

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Директор института «Якутнипроалмаз»

И.о. главного инженера АК «АЛРОСА» (ПАО)

Е. Н. Герасимов

М. Р. Айгистов

СОГЛАСОВАНО
ЭЛЕКТРОННО

2021 г.

«13» декабря 2021 г.

РЕШЕНИЕ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «ГОРНОДОБЫВАЮЩАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ В XXI ВЕКЕ: ВЫЗОВЫ И РЕАЛЬНОСТЬ»

С 15 по 16 сентября 2021 года в рамках 60-летнего юбилея основания института «Якутнипроалмаз» проводилась международная научно-практическая конференция «Горнодобывающая промышленность в XXI веке: вызовы и реальность», на которой состоялись заседания секций: «Отработка месторождений открытым способом», «Техника и технологии отработки месторождений алмазов подземным способом», «Обогащение алмазосодержащих руд и песков», «Рудничная геология, гидрогеология и экологические проблемы алмазодобывающей промышленности».

Решение секции №1 «Отработка месторождений открытым способом»

В работе секции «Отработка месторождений открытым способом» принимали участие около 50 специалистов из научных и производственных организаций. Конференция проводилась в смешанном формате: присутствие в конференц-зале, on-line трансляция через Zoom и вещание на платформе YouTube. Было заслушано 33 доклада из них 12 в режиме on-line. В конференции принимали участие ученые и специалисты из ведущих институтов, проектных организаций и производственных предприятий: ИПКОН РАН (г. Москва), ИГД СО РАН (г. Якутск), ИГД УрО РАН (г. Екатеринбург), РГГРУ им. Серго Орджоникидзе (г. Москва), ФГБОУ ВО УГГУ (г. Екатеринбург), УрГУПС (г. Екатеринбург), института «Якутнипроалмаз» АК «АЛРОСА» (г. Мирный), ООО «Восточная техника» (г. Нерюнгри), «АрктикСпецМаш» (г. Якутск), «Спецтехномаш» (г. Красноярск), «ТЯЖМАШ» (г. Сызрань), АО «НПО «Аконит» (г. Вологда), ОАО «БелАЗ» (Беларусь), ООО «НИИОГР» (г. Челябинск), ООО «Cummins» (г. Екатеринбург), а также представители Мирнинско-Нюрбинского ГОК (г. Мирный), Айхальского ГОК (п. Айхал), Удачинского ГОК (г. Удачный).

Основное внимание было уделено:

- разработке и усовершенствованию карьерной техники и повышение надежности горнотранспортного оборудования;
- способом и методам повышения локальной устойчивости уступов и бортов карьеров;
- разработке технологии отработки глубоких кимберлитовых карьеров и др.;

«13» 12 2021 г. ТДК-МА-1290-
-12/362

Тема цифрового производства и интеллектуализация горнотехнических систем не раз звучала в докладах. Ученые ИПКОН РАН представили вниманию доклад на тему «Цифровая трансформация и интеллектуализация горнотехнических систем», в котором обосновали необходимость методологического подхода к системному анализу больших объемов разнотипных (текстовых, цифровых, векторных, графических, растровых) и разномасштабных данных, поступающих в режиме реального времени. Системный анализ больших данных должен базироваться на интеллектуальных алгоритмах и обеспечивать, в зависимости от технологических режимов функционирования отдельных стадий горнотехнической системы, оперативную обработку, анализ, прогнозирование и выработку управленческих решений.

Представители института «Якутнипроалмаз» и ИПКОН РАН в своих докладах рассматривали перспективные направления развития открытой геотехнологии алмазоносных месторождений Якутии, транспортных системах кимберлитовых карьеров Якутии. Особое внимание было уделено анализу влияния отрицательных температур на прочностные свойства горных пород.

В докладах специалисты ООО «Восточная техника», ОАО «БелАЗ», ООО «Каминз», затронули тему инноваций в сфере карьерного автотранспорта. В качестве приоритетного направления отражены экологические аспекты работы транспорта, в том числе, когда в качестве моторного топлива используется природный газ.

Следующее направление — это создание карьерного автотранспорта, в котором элементом движущей силы является электроэнергия. В данном направлении активно ведутся работы по созданию дизель-троллейбусов и накопителей энергии.

К рассмотрению были предложены специальные виды транспорта: канатные наклонные подъемники, циклично-поточные технологии на базе крутонаклонных конвейеров и возможность эксплуатации наращиваемых башенных подъемников.

Рассмотрены вопросы адаптации колесных транспортных средств для «Евразийского полюса холода», особенности внедрения системы автоматизации топливообеспечения на предприятиях горнодобывающей отрасли, строительство транспортных коридоров с использованием пород вскрышных отвалов.

Заслушав и обсудив представленные доклады, участники секции выделили основные направления научных исследований:

1. Совершенствование ГОСТ Р 58148-2018 и ФНИП «Правила обеспечения устойчивости бортов и уступов карьеров, разрезов и откосов отвалов» в части развития «супер-карьера» глубиной 700 м и более;

2. Разработка эффективных технологий отработки обводненных месторождений;

3. Развитие приборной базы для определения физ.-мех. свойств в лабораторных и полевых условиях;

4. Создание цифрового аналога массива горных пород с тектоническими нарушениями в рамках карьера для решения геотехнологических задач по мониторингу, оценке и прогнозированию устойчивости бортов карьеров с учетом техногенного (проведения буровзрывных работ) и природного влияния (осадки, ветровые нагрузки);

5. Совершенствование перспективной технологии щадящего взрывания с использованием зарядов с радиальным зазором. Рекомендовать проведение

исследований по определению влияния взрыва заряда с радиальным зазором на сохранность алмазов;

6. Разработка методики проектирования дорог с учетом безопасности движения автопоездов. Внедрять средства компьютерного моделирования для проектирования оптимального состава и конфигурации автопоездов;

7. Рекомендовано для россыпных месторождений организовать систему технического обслуживания и ремонта (ТОиР) карьерных самосвалов на новой методологической базе, которая позволит уменьшить простои технологического транспорта в летнее время;

8. Предложено вернуться к рассмотрению альтернативного транспортирования горной массы с глубоких горизонтов карьеров (циклично-поточная технология (ЦПТ), башенного подъемника и др.).

Темы докладов вызвали живую дискуссию на заседании секции. Благодаря онлайн-формату удалось заслушать и привлечь к обсуждению большее число заинтересованных лиц.

Подводя итог работы секции, участники отметили, что данная конференция способствует обмену результатами научно-технической деятельности, выявлению перспективных путей создания и развития новой техники и технологий, а также разработке совместных научных программ и рекомендовали АК «АЛРОСА» возобновить семинары профильных служб для обсуждения и обмена опытом и высказали пожелание чаще проводить такие конференции.

Решение секции №2 «Техника и технологии отработки месторождений алмазов подземным способом»

В работе секции «Техника и технологии отработки месторождений алмазов подземным способом» принимали участие около 50 специалистов из научных и производственных организаций, было заявлено 35 докладов, заслушано 31 сообщение представителей: Мирнинско-Нюрбинского горно-обогатительного комбината АК «АЛРОСА» (г. Мирный), института «Якутнипроалмаз» (г. Мирный), ФГБОУ ВО МГТУ (г. Майкоп), ФГАОУ ВО СВФУ (г. Якутск), ПАО ГМК «Норильский никель» (г. Дудинка), ООО «Электропром» (г. Москва), НПО «СТРИМ» (г. Москва), ПАО «Уралмашзавод» (г. Екатеринбург), ООО «УралЭнергоРесурс» (г. Екатеринбург), ИМЗ СО РАН (г. Якутск), ФГБУН ФИЦ «ЯНЦ СО РАН» (г. Якутск), ИФТПС СО РАН ФИЦ «ЯНЦ СО РАН» (г. Якутск), ООО «Восточная техника» (г. Нерюнгри), ООО «ИНТРОН ПЛЮС» (г. Москва), АО «Текноу» (г. Санкт-Петербург), ООО «НИИОГР» (г. Челябинск), ИГД УрО РАН (г. Екатеринбург), ФГБОУ ВО ПНИПУ (г. Пермь), ФГБОУ ВО МГТУ (г. Москва), ЗАО Инжиниринговая компания «МТО» (г. Кемерово), ФГБУН ИПКОН РАН (г. Москва), ООО «Зимаг Текберг» (г. Москва), АО «Майнинг Солюшнс» (г. Москва), АМС Consulting (г. Москва), АВВ (Швеция), Hermann Paus Maschinenfabrik GmbH (Германия).

Основное внимание в докладах уделено различным аспектам повышения эффективности ведения горных работ и совершенствования применяемых технологий на кимберлитовых месторождениях АК «АЛРОСА», в том числе:

- переходу на отработку месторождений системой с самообрушением руды;
- оценке факторов геотехнического риска при отработке системами с самообрушением;

- повышению эффективности ведения закладочных работ;
- определению границ зон опасных сдвижений при применении твердеющей закладки;
- влиянию геотермии месторождений на формирования теплового режима рудников в криолитозоне;
- вопросам совершенствования технологии крепления горных выработок;
- применению современных добычных комплексов и оборудования, а также технологий, повышающих надежность и износостойкость оборудования;
- подготовке компетентного персонала, занятого на подземных горных работах;
- повышению безопасности труда и др.

Специалистами института «Якутнипроалмаз» представлен доклад о фактическом состоянии подземных горных работ на алмазородных рудниках «Интернациональный», «Айхал» и «Удачный», АК «АЛРОСА».

Отмечено, что основным вызовом при подземной разработки является: интенсивное понижение ведения горных работ в осложненных горно-геологических условиях, проветривание подземных горных выработок, увеличение водопритоков подземных вод, газовый фактор, транспортирование горной массы, а также других осложняющих факторов.

При этом цели Компании остаются неизменными. Это обеспечение безопасных условий труда, сохранение лидирующих позиций в алмазодобывающей отрасли, сохранение и улучшение компетенций в подземной разработке полезных ископаемых, переход на новый уровень проектирования, строительства и эксплуатации подземных рудников с учетом современных инновационных технологий.

Для достижение вышеуказанных целей, перед специалистами Компании выделяются следующие приоритетные задачи: создание цифровых двойников подземных рудников, модернизация технологии проветривания подземных горных выработок, поиск оптимальных и безопасных технических решений для разработки подземным способом, апробация новых технологий разработки и транспортирования горной массы.

В докладе специалистов Компании и ФГБОУ ВО МГТУ отмечена необходимость исследования геотехнических рисков при отработке кимберлитовых трубок Якутии системами разработки с самообрушением, связанных с высокой неопределённостью свойств и поведения горного массива, понимание которых будет способствовать преодолению психологических барьеров, связанных с применением «незнакомой» технологии.

Представлена методика оценки факторов геотехнического риска на стадии проектирования системы блокового самообрушения трубки «Удачная» на основе вероятностно-статистических показателей, исходя из требуемого уровня надежности для каждой стадии реализации жизненного цикла горного производства.

Специалистами ЯНЦ СО РАН предложено на рудниках с агрессивной средой применять базальтопластиковый материал при прокладке дегазационных трубопроводов. Проведенные исследования установили:

- высокую устойчивость базальтопластика к химически агрессивным средам и абразивному истиранию;
- высокий предел прочности на изгиб (575 МПа);
- достаточную герметичность базальтопластиковых труб и широкий диапазон внутреннего рабочего давления (до 9–12 МПа).

Отдельный блок вопросов посвящен закладочным работам. Закладочные работы на рудниках Компании ведут с начала эксплуатации, на протяжении более 20 лет. За эти годы накоплен опыт ведения закладочных работ с подачей закладочной смеси на большую глубину, позволяющий оперативно решать проблемы уменьшения времени, затрачиваемое на подготовку очистной ленты к закладочным работам, и риски простоя добычного комплекса ввиду отсутствия фронта работ (из-за не ликвидированных лент), а также изменение рецептуры смеси, позволяющей контролировать ее растекаемость при ведении закладочных работ на глубоких горизонтах.

В настоящее время рудники Компании широко применяют способ крепления горных выработок торкрет-бетоном. Институтом «Якутнипроалмаз» разработаны торкрет-бетонные смеси с химическими добавками, пригодные к использованию в шахтах, подвергшихся воздействию рассолов с хорошей адгезией к вмещающим породам. Внедрение данных составов позволило снизить себестоимость возведения изолирующей торкрет-бетонной крепи в условиях подземных горных выработок. Также применяемый в настоящее время состав позволяет снизить расход цемента почти в 2 раза и уменьшить себестоимость производства торкрет-бетонной смеси.

Особое внимание отведено горному оборудованию и повышению эффективности его применения. Были представлены доклады о последних разработках в области повышения эффективности использования и увеличении срока эксплуатации шахтных подъемных машин, и их отдельных узлов.

Большой интерес вызвали доклады специалистов НИИОГР, в которых были представлены новые подходы к проектированию системы обеспечения безопасности труда на горнодобывающем предприятии. Для того, чтобы управление риском стало основой системы обеспечения безопасности труда, требуется функциональная трансформация системы.

От расследования причин несчастных случаев и аварий, разработки и реализации мер по их предотвращению к прогнозу опасных производственных ситуаций и управлению производственным риском, от контроля нарушений требований безопасности — к управлению отклонениями производственного процесса.

При обсуждении выступающие отметили, как положительный пример ПАО «Уралмашзавода», когда все оборудование на технологический процесс поставляется одним поставщиком. Это позволяет повысить взаимозаменяемость деталей, узлов и конструкций, улучшить качество сервисных операций и ремонта оборудования, снизить стоимость обслуживания.

Предложено рассмотреть возможность применения на объектах АК «АЛРОСА» системы мониторинга стальных канатов шахтных подъемных установок, позволяющей без применения высококвалифицированного персонала оперативно, при помощи портативного оборудования автоматически определять критичность обнаруженных дефектов и возможность дальнейшей эксплуатации каната.

Участниками секции предлагается:

1. Расширить комплексный подход к проектированию и поставке оборудования системы транспортировки руды, предпочтительно, чтобы проектирование комплекса от бункера загрузки под землей до комплекса разгрузки на склад руды на поверхности было получено от одного поставщика, что повысит качество работы всего комплекса в целом и ответственность за конечный результат.

2. Приглашать организации-производители оборудования в качестве консультантов при проектировании комплексов, а также для определения слабых мест при возникновении проблем в процессе эксплуатации комплекса.

3. Активизировать разработку технических решений по очистке водосборников участковых водоотливных установок от осевшего шлама и ила.

4. При использовании цифровых технологий проектирования объектов подземной отработки месторождения, запрашивать информацию у поставщиков оборудования в формате, позволяющем интегрировать данные в базу для сокращения времени построения цифровых моделей.

5. Расширить область применения аккумуляторного оборудования, что позволяет существенно снизить количество подаваемого воздуха и уменьшить количество вредных выбросов в окружающую среду.

6. Пересмотреть подходы к организационно-техническому проектированию систем обеспечения безопасности труда. Функциональное построение системы обеспечения безопасности труда, включающее в себя подбор, необходимо осуществлять, основываясь на расчетах и выстроенной в соответствии с этими расчетами системе еще на стадии проектных работ.

7. Применять новые технологии и оборудование мировых и отечественных компаний на рудниках Компании, основываясь на опыте использования другими горнодобывающими предприятиями.

8. Более широко применять комбинирование конструкции крепи на основе самозакрепляющегося анкера (далее — СЗА), что позволяет достигать необходимых показателей грузонесущей способности и обеспечивать безопасную эксплуатацию выработок. В сложных горногеологических условиях комбинированные крепи на основе СЗА могут использоваться в достаточно широком диапазоне, что подтверждается результатами собственных опытно-промышленных испытаний.

9. Развивать направление «Вентиляция по требованию», в этой связи особый интерес представляют наработки, предложенные компанией Epiroc, учитывая наличие положительного опыта эксплуатации предложенного оборудования.

В ходе обсуждения перечисленных тем выступающие подтвердили необходимость продолжения изучения мирового опыта применения систем разработки с самообрушением руд и вмещающих пород, так как в настоящее время отсутствует отечественный опыт реализации систем разработки с самообрушением, нормативная база проектирования, тесная связь основных параметров со свойствами горного массива, характеризующимися высокой неопределенностью, что безусловно сдерживает их широкое промышленное внедрение в России.

Решение секции №3 «Обогащение алмазосодержащих руд и песков»

На секции «Обогащение алмазосодержащих руд и песков» заявлено 20 докладов, 16 из которых было заслушано и обсуждено. Общее число авторов, представивших доклады, составило более 50.

В работе секции приняли участие представители предприятий и учреждений: института «Якутнипроалмаз», управления АК «АЛРОСА», горно-обогатительных комбинатов АК «АЛРОСА», ПАО «Севералмаз» (г. Архангельск), УРАН ИПКОН РАН (г. Москва), НИТУ «МИСиС» (г. Москва), СВФУ им. М. К. Аммосова (г. Якутск), ИГДС СО РАН (г. Якутск), ИЦ «АО «Буревестник» (г. Санкт-Петербург),

АО «Спецтехномаш» (г. Красноярск), АО «Механобр инжиниринг» (г. Санкт-Петербург), ООО «Алокс» (г. Санкт-Петербург), ОАО «НПК «Механобр-техника» (г. Санкт-Петербург), ООО «Промпереработка» (г. Новокузнецк), НПО «РИВС» (г. Санкт-Петербург), РКИ Азия Ассайер (Монголия).

Основное внимание в докладах было уделено вопросам:

- повышения эффективности обогащения и снижения эксплуатационных затрат;
- развития радиометрической сепарации;
- цифровизации обогатительных процессов;
- совершенствования техники и технологии рудоподготовки и обогащения сырья на обогатительных фабриках;
- повышения сохранности товарной продукции при добыче и переработке руд;
- сгущения и осветление оборотных вод хвостохранилищ.

При рассмотрении и обсуждении докладов участниками секции представлены технические решения и предложения для:

1. Улучшения процессов обогащения и снижения эксплуатационных затрат применить технические решения по управлению работой двухдвигательных самобалансных грохотов, контролю гранулометрического состава и оперативному определению производительности на разных участках технологического процесса, по модификации свойств разделяющих сред и минеральных компонентов;
2. Повышения извлечения алмазов с низкими и высокими содержаниями азота и селективности процесса радиометрической сепарации предлагается использовать режим работы с новыми алгоритмами и физическими принципами идентификации алмазов;
3. Обеспечения гибкости управления и оперативного контроля работы обогатительного оборудования рекомендуется разработка и внедрение человеко-машинных интерфейсов удаленного администрирования по сетевым каналам связи;
4. Совершенствования техники и технологии рудоподготовки и обогащения сырья на обогатительных фабриках рекомендуется применение инновационного дробильного и обогатительного оборудования;
5. Контроля технологического процесса с целью повышения сохранности алмазов при добыче и переработке сырья предлагается разработка и использование имитаторов (индикаторов) на широкий диапазон физико-механических свойств алмазов.

На секции отмечены актуальность поиска эффективных, инновационных методов осветления оборотной воды хвостохранилища для обеспечения работы обогатительной фабрики Ломоносовского ГОКа в круглогодичном режиме.

Участники секции обменялись новыми идеями, наметили пути к сотрудничеству, что даёт новый импульс для решения обозначенных проблем.

Решение секции №4 «Рудничная геология, гидрогеология и экологические проблемы алмазодобывающей промышленности»

В работе секции «Рудничная геология, гидрогеология и экологические проблемы алмазодобывающей промышленности» приняли порядка 30 представителей предприятий и учреждений горного профиля, научно-исследовательских

и проектных организаций, учебных заведений и представителей производителей метрологических стандов для сервисного обслуживания, ремонта и поверки средств измерения: сотрудники АК «АЛРОСА» (ПАО) (г. Мирный), АО «Теккноу» (Санкт-Петербург), ИЗК СО РАН (г. Иркутск), ФГБОУ ВО ИРНИТУ (г. Иркутск), ИГДС СО РАН (г. Якутск), ФГАОУ ВО СВФУ (г. Якутск).

Было заслушано 13 докладов, из них 8 – в очном формате и 5 – в режиме видеоконференции на платформе Zoom.

В представленных докладах рассмотрены:

- актуальные вопросы особенностей развития криогенных процессов на территории Сибирской платформы;
- влияния структурно-тектонического и литолого-фациального факторов на гидрогеологические условия коренных месторождений алмазов и золота;
- экологические аспекты безопасного обращения с отходами золотодобывающей промышленности;
- особенности формирования ореолов в донных отложениях основных поверхностных водотоков Бодайбинского р-на Иркутской области и Мирнинского р-на РС (Я);
- использование биологической составляющей для определения и уменьшения техногенного воздействия на окружающую и геологическую среды;
- использование специализированного оборудования, и технические возможности его применения, с учётом используемой методологии исследований.

Работа секции отметила высокий уровень ответственности и экологичности производств АК «АЛРОСА», но также были обозначены экологические риски, с которыми столкнулись недропользователи на территории Иркутской области и республики Бурятия.

В результате обсуждения участники секции пришли к следующим выводам:

1. Реалии современного времени требуют формирования производств не только минимизирующих свое негативное влияние на окружающую среду, но и полностью отвечающих современным стандартам, особенно в части «углеродного следа».

2. К уже существующим мониторинговым исследованиям целесообразно добавить гидрогеоэкологические исследования, разработать и создать карты техногенной нагрузки в пределах деятельности основных производственных мощностей АК «АЛРОСА», причём при создании карт необходимо учитывать нагрузку на геологическую среду, включать зону гипергенеза, рассматривать аспекты взаимодействия техногенных систем (карьеры, рудники) с природными гидрогеологическими, геокриологическими и структурно-тектоническими системами.

3. При проведении работ по рекультивации объектов активнее использовать уже имеющиеся наработки, а также разрабатывать новые технологии с учётом литолого-фациальных и петрологических особенностей рекультивируемых объектов. При определении перечня мероприятий рассмотреть возможность привлечения специализированных научных организаций.

4. Для долгосрочного и экологически безопасного обращения с высокоминерализованными природными рассолами, осложняющими отработку коренных месторождений алмазов, необходимо продолжить уже проводимые специализированные исследования, причём целесообразно использовать методы структурной

гидрогеологии. При эксплуатации участков и узлов закачки, проводимые мониторинговые мероприятия продолжать в прежних объёмах.

5. Осуществлять развитие, а также привлечение специалистов в АК «АЛРОСА» через тесную коллаборацию с ведущими научными центрами РФ. В качестве приоритетного предлагается рассматривать ИРНИТУ, в рамках уже заключенного (от 11.06.2021 г) Соглашение о партнерстве между АК «АЛРОСА» и ФГБОУ ВО «ИРНИТУ».

Актуальность конференции подтвердилась широкой географией её участников. Темы докладов вызвали живую дискуссию не только на заседаниях секций, но и в «кулуарах». Несмотря на онлайн-формат, удалось сохранить высокий уровень сообщений.

Все участники секций отметили хорошую организацию и проведение конференции, заинтересованность слушателей и докладчиков, научную и практическую значимость представленных докладов и сообщений. А также высказали пожелание, чаще проводить такие мероприятия, хотя бы раз в 5 лет.

Заместитель директора по научной работе, д.т.н.

СОГЛАСОВАНО
ЭЛЕКТРОННО

И. В. Зырянов

Ученный секретарь, к.т.н.

СОГЛАСОВАНО
ЭЛЕКТРОННО

И. Ф. Бондаренко

