки и наличием у них публикаций в сфере исследования, а также широкой известностью ведущей организации своими достижениями по соответствующей теме исследования отрасли наук и способностью определить научную и практическую значимость диссертационной работы.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

предложены перспективные способы переработки окисленных никелевых руд, не распространенных в современной пирометаллургии никеля;

доказана возможность плавки в жидкой ванне восстановленного огарка ОНР с получением богатого ферроникеля.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

представлена связь парциального давления кислорода и технологической величиной «альфа» дутья;

изучена количественная связь парциального давления кислорода при обжиге окисленной никелевой руды и составом ферроникеля, получаемого при последующей ликвационной плавке огарка;

изучены условия обжига и состав шихты для восстановления CaSO_4 ;

показано что переработка ОНР по технологии плавки в жидкой ванне не уступает по энергозатратам заводам, использующим технологию электроплавки окисленной никелевой руды на ферроникель.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

показано, что извлечение никеля в ферроникель может достигать 91,7-95,1% отн. при содержании никеля в ферроникеле 20-40% масс. при реализации плавки в жидкой ванне восстановленного огарка ОНР;

уточнены параметры и технологические показатели селективного восстановления никеля при восстановительном обжиге ОНР магнезиального и природно-смешенного типа, на примере руд Серовского и Буруктальского месторождений с использованием смеси газов CO_2 , H_2 , а также промышленных газов (CH_4 + воздух, обогащенный кислородом);

установлено снижение количества сульфидизатора на тонну перерабатываемого никеля при использовании сульфида кальция взамен пирита снизится;

показано снижение количества диоксида серы, выбрасываемой в окружающую среду при замене сульфидизатора с пирита на сульфид кальция по итогам двух переделов плавки и конвертирования.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты получены с использованием апробированных известных методик измерения на поверенном оборудовании на базе лаборатории кафедры автоматизации технологических процессов и производств Горного университета;

теория построена на проверяемых данных и фактах, согласующихся с опубликованными в открытом доступе экспериментальными данными других исследователей и ученых по теме диссертации;

идея базируется на разработке способа измерения температуры ванны печи с последующим использованием данной информации в системе управления для повышения степени контроля и управления дуговой сталеплавильной печью;

установлена сходимость лабораторных исследований с теоретическими исследованиями и проведено сравнение полученных автором результатов с данными, полученными ранее другими исследователями;

использованы современные методы сбора и обработки исходной информации, представительные совокупности данных с обоснованием подбора объекта наблюдений и измерений.

Личный вклад автора состоит в: формулировке целей, постановке задач и разработке методики исследований; в проведении анализа научно-технической литературы и патентного поиска; выполнении лабораторных и промышленных исследований; разработке технических решений по переработке окисленной никелевой руды; научном обобщении полученных результатов и подготовке публикаций.

На заседании 11.09.2020 года диссертационный совет принял решение присудить Пахомову Р.А. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 6 докторов наук по научной специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании из – 20 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 15, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета



Ученый секретарь
диссертационного совета

Сизяков Виктор Михайлович

Бодуэн Анна Ярославовна

11.09.2020