

Итоги Международной конференции «Современные проблемы комплексной и глубокой переработки природного и нетрадиционного минерального сырья» (Плаксинские чтения-2023)

Научный совет Российской академии наук по проблемам обогащения полезных ископаемых, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт проблем комплексного освоения недр имени академика Н.В. Мельникова Российской академии наук» (ИПКОН РАН), Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (НИТУ «МИСИС»), Отделение наук о Земле Российской академии наук провели 2-6 октября 2023 г. в г. Москва на базе НИТУ «МИСИС» международную конференцию «Современные проблемы комплексной и глубокой переработки природного и нетрадиционного минерального сырья» (Плаксинские чтения-2023).

В конференции приняли участие 23 члена Научного совета РАН по проблемам обогащения полезных ископаемых, более 250 представителей из 67 организаций, в том числе 16 академических и 10 отраслевых институтов, 13 университетов и институтов, 3 зарубежных института, 6 крупных горно-металлургических компаний и 13 инжиниринговых компаний, в том числе 2 общественные организации, 3 редакции профильных научных журналов. В числе авторов докладов 3 действительных члена Российской академии наук, 2 член-корреспондента РАН, представители ассоциации НП «Горнопромышленники России», 27 докторов наук, 42 кандидата наук, 28 молодых ученых. На конференции было заслушано 12 пленарных лекций, на 5 секциях представлено 117 докладов.

«Плаксинские чтения» связаны с именем член-корреспондента АН СССР Игоря Николаевича Плаксина — всемирно известного учёного, основателя научной школы в области обогащения полезных ископаемых и гидрометал-

лургии редких, цветных и благородных металлов, дважды лауреата Государственной премии СССР. В память о нем, начиная с 1977 г., ежегодно проводятся международные научные конференции.

Место проведения глубоко символично. В университете НИТУ МИСИС (ранее Московская горная академия) с 1929 по 1967 год чл.-корр. АН СССР Игорь Николаевич Плаксин преподавал, был деканом факультета цветных металлов и заведующим кафедрой металлургии благородных металлов.

Тематика конференции соответствует основополагающим документам по развитию минерально-сырьевой базы России, в том числе: Стратегии развития минерально-сырьевой базы Российской Федерации до 2035 года, утверждённой распоряжением Правительства РФ от 22.12.2018 г. №2914, Программе фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021-2030 годы) в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 31.12.2020 г. № 3684-р., направление 1.5.7 Горные науки; 1.5.7.2 Комплексная, технологически эффективная и экологически безопасная добыча, обогащение и глубокая переработка минерального сырья и Постановлению Президиума РАН от 11 апреля 2023 г. №70 «О состоянии и перспективах развития минерально-сырьевой базы Российской Федерации»

Пленарные доклады конференции были посвящены анализу современного состояния минерально-сырьевой базы Российской Федерации, основным направлениям её развития для обеспечения сырьевыми ресурсами высокотехнологичных отраслей промышленности. Широкое обсуждение получили актуальные проблемы повышения эффективности процессов обогащения и гидрометаллургической переработки различных видов полезных ископаемых, разработки



и использования новых технологий и оборудования для извлечения ценных компонентов, применения цифровых технологий в горном деле и обогащении.

В основополагающих докладах академика РАН Н.С. Бортникова (ИГЕМ РАН) «Минеральные ресурсы высокотехнологичных металлов в России: проблемы и перспективы» и академика РАН В.А. Чантурия (ИПКОН РАН) «Роль инновационных технологий обогащения и глубокой переработки минерального сырья в развитии минерально-сырьевой базы России» представлен детальный анализ современного состояния и стратегия развития минерально-сырьевого комплекса Российской Федерации за счёт вовлечения в переработку комплексных руд сложного вещественного состава и техногенного сырья, показана роль новых отечественных технологий в обеспечении высокотехнологичной промышленности стратегическими металлами.

Р.И. Исмагиловым (ООО УК МЕТАЛЛОИНВЕСТ) сделан доклад о разработанной при участии Института ТОМС инновационной технологии производства железорудных «суперконцентратов» для получения DRI окатышей на Лебединском ГОКе. Разработанная технология флотационного обогащения позволит получать товарный концентрат с содержанием железа 71,1% и выше при содержании диоксида кремния не более 1,23 % и операционном извлечении 97 %. Технология прошла успешные промышленные испытания.

Чл.-корр. РАН Т.Н. Александровой (СПбГУ) представлен обзор отечественных технологий переработки упорных золотосодержащих руд, рассмотрены проблемы и предложены пути их решения при обогащении данного вида сырья с применением энергетических, физико-химических воздействий для снижения фактора упорности руды к переработке с одновременным повышением фактора экологической безопасности производства.

Академиком РАН В.А. Чантурия и Г.П. Двойченковой (ИПКОН РАН) доложены перспективы интенсификации процессов глубокой переработки алмазосодержащего сырья природного и техногенного происхождения, разработан комплекс инновационных физических и физико-химических методов повышения контрастности технологических свойств алмазов, обеспечивающих получение качественных концентратов широкого класса крупности в операциях тяжелосредной, магнитной, липкостной и рентгенолюминесцентной сепарации.

О.Б. Котова и Е.Г. Ожогина (Институт геологии им. академика Н.П. Юшкина ФИЦ Коми НЦ УрО РАН и ВИМС) предложили научно-методическое обоснование минералогических критериев изучения и оценки месторождений упорных высокодисперсных полиминеральных руд, в том числе редкометалльного сырья.

А.В. Курков и С.И. Ануфриева (ВИМС) представили результаты усовершенствования гидрометаллургических процессов с применением экологически безопасных растворителей на примере золотосодержащих, золотосурьмяных и урановых руд. Предложен технологический режим выщелачивания золотосодержащих руд с применением сочетания глицина и заменителя цианида.

Т.Н. Матвеевой (ИПКОН РАН) предложены новые отечественные хелатообразующие реагенты для флотационного извлечения цветных и благородных металлов из труднообогатимых руд.

С.А. Прокопьевым (ООО «Спирит») дан анализ состояния технологий обогащения золотосодержащих россыпных и техногенных месторождений золота и предложены пути совершенствования схем и оборудования для гравитационного обогащения золотосодержащих песков.

С.П. Семеновым (Ассоциация НП «Горнопромышленники России») рассмотрен вопрос технологического суверенитета в минерально-промышленном комплексе России и возможности единой платформы по импортозамещению.

И.В. Шадреной и Е.В. Зелинской (ИПКОН РАН и ИрННТУ) предложено решение критических задач ресурсообеспечения за счёт глубокой и комплексной переработки горнопромышленных отходов.

Т.И. Юшина и И.М. Петров (НИТУ «МИСИС») доложили об истории создания и развития научно-педагогической школы обогатителей в стенах Московской горной академии – НИТУ «МИСИС».

На секции *«Современные технологические решения в процессах переработки минерального сырья»* представлено 11 докладов, в том числе 2 доклада молодых ученых.

В докладах отражены актуальные вопросы создания цифровых двойников технологических процессов глубокой переработки минерального сырья; представлены научно-методические основы создания эффективных технологий получения высококачественного железорудного сырья для DRI процессов в металлургии; рассмотрены вопросы оптимизации конфигурации обогатительно-металлургического комплекса норильского дивизиона; предложены подходы к разработке адаптивных моделей технологических систем переработки полезных ископаемых; представлены результаты разработки и опробования технологии извлечения слабо- и аномально люминесцирующих алмазов в процессе РЛС с применением люминофорсодержащих реагентов-модификаторов; рассмотрена эффективная технология переработки окисленных руд месторождения Куранды в Кыргызской Республике флотационными способами; обоснованы результаты исследований по вовлечению в переработку лежалых отвалов предприятий золотодобывающей отрасли с целью расширения сырьевой базы. Сделан обзор современного состояния флотационного обогащения перовскитового и эвдиалитового минерального сырья; представлены результаты изучения новых составов бентополимерных композиций для производства высококачественных железорудных окатышей. Предложены технологические решения экологических проблем теплоэнергетики, рассмотрена возможность обогащения высокосорбционно-активных золотосодержащих руд.

На секции *«Технологическая минералогия, рудоподготовка, тонкое и сверхтонкое измельчение минерального сырья»* представлено 18 докладов, в том числе 5 докладов молодых ученых.

Рассмотрены минералого-технологические особенности нетрадиционных полезных ископаемых (каолины, бокситы, асфальтиты и др.), отличающихся комплексностью, с перспективой извлечения не только основных промышленно ценных минералов, но и попутных (цветных, редких, в т. ч. редкоземельных минералов). Следует отметить доклады по технологической минералогии литиевых пегматитов, графита, графитсодержащих и угольных техногенных отходов, которые сегодня могут рассматриваться в качестве источника

стратегически важных металлов. Большинство докладов по технологической минералогии были ориентированы на решение проблем импортозамещения конкретных видов минерального сырья. В рамках рассмотрения вопросов дезинтеграции и рудоподготовки было акцентировано внимание на методологических и практических аспектах управления качеством подготовки сырья к процессам обогащения, в том числе селективном раскрытии минеральных сростков.

На секции «*Флотация, гравитация, магнитная и электромагнитная сепарация*» было заслушано 38 докладов, в том числе 10 докладов молодых ученых.

В докладах представлены новые технологические решения в области флотационных, гравитационных, магнитных, электромагнитных методов обогащения полезных ископаемых сложного минерального состава (в том числе, руды благородных, цветных, редких и тяжёлых металлов, уголь, горно-химическое сырьё и отходы горно-металлургической промышленности). Представлены результаты фундаментальных исследований в области теории флотации и механизмов взаимодействия реагентов с поверхностью минералов. В условиях сложившейся ситуации остро встаёт вопрос импортозамещения и ряд докладов был посвящён научному обоснованию и разработке новых классов флотационных реагентов, обеспечивающих повышение извлечения и качество получаемых концентратов из природного и техногенного сырья сложного вещественного состава. Перспективным направлением является применение термочувствительных полимеров, хелато- и комплексообразующих собирателей, сложных комплексных депрессоров для углеродистых компонентов и порообразующих минералов.

Ряд докладов посвящён вопросам совершенствования технологии и оборудования при обогащении минерального и техногенного сырья различного состава. Для магнетитовых руд обоснован реагентный режим обратной катионной флотации с получением концентрата высокого качества, а также обосновано применение диэлектрического барьерного разряда для повышения технологических показателей при флотационном обогащении железистых кварцитов. Предложены инновационные технологии переработки алмазосодержащего сырья с использованием селективных реагентов-модификаторов на поверхности алмазов, перспективные методы доводки железосодержащих материалов с использованием новых реагентных режимов, импульсных воздействий и новых конструкций магнитных гидроциклонов. В области переработки оловянных руд предложена усовершенствованная технология электромагнитной доводки гравеоконцентратов. Для переработки отвальных хвостов обогащения угля рекомендовано использование винтовой сепарации, как экологичного и эффективного метода. Рассмотрены технологические решения в области совершенствования вспомогательных процессов (сгущение, водоподготовка и пр.).

На секции «*Комплексная переработка минерального сырья. Гидрометаллургические процессы*» представлено 18 докладов, в том числе 7 докладов молодых учёных.

Тематика докладов охватывает актуальные вопросы и различные аспекты технологий комплексной и глубокой переработки минерального сырья различного генезиса. Приведены результаты промышленного применения бактериального окисления железа при подземном выщелачивании урана на одном из объектов Республики Казахстан, показав-

ные научно-методические основы и анализ применения разрядно-импульсных технологий в процессах селективной дезинтеграции и комплексной переработки минерального сырья, представлены результаты исследования влияния энергетических воздействий на кинетику выщелачивания РЗЭ из нетрадиционного сырья. В ряде докладов обсуждались актуальные вопросы переработки руд цветных металлов — медно-колчеданных, медно-никелевых, медно-порфировых. Приведены результаты разработки эффективной технологии комплексной переработки обеднённых по цинку медно-колчеданных руд с получением товарных медного и цинкового концентратов, а также исследований процесса биовыщелачивания никель-медной руды с применением термотолерантного микробного сообщества.

На секции также рассмотрены вопросы вовлечения в переработку техногенного и некондиционного сырья — лежах хвостов, шламов, кеков выщелачивания, золошлаковых отходов и др. с целью доизвлечения драгоценных, редких и редкоземельных металлов, расширения сырьевой базы, решения экологических проблем недропользования. Представлены результаты исследования процесса извлечения РЗМ и циркония из азотнокислых растворов с применением сорбентов на основе сверхсшитого полистирола.

На секции «*Переработка техногенного сырья. Экологические и экономические аспекты*» заслушано 32 доклада, в том числе 12 докладов молодых ученых.

Обсуждались подходы к решению критических задач ресурсосбережения и повышения экологической безопасности при вовлечении в глубокую и комплексную переработку нетрадиционного минерального сырья — горнопромышленных отходов. В докладах представлены результаты научных исследований и новые технологические решения по вовлечению в эколого-ориентированную переработку техногенных вод алмазных предприятий, шлаков медеплавильного производства, графитированных металлургических пылей, лежах хвостов золотоизвлекательных фабрик, пластовых рассолов газоконденсатных месторождений, вольфрамсодержащих техногенных отвалов, сыннырита, борогипса, отходов переработки фторсодержащего и других видов сырья. Показана перспективность получения из техногенного сырья новых продуктов и изделий: сорбентов тяжёлых металлов и нефтепродуктов, металлосодержащих концентратов, щелочных и редких металлов, пеносиликата и керамических материалов, безхлоридных калийсодержащих удобрений, волластонита, пигментов и др. Рассмотрены вопросы мониторинга природных экосистем по спутниковым данным, медико-экологического состояния в зоне влияния горнопромышленных предприятий, создания геохимических барьеров для очистки техногенных вод, рекультивации и фиторемедиации земель, нарушенных в процессе деятельности горно-обогатительного производств.



Традиционно, по итогам конференции, выработано, принято и широко тиражировано РЕШЕНИЕ КОНФЕРЕНЦИИ, в котором проведен детальный анализ представленных докладов, отмечены интересные и важные современные научные направления, дана оценка результатам и намечены дальнейшие и перспективные исследования.

Конференция отметила важность результатов научно-исследовательских работ, представленных в докладах. Доклады имеют высокий уровень как фундаментальных, так и прикладных исследований. Экспериментальные результаты, научные разработки и предлагаемые технологии представляют несомненный интерес и будут востребованы в реальном секторе экономики.

Значительная часть докладов была представлена молодыми учёными, что подтверждает преемственность и высокий уровень научных школ в области обогащения полезных ископаемых. По результатам конкурса в рамках проведения конференции «Плаксинские чтения-2023» за наиболее интересные теоретические и экспериментальные результаты в области переработки минерального сырья 6 (шесть) молодых учёных награждены дипломами и памятными подарками: *Ветюгов Д.А.* (ИПКОН РАН), *Жабоедов А.П.* (ИГХ СО РАН), *Кузнецов В.В.* (СПбГУ), *Топычанова Е.И.* (АО «Иргиредмет»), *Бурдонов А.Е.* (ИрНИТУ), *Лусис А.В.* (ООО «Эвобласт»).

Особо отмечена работа коллектива ООО УК «МЕТАЛЛОИНВЕСТ» при участии института ТОМС, разработавших инновационную технологию производства железорудных суперконцентратов на Лебединском ГОКе, пригодных для получения высококачественных DRI окатышей, а также позволяющую снизить негативное воздействие на окружающую среду. Данный продукт не имеет аналогов в мире.

Норильский дивизион ПАО «ГМК «Норильский никель» разработал и внедрил технологию обогащения отвального малоникелистого пирротинового продукта Талнахской обогатительной фабрики, проведена оптимизация конфигурации обогатительно-металлургических мощностей дивизиона с переработкой одной части дообогащенного продукта гидрометаллургическим способом, и другой — совместно с концентратом Норильский ОФ на пирометаллургическом переделе, что обеспечило значительный технологический и экологический эффект.

Подчеркнут весомый вклад инжиниринговых компаний в импортозамещение: ООО НПК «СПИРИТ» разработал высокоэффективную экологически безопасную технологию извлечения россыпного золота из золотосодержащих отходов и технологические решения по вопросам «зелёной энергетики»; АО «СОМЕКС» создало отечественное промышленное оборудование для флотационного обогащения; ООО «НТЦ «БАКОР» — высокоэффективное оборудование для обезвоживания и фильтрации; ЗАО «ИТОМАК» — отечественное центробежное оборудование для обогащения рудного и россыпного золота; ООО НТЦ «ЭРГА» — электрические и магнитные сепараторы; ООО «ФЛОТЕНТ КЕМИКАЛС РУС» наладил производство отечественных флотационных реагентов для извлечения цветных и благородных металлов; ООО «БЕНТОНИТ ХАКАСИИ» разработало новые композиции связующих для производства высококачественных железорудных окатышей. На полях конференции компания ООО

«СИАМС» продемонстрировала свои разработки: современные методики и приборную базу оптико-геометрического анализа.

Конференция считает целесообразным:

В соответствии с поручением Президента Российской Федерации от 28 июня 2022 г. № Пр-1130 для достижения технологического суверенитета и обеспечения высокотехнологичных отраслей промышленности России стратегическими металлами и другими ресурсами на основе комплексной и экологически безопасной переработки природного и техногенного минерального сырья сконцентрировать исследования ведущих организаций и инжиниринговых компаний в области переработки минерального сырья на:

- ✦ развитию фундаментальных и прикладных исследований (ИПКОН РАН, ИППС КНЦ РАН, АК «АЛРОСА») по созданию новых продуктов и материалов из нетрадиционного минерального сырья;
- ✦ разработке эффективных технологий (ВИМС, ИрНИТУ, ГоИ КНЦ РАН) и их апробации по извлечению лития из рудного сырья Колмогоского и Полмостундровского месторождений и рассолов;
- ✦ проведении совместных исследований академических институтов (ИПКОН РАН, ГиКНЦ РАН), вузов (СПбГУ, ИрНИТУ) и инжиниринговых компаний (ООО «ФЛОТЕНТ КЕМИКАЛС РУС») по созданию отечественных реагентов собирателей и модификаторов;
- ✦ создании новых и совершенствовании существующих технологий получения высококачественной железорудной продукции (ООО УК «МЕТАЛЛОИНВЕСТ», НИТУ МИСИС, Институт ТОМС);
- ✦ проведении укрупнённых испытаний новых технологий (ИПКОН РАН, МГТУ им. Г.И. Носова, АК «АЛРОСА») по переработке отходов обогащения медно-цинковых руд, извлечению ценных компонентов из техногенных вод и получению вторичной продукции при обогащении алмазосодержащих кимберлитов;
- ✦ разработке гравитационно-магнитной технологии (ВИМС, АО «Запсибруда») получения марганцевых концентратов из труднообогащаемых марганцевых руд месторождений Усинское и Порожинское;
- ✦ развитию исследований по научному обоснованию и разработке физико-химических основ технологий комплексной и глубокой переработки отходов с получением селективных минеральных сорбентов редких и редкоземельных элементов на основе смектитов; удобрений и глинозёма на основе сынныритов; пигментов на основе диоксида титана и оксида железа; игольчатого волластонита из отходов производства борной кислоты на базе Дальневосточного ГОКа; щелочных и редких металлов из техногенных месторождений Ярославского ГОКа;
- ✦ разработке и экспериментальной апробации экологически безопасных бесцианидных, гравитационных, комбинированных и других технологий переработки хвостов обогатительных фабрик;
- ✦ развитию исследований, направленных на мониторинг состояния окружающей среды горнопромышленных предприятий и совершенствование технологий оборотного водоснабжения.



Принято решение провести в 2024 году международную конференцию «Инновационные процессы обогащения и глубокой переработки редкометалльного сырья и комплексных руд цветных и черных металлов» (Плаксинские чтения- 2024) в Горном институте Кольского научного центра РАН (г. Апатиты).

Работа Международной конференции Плаксинские чтения-2023 широко освещалась в средствах массовой информации (онлайн ресурс НИТУ МИСИС).

Материалы конференции опубликованы в сборнике «*Современные проблемы комплексной и глубокой переработки природного и нетрадиционного минерального сырья*» (Плаксинские чтения-2023), 2-6 октября 2023 г. - Москва: Изд-во «Спутник+», 2023. 567 с., ISBN 978-5-9973-6703-9; DOI: <https://doi.org/10.25663/6703-9>, традиционно постатейно размещаются на сайте научной электронной библиотеки (elibrary.ru), интегрированной с Российским индексом научно-

го цитирования (РИНЦ), электронная версия доступна на сайте Плаксинских чтений.

Конференция обратилась с просьбой к редакциям журналов, входящих в издательскую группу «Руда и металлы», редакции журнала «Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых» и «Вестник ЗабГУ» разместить информацию о проведенной международной конференции «Плаксинские чтения-2023» и опубликовать наиболее интересные доклады в специальных выпусках.

Участники выразили благодарность генеральному спонсору ООО УК «МЕТАЛЛОИНВЕСТ», титульному спонсору институту ТОМС и всем инжиниринговым компаниям, принявшим участие и оказавшим финансовую поддержку в организации конференции, особую признательность НИТУ МИСИС за проведение конференции на высоком научно-техническом уровне. ■



УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ



Информируем Вас

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет» был создан 3(16) июля 1914 г. в Екатеринбурге.

Факультеты: ГОРНО-МЕХАНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ (ГМФ), ГОРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ (ГТФ), ИНЖЕНЕРНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ (ИЭФ), ФАКУЛЬТЕТ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ (ФГиГ).

Контакты : +7 (343) 257-25-47, +7 (343) 283-06-06, e-mail: office@ursmu.ru; rector@ursmu.ru, <http://www.ursmu.ru/sveden/common>

WWW.N-GN.RU