

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.111.02,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «МАГНИТОГОРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Г.И. НОСОВА», МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА
СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 08.10.2020 № 7

О присуждении Горловой Ольге Евгеньевне, гражданке Российской Федерации, ученой степени доктора технических наук.

Диссертация «Развитие научно-методологических основ технологии переработки горнопромышленных отходов» по специальности 25.00.13 – Обогащение полезных ископаемых принята к защите 27.03.2020 г., протокол №2, диссертационным советом Д 212.111.02, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 455000, г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38, приказ № 714/нк от 02.11.2012 г.

Соискатель Горлова Ольга Евгеньевна, 1971 года рождения, диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук «Разработка и промышленное освоение реагентного режима флотации труднообогатимых графитовых руд» по специальности 25.00.13 – Обогащение полезных ископаемых защитила в 1999 году, в диссертационном совете, созданном на базе Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова.

Работает в должности доцента кафедры геологии, маркшейдерского дела и обогащения полезных ископаемых в ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова» (ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»), Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре геологии, маркшейдерского дела и обогащения полезных ископаемых ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный консультант – доктор технических наук, профессор Шадрунова Ирина Владимировна, ФГБУН «Институт проблем комплексного освоения недр им. акад.

Н.В. Мельникова» Российской академии наук, г. Москва, заведующая отделом горной экологии.

Официальные оппоненты:

Хатькова Алиса Николаевна – доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Забайкальский государственный университет», г. Чита, проректор по научной и инновационной работе,

Морозов Валерий Валентинович – доктор технических наук, профессор, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «Московский институт стали и сплавов» (НИТУ «МИСиС»), г. Москва, кафедра общей и неорганической химии, профессор,

Петров Игорь Михайлович – доктор технических наук, ООО «Исследовательская группа Инфолайн», г. Москва, генеральный директор,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья им. Н.М. Федоровского», г. Москва, в своем положительном отзыве, подписанном Якушиной Ольгой Александровной, доктором технических наук, ведущим научным сотрудником и Пироговым Борисом Ивановичем, доктором геолого-минералогических наук, главным научным сотрудником минералогического отдела, утвержденном генеральным директором, доктором геолого-минералогических наук, профессором Машковцевым Григорием Анатольевичем, указала, что «... Представленная работа «Развитие научно-методологических основ технологии переработки горнопромышленных отходов» соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК при Минобрнауки России № 842 от 24.09.2013, а её автор, Горлова Ольга Евгеньевна, заслуживает присуждения степени доктора технических наук по специальности 25.00.13 – «Обогащение полезных ископаемых».

Соискатель имеет 74 опубликованных по теме диссертации работы, в том числе в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России, - 21 статья, 5 - в изданиях, индексируемых в международной базе данных Scopus, 42 - в прочих изданиях, 5 монографий, 1 методическая рекомендация. Сведения об опубликованных работах достоверны. Авторский вклад соискателя объемом 11 п.л. в опубликованных работах общим объемом 36,2 п.л. состоит в постановке цели и задач исследования, научно-методологическом обосновании формирования ресурсосберегающих технологий переработки горнопромышленных отходов, разработке и опытно-промышленной апробации инновационных технологий переработки горнопромыш-

ленных отходов, обработке результатов, полученных при непосредственном участии автора, формулировании основных выводов, подготовке работ к публикации.

К наиболее значимым публикациям относятся:

1. Чантурия В.А., Шадрунова И.В., Горлова О.Е. Адаптация разделительных процессов обогащения полезных ископаемых к техногенному сырью: проблемы и решения // Обогащение руд. – 2012. – №5. – С. 43–49.
2. Шадрунова И.В., Горлова О.Е., Колодежная Е.В. Адаптационный подход к разделительным процессам глубокой и комплексной переработки минерального сырья как основа рационального природопользования и снижения техногенной нагрузки на окружающую среду // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2016. – № S1. – С. 125-144.
3. Формирование ресурсосберегающих технологий переработки вторичного металлосодержащего сырья на основе принципов адаптации / В.А. Чантурия, И.В. Шадрунова, О.Е. Горлова, Н.Н. Орехова // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2017. – №S1. – С. 347-362.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы (все отзывы положительные):

1. ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный институт», г. Санкт-Петербург, д.т.н. В.Н. Бричкин, к.т.н. Н.В. Николаева;
2. ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет», г. Иркутск, д.т.н. Е.В. Зелинская;
3. ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», Политехнический институт, г. Владивосток, д.т.н. В.И. Петухов;
4. ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», г. Москва, д.т.н. Б.С. Ксенофонов;
5. ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», г. Москва, д.т.н. А.Е. Воробьев;
6. ФГБОУ ВО «Забайкальский государственный университет», г. Чита, д.т.н. Л.В. Шумилова;
7. ФГБУ «Институт минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов», г. Москва, д.г.-м.н., Е.Н. Левченко;
8. ФГБУН ФИЦ «Коми научный центр УрО РАН», Институт геологии имени академика Н.П. Юшкина, г. Сыктывкар, д.г.-м.н. О.Б. Котова;
9. ОАО «Уралмеханобр», г. Екатеринбург, д.т.н. Г.И. Газалеева;

10. ФГБУН ФИЦ «Кольский научный центр РАН», Институт проблем промышленной экологии Севера, г. Апатиты, д.т.н. Д.В. Макаров, д.т.н. В.А. Маслобоев;
11. АО «Уралэлектромедь», г. Верхняя Пышма, главный технолог технического отдела, д.т.н. С.А. Мастюгин;
12. ООО «Экологический Инжиниринговый Центр», г. Ачинск, д.т.н. И.И. Шепелев;
13. ООО «МЭК-Майнинг», г. Санкт-Петербург, к.т.н. Л.А. Немчинова, к.т.н. М.Н. Сабанова;
14. ФГБУН Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск, к.т.н. С.А. Прокопьев;
15. ПАО «ММК», НТЦ, г. Магнитогорск, ведущий специалист горнообогатительного направления агло-коксо-доменной группы, к.т.н. М.А. Цыгалов;
16. Читинский филиал ФГБУН «Институт горного дела им. Н.А. Чинакала» СО РАН, г. Чита, к.т.н. К.К. Размахнин;
17. Научно-исследовательский и проектный институт «Казтехпроект», г. Нур-Султан, РК, генеральный директор, д.т.н. Н.Б. Рыспанов.

В отзывах на автореферат содержатся следующие замечания:

- Что автор подразумевает под «минералогическими критериями пригодности для комплексной переработки» (стр. 16), формализованы ли данные критерии?
- Каким образом, заявленное на стр. 19 как новое технологическое решение «совмещение измельчения смешанной медной руды с ее одновременным выщелачиванием при введении реагента аммония серноокислого в процесс рудоподготовки перед флотацией», сказывается на последующем процессе флотации?
- Отсутствует информация о направлениях утилизации горнопромышленных отходов, реализуемых в настоящее время в России и мире, анализ их эффективности.
- Непонятно, что автор имеет ввиду под понятием «изначальная химическая целостность наличного материала». Данный термин требует четкого определения.
- Утверждение автора о значимости либо не значимости факторов, влияющих на формирование вещественного состава и технологических свойств отходов (п.2.2), основано лишь на умозаключении автора и не подтверждено математически.
- Не обозначены рекомендации и перспективы развития темы исследования.
- В автореферате автор не поясняет, что подразумевается под экологически ориентированной переработкой отходов – исключительно сокращение размещения горнопромышленных отходов или ещё и безопасные для окружающей среды технологии переработки?

- Не нашло отражение в автореферате влияние принимаемых технологических решений на экологический аспект, хотя методология на экономико-аналитическом уровне подразумевает расчет экологического эффекта и включение его в интегральный эколого-экономический эффект.
- В автореферате не уделено достаточного внимания экологической безопасности разработанных технологий и отсутствуют данные о том, учитывался ли предотвращенный экологический ущерб в приводимых значениях ожидаемого экономического эффекта по всем разработанным технологическим решениям.
- Нет четкого определения критерия соответствия техногенного сырья требованиям базовой технологии ($P > 3 - 15 - 20\%$) и степени рациональности использования техногенного сырья (P_i) (рисунок 1).
- Автор не указывает, при каких технологических параметрах осуществляется селективное вскрытие металлических включений и рудных фаз и необходимую величину прикладываемой нагрузки.
- Формулировка научных положений и пунктов научной новизны излишне громоздкая, в связи с детализацией.
- Масштаб блок-схемы методологии создания ресурсосберегающих технологий переработки горнопромышленных отходов (рис. 1, стр. 16) выбран не удачно, также отсутствует нумерация последовательности поэтапных уровней.
- Почему классификация техногенных образований по степени измененности вещественного состава и контрастности технологических свойств, разработанная автором только для отходов черной и цветной металлургии (табл. 1), не может быть применена для техногенных образований редкометалльной промышленности?
- Очень часто по тексту автореферата использовано прилагательное «при», в частности на стр. 20 в двух абзацах 17 раз.
- Из приведенной классификации не ясно, почему изменяется контрастность технологических свойств, например хвостов мокрой магнитной сепарации и хвостов флотации в процессе хранения.
- В качестве объектов исследования выбраны техногенные образования, сформированные в различных отраслях промышленности (черная и цветная металлургия, золотоперерабатывающая промышленность) и различных технологических процессах. Не определены их специфические особенности и как они повлияют на предложенную методологию разработки технологии обогащения.
- Стр. 15 автореферата. Рисунок 1. В блок-схеме методологии создания ресурсосберегающей технологии переработки горнопромышленных отходов нет оценок достовер-

ности результатов и метрологических оценок предлагаемых уровней исследований и расчетов.

- Стр. 17, 18 автореферата. Как повлияет на последующую флотацию совмещенный процесс измельчения и выщелачивания забалансовых медных руд серноокислым аммонием и требуется ли обезвреживание и отмывка пульпы после него?

- Стр. 18 автореферата. Какие методы и программные продукты использовались для термодинамического расчета взаимодействия основных (каких?) минералов меди с серноокислым аммонием? И почему не был сделан термодинамический анализ относительно минералов пустой породы?

- Стр. 21 автореферата. Какие силы были учтены при модернизации конструкции чаши центробежного сепаратора САЦ-750?

- Стр. 25 автореферата. Какой именно тип реагента «Флон» использовался в данном случае? Флон-2, Флон -9? Также практика показала, что китайские производители реагентов линейки «Флон» уже давно вместо изопропилового спирта используют метиловый. Как это учитывалось в данных исследованиях?

- Стр. 29 автореферата. Какие конкретно аппараты рекомендованы для селективного разрушения шлаков и каковы критерии их выбора?

- Не ясно, проводился ли анализ мирового опыта использования техногенных ресурсов, например, развиваемой концепции Sustainable Mining, учитывающий жизненный цикл горнопромышленных отходов, мотивационную составляющую их переработки, возможные экологические и экономические риски?

- На рис. 3 не приведен баланс продуктов разработанной комбинированной флотационно-гидрометаллургической технологии забалансовой медной руды.

- На схеме флотации доменных шламов (рис. 6) перепутаны местами показатели содержания и извлечение железа в пенный продукт.

- Какие конкретно критерии выбора разделительных процессов глубокой и комплексной переработки отходов автором использованы и возможен ли универсальный критерий выбора?

- В автореферате нет сведений об исследованиях по обогащению шлаков медного производства, но результаты изучения фазового состава медных шлаков и формы меди в них приведены на странице 27.

- Продукт с содержанием цинка 7% сложно вписать в цинковое производство.

- Из рисунка 8 следует, что 16,2 % немагнитного продукта предполагается направлять в хвостохранилище. Была ли учтена в балансовой прибыли (53 млн. руб. в год) плата за размещение данного отхода?

- В автореферате не приводятся соотношения сульфидных и окисленных медьсодержащих минералов. Измельчение по содержанию кл.-0,074мм в табл. 2 не имеет конкретного значения, а по концентрации меди в растворе приводится достаточно широкий диапазон. Чем объясняются высокие показатели обогащения при заявляемых режимных параметрах и условиях переработки забалансовых медных руд.
- Разрабатывались ли автором рекомендации по реорганизации лабораторий по исследованию на обогатимость?
- На адаптационном уровне, в соответствии с блок-схемой, параметрическая и структурная адаптация должны проводиться последовательно, но обязательно вместе. В этой связи непонятна необходимость выделения их в отдельные блоки.
- В автореферате не представлен анализ полного состава продукта с низкой, для цинковых концентратов, массовой долей цинка 7-8% (стр. 25 автореф.). В каких именно процессах может быть утилизирован данный мелкодисперсный продукт?
- На стр. 20 автореферата указывается, что закономерности накопления, перераспределения, концентрирования золота в хвостохранилищах, преобразования минерального состава хвостов и технологических свойств золота являются основаниями для адаптации существующих технологических процессов и аппаратов к свойствам техногенного сырья, но при этом сами закономерности не приводятся.
- При разработке технологических решений по переработке лежалых золотосодержащих хвостов не использовались возможности других малозатратных и экологически безопасных гравитационных технологий и, в частности, винтовой сепарации.
- Возможно ли по предлагаемой флотационно-магнитной технологии переработки доменных шламов дальнейшее снижение содержания цинка в шламах - менее 0,5%?
- Можно ли результаты, полученные на доменных шламах ММК, применить для обесцинкования шламов других металлургических процессов и других предприятий?
- В автореферате недостаточно полно обоснован принцип, по которому определяется направление использования отходов, исходя из степени измененности вещественного состава и контрастности технологических свойств (таблица 1).
- На стр. 19 указано, что было обосновано использование аммония сернокислого $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, способного к образованию с катионами меди (II) хорошо растворимых и очень стабильных тетраамминных комплексов $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, однако результаты не представлены.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их высокой квалификацией, значительным научно-практическим опытом, систематическими исследованиями в области современного состояния теоретических основ и прак-

тики переработки горнопромышленных отходов, наличием научных работ по проблемам диссертационного исследования, представленных в рецензируемых научных изданиях.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана новая научная концепция освоения запасов техногенного минерального сырья, позволяющая компенсировать трудную обогатимость и низкие показатели переработки горнопромышленных отходов за счет адаптации существующих технических и технологических решений к выявленным специфическим особенностям вещественного состава, строения, свойств отходов, и создания и внедрения ресурсосберегающих технологий переработки горнопромышленных отходов на основе выбора способа селективной дезинтеграции в рудоподготовке и комбинирования обогатительных и гидрометаллургических процессов извлечения ценных компонентов из отходов, принятых в соответствии с их наиболее контрастными технологическими свойствами;

предложены: принцип формирования ресурсосберегающих технологий переработки горнопромышленных отходов, заключающийся в обоснования оптимальных параметров процессов, рациональной комбинации и последовательности методов извлечения ценных компонентов из отходов и адаптации процессов и аппаратов к установленным особенностям состава, строения, свойств отходов, при последовательном осуществлении комплекса теоретических, аналитических, экспериментальных, технологических изысканий на соподчиненных информационно-аналитическом, инструментальном, организационно-технологическом и экономико-аналитическом уровнях в итерационном порядке выполнения и анализа условий реализуемости технологий; алгоритм создания ресурсосберегающих технологий переработки горнопромышленных отходов; классификация отходов черной и цветной металлургии по степени техногенного изменения вещественного состава и контрастности технологических свойств, позволяющая производить прогнозную оценку обогатимости и осуществлять выбор направлений использования отхода;

доказана перспективность использования разработанного научно-методологического подхода при обосновании новых технических и технологических решений по переработке горнопромышленных отходов различной степени измененности вещественного состава и технологических свойств, что позволило повысить полноту извлечения ценных компонентов из отходов и комплексность использования;

введено новое понятие «минеральный отход» применительно к отходам добычи и переработки минерального сырья с целью расширения области применения горнопромышленных отходов в качестве полноценного сырья при реализации последующих циклов передела.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны положения, расширяющие существующие представления: о взаимосвязи структурного, вещественного, фазового состава горнопромышленных отходов с характерными для них технологическими свойствами; о закономерностях раскрытия минерального сырья техногенного происхождения в процессах дезинтеграции, разделения и концентрации минералов в физических, физико-химических и химических процессах, которые были использованы при обосновании параметров и разработке технологий комплексной и глубокой переработки отходов, образовавшихся в различных технологических процессах добычи и переработки руд и подвергшихся различным видам, интенсивности и продолжительности изменения вещественного состава и технологических свойств - забалансовой лежалой медной руды из отвала, лежалых золотосодержащих хвостов из хвостохранилища, текущих железцинксодержащих доменных шламов, текущих и лежалых шлаков черной металлургии;

применительно к проблематике диссертации результативно использован комплексный метод исследования, включающий анализ и научное обобщение материалов по теории и практике комплексного использования минерального сырья и переработки горнопромышленных отходов, современные минералого-аналитические методы изучения вещественного состава и технологических свойств отходов (химический, атомно-эмиссионный спектральный, рентгеноструктурный, рентгеноспектральный, оптико-микроскопический анализ, растровая электронная микроскопия), технологическое тестирование методами магнитной и воздушной сепарации, гравитации, флотации, выщелачивания, сорбции, электролиза, с опытно-промышленной апробацией разработанных решений и со статистической обработкой результатов, технико-экономическое обоснование технологий;

доказано, что горнопромышленные отходы являются сложными многоэлементными минеральными системами со специфично измененными технологическими свойствами и одновременно служат исходным сырьем для нового цикла производства; что построение технологий переработки горнопромышленных отходов должно осуществляться в соответствии с разработанным методологическим подходом, базирующемся на комплексном анализе всех имеющихся свойств отходов, адаптации технических и технологических решений к выявленным специфическим особенностям

состава, строения и свойств отходов, обосновании параметров и рациональной комбинации методов переработки, что обеспечивает получение металлосодержащих продуктов с высокими потребительскими качествами и особенно важно в условиях нарастающего дефицита минерального сырья и необходимости решения экологических проблем;

раскрыты: закономерности формирования вещественного состава и технологических свойств горнопромышленных отходов, определяющие их минералогически сложный состав и трудную обогатимость; несоответствия традиционных технологий переработки минерального сырья особенностям вещественного состава и технологических свойств горнопромышленных отходов, что предопределяет низкие показатели переработки; доказательства целесообразности адаптации технических и технологических решений к установленным особенностям вещественного состава и технологических свойств горнопромышленных отходов для повышения качественных и количественных показателей переработки; вскрыт механизм сульфатно-аммонийного выщелачивания забалансовой медной руды из отвала; выполнена параметрическая адаптация конструкции чаши центробежного концентратора для повышения извлечения мелкого золота из лежалых хвостов; проведена адаптация способа скважинного подземного выщелачивания применительно к хлоридному выщелачиванию золота на месте залегания хвостов в хвостохранилище; раскрыты закономерности извлечения цинк- и железосодержащих компонентов при флотационном обогащении доменных шламов; раскрыт механизм селективного разрушения разнопрочностных фаз металлургических шлаков в центробежно-ударных аппаратах;

установлены причинно-следственные связи между степенью преобразования минерального вещества в природных и технологических процессах образования, складирования, хранения отходов, и контрастностью их технологических свойств, учтенные в закономерностях дезинтеграции и разделения горнопромышленных отходов на минеральные составляющие в физических, физико-химических, химических процессах, а также при построении технологических схем переработки отходов с заданными качественными и количественными показателями разделения;

проведена модернизация существующих алгоритмов выполнения минералогических и аналитических исследований при технологических испытаниях применительно к изучению техногенного минерального сырья сложного вещественного состава, определяющих виды, объемы и последовательность работ для оценки качества отходов и выбора эффективных способов рудоподготовки и методов переработки.

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

разработаны и апробированы технологии переработки железо-, медь-, золотосодержащих отходов и обоснованы их параметры, обеспечивающие получение качественной металлосодержащей продукции: комбинированная флотационно-гидрометаллургическая для переработки забалансовой медной руды из отвала с получением флотоконцентрата с содержанием меди свыше 29% и катодной меди (99,99%) при суммарном извлечении меди в товарные продукты свыше 87%; гравитационная с извлечением золота в гравеоцентрат не менее 65% и геотехнологическая с получением насыщенного угля с содержанием золота до 5 кг/т при извлечении золота на уровне 75% при комбинировании гравитационного обогащения лежалых хвостов из участков пляжной зоны хвостохранилища золотоизвлекательной фабрики и скважинного хлоридного выщелачивания золота на месте залегания хвостов из центральной части хвостохранилища; комбинированная флотационно-магнитная с получением железного концентрата с содержанием железа не менее 60%, цинка – не более 0,4% и цинксодержащего промпродукта с содержанием цинка 7-8% для комплексной переработки железоцинксодержащих шламов доменного производства; стадийные для глубокой переработки шлаков черной металлургии с использованием селективного центробежно-ударного способа дезинтеграции и сепарации в магнитных полях различной напряженности, с получением обезжелезненного ванадиевого порошка с содержанием железа менее 0,6% и металлических включений с содержанием железа свыше 80% при переработке ванадийсодержащих конвертерных шлаков, металлоконцентратов с содержанием железа на уровне 62÷77% при переработке доменных и мартеновских шлаков различных фракций;

определены области использования результатов работы: составление проектов, технико-экономических обоснований и технологических регламентов переработки горнопромышленных отходов, при подготовке специалистов по специальности «Горное дело»;

создана система практических рекомендаций по выбору режимов и обоснованию параметров технологических процессов дезинтеграции, извлечения металлов из горнопромышленных отходов при разработке технологий их глубокой и комплексной переработки;

представлены методические рекомендации по адаптации рудоподготовительных процессов с использованием центробежно-ударного способа дезинтеграции и по по-

строению модульных технологических линий переработки отходов на горнодобывающих и металлургических предприятиях Уральского региона.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ – изучение состава, текстурно-структурных параметров и технологических свойств горнопромышленных отходов выполнено комплексом минералогических и аналитических исследований с использованием современного сертифицированного оборудования в аккредитованных лабораториях; технологическое тестирование обогатимости объектов исследования выполнено по апробированным методикам, с воспроизводимостью результатов лабораторных исследований при укрупненных лабораторных и полупромышленных испытаниях;

теория построена на известных теоретических основах разделительных процессов минерального сырья, не противоречит их базовым утверждениям и согласуется с опубликованными данными других авторов по тематике исследования;

идея базируется на результатах анализа фундаментальных и прикладных исследований в области рационального природопользования, закономерностей извлечения ценных компонентов из природного и техногенного сырья, факторов, влияющих на построение технологических схем переработки отходов, обобщении передового отечественного и зарубежного опыта переработки горнопромышленных отходов и генетически связанных с ними промышленных типов руд;

использовано сравнение данных, полученных автором в диссертационном исследовании, с данными, полученными ранее другими исследователями при обосновании параметров и разработке технических и технологических решений по переработке горнопромышленных отходов;

установлено качественное и количественное соответствие результатов, полученных автором в диссертационном исследовании, результатам экспериментальных работ других авторов по данной тематике;

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации, комплекс базовых методов исследования вещественного состава и технологических свойств минерального сырья, полупромышленные испытания разработанных технологий при корректном применении статистических методов.

Личный вклад соискателя состоит в: обобщении опыта и технологических перспектив переработки горнопромышленных отходов, постановке цели и задач исследования, проведении теоретического анализа и разработке классификации техногенного сырья по степени изменения вещественного состава и контрастности технологических свойств, обосновании авторской дефиниции «минеральный отход», теоре-

тическом обосновании методологических принципов конструирования технологических схем комплексной и глубокой переработки горнопромышленных отходов и их практической реализации в виде разработанных и апробированных технологий переработки забалансовых медных руд из отвала, золотосодержащих хвостов обогащения, шламов и шлаков черной металлургии с оценкой их экономической эффективности, организации и непосредственном участии в экспериментальных исследованиях и опытно-промышленных испытаниях, обработке и интерпретация экспериментальных данных, подготовке публикаций.

Диссертация Горловой Ольги Евгеньевны соответствует требованиям п.п. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором теоретических и экспериментальных исследований разработаны новые технические и технологические решения по ресурсосберегающей экологически ориентированной технологии переработки горнопромышленных отходов на основании обоснования параметров и построения технологических схем с использованием селективной дезинтеграции в рудоподготовке и комбинирования разделительных процессов, принятых в соответствии с наиболее контрастными технологическими свойствами отходов и адаптированных к особенностям их вещественного состава, строения и технологических свойств, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие горно-перерабатывающей промышленности страны.

На заседании 8 октября 2020 г. диссертационный совет принял решение присудить Горловой Ольге Евгеньевне ученую степень доктора технических наук по специальности 25.00.13 – Обогащение полезных ископаемых.

При проведении открытого голосования диссертационный совет в количестве 18 человек (2 человека в удаленном режиме), из них 8 докторов наук по специальности 25.00.13, участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 18, против нет.

Председатель
диссертационного совета



Гавришев Сергей Евгеньевич

Ученый секретарь
диссертационного совета

Корнилов Сергей Николаевич

08.10.2020 г.