

ISSN 1609-9192 (print) • ISSN 2587-9138 (online)

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

Горная

ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

RUSSIAN MINING INDUSTRY JOURNAL

№ 6 / 2020

Пористая аммиачная селитра

Более эффективные смеси ПВВ,
менее токсичные продукты
взрыва



Подробности:
chemicals@eurochem.ru
+7 495 795 25 27



ЕВРОХИМ

ИНДУСТРИАЛЬНЫЕ
РЕШЕНИЯ

В преддверии Нового года журнал «Горная промышленность» обратился к руководителям крупнейших компаний горно-металлургической отрасли с просьбой рассказать, как они оценивают уходящий год, поделиться планами и поздравить наших читателей с наступающим праздником.

КАНЕКС

Дорогие друзья, коллеги и партнёры!

От имени коллектива группы «Канекс» и от себя лично сердечно поздравляю вас с Новым годом. Уходящий год был переломным. И не только с точки зрения масштабных изменений привычных укладов — он стал проверкой на прочность для всех игроков рынка.

Однако трудности дали нам возможность подтвердить свою экономическую стабильность, профессионализм, сплочённость и целеустремлённость. И я рад, что в этой турбулентности мы не просто выстояли, но увидели большой потенциал для роста бизнеса: для нашей компании 2020-ый стал годом возможностей и достижений, напряжённой, плодотворной работы и реализации смелых, интересных проектов. Он стал отправной точкой для перехода на новый этап развития. Хочу верить, что год наступающий укрепит наши позиции, даст импульс для уверенного движения вперёд, откроет ещё неизведанные горизонты.

Хочу пожелать всем нам неисчерпаемого запаса сил и энергии. Пусть удача будет верным спутником, а профессиональные победы — закономерным результатом упорной работы. Здоровья, благополучия, счастья и успехов в труде на благо нашей великой Родины!

*Председатель совета директоров группы «Канекс»
Александр Каниуров*

КАНЕКС ШАХТОСТРОЙ

Дорогие друзья!

Примите искренние поздравления с наступающим Новым годом! 2020 год стал для «Канекс Шахтострой» годом эффективности: впервые за всю историю деятельности достигнуты самые высокие экономические показатели. А кроме того, мы начали осваивать новое направление — геолого-разведочные работы, тем самым подтвердив общий тренд группы на реализацию комплексного подхода в горно-рудных проектах. Искренне благодарю всех сотрудников группы за достойный труд и верность общему делу. Пусть наступающий год станет временем уверенного развития, стабильности, согласия и единства.

*Генеральный директор ООО «Канекс Шахтострой»
Евгений Лобанов*

ОКБ МИКРОН современное машиностроение


Уважаемые партнёры!

От лица всего коллектива «ОКБ МИКРОН» поздравляю вас с наступающим Новым годом! Прошедший непростой год показал, как важна командная работа. Пусть наши успехи и неудачи пополнят копилку знаний и сделают нас сильнее. Наша большая команда — одна из немногих, кто сохранила стабильную работу и стремится выполнить практически любой заказ клиентов. Искренне поздравляю всех с Новым годом, желаю интересных задач, чётких целей, перспективных планов и успешных контрактов. Пусть в будущем году существенно улучшится качество коммуникаций между всеми предприятиями группы компании. Я уверен, что умение слышать друг друга и упорный труд приведут к успеху.

*Генеральный директор «ОКБ МИКРОН»
Дмитрий Салов*

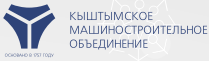

ENGINEERING
(Инжиниринг)

- Горно-капитальные работы
- Строительство промышленных объектов
- Реконструкция, модернизация и оптимизация существующих производств
- Шефмонтажные и пусконаладочные работы
- Технадзор и аудит


CONSTRUCTION
(Строительство, монтаж, пусконаладка)



Е



Р



С



- Изыскательские и исследовательские работы
- Проектные и согласовательные работы
- Разработка оборудования и технологий
- Подготовка технологических регламентов

EPC

ENGINEERING
PROCUREMENT
CONSTRUCTION



PROCUREMENT (Производство и поставки)

- Производство и поставка оборудования, материалов
- Оснащение ГОКов под ключ с увязкой оборудования с системами действующего производства
- Экспертиза оборудования заказчика
- Контроль при изготовлении оборудования сторонним подрядчиком



Друзья, коллеги!

Поздравляю вас с Новым годом! Четвертьвековой опыт реализации проектов, связанных с поставкой оборудования на горнодобывающие предприятия, позволили группе «Канекс» войти в десятку сильнейших игроков отрасли. Сегодня мы реализуем большие проекты по оснащению предприятий, в нашей команде — специалисты в области инжиниринга и управления проектами, чьи знания, навыки и компетенции позволяют решать задачи любой сложности. У нас есть все силы, чтобы начать реализовывать комплексные проекты по обустройству новых месторождений. Желаю всем нам масштабных задач, успехов в достижении поставленных целей и процветания!

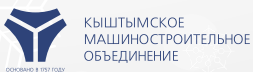
*Коммерческий директор АО «Канекс Технология»
Илья Колунтаев*



Уважаемые партнёры! Дорогие друзья!

От имени компании «Канекс Строй» поздравляю вас с замечательными и долгожданными праздниками: Новым годом и Рождеством! Несмотря на не самую благоприятную экономическую обстановку, мы провозжаем 2020 год с чувством удовлетворения и большой гордости за проделанную работу. Мы еще раз убедились в том, наша профессиональная команда способна реализовывать амбициозные проекты, а благодаря слаженности и ответственности за результат — преодолевать любые трудности. Но во многом своим успехом мы обязаны вашему доверию, поддержке и плодотворному сотрудничеству. Пусть в новом 2021 году перед нами открываются новые возможности для взаимодействия, пусть воплощаются самые смелые и интересные планы, пусть каждый день приносит радость, надежду и удачу!

*Генеральный директор ООО «Канекс Строй»
Михаил Горлов*



Уважаемые партнёры!

В уходящем году мы продолжали планомерно расширять линейку горно-шахтного, обогатительного и конвейерного оборудования, повышать качество и надёжность своей продукции, совершенствовать клиентский сервис. Итогом наших изменений должно стать создание предприятия, обладающего всеми необходимыми техническими возможностями для изготовления широкого спектра качественных изделий для отечественных недропользователей. Благодарю всех за плодотворную совместную работу. Желаю счастья, благополучия, крепкого здоровья и всего наилучшего!

*Генеральный директор КМО
Юрий Еремин*





ОГК Групп

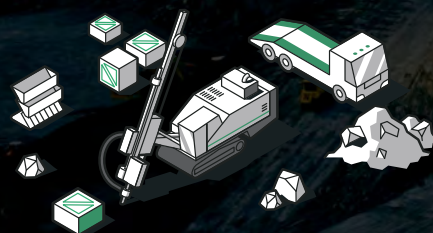
Объединённая
горно-сервисная
компания

Оставайтесь с нами

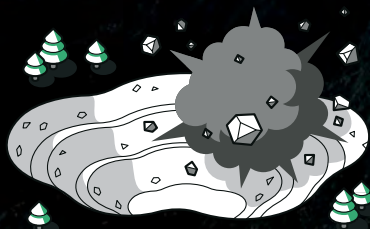
НА ЗЕМЛЕ...



01 Колонковое бурение
с поверхности



02 Сопровождающая
эксплоразведка
методом RC



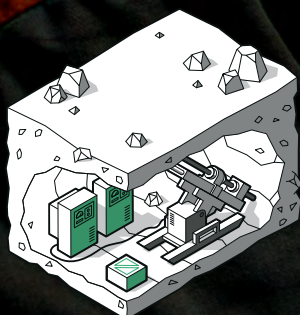
03 Буровзрывные
работы



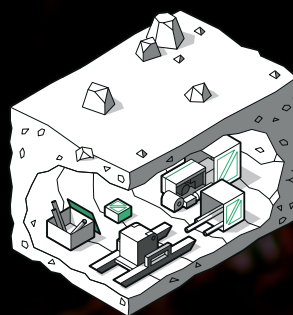
04 Эكскавация
и транспортировка ГМ



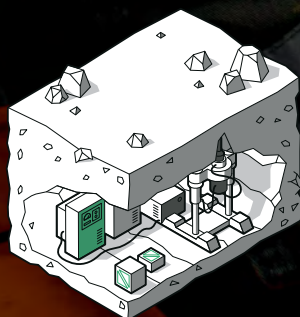
И ПОД ЗЕМЛЁЙ



05 Колонковое бурение из подземных горных выработок



06 Горно-капитальные, горно-подготовительные и очистные работы в ПГВ



07 Строительство стволов и бурение восстающих скважин

«ОГК Групп»
оказывает
полный цикл
горно-сервисных
услуг.

Содержание:

- 8** 101-е Заседание Международного организационного комитета Всемирного горного конгресса
Д.Я. Владимиров, А.Ф. Клебанов, И.В. Кузнецов
- 10** Цифровая трансформация открытых горных работ и новое поколение карьерной техники
Д.А. Клебанов, М.А. Макеев, Д.Н. Сиземов
- 14** Применение автономной и дистанционно-управляемой техники на открытых горных работах
- 20** Терех: Спецтехника для сложных условий – не ударить в грязь лицом
Д.А. Иголка, Франк Оттен
- 22** Ускоренная проходка шахтных стволов механизированным способом
Е.В. Кузьмин, А.В. Калакуцкий, М.А. Тарасов, А.А. Морозов
- 31** Концепция размещения радиоактивных отходов 2 и 3 классов в подземных выработках с изоляцией пастовой закладкой на основе материалов переработки урановых руд
С.Б. Никишичев
- 38** Планируете развиваться – работайте цивилизованно
С.Н. Трофимов
- 44** Буровой инструмент для RC-бурения производства АО «Машиностроительный Холдинг», г. Екатеринбург
- 48** «Я был одним из первых проводников Sandvik в мир горного дела»
Интервью с Вадимом Дэйем, Sandvik
- 50** Гидростатическое движение SHANTUI в России
О.И. Бражник, А.А. Руденко
- 53** Результаты опытно-промышленных испытаний секционного насоса GP-200/11x500-т
- 56** Роботизированная и дистанционно управляемая подземная техника: внедрение, эксплуатация, перспективы
- 62** «Нам доверяют сложные и очень сложные проекты»
Интервью с Е.А. Лобановым
- 64** Экологические и экономические решения для нерудной промышленности
Интервью со Стефаном Хангером, CDE Global
- 66** Новые технологии во взрывном деле. Итоги XX международной конференции по взрывному и горно-обогатительному делу, организованной АНО НОИВ
Ю.Н. Малышев, А.В. Титова, Е.Г. Мирлин
- 72** Инновационные преобразования в системе просвещения и образования музейными средствами в эпоху цифровизации
- 78** Кризис как стимул для модернизации
Интервью с В.А. Журавлевым
- 80** Оценка постэксплуатационного состояния вольфрамово-молибденового месторождения и возможности нового его вовлечения в природопользование
М.А. Перепелкин, В.В. Тютюнин, В.И. Склянов, М.В. Козлов
- 86** Инновации в технике и технологии обогащения янтаря
- 91** Репутация без трещин: оригинал и аналоги стали Hardox®
- 93** Помощники в карьере: проверено на практике
А.В. Хорина
- 96** От Великой Отечественной войны до наших дней: о знаменитой династии шахтостроителей
А.В. Барановский
- 98** Монеты со вставками из драгоценных камней чеканки 2018–2020 гг.
- Оригинальные статьи**
- 100** Реализация сервисов обеспечения безопасности на базе данных о местоположении
С.Г. Кириллов, Е.С. Семькин, Н.И. Мокрицкая, А.Р. Криштапович, С.С. Ефименко
- 106** Сдвигение земной поверхности при отработке Талнахского и Октябрьского месторождения. Меры охраны подрабатываемых зданий и сооружений
А.В. Титова, В.И. Голик
- 112** К диверсификации рудодобывающего комплекса как направления развития экономической системы депрессивного типа
П.И. Тарасов, М.Б. Петров
- 120** Социально-экономическая эффективность реализации проекта по использованию отвалов вскрышных пород для нужд транспортного строительства на территориях нового освоения
П.И. Тарасов, М.Б. Петров
- 126** Перспективы строительства и модернизации железных дорог на Урале и прилегающих территориях в свете документов стратегического планирования России
П.И. Тарасов, М.Л. Хазин, А.П. Тарасов, П.Л. Мариев
- 132** Автотехника для строительства транспортных коридоров
С.П. Месяц, С.П. Остапенко
- 137** Динамика восстановления нарушенных земель горнодобывающей отрасли в соответствии с принципом самоорганизации природных систем и ее прогнозирование по спутниковым данным
Я. Ли, Л. Жуо, И.В. Шадрюнова, А.К. Эрматов, Т.В. Чекушина
- 143** Развитие технологий снижения экологического риска при извлечении золота из упорных руд
С.Г. Кириллов, З.Г. Уфатова, И.Ф. Хрущев, К.А. Баширов
- 148** Сдвигение горных пород в районах тектонических разломов. Мероприятия по ведению горных работ и управлению горным давлением в районе Норильско-Хараелахского разлома

Contents:

- 8** **101st Meeting of the International Organizing Committee of the World Mining Congress**
D.Ya. Vladimirov, A.F. Klebanov, I.V. Kuznetsov
- 10** **Digital Transformation of Surface Mining and New Generation of Open-Pit Equipment**
D.A. Klebanov, M.A. Makeyev, D.N. Sizemov
- 14** **Use of Autonomous and Remotely Operated Equipment in Surface Mining**
D.A. Igolka, Frank Otten
- 22** **Accelerated Mechanized Shaft Sinking**
E.V. Kuzmin, A.V. Kalakutskiy, M.A. Tarasov, A.A. Morozov
- 31** **Concept for Disposal of Class 2 and Class 3 Radioactive Waste in Underground Workings with Isolating Backfilling using Paste made with Processed Uranium Ore Materials**
S.B. Nikishichev
- 38** **If you plan to develop, stick to a civilized way**
- 43** **Special Equipment for Challenging Conditions: Get it in One**
S.N. Trofimov
- 44** **RC Drilling Tools Manufactured by Machine-Building Holding JSC, Yekaterinburg**
- 48** **«I was one of Sandvik's first guides to the world of mining»**
Interview with Vadim Day
- 50** **SHANTUI Hydrostatic Movement in Russia**
O.I. Brazhnik, A.A. Rudenko
- 53** **Pilot Test Results of GP-200/11X500-M Stage Chamber Pump**
- 56** **Robotic and Remotely Controlled Underground Equipment: Implementation, Operation and Potential**
- 62** **«We are trusted with complex and very complex projects»**
Interview with E.A. Lobanov
- 64** **Environmental and economic solutions for the nonmetallic minerals industry**
Interview with Stefan Hunger
- 66** **New Blasting Technologies. Proceedings of the XX International Conference on Explosive and Mining Engineering, organized by 'National Organization of Explosive Engineers' Autonomous Non-Profit Organization**
Yu.N. Malyshev, A.V. Titova, E.G. Mirlin
- 72** **Innovative Changes in Educational and Training System using Museum Assets in the Digital Age**
- 78** **Crisis as Incentive for Modernization**
Interview with V.A. Zhuravlev
- 80** **Assessment of Post-Mining Condition of a Tungsten-Molybdenum Deposit and Possibility of its New Development**
M.A. Perepelkin, V.V. Tyutyunin, V.I. Sklyanov, M.V. Kozlov
- 86** **Innovations in Amber Processing Techniques and Technologies**
- 91** **Flawless Reputation: Original and Analogues of Hardox® Steel**

- 93** **Quarry Assistants: Tested in Field**
A.V. Khorina
- 96** **From the Great Patriotic War to the Present Day: on Famous Dynasty of Mining Constructors**
A.V. Baranovskiy
- 98** **Coins with Gemstone Inserts minted 2018–2020**

Original papers

- M.V. Kostenko, O.A. Galenchikova
- 100** **Implementation of Location-Based Security Services**
S.G. Kirillov, E.S. Semykin, N.I. Mokritskaya, A.R. Krishtapovich, S.S. Efimenko
- 106** **Rock Mass Movement in Development of Talnakh and Oktyabrskoye Deposits. Measures to Protect Undermined Buildings and Facilities**
A.V. Titova, V.I. Golik
- 112** **On Diversification of Ore Mining Complex as Direction for Development of Depressive Economic System**
P.I. Tarasov, M.B. Petrov
- 120** **Social and Economic Efficiency of Project to Use Overburden Dumps for Transport Construction in New Development Areas**
P.I. Tarasov, M.B. Petrov
- 126** **Prospects for Construction and Upgrading of Railways in the Urals and Adjacent Territories in Relation to Russian Strategic Planning Documents**
P.I. Tarasov, M.L. Khazin, A.P. Tarasov, P.L. Mariev
- 132** **Automotive Equipment for Construction of Transport Corridors**
S.P. Mesyats, S.P. Ostapenko
- 137** **Recovery Dynamics of Lands Disturbed by Mining Operations due to Self-Organizing Principle of Natural Systems and its Forecasting Using Satellite Data**
Ya. Li, L. Zhuo, I.V. Shadrunkova, A.K. Ermamatov, T.V. Chekushina
- 143** **Development of Technologies to Reduce Environmental Risk in Extracting Gold from Refractory Ores**
S.G. Kirillov, Z.G. Ufatova, I.F. Khrushchev, K.A. Bashirov
- 148** **Rock Movement in Tectonic Zones. Mining Activities and Rock Pressure Management in the Norilsk-Kharaelakh Fault Area**

Advertising index:

АЗОТТЕХ, ООО	71
БЕЛАЗ (Промтехснаб, ООО)	21
НПФ «ГРАНЧ», ООО	105
ЗАПСИБМИНЕРАЛЫ, ООО	85–86
НМЗ «Искра», АО	65
Магаданский механический завод, АО	19
НПК «Механобр-техника», АО	37
Маркетинг от Тимченко, ООО	77
МУФТА ПРО, ООО	37
Параллель, ООО	71
IMC Montan	42
SANDVIK	47

On the covers:

МХК «ЕвроХим»; АО «КАНЕКС ТЕХНОЛОГИЯ»; АО «ОГК Групп»; ГНН; ООО «ТЕХСТРОЙКОНТРАКТ»

Рецензируемый научно-технический и производственный журнал
«Горная Промышленность»

Официальный информационно-печатный орган Академии Горных наук России и Высшего Академического Совета Евразийской Академии горных наук. В журнале публикуются статьи, обладающие научной новизной, представляющие результаты завершённых исследований, проблемного или практического характера ученых, аспирантов и специалистов в горнодобывающей отрасли.

МИССИЯ журнала состоит в объединении исследовательских усилий и налаживании прочных контактов ученых и производственников горнодобывающей промышленности, в создании открытой площадки обмена научной информацией, результатами фундаментальных и прикладных исследований специалистов по актуальным проблемам геотехнологии, горной техники и обогащения оборудования, современных компьютерных системах, экологии и безопасности горного производства.

Главные цели и задачи – обеспечение научного сообщества оперативной профессиональной информацией: предоставление возможности профессионального общения широкому кругу исследователей и производственников.

Главный редактор:

Малышев Юрий Николаевич, д-р техн. наук, проф., академик РАН, Президент Академии горных наук, Москва, Российская Федерация

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Трубецкой Климент Николаевич, Главный научный сотрудник ИПКОН РАН, академик РАН, д-р техн. наук, Москва, РФ

Яновский Анатолий Борисович, Заместитель министра энергетики Российской Федерации, Д-р экон. наук, канд. техн. наук, Москва, РФ

Иванов Михаил Игоревич, Заместитель Министра промышленности и торговли Российской Федерации, Москва, РФ

Бортников Николай Стефанович, Научный руководитель Института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН, академик РАН, Москва, РФ

Захаров Валерий Николаевич, Директор ИПКОН РАН, член-корр. РАН, д-р техн. наук, Москва, РФ

Осипов Виктор Иванович, Директор Института геоэкологии им. А.Е. Сергеева РАН, академик РАН, Москва, РФ

Нигматулин Роберт Исхандерович, Научный руководитель ИО РАН имени П. П. Ширшова, академик РАН, Москва, РФ

Барях Александр Абрамович, Директор Пермского федерального исследовательского центра Уро РАН, академик РАН, Пермь, РФ

Будзуляк Богдан Владимирович, Президент НП «Саморегулируемая организация Объединение строителей газового и нефтяного комплексов», проф., д-р техн. наук, Москва, РФ

Дяченко Сергей Николаевич, Первый вице-президент - Операционный директор ПАО «ГМК «Норильский никель», Красноярский край, Дудинка, РФ

Исмагилов Ринат Иршатович, Директор департамента горнорудного производства ООО УК «МЕТАЛЛОИНВЕСТ», Москва, РФ

Парамонов Сергей Викторович, Директор АО «УК «Кузбассразрез-уголь», Кемерово, РФ

Орлов Виктор Петрович, Президент ООО «РОСГЕО», Независимый член Совета Директоров ПАО «НОВОТЭК», канд. геол.-минер. наук, докт. экон. наук, Москва, РФ

Хисамов Раис Салихович, Член Совета директоров, зам. генерального директора – главный геолог ПАО «Татнефть», доктор геол.-минер. наук, г. Альметьевск, РФ

Милетенко Николай Васильевич, Заместитель директора Департамента государственной политики в области геологии и недропользования Минприроды РФ, д-р геол.-минер. наук, Москва, РФ

Машковцев Григорий Анатольевич, ФГБУ «ВИМС», докт. геол.-минер. наук, профессор, Москва, РФ

Анистратов Константин Юрьевич, Главный научный сотрудник Горный институт Кольского научного центра РАН, д-р техн. наук, г. Апатиты Мурманской обл., РФ

Вержанский Александр Петрович, д-р техн. наук; профессор, Некоммерческое партнёрство «Горнопромышленники России», Генеральный директор, Москва, РФ

Владимиров Дмитрий Ярославович, канд. техн. наук, Группа компаний «Цифра», заместитель генерального директора по работе с горной промышленностью и органами власти, Москва, РФ

Дмитриевский Анатолий Николаевич, Академик РАН, доктор геол.-минер. наук, профессор, научный руководитель института ИПНГ РАН, Москва, РФ

Зырянов Игорь Владимирович, д-р техн. наук, профессор, Институт «Якутипроалмаз» АК «АЛРОСА» (ПАО), Заместитель директора по научной работе, г. Мирный, Республика Саха, РФ

Кириченко Юрий Васильевич, д-р техн. наук; профессор Горный институт НИТУ «МИСиС», Москва, РФ

Клишин Владимир Иванович, Чл.-корр. РАН; д-р техн. наук; профессор, Институт угля ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр угля и углехимии Сибирского отделения Российской академии наук», директор, г. Кемерово, РФ

Колесниченко Игорь Евгеньевич, д-р техн. наук; профессор, Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова, г. Шахты, РФ

Кондратьев Владимир Борисович, д-р экон. наук; профессор, Национальный исследовательский институт мировой экономики и международных отношений имени Е.М. Примакова Российской академии наук (ИМЭМО РАН), руководитель Центра промышленных и инвестиционных исследований, Москва, РФ

Корнилков Сергей Викторович, д-р техн. наук; профессор, Институт горного дела Уральского отделения РАН, Екатеринбург, РФ

Крюков Валерий Анатольевич, д-р экон. наук; профессор, академик РАН, директор ФГБУН «Институт экономики и организации промышленного производства Сибирского Отделения РАН», Новосибирск, РФ

Кузнецов Юрий Николаевич, д-р техн. наук; профессор Горный институт НИТУ «МИСиС», Москва, РФ

Лукичев Сергей Вячеславович, д-р техн. наук, профессор, Горный институт Кольского научного центра РАН, директор, РФ, г. Апатиты, РФ

Плакиткин Юрий Анатольевич, д-р экон. наук; профессор, Институт энергетических исследований Российской академии наук (ИНЭИ РАН), Заместитель директора по научной работе, Москва, РФ

Рожков Анатолий Алексеевич, д-р экон. наук; профессор, ООО «Институт конъюнктуры рынка угля» (ИНКРУ), директор по науке и региональному развитию, Москва, РФ

Рыльникова Марина Владимировна, д-р техн. наук, проф., главный научный сотрудник ИПКОН РАН, Москва, РФ

Титова Ася Владимировна, д-р техн. наук, профессор, ФГБУН «Государственный геологический музей им. В.И. Вернадского Российской академии наук», Заместитель директора по развитию, Москва, РФ

Чеботарев Александр Григорьевич, д-р мед. наук, профессор, ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова», Главный научный сотрудник, Москва, РФ

Магнус Эрикссон, профессор экономики минерального сырья, Технологический институт Лулео, Швеция

Карстен Дребенштедт, Профессор, Заведующий Кафедры открытых горных работ, Технический университет «Фрайбергская горная академия», Фрайберг, Германия

Б. Бат-Очир, профессор; Ассоциация Горных Проектировщиков Монголии, Исполнительный Директор, Улан-Батор, Монголия

Рыспанов Нурлан Бектасович, Президент Национальной Академии Горных Наук Республики Казахстан, Президент Горнопромышленного союза Казахстана, д-р техн. наук, Казахстан

Галиев Сейтгали Жолдасович, д-р техн. наук, профессор, чл.-корр. НАН РК, академик НАН РК, ТОО «Научно-исследовательский технический центр Евразийской Группы» (ERG), директор горного подразделения, Казахстан

Генеральный директор издательства: *Е.В. Анистратова*

Заместитель главного редактора: *А.А. Раузин*

Ведущий редактор: *Г.А. Демина*

Редактор: *Ю.Н. Новосельцев, В.Д. Грунь*

Дизайн, компьютерная верстка: *Л.В. Павлова*

Наименование органа, зарегистрировавшего издание: Журнал зарегистрирован в Комитете РФ по печати, рег. № 013573 от 5 мая 1995 г.
ISSN 1609-9192 (print); 2587-9138 (online)
Периодичность 6 раз в год
Издатель и учредитель: Научно-Производственная компания «Гемос Лимитед»
Сайт: mining-media.ru
Адрес издателя: 119049, Москва, Ленинский проспект, д. 6, стр. 3, офис 265
e-mail: info@mining-media.ru
Телефон: +7 (499) 230 2770
Подписка и распространение: По подписке. Цена свободная
Подписано в печать 25.12.2020

Russian Mining Industry Journal

is a peer-reviewed scientific and technical journal

It is an official information and press organ of the Russian Academy of Mining and the Supreme Academic Council of the Eurasian Academy of Mining. The Journal publishes papers that are characterized with scientific novelty and that present results of completed research activities touching upon topical and practical issues. These papers are prepared by researchers, postgraduates and experts in the mining sphere.

We see our MISSION in consolidating research activities and promoting close cooperation between the researchers and manufacturers in the Mining Sector. We aim to create an open platform to share scientific information and outcomes of basic and applied research done by the leading experts on topical issues of geotechnology, mining and processing equipment, advanced computer systems, environmental sciences and safety of mining operations.

Our primary aims and scope are to provide the academic community with the latest information in the most efficient way as well as to establish a venue for professional communication to a wide range of researchers and manufacturers.

Chief Editor:

Yuri N. Malyshev, academician of the Russian Academy of Sciences, President of the Russian Academy of Mining, Moscow, Russian Federation

EDITORIAL BOARD:

Kliment N. Trubetskoy, Chief Scientific Officer, Research Institute of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources (IPKON) of RAS, Academician of RAS, Moscow, Russian Federation

Anatoliy B. Yanovskiy, Deputy Minister, Ministry of Energy of the Russian Federation, Doctor of Science (Economics), Moscow, Russian Federation

Mikhail I. Ivanov, Deputy Minister, Ministry of Industry and Trade of the Russian Federation, Russian Federation

Nikolay S. Bortnikov, Head of Research, Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy and Geochemistry of RAS (IGEM RAS), Academician of RAS, Moscow, Russian Federation

Valeriy N. Zakharov, Director, Research Institute of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources (IPKON), Corresponding Member of RAS, Moscow, Russian Federation

Victor I. Osipov, Director, Sergeev Institute of Environmental Geoscience of RAS (IEG RAS) Academician of RAS, Moscow, Russian Federation

Robert I. Nigmatulin, Head of Research, Shirshov Institute of Oceanology of RAS, Academician of RAS, Moscow, Russian Federation

Alexander A. Baryakh, Director, Perm Federal Research Centre of Ural Branch of the RAS, Academician of the RAS, Perm, Russian Federation

Bogdan V. Budzulyak, President, Noncommercial partnership «Self-Regulated Organization Association of Gas and Oil Complex Builders», Doctor of Engineering, Moscow, Russian Federation

Sergey N. Diachenko, First Vice President - Operations Director, PJSC «MMC «Norilsk Nickel», Dudinka, Krasnoyarsk Territory, Russian Federation

Rinat I. Ismagilov, Director of Mining Production Department, 'Metalloinvest Management Company' LLC, Russian Federation

Sergey V. Paramonov, Director of 'UK Kuzbasrazrezugol' JSC, Kemerovo

Viktor P. Orlov, President, Russian Geological Society Non-Governmental Organization; Independent Director, PAO NOVATEK Board of Directors, Doctor of Science (Economics), Moscow, Russian Federation

Rais S. Khisamov, Doctor of geol.-miner. sciences, Deputy General Director - Chief Geologist of JSC «Tatneft», Russian Federation

Nikolay V. Militenko, Deputy Director, Department of State Policy in Geology and Subsoil Management, RF Ministry of Natural Resources, Doctor of Mining and Metallurgical Sciences, Moscow, Russian Federation

Grigoriy A. Mashkovtsev, Director General, Federal State Budgetary Institution «All-Russian Scientific-research Institute of Mineral Resources named after N.M.Fedorovskiy» (FSBI VIMS), Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Moscow, Russian Federation

Konstantin Yu. Anistratov, Chief Researcher, Mining Institute KRC of the RAS, Doctor of Engineering, Apatity, Russian Federation

Alexander P. Verzhanskiy, Doctor of Engineering, Professor; Non-profit Partnership for Mining Industries of Russia, Director General, Moscow, Russian Federation

Dmitriy Ya. Vladimirov, Cand. of Sciences in Technology, Deputy General Director for work with the mining industry and government, Zyfra Group, Moscow, Russian Federation

Anatoly N. Dmitrievskiy, academician of the RAS, Doctor of geol.-miner. sciences, Professor; Scientific Director of the Institute of oil and gas, Moscow, Russian Federation

Igor V. Zyrjanov, Doctor of Engineering, Professor; 'Yakutniproalmaz' Research and Design Institute, 'ALROSA' PJSC, Deputy Director for Science, Mirny, Sakha Republic, Russian Federation

Yuriy V. Kirichenko, Doctor of Engineering, Professor; Mining Institute of the MISIS National Research Technological University, Moscow, Russian Federation

Vladimir I. Klishin, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences; Doctor of Engineering, Professor; Institute of Coal of Federal Research Centre for Coal and Coal Chemistry of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Director, Kemerovo, Russian Federation

Igor Ye. Kolesnichenko, Doctor of Engineering, Professor; Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), Shakhty, Russian Federation

Vladimir B. Kondratiev, Doctor of Science, Economics, Professor; Primakov National Research Institute of World Economy and International Relations, Russian Academy of Sciences, Head of Centre for Industrial and Investment Research, Moscow, Russian Federation

Sergey V. Kornilkov, Doctor of Engineering, Professor; Institute of Mining of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Yekarinburg, Russian Federation

Yuriy N. Kuznetsov, Doctor of Engineering, Professor; Mining Institute of the MISIS National Research Technological University, Moscow, Russian Federation

Valeriy A. Kryukov, Academician, Doctor of Sciences (Economics), Prof., The Institute of Economics and Industrial Engineering, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russian Federation

Sergey V. Lukichev, Doctor of Engineering, Professor; Mining Institute of the Kola Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Director, Apatity, Russian Federation

Yuriy A. Plakitkin, Doctor of Science, Economics, Professor; The Energy Research Institute of the Russian Academy of Sciences, Deputy Director for Science, Moscow, Russian Federation

Anatoliy A. Rozhkov, Doctor of Science, Economics, Professor; Coal Marketing Research Institute, Director for Science and Regional Development, Moscow, Russian Federation

Marina V. Rylnikova, Doctor of Engineering, Professor, Chief Scientific Officer; IPKON of RAS, Moscow, Russian Federation

Asya V. Titova, Doctor of Engineering, Professor; Vernadskiy State Geological Museum of the Russian Academy of Sciences, Deputy Director for Development, Moscow, Russian Federation

Alexander G. Chebotarev, Doctor of Medicine, Professor; Izmerov Research Institute of Occupational Health, Chief Scientific Officer, Moscow, Russian Federation

Magnus Ericsson, professor of Mineral Economics Lulea University of Technology, Sweden

Carsten Drebenstedt, professor, Chair Surface Mining of the Freiberg University of Mining and Technology (Technische Universität Bergakademie Freiberg, TUBAF), Freiberg, Germany

B. Bat-Ochir, Professor, Executive Director, Mining Designers association of Mongolia, Ulaanbaatar, Mongolia

Nurlan B. Ryspanov, President, National Academy of Mining Sciences of Kazakhstan; President, Mining Union of Kazakhstan, Doctor of Engineering, Kazakhstan

Director General, Publisher: *Elena V. Anistratova*

Deputy Chief Editor: *Aleksey A. Raizin*

Leading Editor: *Galina A. Demina*

Editors: *Yuri N. Novoseltsev, Valeriy D. Grun*

Design, Computer layout: *Larisa V. Pavlova*

ISSN 1609-9192 (print)
2587-9138 (online)

Publication Frequency: bimonthly (6 issues per year)
Founder and Publisher: Scientific & Industrial company "Gemos Ltd."

web-site: mining-media.ru

Address: Leninskiy Prospect, 6b3, office 265, Moscow, Russian Federation, 119049

e-mail: info@mining-media.ru

Phone: +7 (499) 230 2770

Printing House: City Print, LCC

Subscription: the magazine is distributed by subscription and free of charge.

Signed for printing: 25/12/2020

С Новым
Годом!



Бородинский разрез имени М.И. Щадова
в Красноярском крае (входит в состав СУЭК)
Фотография предоставлена АО «СУЭК»



Ю.Н. Малышев,

*Президент Академии горных наук,
Президент Государственного
геологического музея
им. В.И. Вернадского РАН,
Академик РАН,
Главный редактор журнала
«Горная Промышленность»*

Уважаемые читатели журнала!

Подходит к концу 2020 год, принесший в нашу жизнь пандемию коронавируса. Эта беда сломала жизнь многих людей – появились обсервации, ИВЛ, маски, онлайн-работа и учеба. Компании вынуждены заниматься организацией санитарной защиты персонала, появились дополнительные затраты. В отдельных регионах объявили локдаун. На так называемую «удаленку» перешли офисные работники.

Но несмотря на пандемию горная промышленность работает, идет добыча полезных ископаемых, осваиваются угольные и рудные месторождения в Туве, Бурятии, Якутии. Нефтяники и газовики все дальше уходят на север, осваивают шельф, при этом работа идет все в более тяжелых условиях – как географических, так и геологических, при этом отмена Государственной Думой налоговых льгот при отработке сложных месторождений может послужить поводом для закрытия сотен скважин, с потерей рабочих мест. Министр, а теперь уже заместитель Председателя Правительства РФ А.В. Новак – несмотря на сложности отстаивал интересы горнодобывающей промышленности России.

Горные работы переходят с открытой добычи на подземную с более сложными условиями.

Например, рудник «Скалистый» ПАО «ГМК «Норильский никель» перешел на глубину 2056 м, рекордную в Европе. В этой связи нельзя опираться на традиционные решения, надо учитывать мировой опыт, все более широко применяя цифровизацию.

На шахты, рудники, прииски, буровые придут новые инженеры – специалисты в области информационных технологий и программных решений, владеющие знаниями для создания цифровых двойников и безлюдных технологий.

Создание первого молодежного журнала «Горная промышленность. ЮНИОР» – один из этапов, ведущих к достижению наших целей, который открывает широкие возможности для студентов и молодых специалистов для публикаций, творческих и научных контактов, тем более Президент России В.В. Путин предложил объявить наступающий 2021 год Годом науки и технологий в России.

Разрешите пожелать всем горнякам в новом году здоровья, счастья – Вам и Вашим близким!

101-е Заседание Международного организационного комитета Всемирного горного конгресса



11 декабря 2020 г. в г. Москве на базе Государственного геологического музея им. В.И. Вернадского РАН в формате видеоконференции под председательством Президента Всемирного горного конгресса (ВГК) проф. Марек Цалы, генерального секретаря ВГК г-на Яцика Скибы и Вице-президента ВГК, чл.-корр. РАН В.Н. Захарова, при участии представителей национального оргкомитета России ВГК академика РАН Ю.Н. Малышева, академика РАН А.А. Баряха, президента ООО «УК ЮГК» К.И. Струкова и зам. директора ИПКОН РАН А.В. Шляпина состоялось «101-е Заседание Международного организационного комитета Всемирного горного конгресса». В заседании приняли участие свыше 70 представителей государственных, научных и промышленно-производственных организаций из 23 стран мира.

В рамках заседания обсуждались перспективы развития горнодобывающей отрасли России в фокусе международного сотрудничества, были представлены доклады Министерства энергетики РФ о развитии угольной промышленности России, ООО «УК ЮГК» о проблемах и перспективах развития «Группы компаний Южуралзолото» в условиях проявления глобальных вызовов и ПАО АК «АЛРОСА» о добыче алмазосодержащего сырья.

Доклады: генерального директора MICROMINE RUSSIA Б.В. Курцева, генерального директора Китайской угольной ассоциации г-жи Су Хо Йонг и представителя Польского национального комитета ВГК проф. Ж. Кравчека – были ориентированы на актуальные вопросы добычи полезных

ископаемых в разных странах в условиях распространения COVID-19. Также представителем национального оргкомитета Австрии г-ном Кристианом Рэйем был продемонстрирован анализ статистических данных, собранных в 150 странах мира по 65 видам добываемого минерального сырья, отражающий динамику изменения объемов добычи природных ресурсов.

Представитель Национального оргкомитета Австралии ВГК г-н Хуа Гуа проинформировал о ходе подготовки очередного 26-го Всемирного горного конгресса, который состоится в 2023 г. в г. Брисбене (Австралия) под девизом «Ресурсы завтра. Технология, коммуникация и трансформация. Добыча полезных ископаемых – создание ценности для общества».



В ходе проведения заседания со словами поддержки запланированного к проведению в 2027 г., вновь спустя 60 лет, в г. Москве 28-го Всемирного горного конгресса выступили: Президент Академии горных наук и почетный член международного организационного комитета Всемирного горного конгресса, академик РАН Ю.Н. Малышев; заместитель министра энергетики Российской Федерации А.Б. Яновский; заместитель директора департамента координации деятельности научных организаций Министерства науки и высшего

образования Российской Федерации Н.И. Голубева, академик-секретарь отделения наук о Земле Российской академии наук, академик РАН А.О. Глико и генеральный директор НП «Горнопромышленники России» А.П. Вержанский. Несмотря на дистанционный формат проведения, повестка мероприятия рассмотрена в полном объеме и «101-е Заседание Международного организационного комитета Всемирного горного конгресса» признано его участниками успешно состоявшимся.



Цифровая трансформация открытых горных работ и новое поколение карьерной техники

Д.Я. Владимиров, канд. техн. наук, действительный член АГН, зам. генерального директора ГК «Цифра»
А.Ф. Клебанов, канд. техн. наук, чл.-корр. РАЕН, директор по науке ГК «Цифра»
И.В. Кузнецов, канд. воен. наук, главный конструктор АО «ВИСТ Групп»

Автоматизация горнодобывающих предприятий с открытым способом добычи полезных ископаемых прошла за последние десятилетия уже несколько важнейших этапов [1]. Уровень развития технологий и современное состояние цифровой трансформации открытых горных работ связаны с применением комплекса информационно-вычислительных и телекоммуникационных технологий, таких как:

- широкополосные системы передачи данных;
- системы удаленной диагностики технического состояния карьерной техники и предиктивного технического обслуживания [2];
- анализ больших объемов данных, получаемых от автоматизированных систем управления горнотранспортными комплексами (АСУ ГТК), и построение прогнозных моделей управления производством и промышленной безопасностью на открытых горных работах [3];
- методы искусственного интеллекта и роботизированных транспортно-погрузочных комплексов [4].

Эффективное применение «классических» технологий цифровой трансформации, таких как Анализ больших данных, Искусственный интеллект, Облачные вычисления, Прогнозная аналитика, Промышленный интернет вещей и Робототехника – невозможно без развития и комплексной цифровизации бортовых систем карьерной техники как источника первичной информации для управления, контроля и создания цифровых моделей производственных процессов. Наиболее высоким уровнем и «насыщенностью» цифровыми системами диагностики и управления обладает карьерная техника, работающая в составе роботизированных комплексов добычи и транспортировки полезных ископаемых. Роботизированная карьерная техника должна работать в составе АСУ ГТК и непрерывно передавать в диспетчерский центр диагностическую информацию о состоянии узлов и агрегатов, эксплуатационные параметры, а также обеспечивать дистанционное и полностью автономное (без участия человека) выполнение основного технологического цикла работы, включая движение, погрузку, разгрузку, экскавацию, бурение и другие технологические операции. Такая техника должна быть оснащена цифровыми бортовыми роботизированными системами управления (БРСУ КТ). Обобщенная структурная схема построения БРСУ КТ представлена на рис. 1.

Цифровая трансформация открытых горных работ и новое поколение карьерной техники

Д.Я. Владимиров, А.Ф. Клебанов, И.В. Кузнецов
 e-mail: aleksey.klebanov@zyfra.com

Аннотация: В статье рассмотрены вопросы построения и комплексной цифровизации карьерной техники. Приведены обобщенная структурная схема и состав бортовой роботизированной системы управления карьерной техники (БРСУ КТ). Более подробно рассмотрен вариант построения БРСУ карьерным автосамосвалом (БРСУ КС) и структура бортовой роботизированной системы карьерного автосамосвала БЕЛАЗ. Предложен вариант компоновки автосамосвала Autonomous Ready (готового к роботизации) – модификации, отвечающей всем требованиям, предъявляемым к автосамосвалам поколения цифровой трансформации (DT): возможностью работы в составе АСУ ГТК и роботизированных комплексов управления, а также наличием современных бортовых систем безопасности и удаленной диагностики. Показано, что цифровая карьерная техника поколения DT позволит горным предприятиям перейти на современный уровень цифровой трансформации открытых горных работ и сохранит инвестиции при модернизации горнотранспортного комплекса.

Ключевые слова: карьерная техника, цифровая трансформация, открытые горные работы, бортовая роботизированная система управления, технологии цифровой трансформации, роботизированные транспортно – погрузочные комплексы, карьерный автосамосвал Autonomous Ready, карьерный автосамосвал поколения DT

Digital Transformation of Surface Mining and New Generation of Open-Pit Equipment

D.Ya. Vladimirov, A.F. Klebanov, I.V. Kuznetsov

Abstract: The paper addresses the issues of designing onboard systems and complex digitalization of open-pit mining equipment. A generalized schematic diagram and composition of the On-Board Robotic Control System for open-pit equipment (OBRCS OPE) are provided. The option of the On-Board Robotic Control System for mining dump trucks (OBRCS MDT) and schematics of the on-board robotic system of the BELAZ dump truck are described in more detail. Layout option is suggested for an autonomous ready dump truck, a modification that meets all the requirements for the digital transformation (DT) generation of dump trucks i.e. the ability to operate as part of the mine fleet management systems and robotic control systems, as well as the availability of modern on-board industrial safety systems and remote diagnostics. The DT Generation of mining equipment will allow mining companies to achieve the up-to-date level in digital transformation of surface mining operations and will cut the amount of investments required in upgrading the mining transport system.

Keywords: Open-pit equipment, digital transformation, surface mining, on-board robotic control system, digital transformation technologies, complex robotic loading and transport systems, Autonomous Ready dump truck, DT Generation of mining dump trucks

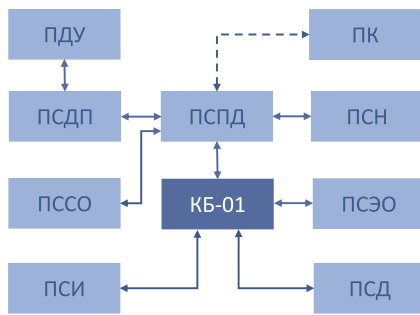


Рис. 1 Структурная схема БРСУ КТ

Бортовая роботизированная система управления карьерной техники включает следующие компоненты:

- Компьютер бортовой КБ-01
- Подсистема исполнительная (ПСИ)
- Подсистема диагностики (ПСД)
- Подсистема сканирования окружения (ПССО)
- Подсистема экстренной остановки (ПСЭО)
- Подсистема дистанционного присутствия (ПСПД)
- Подсистема навигации (ПСН)
- Подсистема передачи данных (ПСПД)
- Переносной пульт дистанционного управления (ПДУ)

Кратко опишем назначение подсистем и составных частей БРСУ КТ.

Бортовой компьютер КБ-01 обеспечивает режимы автономного и дистанционного выполнения карьерной техникой основного технологического цикла работы с помощью специализированного программного обеспечения.

Исполнительная подсистема обеспечивает управление работой карьерной техники и выполнение основных технологических операций (управление исполнительными механизмами карьерной техники).

Подсистема диагностики обеспечивает диагностику неисправностей, передачу диагностических сообщений и информации об опасных режимах работы в бортовой компьютер БРСУ КТ, передачу данных на электронную панель приборов карьерной техники, коммутацию электрических цепей управления.

Подсистема сканирования окружения обеспечивает сбор информации об окружающей обстановке; препятствиях; другой карьерной технике в зоне ведения горных работ;

построение и уточнение цифровой модели окружающей обстановки.

Подсистема экстренной остановки обеспечивает принудительное прекращение работы карьерной техники в случае сбоя в работе бортового компьютера, нажатия кнопок аварийной остановки на борту или ПДУ.

Подсистема дистанционного присутствия обеспечивает визуальный контроль оператором области горных работ в режиме реального времени с помощью бортовых видеокамер в автономном и дистанционном режимах управления.

Подсистема навигации обеспечивает высокоточное определение координат и курса движения карьерной техники; координат области погрузки/разгрузки; бурения, черпания и пр.

Подсистема передачи данных обеспечивает обмен данными между бортовым оборудованием БРСУ КТ и оборудованием оператора по высокоскоростному беспроводному каналу.

Переносной пульт дистанционного управления обеспечивает управление карьерной техникой оператором с помощью джойстиков, кнопок и переключателей на расстоянии до 1000 м в зоне прямой видимости и контроль состояния бортовых систем.

В 2016–2020 гг. АО «ВИСТ Групп», со стороны Российской Федерации, и ОАО «БЕЛАЗ», со стороны Республики Беларусь, приняли участие в опытно-конструкторских работах по научно-технической программе Союзного государства «Разработка нового поколения электронных компонентов для систем управления и безопасности автотранспортных средств специального и двойного назначения» («Автоэлектроника»), утвержденной постановлением Совета Министров Союзного государства от 12 мая 2016 г. №15.

В ходе выполнения ОКР была разработана *роботизированная мобильная система управления* карьерным автосамосвалом грузоподъемностью 110–130 т с электромеханической трансмиссией переменного-постоянного тока.

На рис. 2 показан вариант размещения бортового оборудования *роботизированной мобильной системы* на карьерном автосамосвале БЕЛАЗ серии 7513.

Система прошла успешные испытания в лабораторных, заводских (полигон) и полевых условиях на угольном разрезе «Черногорский» («СУЭК – Хакасия»).

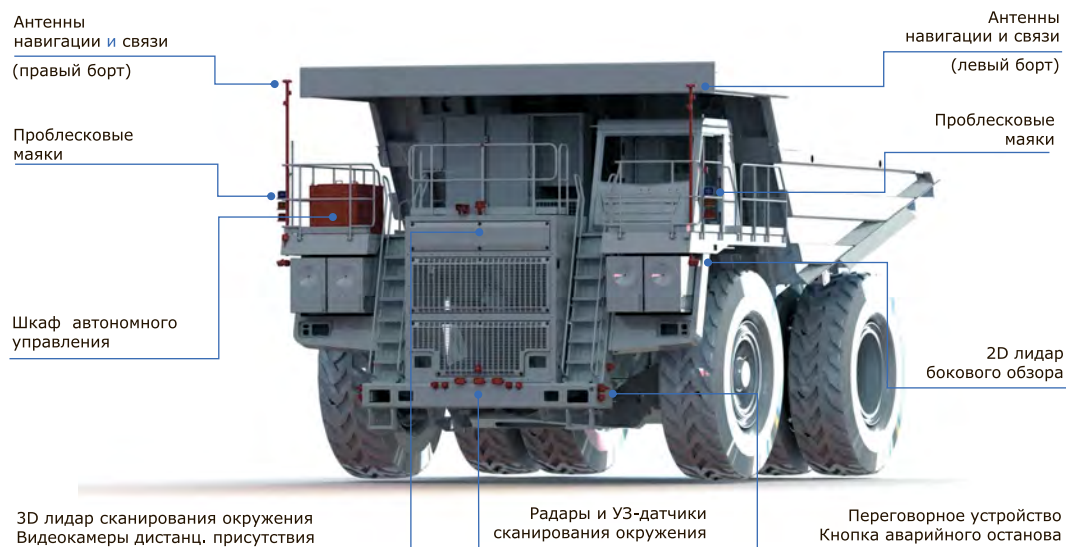


Рис. 2 Вариант размещения бортового оборудования роботизированной мобильной системы на карьерном автосамосвале БЕЛАЗ серии 7513

Роботизированная техника ОАО «БЕЛАЗ» использует в своей работе схемотехнические и программные решения, отработанные в ходе испытаний роботизированной мобильной системы: результаты выполненных работ легли в основу конструкции БРСУ серийно выпускаемых роботизированных 130-тонных карьерных автосамосвалов БЕЛАЗ-7513R.

Автосамосвалы БЕЛАЗ-7513R с апреля 2020 года работают в режиме опытно-промышленной эксплуатации (24/7) в АО «СУЭК».

Однако в настоящее время далеко не все карьеры и угольные разрезы России готовы к использованию в своей работе роботизированной карьерной техники. Как показал недавно проведенный Минэнерго РФ совместно с компанией ГК «Цифра» анализ уровня цифровизации предприятий угольной промышленности (на основе опроса 28 представителей руководства угольных компаний), лишь незначительная часть угольных компаний достигла высокого технологического и организационного уровня «цифровой зрелости», при котором могут быть экономически оправданы затраты на применение роботизированной карьерной техники. Между тем тенденции быстрого развития цифровых технологий в горной отрасли показывают, что уже через несколько лет для сохранения конкурентоспособности горнодобывающие компании будут постепенно переходить к применению беспилотных технологий. Как в таких условиях сохранить инвестиции, связанные с приобретением дорогостоящей горной техники, не предусматривающей вариантов дистанционного или автономного применения? Попробуем ответить на этот вопрос на примере современного роботизированного автосамосвала БЕЛАЗ. На рис. 3 представлена структурная схема бортовой роботизированной системы управления карьерным автосамосвалом.

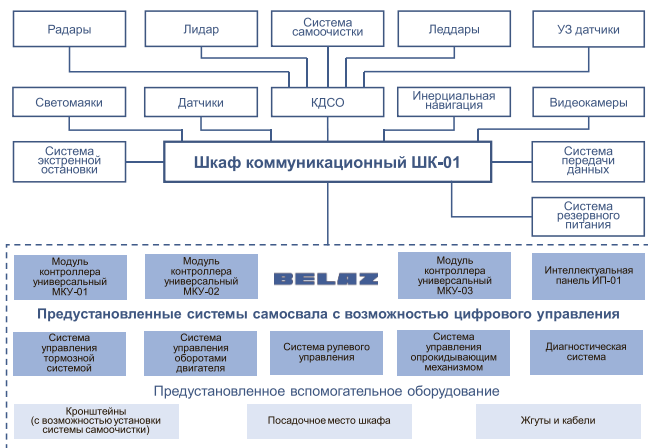


Рис. 3 Структурная схема бортовой роботизированной системы управления карьерным автосамосвалом

На схеме показаны дополнительные системы и оборудование, которыми должен быть оснащен карьерный самосвал непосредственно на заводе или горном предприятии (белый цвет) для его «превращения» в самосвал-робот, и предустановленные на заводе для этих целей основные системы и вспомогательное оборудование (синий цвет). При этом оснащение дополнительными подсистемами и датчиками (навигация, связь, радары, лидары, видеонаблюдение и пр.) обеспечивающих «доводку» автосамосвала до роботизированного исполнения может быть довольно легко и быстро проведено непосредственно в условиях автохозяйства горного предприятия. С учетом постепенного перехода серийно выпускаемых автосамосвалов БЕЛАЗ на цифровое управление гидравликой и другими узлами и агрегатами цена само-

свала с предустановленными на заводе цифровыми системами управления будет в скором времени незначительно отличаться от цены стандартного варианта 130-тонного карьерного автосамосвала, например, БЕЛАЗ-75137. Это обстоятельство открывает дополнительные возможности для сохранения горными компаниями своих инвестиций и формирования рынка роботизированной карьерной техники – автосамосвалы могут поставляться в модификации, практически полностью готовой к дистанционному и автономному управлению (в мировой практике применяется термин Autonomous Ready). Уровень автоматизации таких автосамосвалов в полной мере позволяет условно отнести их к цифровым автосамосвалам «5-ого поколения», или, что более точно, к автосамосвалам поколения цифровой трансформации (DT). Цифровые карьерные автосамосвалы поколения DT могут переоснащаться до автосамосвалов-роботов непосредственно в автохозяйствах при возникновении потребностей и готовности предприятия к организации роботизированной добычи. Для этого потребуется лишь установка дополнительного бортового оборудования системы автономного и дистанционного управления и развертывание инфраструктуры связи на участке горных работ с применением роботизированной карьерной техники.

Карьерный автосамосвал поколения DT будет обладать развитой системой диагностики и самодиагностики (в случае роботизированного применения), превосходящей по своим возможностям систему диагностики, выпускаемых в настоящее время серийных автосамосвалов. Помимо «штатного» набора диагностических параметров система диагностики и самодиагностики карьерного автосамосвала поколения DT должна обеспечивать анализ движения автосамосвала на маршруте – проскальзывание колес, состояние технологической дороги и прочие параметры, используемые в алгоритмах и режимах роботизированного управления.

Таким образом, когда уровень цифровизации горного предприятия еще не достиг возможности применения роботизированных технологий, модернизация парка карьерной техники за счет цифровых автосамосвалов поколения DT – позволяет сделать первый шаг к переходу на современный уровень цифровой трансформации. При этом совершенная система диагностики и самодиагностики цифрового карьерного автосамосвала поколения DT позволит по-новому и более качественно решать задачи, связанные с повышением эффективности и безопасности работы горнотранспортного комплекса.

В заключение следует отметить, что современный уровень электроники и робототехники позволяет создавать промышленные образцы и другой (помимо автосамосвалов) карьерной техники, готовой к роботизации (экскаваторы, бурстанки, бульдозеры, грейдеры, вспомогательная техника). Есть основания полагать, что применение образцов карьерной техники подобного класса (поколения DT) будет способствовать ускорению процессов цифровой трансформации открытых горных работ.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ:

1. Клебанов А.Ф. Автоматизация и роботизация открытых горных работ: опыт цифровой трансформации // Горная промышленность. – 2020. – №1. – С. 8–12.
2. Клебанов А.Ф., Сиземов Д.Н., Кадочников М.В. Комплексный подход к удаленному мониторингу технического состояния и режимов эксплуатации карьерного автосамосвала // Горная Промышленность. – 2020. – №2. – С. 75–82.
3. Клебанов А.Ф., Владимиров Д.Я. Новые цифровые технологии управления промышленной безопасностью на открытых горных работах: Сб. тр. 4-й конф. Междунар. шк. акад. К.Н. Трубицкого: Проблемы и перспективы комплексного освоения и сохранения земных недр. – М.: ИПКОН РАН, 2020. – 524 с. (стр.22–27)
4. Трубицкий К.Н., Клебанов А.Ф., Владимиров Д.Я. Разработка, развитие и применение информационных систем управления в горнодобывающей промышленности России и других странах: от ГИС-технологий до интеллектуального горного предприятия: Монография «ИПКОН РАН – 50 лет становления и развития горных наук» – М.: ИПКОН РАН, 2017. – 360 с. (стр. 308–323).



Уважаемые партнеры, дорогие друзья!

От имени выставочной компании «Кузбасская ярмарка»,
Российского союза выставок и ярмарок и себя лично
сердечно поздравляю вас

с наступающим Новым 2021 годом и Рождеством Христовым!

Это время светлых надежд и радостных ожиданий, время подведения
итогов и точка отсчета новых дел, время идей и начинаний.

Мы всегда с надеждой и радостью ждем этих праздничных дней,
связываем с ними самые добрые и светлые чувства, заветные
желания, искренне верим в добрые перемены!

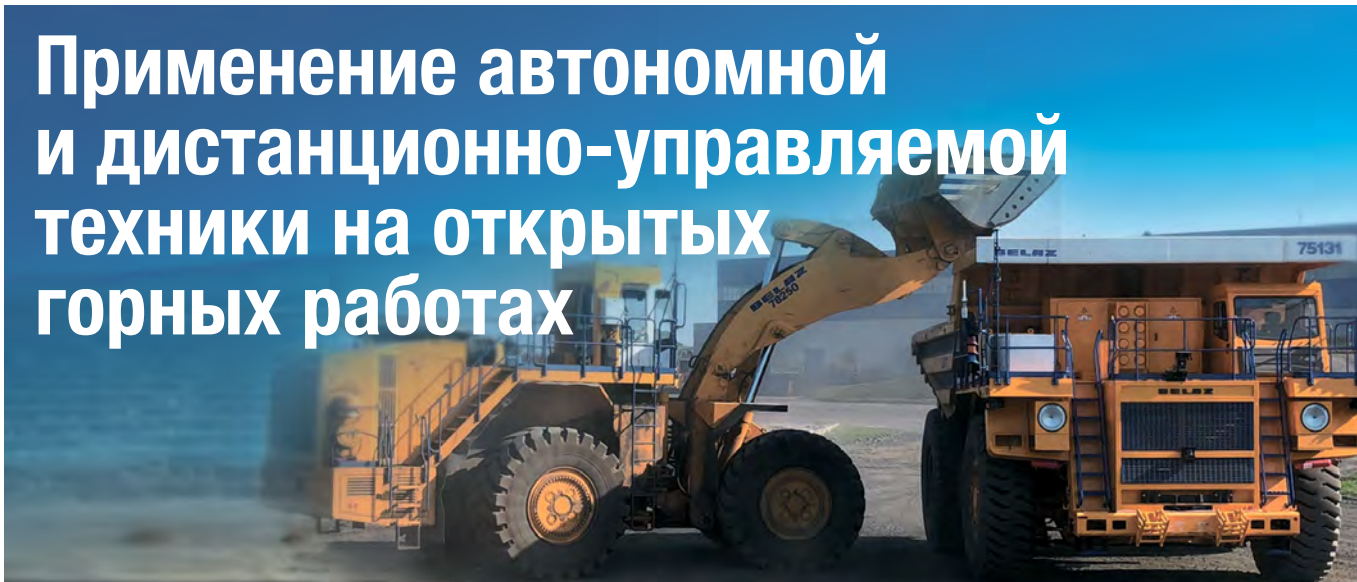
Прошедший год был для всех непростым, но принес новый опыт
и бесценные уроки. Прежде всего хочу пожелать крепкого здоровья,
веры в себя и в свои силы, чтобы наступающий год стал для вас годом
реализации самых смелых решений и планов.

Пусть Новый год открывает блестящие перспективы, рядом
всегда будут верные друзья, крепкая семья и надежные партнеры,
а каждый день наполняется светом, добром и счастьем!

**До встречи в Новокузнецке
на XXIX Международном угольном форуме "Уголь России и Майнинг",
VI Международной специализированной выставке "Недра России",
XI Международной специализированной выставке "Охрана,
безопасность труда и жизнедеятельности"
1-4 июня 2021 года!**

С уважением,
генеральный директор ВК «Кузбасская ярмарка»,
вице-президент Российского союза выставок и ярмарок
В.Табачников

Применение автономной и дистанционно-управляемой техники на открытых горных работах



Д.А. Клебанов, канд. техн. наук, управляющий директор ООО «ВИСТ Майнинг Технолоджи»
М.А. Макеев, заместитель генерального директора ООО «ВИСТ Майнинг Технолоджи»
Д.Н. Сиземов, канд. техн. наук, заместитель ИТ директора АО «СУЭК»

Роботизированная техника на открытых горных работах в России и мире

Роботизированная техника на открытых горных работах является относительно новой технологией, однако за последние 5 лет показала значительную эффективность в промышленной эксплуатации на предприятиях Австралии, Канады, США, ЮАР, первые проекты начинают доказывать свою эффективность на территории России и СНГ. Применение роботизированной техники на горных работах включает в себя автономное движение самосвалов, а также дистанционное управление горной техникой. Дистанционное управление техникой значительно повышает уровень безопасности при работе на опасных участках, однако приводит к значительному снижению производительности – до 50%, что ограничивает получение эффекта от применения. В отличие от дистанционной техники, применение роботизированных самосвалов в автономном режиме может существенно повысить эффективность процессов транспортировки горной массы. При этом производственные затраты на транспортировку значительно отличаются в разных странах (рис. 1)

Использование роботизированной техники в странах с высокой стоимостью оплаты труда позволяет получить возврат инвестиций за более короткий срок, однако общее развитие технологий, в первую очередь снижение стоимости комплектующих роботизации, развитие технологий беспроводной передачи данных, делают экономически целесообразным внедрение автономных систем, а также и другие факторы, влияющие на экономику процесса транспортировки, такие как производительность самосвала или увеличение количества рейсов в смену, сокращение удельного расхода топлива, снижение затрат на шины и ТОиР.

Текущая стадия готовности роботизированной горной техники предоставляет возможность внедрять автономные самосвалы и буровые станки. Роботизация или автономизация погрузочной техники и взрывных работ находится на этапе разработки и тестирования. В настоящее время в мире эксплуатируются более 1000 автономных карьерных самосвалов и более 150 автономных буровых станков, обеспечивая круглосуточную работу с повышенной эффективностью и безопасностью (рис. 2).

Применение автономной и дистанционно-управляемой техники на открытых горных работах

Д.А. Клебанов, М.А. Макеев, Д.Н. Сиземов
 e-mail: Dmitry.klebanov@zyfra.com
 тел.: +7 963 699-73-93

Аннотация: В статье описаны принципы создания роботизированных систем грузоперевозок и социальные аспекты их применения. Проведен анализ экономических предпосылок создания роботизированных систем грузоперевозок в России и мире, проведен анализ состава роботизированного комплекса, также затронуты вопросы экономического обоснования внедрения роботизированных систем грузоперевозок, нормативной базы и обеспечения безопасности применения роботизированных автосамосвалов.

Ключевые слова: роботизированные системы грузоперевозок, роботизированная техника, безопасность, эффективность

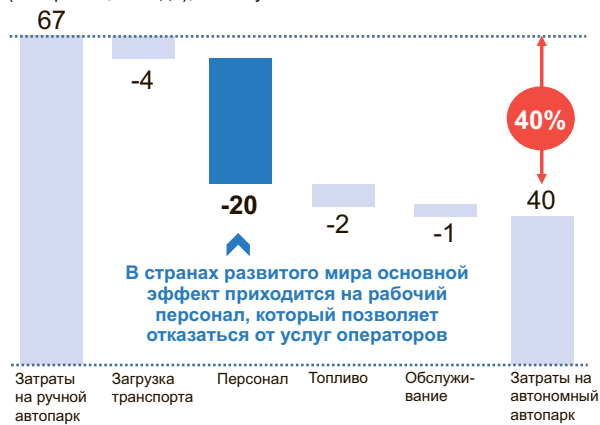
Use of Autonomous and Remotely Operated Equipment in Surface Mining

D.A. Klebanov, M.A. Makeyev, D.N. Sizemov

Abstract: The article describes design principles for autonomous cargo transportation systems and social aspects of their implementation. Economic prerequisites for creation of autonomous cargo transportation systems in Russia and in the world are analyzed as well as the composition of the complex autonomous system. Issues of economic justification for implementation of autonomous cargo transportation systems, regulatory framework and safety provision of autonomous dump truck application are also addressed.

Keywords: digital transformation, robotization, autonomous dump trucks, robotic dump trucks, enhancement of mining operations efficiency, calculation of robotization efficiency, surface mining operations, reduction of transportation costs

Транспортные затраты на добычу руды в странах развитого мира (Австралия, Канада), \$/тонну



Транспортные затраты на добычу руды в странах развивающегося мира (Азия, Африка), \$/тонну

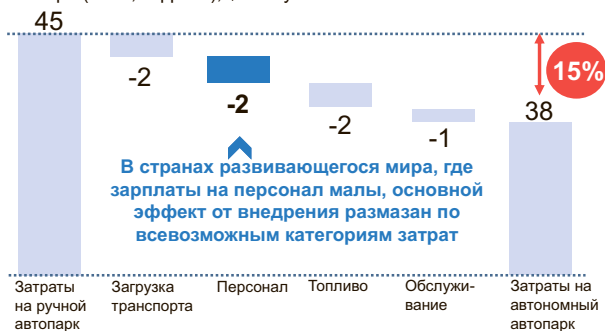


Рис. 1 Потенциал эффекта использования автономных самосвалов

Роботизированные системы грузоперевозок

Существуют два сценария повышения эффективности роботизированных грузоперевозок, которые включают сокращение эксплуатационных затрат или увеличение производительности самосвалов. Открытые источники и аналитика ведущих мировых консалтинговых компаний приводят следующие данные:

- повышение производительности на 15–34%;
- сокращение операционных расходов на 10–30%;
- увеличение срока службы оборудования на 15%.

Таблица 1 Драйверы повышения производительности

Эффект	Индикатор	Драйверы
Рост производительности	Сокращение простоев	Исключение обедов и пересменок, увеличение скорости движения, сокращение простоев
	Увеличение скорости движения	Увеличение скорости движения ночью
	Увеличение средней скорости на прямых участках – стабильно более высокая скорость каждый рейс	Робот управляет как лучший водитель
Увеличение срока службы оборудования и комплектующих	Увеличение срока службы оборудования и комплектующих, лет	Оптимальные режимы управления

Год	Компания	Карьер	Страна	Производитель	Модель	ГП	Кол-во
2008	Codelco	Gabriela	Chili	Komatsu	930E-AT	320	17
2008	Rio Tinto	West Angelas	Australia	Komatsu	930E-AT	320	5
2012	Rio Tinto	Yandicoogina	Australia	Komatsu	930E-AT	320	22
2012	Rio Tinto	Hope Downs	Australia	Komatsu	930E-AT	320	19
2012	Fortescue	Solomon	Australia	Caterpillar	793F	250	54
2013	Rio Tinto	Nammuldi	Australia	Komatsu	930E-AT	320	30
2018	Canadian Natural Resources Lmtd	Jackpine	Canada	Caterpillar	797	345	3
2018	Imperial Oil	Kearl oil sands mine	Canada	Caterpillar	797F	363	7
2019	Vale	Brucutu mine	Brazil	Caterpillar	793 F	250	13
2019	Vale	Carajás Mine	Brazil	Caterpillar	793 F	250	2
2019	СУЭК	Черногорский	РФ	БелАЗ	75131R	130	2
2020	Гранит	Ситницкое	Беларусь	БелАЗ	758R8	90	2

Рис. 2 Примеры применения автономных карьерных самосвалов

Страна	Предприятие	Вендор	Модели
Австралия	Rio Tinto	Caterpillar [3]	Autonomous Drill System (ADS)
Канада	BHP Group	Epiroc (Atlas Copco)	Pit Viper 271 rotary blasthole rigs
Мексика	Goldcorp	Epiroc	Pit Viper PV-351 rigs Pit Viper PV-271s
Швеция	Boliden	Epiroc	Epiroc 351 Pit Viper drill
США	Asarco	Flanders	Atlas Copco Pit Viper 271 Atlas Copco Pit Viper 351 Bucyrus 49Rll Bucyrus 49Rlll Sandvik DM90
Австралия	Mining and Civil Australia (MACA)	Caterpillar	Cat MD6250
Гвинея	CBG	Atlas Copco	Atlas Copco DM30 & 1 DM45
РФ	СУЭК, разрез Тугнуйский	Цифра	Atlas Copco Pit Viper 271

Рис. 3 Примеры применения автономных карьерных самосвалов

Ниже приведены основные факторы, влияющие на достижение эффектов по увеличению производительности и снижению затрат на перевозку тхкм горной массы.

Безусловно, помимо экономического эффекта, роботизация позволяет повысить безопасность и улучшить условия труда сотрудников за счет снижения количества людей на производстве, а также создавать новые типы профессий, востребованные по всему миру в будущем, такие как оператор и диспетчер роботизированного участка, сервис-инженер по обслуживанию роботизированной техники.

Таблица 2 Драйверы сокращения затрат

Эффект	Индикатор	Драйверы
Уменьшение расхода топлива и ГСМ	Норма расхода топлива, г/ткм	Оптимальные режимы управления (квалификация водителей): плавный разгон, поддержание скорости, отсутствие резких торможений и ускорений, отсутствие некорректных переключений передач.
	Норма ходимости, а/шин	
Уменьшение износа шин	Расходы по содержанию от прямых затрат	Уменьшение количества водителей (с учетом затрат на персонал диспетчерского центра – 1 диспетчер роботизированного участка, 1 оператор дистанционного управления)
	Количество водителей самосвалов	
Снижение расходов на обслуживание	Расходы на персонал	Уменьшение количества водителей (с учетом затрат на персонал диспетчерского центра – 1 диспетчер роботизированного участка, 1 оператор дистанционного управления)
	Расходы на персонал	

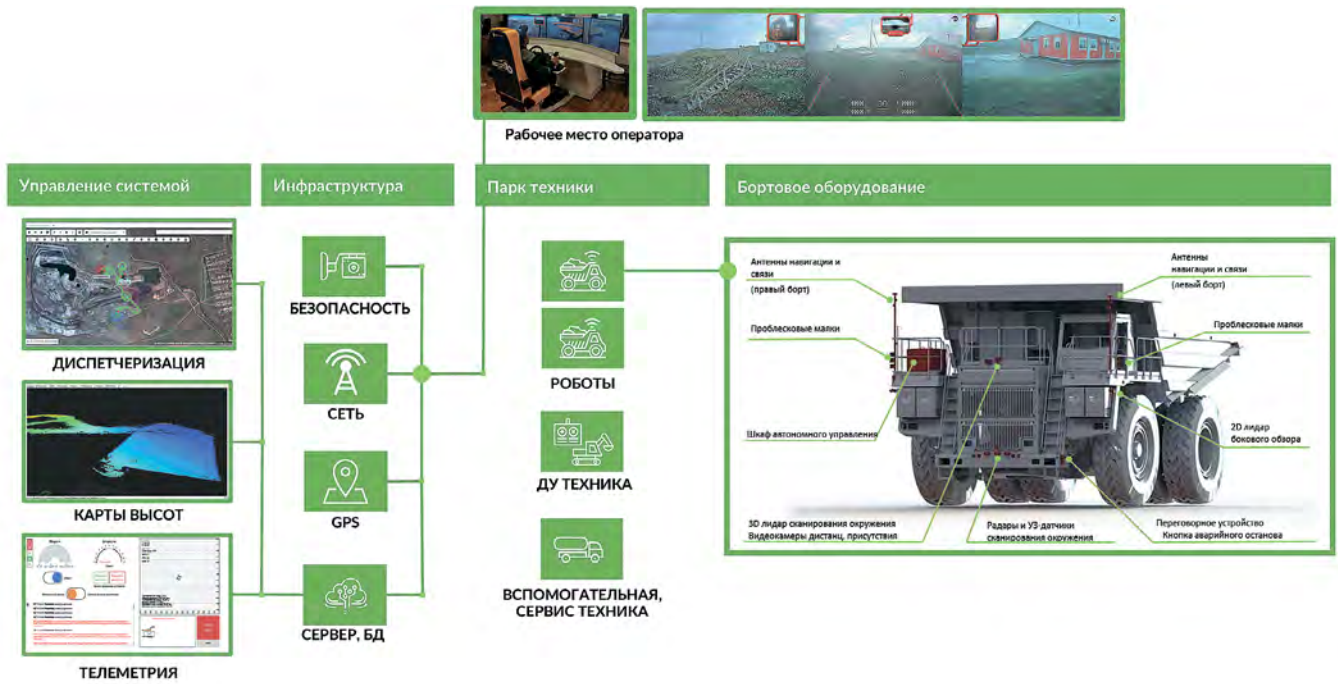


Рис. 3 Структура роботизированной системы грузоперевозок

Требования к безопасности роботизированной техники удовлетворяются за счет технических решений сканирования окружения, определения траекторий движения, а также организационных ограничений нахождения техники, управляемой водителями и машинистами в одной зоне с автономными самосвалами. Тем не менее для широкого применения роботизированных самосвалов важно запускать их в цикле работы с самосвалами, управляемыми водителями, а не только на отдельно выделенных участках. Для этого организуется распределение зон безопасной работы и жестко регламентируются маневры техники, работающей в зоне роботизированных самосвалов.

К технологическим элементам работы автономных самосвалов можно отнести:

- автономное движение по маршруту грузоперевозки;
- сканирование окружения и контроль появления возможных препятствий на пути движения;
- маневрирование в зоне погрузки;
- автономная разгрузка за бровку, в бункер или на склад;
- возможность дистанционного управления и управления из кабины;
- возможность совмещения погрузки от одного экскаватора с техникой, управляемой водителями с жестко распределенными зонами и регламентом ожидания погрузки.

Состав роботизированного комплекса

Роботизированный комплекс, или роботизированная система грузоперевозок состоит из роботизированных самосвалов, системы управления, терминала дистанционного управления, консолей машиниста экскаватора, автоматических шлагбаумов, системы связи и системы видеонаблюдения.

Роботизированные самосвалы представляют собой карьерные самосвалы, поддерживающие автономное управление их работой посредством передачи к ним цифровых

команд и получения от них обратной связи. Роботизированные самосвалы управляются без присутствия в их кабине водителя, однако при необходимости могут быть переведены в режим ручного управления и выполнять работу под управлением водителя, как серийные модели нероботизированных самосвалов. Помимо ручного и автоматического управления, роботизированные самосвалы могут управляться оператором дистанционно. Полезный функционал и технические характеристики роботизированных самосвалов не отличаются от нероботизированных аналогов того же производителя.

Система управления представляет собой комплекс серверных приложений, установленных на серверном оборудовании и работающих непрерывно в целях оперативного контроля производственной обстановки; формирования, уточнения и контроля за исполнением роботизированными самосвалами последовательности действий по транспортировке горной массы. Задачи, решаемые под управлением системы:

- построение цифровой карты маршрута движения;
- движение по маршруту между его конечными точками;
- встречные разъезды на маршруте;
- выполнение маневров под погрузку и на разгрузку;
- осуществление разгрузки на отвале;
- ожидание в очереди на сегментах маршрута, где одновременная работа нескольких самосвалов невозможна;
- прохождение перекрестка с дорогой общего пользования и обеспечение автоматических мер безопасности.

Терминал дистанционного управления (ДУ) состоит из кресла, набора педалей и руля, имитирующих оригинальные органы управления карьерным самосвалом, а также видеоскрывающих, отображающих текущий обзор из кабины и зеркал роботизированных самосвалов. Терминал ДУ работает на базе собственного программного обеспечения, формирующего наборы команд для роботизированного самосвала, эквивалентные действиям оператора за терминалом ДУ.



Программное обеспечение терминала ДУ интегрировано с системой управления. Управляющие действия на терминале ДУ отключают автоматическое управление роботизированными самосвалами. Возврат автоматического управления роботизированными самосвалами выполняется также по команде с терминала ДУ.

Консоль машиниста экскаватора – это микрокомпьютер с сенсорным экраном, устанавливаемый в кабине экскаватора и работающий под управлением встроенного программного обеспечения, интегрированного с системой управления. Консоль машиниста обеспечивает оперативное взаимодействие экскаватора с роботизированными самосвалами при подготовке и выполнении погрузки.

Инфраструктура безопасности включает в себя автоматические шлагбаумы, систему видеонаблюдения. Автоматические шлагбаумы оснащены светофорами и под управлением системы управления обеспечивают перекрытие въезда на дорогу, используемую комплексом со стороны примыкающих дорог (общего пользования), во время непосредственной близости работающих роботизированных самосвалов.

Система связи представляет собой выделенную беспроводную сеть связи, обеспечивающую непрерывное подключение роботизированных самосвалов и экскаваторов к системе управления и диспетчеризации роботизированной и традиционной техники горного предприятия.

Система видеонаблюдения обеспечивает удаленный визуальный контроль за работой комплекса. Система видеонаблюдения состоит из стационарных видеокамер, размещенных на опорах по территории работы комплекса, и программного обеспечения, управляющего видеокамерами, установленного на серверном оборудовании (видео-сервер). Камеры видеонаблюдения подключены к видео-серверу комплекса посредством волоконно-оптической линии в составе системы связи и посредством этого передают оперативный обзор участка выполнения работ персоналу комплекса.

Социальные аспекты внедрения роботизированной техники

Роботизация создает новые профессии и специальности, что позволит сотрудникам горнодобывающих предприятий пройти переквалификацию и получить новую, востребованную и высокооплачиваемую специализацию, что особенно актуально для моногородов, где вопрос оптимизации персонала непосредственно на горных работах может быть чувствителен с социальной точки зрения. Для удаленных карьеров с вахтовым методом и новых участков



горных работ, где недостаточно квалифицированных кадров, роботизация безусловно позволит решить кадровый вопрос.

Специальности, которые появляются при внедрении роботизированной техники на горных работах:

- **Оператор** дистанционно-управляемой и полуавтономной роботизированной техники (бульдозер, грейдер, погрузчик)

Обязанности: выдача заданий из удаленного центра управления для выполнения операций, которые могут быть сделаны техникой автономно, удаленное управление частью операций.

- **Оператор управления парком роботизированных карьерных самосвалов**

Обязанности: наблюдение за техническим состоянием и корректностью работы автономной горнодобывающей техники, управление в удаленном режиме при необходимости, мониторинг диагностических параметров. Оператор непосредственно обеспечивает контроль за функциональностью комплекса и выполнение его средствами работы по транспортировке горной массы, а также взаимодействие с другими участниками производства (машинисты экскаваторов, бульдозеров, руководство предприятия) и вспомогательными производственными службами (ремонт дорог, энергомеханические подразделения, производственная автоматизация и связь).

- **Диспетчер роботизированного комплекса**

Обязанности: контроль и распределение техники в течение смены, управление маршрутами, отвалами, заправкой и пр. технологическими операциями.

- **Сервисный инженер роботизированного комплекса**

Обязанности: сервисный инженер – это специалист

в области радиоэлектроники и программного обеспечения с углубленным знанием функций и устройства объектов роботизированного комплекса. Сервисный инженер обеспечивает постоянную техническую исправность и готовность к работе всех объектов комплекса, за исключением механической, электросиловой части и металлоконструкций (шасси) роботизированных самосвалов, посредством контроля технического состояния, обработки протокольных и диагностических сообщений системы управления, а также визуального контакта.

В настоящий момент есть потребность в обеспечении цифровой грамотности линейного персонала горнодобывающих предприятий, а специальность АСУ становится не поддерживающей, а ключевой во многих горнодобывающих предприятиях, так как роботизированные самосвалы – комплекс, обеспечивающий технологию перевозки горной массы, в состав которого входят помимо самосвалов еще и системы связи, навигации, бортовые электронные системы и т.д.

Нормативная база

На открытых горных работах существует порядок согласования применения роботизированных самосвалов, который определен п. 22 ФЕДЕРАЛЬНЫХ НОРМ И ПРАВИЛ в области промышленной безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых. Необходимо:

- выбрать участок для внедрения «безлюдных технологий»;
- разработать проектную документацию для участка
- Проектная документация разрабатывается Проектным институтом в соответствии с Постановлением Правительства РФ №87 от 16.02.08 г. «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию»;
- разработать рабочую документацию для участка
- Рабочую документацию и заключение разрабатывает организация, которая занималась созданием проекта на разработку месторождений полезных ископаемых (Проектный институт);
- разработка обоснования безопасности опасного производственного объекта;
- проведение экспертизы промышленной безопасности
- Для проведения экспертизы промышленной безопасности привлекается имеющая лицензию экспертная организация. Результатом является заключение, которое подписывается руководителем организации, проводившей экспертизу промышленной безопасности, и экспертом или экспертами в области промышленной безопасности, участвовавшими в проведении указанной экспертизы;
- разработка внутреннего документа с программой проведения ОПИ
- Разработку утверждает и курирует технический директор горнодобывающего предприятия с учетом плана развития горных работ на выбранном участке карьера.
- назначение внутренними указами лиц, ответственных за проведение ОПИ

В связи с определенностью шагов сейчас нет нормативных и правовых ограничений применения роботизированной техники, а это значит, что осталось полагаться на инициативность горнодобывающих предприятий, готовых развивать и использовать автономную технику на своих

производствах, а также трансформировать текущие процессы управления производством.

Безопасность, страхование рисков

Вопросы безопасности и оценку рисков применения роботизированного транспорта можно условно оценить, рассматривая негативные последствия, которые могут возникнуть при применении роботизированной техники. Выделим 4 группы возможных последствий:

1. Повреждение элементов самого самосвала.
2. Повреждение статичных конструкций (здания, ЛЭП, КТП и пр.).
3. Повреждение мобильных объектов (экскаватор, бульдозер, легковой автомобиль и пр.).
4. Нанесение вреда здоровью персонала.

Первые три группы последствий могут быть хеджированы договорами страхования, которые должны заключать или горнодобывающие компании, или компании, обслуживающие роботизированную технику. В настоящий момент в России несколько страховых компаний уже готовы страховать риски применения роботизированной техники на открытых горных работах.

Инциденты, которые потенциально, могут наносить ущерб здоровью персонала, должны быть тщательно проанализированы и с помощью приказов и регламентирующих документов нахождения персонала в зоне работы роботизированного транспорта минимизированы и исключены.

С чего начать внедрение роботов

Начать внедрение нужно с оценки инвестиционного проекта и технической реализуемости применения роботизированной техники для конкретных горнотехнических и горно-геологических условий. Если экономика применения роботизированной техники соответствует ожиданиям руководства компании, то нужно начать детально оценивать технические ограничения и требования к запуску и обслуживанию роботизированных самосвалов. Если предприятие не готово сейчас, но всерьез задумывается о применении роботизированных самосвалов через год или позже, важно уже сейчас заказывать самосвалы с цифровым управлением в комплектациях Autonomously Ready, чтобы в будущем было возможно быстро перевести их в роботизированный режим. Данные комплектации не сильно отличаются по стоимости от штатных карьерных самосвалов и могут быть заказаны у заводов-производителей техники.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ:

1. Грубецкой К.Н., Рылникова М.В., Клебанов Д.А., Макеев М.А. Научно-технические вопросы изменения организации управления открытыми горными работами с применением роботизированной карьерной техники // Горная промышленность. – 2017. – №5. – С. 27–30
2. Гучек Е.М., Клебанов Д.А. Преимущества и возможности роботизированного карьерного самосвала БелАЗ грузоподъемностью 130 т // Золото и технологии. – 2017. – №4. – С. 78–81
3. Баскаков В.П., Клебанов А.Ф., Перепелицын А.И., Якимов М.Н. Многофункциональные системы безопасности для открытых горных работ // ГИАБ (научно-технический журнал). – 2015. – № 57. – С. 276–279.
4. Клебанов А.Ф. Автоматизация и роботизация открытых горных работ: опыт цифровой трансформации // Горная промышленность. – 2020. – №1. – С. 8–12.



**Магаданский
механический
завод**



С НОВЫМ ГОДОМ!

Пусть Новый год подарит Вам благополучие, исполнение заветной мечты и укрепит веру в будущее. Успех будет сопутствовать Вашим начинаниям с нашими промприборами. С ними моют золото намного эффективнее!

Желаем Вам мира, согласия, терпения, добра, счастья и удачи!



**ШИРОКАЯ
ГЕОГРАФИЯ
ПОСТАВОК**

Республика Таджикистан,
Киргизия, Казахстане, Монголия,
Гана, Мали и Зимбабве



**БЫСТРО ПОСТАВЛЯЕМ
В КОНТЕЙНЕРАХ
В ЛЮБУЮ
ТОЧКУ МИРА**



**НАДЕЖНОСТЬ,
ПРОВЕРЕНАЯ ГОДАМИ,
И ПРИЕМЛЕМАЯ
СТОИМОСТЬ**

**sales@mmzco.ru
mmzco.ru**

АО «Магаданский механический завод»
685000, Магадан, ул. Пушкина, 16
Телефоны: +7 (4132) 62-35-23, 62-49-93

СПЕЦТЕХНИКА ДЛЯ СЛОЖНЫХ УСЛОВИЙ – не ударить в грязь лицом



Завод, выпускающий самосвалы с шарнирно-сочлененной рамой (ШСС) TEREX, начал свою работу в 1950 г. в городе Мазервелл (Motherwell), Шотландия, как производитель карьерных самосвалов. В 1982 г. завод приступил к выпуску своих ШСС.

Первые ШСС Terex пришли в Россию еще в начале 2000-х годов. Машины поставлялись как новые, так и б/у, с рынков Европы и США. Они отлично себя зарекомендовали, как простые и недорогие в эксплуатации и ремонтах, с высокой надежностью, долговечностью и топливной экономичностью.

Рост парка в России сильно затормозился в момент кризиса в 2008–2010 гг., но с конца 2010 г. пошло активное его наращивание. Всего за 3 года было поставлено около 90 новых машин, создан большой и постоянный склад запасных частей, налажены центры продаж, развернута сеть сервисной поддержки.

В конце 2013 г. американская корпорация Terex продала свой завод в г. Мазервелл компании Volvo и началась новая страница в истории завода. Сегодня Volvo Construction Equipment Haulers Limited – это часть большой семьи Volvo. Завод производит две модели: Terex TA300 (г/п 28 т, с двигателем Scania DC9 максимальной мощностью 376 л.с. и кузовом объемом 17,5 м³ по SAE2:1) и Terex TA400 (г/п 38 т с двигателем Scania DC13 максимальной мощностью 450 л.с. и кузовом объемом 23,3 м³ по SAE2:1).

Компания «Горная Евразия» была назначена эксклюзивным дилером по шарнирно-сочлененным самосвалам Terex в России с 1 января 2019 г., имея 4-летний успешный опыт дилерства 2010–2014 гг. Продажи осуществляются клиентам из различных регионов России, работающим в сферах горной добычи, нефтегаза, строительства.

Свою цель ООО «Горная Евразия» видит в том, чтобы каждый клиент в России был обеспечен сервисной поддержкой и оригинальными запасными частями Terex.

Большинство клиентов, которые купили ШСС Terex еще в 2011–2012 гг., используют их до сих пор. Нарботка многих машин превышает 40 000 м/ч.

Преимущества ШСС Terex:

- Мощная рама обеспечивает долговечность при работе на пересеченной местности
- Длинный и широкий кузов большой вместимости
- Надежные и экономичные двигатели Scania
- Автоматические коробки передач (Allison, ZF) со встроенными ретардерами (гидравлическими замедлителями) обеспечивают плавное переключение передач и повышенную безопасность
- Закрытые дисковые тормозные механизмы в масляной ванне на всех мостах требуют минимального внимания
- Просторная и комфортная кабина позволяет повысить производительность труда при уменьшении утомляемости водителя
- Высокоэффективная система охлаждения работает в любом климате

- Откидывающаяся кабина и капот облегчают легкий доступ к двигателю и агрегатам и сокращают время на ТО и ремонты
- Полностью независимая передняя подвеска (для TA300) обеспечивает отличную плавность хода и повышенный комфорт водителя

ШСС Terex могут оснащаться такими дополнительными опциями, как:

- Предпусковой подогреватель двигателя
- Дополнительная воздушная печка кабины
- Зимние масла
- Антифриз, РВД и уплотнения для работы до –50 °С
- Зеркала с подогревом
- Подогрев кузова выхлопными газами двигателя
- Кузов увеличенного на 1–2 м³ объема
- Задний борт кузова подъемного типа
- Система автоматической смазки
- Система пожаротушения моторного отсека
- Система взвешивания
- Дополнительная футеровка кузова

Послепродажная сервисная поддержка от ООО «Горная Евразия» дает возможность эксплуатировать самосвалы круглосуточно с КТГ (коэффициентом технической готовности) равным 0,93–0,85. Для этого ООО «Горная Евразия» подписывает долгосрочный сервисный договор и создает на месте работы сервисный центр, включающий:

- возобновляемый склад запасных частей и расходных материалов для ТО;
- работу сервисных механиков с необходимыми инструментами.

Машины работают эффективно, простой только на плановые ТО и ремонты.

Для крупнейшей подрядной компании «Современные Горные Технологии», оказывающей услуги по разработке золото-медно-порфирового месторождения «Малмыжское» в Хабаровском крае, владельцем которого является «Русская Медная Компания», в 2020 г. ООО «Горная Евразия» поставила 14 ШСС Terex TA400 (с/п 38 т). Выбор такой техники не случаен. Самосвал Terex TA400 успел заработать себе репутацию надежной и производительной машины. «Коренной шотландец» TA400 имеет прекрасную проходимость и способен как преодолевать крутые подъемы (до 45%), так и двигаться с большой скоростью (до 63 км/ч) по равнине. Дополнительное преимущество TA400 в привлекательной цене.

За 10 лет «Горная Евразия» наработала огромный опыт работы в поставках и сервисном обслуживании карьерных машин. Мы будем рады Вашему обращению!



По вопросам, связанным с самосвалами Terex:
+7 (985) 630-14-12 Медведев Станислав Николаевич,
директор по работе с ключевыми заказчиками
e-mail: s.medvedev@g-eurasia.ru
www.g-eurasia.ru/samosvaly-terex

ЛИНЕЙКА МАСЕЛ И СПЕЦИАЛЬНЫХ ЖИДКОСТЕЙ

ДЛЯ СЕРВИСА

- Сохраняют гарантийное обеспечение техники
- Имеют улучшенные эксплуатационные свойства
- Сопровождаются программой технической поддержки OTS BELAZ
- Позволяют снизить эксплуатационные затраты
- Способствуют увеличению межсервисных интервалов
- Всегда в наличии у представителей ОАО «БЕЛАЗ»



КАЧЕСТВО С ГАРАНТИЕЙ!

BELAZ

G-PROFI



По вопросам приобретения
обращайтесь к официальному
представителю **ОАО «БЕЛАЗ»**


ПРОМТЕХНАВ
карьерная и специальная
техника БЕЛАЗ

8 (4812) 70 21 17
www.ptsbelaz.ru

УСКОРЕННАЯ ПРОХОДКА ШАХТНЫХ СТВОЛОВ МЕХАНИЗИРОВАННЫМ СПОСОБОМ



Д.А. Иголка,
Технический директор проекта
REDPATH DEILMANN GmbH



Франк Оттен,
Вице-президент по международным проектам
и странам СНГ *REDPATH DEILMANN GmbH*



Введение

В зависимости от горно-геологических условий месторождений стоимость проходки и крепления шахтных стволов в среднем может составлять от 15 до 50% от общего объема требуемых инвестиций на строительство горнодобывающего предприятия. Вскрытие месторождений шахтными стволами, как правило, находится на критическом пути реализации таких проектов, и поэтому особенно важно осуществлять данные виды работ с высокой технологической безопасностью и быстрыми темпами.

В 2017 г. немецкая компания REDPATH DEILMANN GmbH (г. Дортмунд) подписала договор на проходку двух шахтных стволов и первоочередных выработок околоствольного двора в Республике Беларусь на калийных месторождениях для ИООО «Славкалий». Добыча и производство калия ведутся в Беларуси более 60 лет и выполняются компанией ОАО «Беларуськалий», которая является одним из мировых лидеров калийного производства. До настоящего момента ОАО «Беларуськалий» было единственным производителем калия в Беларуси, которое осуществляет эксплуатацию семи калийных рудников. При этом в 2015 г. на территории Республики Беларусь вблизи г. Любани на восточной части Нежинского участка Старобинского месторождения калийных солей началось строительство Нежинского ГОКа, осуществляемое компанией ИООО «Славкалий». По результатам реализации проекта по строительству ГОКа ИООО «Славкалий» планирует наладить выпуск около 2 млн т калийных удобрений в год. REDPATH DEILMANN GmbH имеет более чем 130-летний опыт работы и построил по всему миру более 560 шахтных стволов, 200 из которых – с применением специального способа замораживания, включая ряд шахтных стволов с применением механизированного способа проходки.

По решению компании ИООО «Славкалий», проходка шахтных стволов должна осуществляться механизированным способом с применением комбайнов SBR (Shaft Boring Roadheader) производства компании Herrenknecht

(г. Шванау, Германия). Концепт данного решения заключался в реализации проходки стволов более безопасным методом без применения взрывчатых материалов, а также в ускорении проходки, связанном с полным совмещением работ по разрушению и погрузке пород с операциями по креплению стволов. Данное решение оказалось оправданным и способствует высоким темпам строительства шахтных стволов, что должно позволить компании ИООО «Славкалий» своевременно и в более краткие сроки начать добычу полезного ископаемого с последующим производством окончательного продукта в виде калийных удобрений.

Объем работ и геологические условия

Новый участок месторождения решено вскрыть на первоначальном этапе двумя шахтными стволами глубиной 700 и 725 м. В настоящий момент выполняется строительство скипового и клетового стволов со вскрытием второго калийного горизонта. Ствол №1 предусмотрен для подъема руды и является воздухоподающим. Ствол №2 предусмотрен для спуска и подъема людей и материалов, а также является вентиляционным. Основные параметры стволов приведены в табл. 1.

Таблица 1 Основные параметры шахтных стволов

Наименование параметра	Скиповой ствол	Клетевой ствол
Глубина ствола, м	725	700
Диаметр ствола (в свету), м	8	8
Глубина заморозки, м	160	160
Глубина окончания гидроизоляционной крепи, м	325	325

Геологические условия шахтных стволов обусловлены наличием зоны обильных водопритоков на интервале от 0 до 150 м и зоны незначительных водопритоков на интервале от 150 до 305 м, поэтому принято решение осуще-

ствить замораживание пород до глубины около 160 м. Геологическая формация до каменной соли (отметка –520 м) сложена в основном слабоустойчивыми породами из глины, мергеля и аргиллита (рис. 1). Проектными решениями принято установить водонепроницаемую крепь из чугунных тубингов до отметки –320 м и остальную часть крепи выполнить в виде бетона и железобетона.

На рисунке 1 показана принципиальная схема ствола с проектными параметрами крепи шахтных стволов и укрупненными геологическими данными.

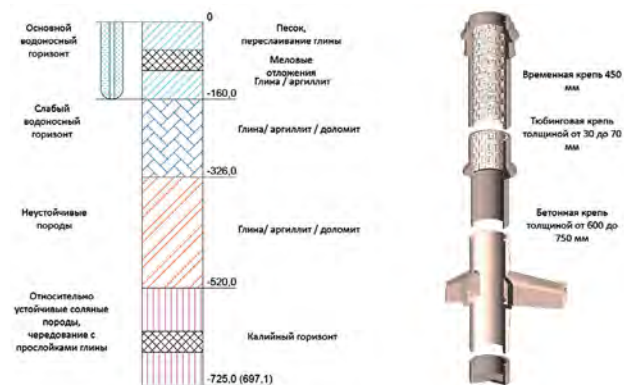


Рис. 1 Укрупнённые данные по геологии и гидрогеологии стволов и проектные параметры крепи

Для дальнейшего развития шахты сразу после окончания проходки стволов планируется выполнить проходку первоочередных выработок околоствольного двора, включая приствольный загрузочный комплекс и шахтный бункер высотой около 40 м и диаметром в свету 8 м. Общий объем данных работ примерно 90 000 м³ породы, что составит около 10 км общей протяжённости выработок (схема данных первоочередных выработок представлена на рис. 2). При этом ширина выработок изменяется в основном от 3 до 4,5 м при высоте от 3 до 4 м, за исключением отдельных специальных камер и бункера. Геологические условия характеризуются наличием пород каменной и калийной соли с прослоями глины разной мощности – от нескольких миллиметров до двух метров, а к выработкам околоствольного двора предъявляются требования по обеспечению их устойчивости на полный срок службы рудника. С учетом данных условий проходка выработок околоствольного двора проводится под калийным пластом в породах каменной соли.



Рис. 2 Объем работ по первоочередным выработкам околоствольного двора

Ускоренная проходка шахтных стволов механизированным способом

Д.А. Иголка, Франк Оттен

Аннотация: На территории Республики Беларусь (Старобинское месторождение калийных солей, г. Любань) по заказу компании ИООО «Славкалий» немецкая компания REDPATH DEILMANN GmbH с 2017 г. выполняет проходку и крепление двух шахтных стволов и первоочередных выработок околоствольного двора. При строительстве новых горнодобывающих предприятий по добыче полезных ископаемых подземным способом проходка шахтных стволов является одним из самых сложных и трудоемких этапов работ. При этом проходка и крепление стволов в абсолютном большинстве случаев находится на критическом пути реализации таких проектов. Ускоренные темпы строительства стволов обеспечивают высокие технико-экономические показатели ввода в эксплуатацию горнодобывающих предприятий и более ранний выход на рынок производимых конечных продуктов. В статье представлен инновационный метод проходки шахтных стволов механизированным способом, обеспечивающий ускоренную параллельную проходку и крепление шахтных стволов. Используются уникальные проходческие комплексы механизированной проходки (SBR) компании Herrenknecht. Проходка стволов выполнена в сложных горно-геологических условиях с применением специального способа замораживания пород и в условиях слабой устойчивости пород. Применены современные материалы для дополнительной гидроизоляции тубинговой крепи. Выполнена проходка приствольных выработок с применением комбайна избирательного действия. В совокупности все решения позволяют осуществить ускоренную проходку шахтных стволов без применения взрывчатых веществ, безопасно и с достижением высоких технико-экономических показателей по проекту проходки стволов и в целом по строительству горно-обогатительного комбината.

Ключевые слова: шахтные стволы, проходка и крепление стволов, замораживание горных пород, ускоренная проходка механизированным способом, применение SBR, гидроизоляция шахтных стволов, экономический эффект ускоренной проходки, Нежинский ГОК

Rapid Mechanized Shaft Sinking

Dzianis Iholka, Frank Otten

Abstract: REDPATH DEILMANN GmbH from Germany has been sinking and lining two shafts and initial underground development since 2017 on the territory of the Republic of Belarus (Starobinskoe potassium salt deposit, Luban) by request of Slavkaliy LLC. Shaft sinking is one of the most complicated and time-consuming stages in renovation and construction of new underground mines. In the absolute majority of cases, shaft sinking and lining are at the critical path for implementation of such projects. Rapid rates of shaft construction ensure high technical and economic performance during the commissioning phase and earlier supply of end products to the market. The article introduces an innovative method of mechanized mine shaft sinking that provides rapid parallel sinking and lining of the mine shafts. Unique mechanized shaft boring roadheaders (SBR) manufactured by Herrenknecht are employed. Shaft sinking is done in complicate geotechnical and geological conditions intensified by a very low stability of the rocks using a dedicated rock freezing method. Modern materials are used for additional hydrosealing of the tubingliner. Workings in the near shaft insets are driven with roadheaders. A combination of all these solutions makes it possible to accelerate shaft sinking in a safe way without blasting operations and with high technical and economic performance both for the shaft sinking project and the overall construction of the mining and processing plant.

Keywords: rapid mechanized shafts sinking, shafts sinking and lining, ground freezing, application of shaft boring roadheaders (SBR), waterproofing of shafts, potash deposit, economical effect of rapid sinking, Nezhinsky mine

Оснащение и подготовка поверхностного комплекса

Для обеспечения начала проходки стволов проходческим комплексом SBR в условиях Нежинского проекта необходимо было выполнить:

- заморозку пород;
- проходку технологического отхода;
- монтаж постоянного копра;
- оснащение поверхности проходческими подъемными машинами и лебедками;
- монтаж комплекса SBR;
- оборудование поверхности основной и вспомогательной инфраструктурой проходки стволов.

Проходку шахтных стволов в условиях Нежинского участка решено выполнять способом замораживания до глубины 160 м с температурой -35°C , что позволяет заморозить основной водоносный горизонт. Таким образом, на каждом стволе были пробурены 40 замораживающих и 4 контрольно-термические скважины, после чего осуществлен ввод в эксплуатацию замораживающей станции общей установленной мощностью около 4 МВт. Основные технические характеристики и параметры заморозки приведены на рис. 3.

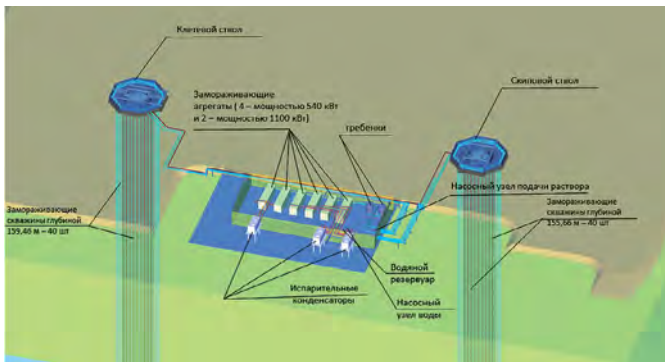


Рис. 3 Устройство системы замораживания горных пород

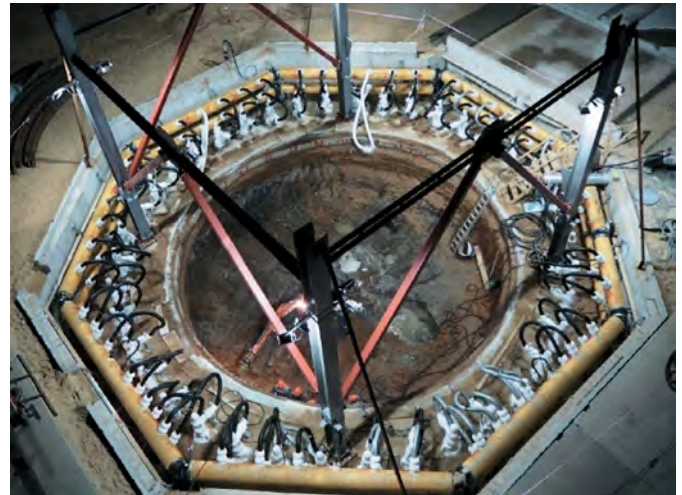


Рис. 4 Устье шахтного ствола в начале проходки техотхода с оголовками замораживающих скважин

Проходка двух технологических отходов началась после полного смыкания ледопородного ограждения. Глубина каждого технологического отхода составила 52 м, проходка осуществлялась с применением экскаваторов и подъема породы с помощью крана и породных бадей с рамкой и направляющими, крепление отхода выполнялось железобетонной крепью одновременно с проходкой сверху вниз заходками по 1,5 м. Для крепления был использован морозостойкий бетон марки С25/30 толщиной 550 мм. После этого на дне технологического отхода была возведена бетонная подушка для последующего монтажа SBR, постоянный шахтный копер и осуществлено его оснащение для последующего монтажа проходческого комплекса в техотход.

Параллельно с проходкой технологических отходов начались работы по возведению зданий поверхности, к основным из которых относится здание проходческих подъемных машин и лебедок. Основные характеристики данных механизмов приведены в табл. 2.

Таблица 2 Основные характеристики подъемных машин и лебедок

	Мощность двигателя	Диаметр каната	Максимальная скорость	Номинальная нагрузка	
ПОДЪЕМНАЯ МАШИНА 215 кН	2x710 кВт асинхронные двигатели переменного тока	Ø 40 мм	6 м/с	215 кН	
ПОДЪЕМНАЯ МАШИНА 252 кН	2x1350 кВт асинхронные двигатели переменного тока	Ø 40 мм	9,5 м/с	252 кН	
ЛЕБЕДКА SBR	4x132 кВт трехфазные асинхронные двигатели	Ø 54 мм	0,2 м/с	455кН	
ЛЕБЕДКА АВАРИЙНОГО ПОДЪЕМА	4x55 кВт трехфазные асинхронные двигатели	Ø 19 мм	0,35 м/с	50 кН	
ЛЕБЕДКА НЕСУЩЕГО КАБЕЛЬНОГО КАНАТА	4x55 кВт трехфазные асинхронные двигатели	Ø 30 мм	0,16 м/с	313кН	



Рис. 5 Общий вид зала проходческих подъемных машин и лебедок



Рис. 7 Спуск модулей СБР в технологический отход

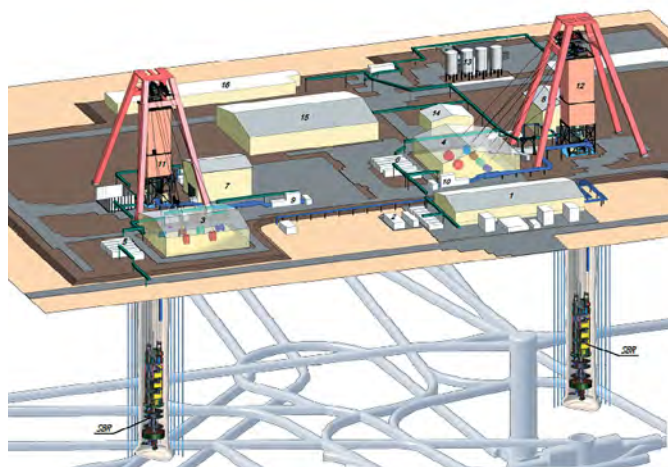


Рис. 6 Подготовка поверхностного комплекса для проходки шахтных стволов:

1. Замораживающая станция;
2. Компрессорная станция;
3. Здание лебедок и подъемных машин №2;
4. Здание лебедок и подъемных машин №1;
5. Энергоконтейнеры ствола №2;
6. Энергоконтейнеры ствола №1;
7. Надшахтное здание №2;
8. Надшахтное здание №1;
9. Вентиляторная установка; №2.
10. Вентиляторная установка №1;
11. Копер клетового ствола (проходка);
12. Копер скипового ствола (проходка);
13. БРУ;
14. АБК 1;
15. Складской ангар с мастерской;
16. АБК 2.

Также для проведения проходческих работ выполнено полное оснащение площадки всей необходимой основной и вспомогательной инфраструктурой, включая проходческие вентиляторы, энергоснабжение площадки и SBR, БРУ, складские и административные помещения. Общий вид площадки приведен на рис. 6.

Завершающим этапом подготовительного периода стал монтаж двух установок SBR и завешивание их на канаты проходческих лебедок, после чего SBR был принят в эксплуатацию и с отметки –50 м начались работы по проходке, созданная ранее бетонная подушка пройдена самим проходческим комплексом.

Технология производства работ и устройство SBR

Проходка стволов выполнялась до глубины –326 м с использованием SBR и крешением стенок стволов передовой временной бетонной крепи. Толщина передовой бетонной крепи марки С25/30 составляла 450 мм. Далее на отметке –326 м был возведён опорный венец и в последовательности снизу вверх возведена тубинговая колонна с заполнением затубингового пространства бетоном толщиной 350 мм. Всего было смонтировано 215 тубинговых колец на каждом стволе. После окончания работ по возведению тубингов была продолжена проходка стволов комплексами SBR до сопряжения шахтных стволов. Толщина бетонной крепи на данном участке составляла от 600 до 750 мм с маркой бетона С40/50. Порядок выполнения работ по крешению и проходке представлен на рис. 8.



Рис. 8 Последовательность возведения крепи шахтного ствола

Принцип проходки стволов механизированным способом с помощью комплекса SBR заключается в механизации процесса разрушения породы и параллельном крешении бетоном стенки шахтных стволов. В случае с комплексом SBR разрушение пород осуществляется с помощью режущего органа, находящегося на рукояти внизу машины. Режущий орган выполнен в виде телескопической стрелы с горизонтальным барабаном с возможностью поворота вокруг своей вертикальной оси на 360°. Мощность гидропривода режущего органа составляет 600 кВт. Режущий барабан диаметром 1,2 м и шириной 1,5 м оснащается резами с круглым хвостовиком (рис. 9)



Рис. 9 Общий вид режущего органа SBR

Резание породы начинается всегда по центру и продолжается от центра к контурам сечения ствола. При этом об-

разуется сферическая форма забоя со стенками, профиль которых может регулироваться настройками машины. Глубина резания в один проход режущего органа 0,2 м. Для выемки заходки глубиной на 1,2 м данная операция повторяется в обычном случае шесть раз. Диаметр резания (вчерне) может варьироваться в пределах рабочего радиуса комбайна, что позволяет выполнить выемку породы на участках большого диаметра, например, на участках заложения фундаментов крепи, опорных венцов или на участках сопряжений. Так, на рис. 10 показаны основные проходческие операции, выполняемые в ходе работ по проходке ствола, которые состоят из следующих операций:

- проходка заходки на высоту 1,2 м слоями по 0,2 м и спуск машины на 1,2 м;
- выполнение четырех циклов по 1,2 м на высоту 4,8 м с параллельным наращиванием штанг опорного кольца и спуском опалубки;
- продолжение проходки ствола с укладкой бетона за опалубку.

При резании породы предусматривается система пневматического всаса, которая поднимает породу по центральному трубопроводу на высоту около 30 м с последующей перегрузкой породы через циклон в бадью. Всасываемый воздух отводится сверху из циклона на пылеуловитель. Со стороны выдачи чистого воздуха для создания вакуума установлены три ротационно-поршневых компрессора с мощностью привода – 315 кВт каждый. При этом исходящий воздух охлаждается дополнительными установками с целью исключения влияния высоких температур на ледопородное ограждение. Всас системы пневмопогрузки выполнен по всей ширине режущего барабана в виде всасывающего породного ящика непосредственно за барабаном. Укрупненно устройство SBR представлено на рис. 11.

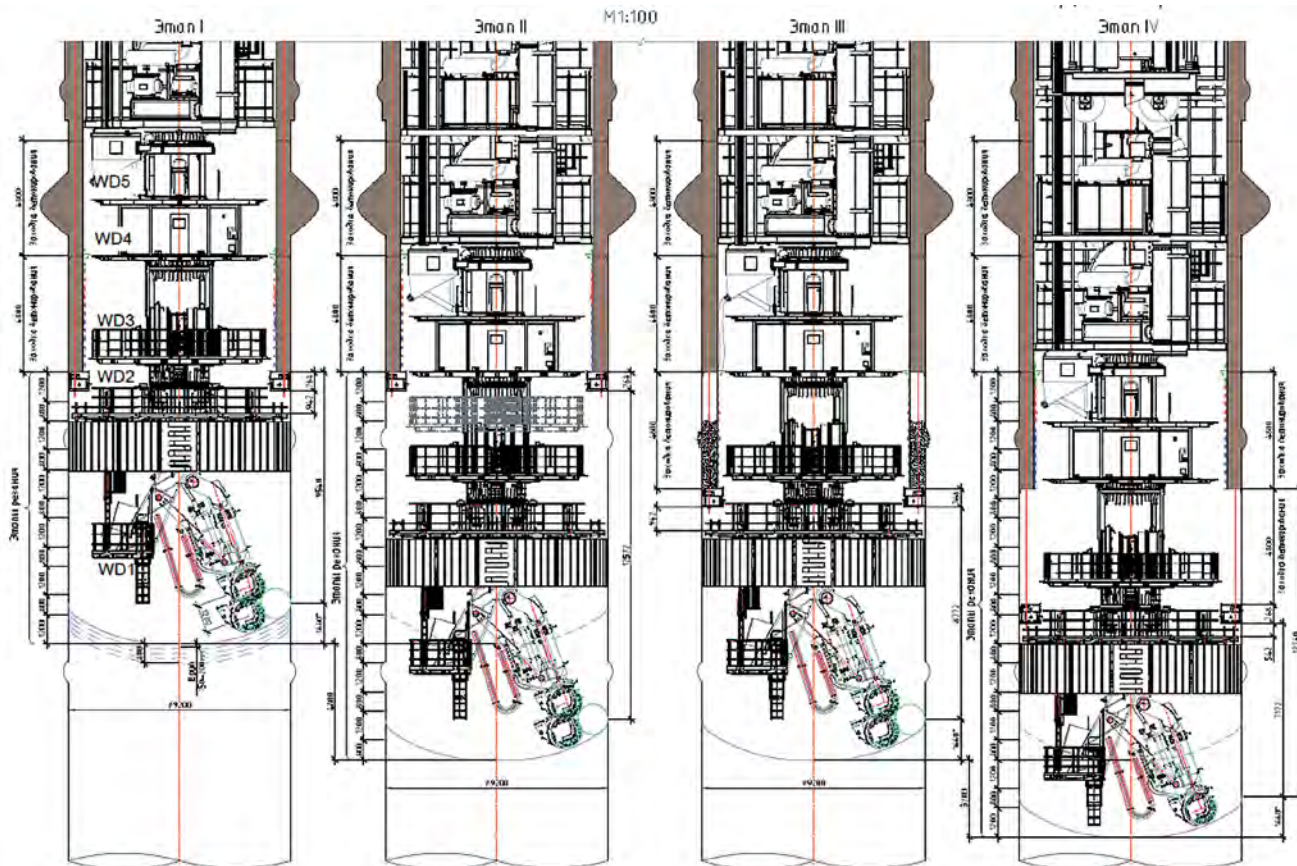


Рис. 10 Регулярные фазы проходки шахтного ствола комплексом SBR

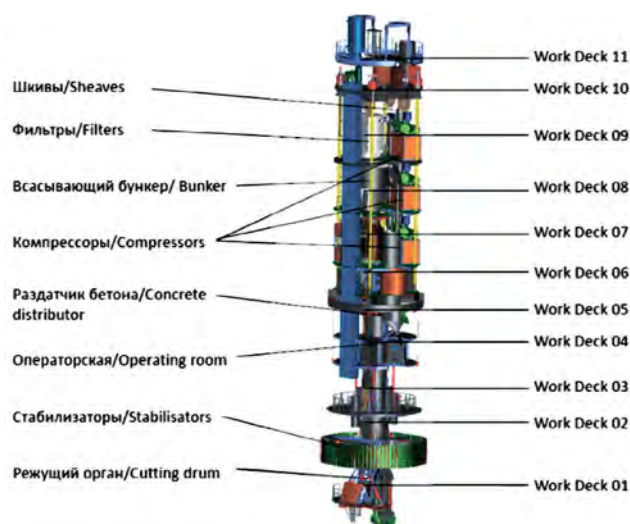


Рис. 11 Укрупненное устройство SBR

В результате конструирования проходческого комплекса в соответствии с необходимыми граничными условиями были достигнуты следующие технические характеристики:

- глубина разработки – до 1000 м;
- диаметр разработки – до 12 м;
- средняя скорость проходки – 3 м/день;
- общий вес – ~400 т;
- диаметр режущего органа – 1,2 м;
- ширина режущего органа – 1,5 м;
- гидравлический двигатель – 600 кВт;
- транспортировка породы: пневматическая система;
- максимальная прочность породы – 100 МПа.

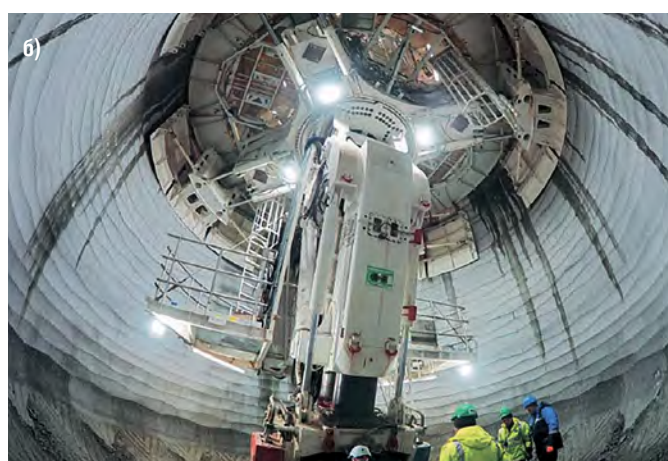


Рис. 12 Опорное кольцо с гидравлическим распорным приводом – а). Забой шахтного ствола при проходке комплексом SBR – б)

Следует отметить, что в ходе выполнения работ также возникали определенные сложности, связанные с особенностями геологического строения и устройством SBR, при этом все сложности оперативно были решены, что в целом не повлияло на ход работ и их безопасность. Описание данных сложностей и их решение приводятся в табл. 3.

Таблица 3 Описание сложностей и их решение

Описание сложности	Решение
Сильный износ трубопроводов системы SBR на участке замороженных пород	Замена трубопровода на трубопровод с покрытием «Hardox»
Неполное опорожнение бады при разгрузке на опрокиде из-за сужения в верхней части	Установка дополнительных внутренних желобов в баде и дополнительная обработка внутренней поверхности бады
Залипание трубопроводов при проходке по непромороженным глинистым и меловым породам, а также глинистым обводненным	Трубопровод и приёмный бункер-циклон оснащены дополнительными промывающими инъекционными установками
Вывалы породных стенок на участках неустойчивых пород ниже зоны заморозки	Перемещение опалубки ближе к забою ниже системы стабилизаторов, уменьшение высоты опалубки

Гидроизоляция стволов

Согласно проектной документации принята типовая технология гидроизоляции шахтных стволов, опробованная на Старобинском месторождении калийных солей. Основная гидроизоляция стволов достигается за счет расчеканки свинцовых пластин на фланцах тубингов и проведения тампонажа закрепного пространства, включая возведение двух тампонажных завес, предотвращающих переток вод по закрепному пространству. При этом известным фактом является то, что тубинговая крепь не является эффективной водонепроницаемой крепью, особенно в условиях сезонных изменений температур в ходе эксплуатации шахтных стволов, а на территории Германии, например, данный вид крепи еще в 1970-х годах был заменен на водонепроницаемые композитные сталебетонные крепи. С целью дополнительной изоляции вдобавок к свинцовым пластинам был применен специальный герметик, нанесение которого позволило выполнить надежную гидроизоляцию в первую очередь самых трудноизолируемых Т-образных стыков тубингов, а также значительно улучшить гидроизоляцию по всей плоскости тубинговых фланцев. На рис. 13 представлена укрупненно схема работ по гидроизоляции ствола.



Рис. 13 Схема гидроизоляции шахтного ствола

Проходка и крепление сопряжений и дозаторных камер

Проходка и крепление сопряжений и дозаторных камер выполнены также без применения буровзрывных работ. Для разделки сопряжений применен комбайн избирательного действия, что позволило точным образом разделить контур выработки и обеспечить ее долгосрочную устойчивость из-за исключения дополнительной трещиноватости пород, потенциально возникающей при отбойке буровзрывным способом. Крепление сопряжений и дозаторных камер выполнено железобетонной крешью толщиной от 500 до 750 мм. В качестве опалубки при возведении крепи сопряжений использованы индивидуально изготовленные профили арочной крепи, а для дозаторных камер секционная-щитовая опалубка для одновременного бетонирования ствола и самих камер по направлению снизу вверх.

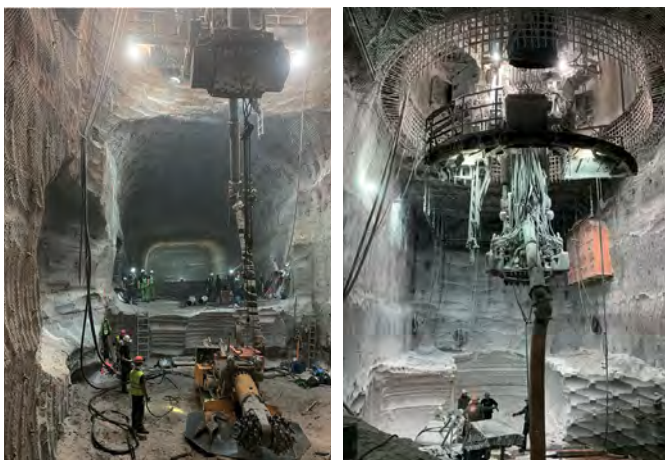


Рис. 14 Проходка сопряжений (слева) и дозаторных камер (справа)

Армирование шахтных стволов

Скиповой и клетевой стволы оснащаются традиционной системой шахтных подъемов с применением скипов и клетей, при этом принимается система армировки с жесткими проводниками. Клетевой ствол оснащается консольной системой, а скиповой –расстрельной (рис. 15).

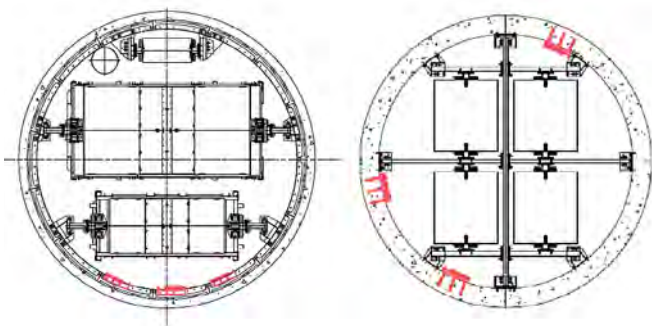


Рис. 15 Схемы расположения сосудов и армировки стволов (слева клетевой, справа скиповой)

Монтаж металлоконструкций выполняется по схеме снизу вверх с помощью специальных многоярусных полков высотой около 40 м, что позволяет избежать необходимости дополнительного переоснащения копра и ускорить процесс армировки (схема армировочного полка представлена на рис. 17).

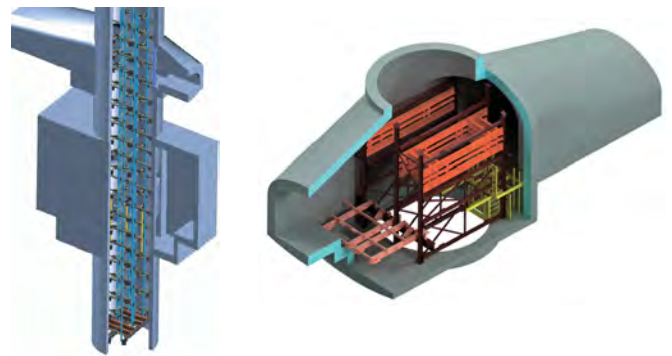


Рис. 16 Модели армировки, слева – скипового ствола в районе дозаторных камер и сопряжения; справа – рудстанок сопряжения клетевой ствола



Рис. 17 Схема армировочного полка

Ход работ и графики

В октябре 2017 г. начался монтаж замораживающей станции и активное замораживание началось в феврале 2018 г. В апреле 2018 г. параллельно с работами по оснащению поверхностного комплекса была начата проходка технологических отходов. В это время в Германии заканчивались работы по производству комплексов SBR. После окончания проходки техотходов, монтажа копров и монтажа SBR, в декабре 2018 г. началась проходка клетевой ствола, а через месяц проходка скипового. По состоянию на ноябрь 2020 г. проходка и крепление клетевой ствола полностью закончены, включая крепление сопряжений железобетоном на расстояние 8 и 13 м от края ствола. При этом на скиповом стволе завершены работы по проходке и креплению основной части ствола, включая сопряжение и дозаторные камеры, ведётся завершающий этап проходки и крепления зумпфа ствола. Ход работ и укрупненный график представлены на рис. 18 и 19.

Развитие площадки



Рис. 18 Ход выполнения работ

После завершения всех проходческих работ будет выполнено армирование шахтных стволов и их переоснащение на работу с подъемными машинами постоянного периода. После чего необходимо осуществить спуск проходческого оборудования для подземных горных работ и выполнить проходку выработок околоствольного двора и общешахтного бункера. Завершение всего объема работ планируется в третьем квартале 2022 г.

Следует отметить, что средняя скорость проходки стволов составила около 3 м/сут, при этом максимальные темпы составили до 7,5 м/сут. В апреле 2020 г. был поставлен рекорд проходки и крепления ствола с темпами 144 м/мес. Более детальная информация по темпам проходки в апреле 2020 г. и посуточной производительности комплексов представлена на рис. 20.

Выводы и экономический эффект ускоренной проходки стволов

Безопасность ведения работ является приоритетом при принятии любых инженерных решений организации горных работ. Технология механизированной проходки позволяет эксплуатировать проходческий механизм без людей в забое – машина управляется дистанционно из помещения оператора. Соответственно, риск для сотрудников, связанный с обрушениями и другими подобными ситуациями, случающимися во время работы, снижается до минимума. Отсутствие горновзрывных работ, которые всегда сопряжены с определенной степенью риска, также улучшает безопасность работ в целом.

При проходке стволов на Нежинском участке в Республике Беларусь при применении стволопроходческих комплексов SBR достигнута производительность, которая является существенным технологическим прогрессом. Большая часть решений являются инновационными, так как проходка стволов с применением данного оборудования представляет собой высокотехнологичный процесс. При этом ведется дальнейшее совершенствование способов ведения работ с применением новых технологий и конструкций материалов крепления стволов и выработок. В особенности для соляных и калийных рудников необходимо переходить на технологию возведения абсолютно водонепроницаемых крепей, что в том числе позволит сократить сроки строительства и снизить стоимость эксплуатационных расходов.

Технологии проходки, а также крепления стволов и подземных горных выработок требуют постоянного улучшения и поиска новых эффективных решений. Ведь тех запасов, которые залегают, что называется, в комфортных условиях, становится все меньше, также во многих случаях приходится переходить с открытого способа разработки на подземный. И у недропользователей возникают более сложные задачи, появляется необходимость проходки шахт на больших глубинах, в сложных геологических условиях. Еще больше осложняет задачу тот факт, что с учетом рыночной конъюнктуры это необходимо делать ускоренными темпами. Принимая эти вызовы, инженеры и ученые занимаются новыми разработками, чтобы решать задачи недропользования как можно более эффективно. Поэтому сейчас, например, разрабатывается принципиально новая технология механизированной проходки стволов, которая будет называться машиной нового поколения механизированной проходки на полное сечение ствола. С её помощью можно будет реализовать механизированную проходку высокими темпами, в том числе и по породам высокой прочности.

Проходка шахтных стволов – один из самых долго строящихся и дорогостоящих этапов строительства, который лежит на критическом пути ввода в эксплуатацию того или иного комбината. Соответственно, быстрые темпы проходки шахтных стволов при нужной подготовке на поверхности – строительстве надземного обогатительного или инфраструктурного комплекса – позволяют выходить на рынок окончательной продукции намного быстрее. А более ранний ввод в эксплуатацию предприятия, соответственно, позволяет экономить колоссальные суммы за счет снижения стоимости заемных средств и уменьшения стоимости общестроительных работ, ускорения сроков окупаемости инвестиций и более раннего выхода на рынок готовой продукции.

ГРАФИК РАБОТ

Вид работы	год	1	2	3	4	5
1. Подготовительные работы / замораживание / оборудование поверхности						↓ - текущее положение
2. Проходка шахтного, клетчатого ствола до отм. -697,100 м и его сопряжений						
3. Проходка шахтного, склового ствола до отм. -725,000 м и его сопряжений						
4. Армирование стволов						
5. Околоствольный двор / загрузочный комплекс						

Рис. 19 Укрупненный график выполнения работ по проходке стволов и первоочередных выработок околоствольного двора



Рис. 20 Рекордные темпы проходки стволов в апреле 2020 г. (144 м/мес. – ствол №1, 138 м/мес. – ствол №2)

Haustenbecke 1, 44319, Dortmund/Germany
Tel: +49 231 2891 396 infogermany@redpathmining.com

Хаустенбеке 1, 44319, Дортмунд/Германия
Тел: +49 231 2891 396 infogermany@redpathmining.com

www.redpathdeilmann.com



1-4 июня 2021
Новокузнецк

XXX Международная специализированная выставка
технологий горных разработок



УГОЛЬ и МАЙНИНГ РОССИИ

XII Международная специализированная выставка

ОХРАНА, БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА И ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

VII Международная специализированная выставка

НЕДРА РОССИИ

300 ЛЕТ
КУЗБАСС

Организаторы



Messe
Düsseldorf



уголь



руды



промышленные минералы



охрана и безопасность труда

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ:

Выставочный комплекс "Кузбасская ярмарка", ул. Автотранспортная, 51, г. Новокузнецк
т./ф: 8 (3843) 32-11-89, 32-22-22 e-mail: com@kuzbass-fair.ru, dr@kuzbass-fair.ru



www.ugolmining.ru

12+



Концепция размещения радиоактивных отходов 2 и 3 классов в подземных выработках с изоляцией пастовой закладкой на основе материалов переработки урановых руд

Е.В. Кузьмин, д-р техн. наук, проф., главный специалист АО «Центральный проектно-технологический институт» (входит в Топливную компанию Росатома «ТВЭЛ»);

А.В. Калакуцкий, канд. техн. наук, руководитель направления по научной и инновационной деятельности АО «ЦПТИ»;

М.А. Тарасов, канд. техн. наук, генеральный директор АО «ЦПТИ»;

А.А. Морозов, канд. техн. наук, директор по науке и инновационному развитию ПАО «Приаргунское производственное горно-химическое объединение имени Е.П. Славского» (ПАО «ППГХО»)

Научное направление по анализу и оценке возможности многофункционального использования недр в полном цикле комплексного освоения месторождений твердых полезных ископаемых приобрело в последние годы интенсивное развитие; в соответствии с ним предусматривается в том числе утилизация радиоактивных отходов в выемочных камерах подземных рудников [1–4]. Постановка данной проблемы открывает крупное научное междисциплинарное направление, требующее всесторонней проработки. В соответствии с классификацией, установленной постановлением Правительства РФ от 19.10.2012 № 1069, в рамках излагаемой концепции рассматриваются основные технические и технологические решения для создания на базе Приаргунского производственного горно-химического объединения (ПАО «ППГХО») пункта размещения *радиоактивных отходов* (РАО) 2-го и 3-го классов.

В рассматриваемой концепции предлагается использование отработанного пространства камер подземных урановых рудников на больших глубинах для размещения РАО 2-го и 3-го классов, с заполнением камер пастовой закладкой на основе материалов переработки урановых руд в виде изолирующей оболочки, которая в свою очередь изолируется путем инъекционного упрочнения вмещающих пород вокруг камер и набрызг-бетонирования поверхности камер, для ликвидации в них водопроводящих трещин и подавления радоновыделения из пасты во внешнюю среду. Контейнеры со среднеактивными РАО изолируются низкоактивными РАО (пастовой закладкой), которые изолируются упрочнением трещиноватых вмещающих пород и набрызг-бетоном. При такой многоступенчатой защите достигается цель – безопасное подземное размещение и последующее захоронение РАО трех классов – 2-го, 3-го и 6-го.

Основными изолирующими барьерами РАО 2-го и 3-го классов являются металлические или бетонные контейнеры, специально изготовленные для укладки в них упаковок с РАО. Формы и размеры используемых контейнеров для упаковок РАО приведены на рис. 1 [6].

Концепция размещения радиоактивных отходов 2 и 3 классов в подземных выработках с изоляцией пастовой закладкой на основе материалов переработки урановых руд

Е.В. Кузьмин, А.В. Калакуцкий, М.А. Тарасов, А.А. Морозов

В работе излагается концепция размещения радиоактивных отходов 2-го и 3-го классов в имеющихся выработках и камерах подземных урановых рудников ПАО «ПГХО» с изоляцией камер-хранилищ радиоактивных отходов пастовой закладкой на основе материалов переработки урановых руд, ликвидацией трещин во вмещающем массиве путем инъекционного упрочнения. Показана необходимость повышения прочности контейнеров радиоактивных отходов с целью увеличения количества ярусов в штабеле для более полного использования пространства камер, приведены данные по прогнозной гидрогеологической ситуации Рудника № 6 на глубоких (до 1000 м) горизонтах.

Ключевые слова: радиоактивные отходы 2 и 3 классов, подземные выработки и камеры, подземные хранилища радиоактивных отходов, инъекционное упрочнение трещиноватого массива горных пород, пастовая закладка на основе материалов переработки урановых руд, радоновыделение, активность материалов, гидрогеология.

Concept for Disposal of Class 2 and Class 3 Radioactive Waste in Underground Workings with Isolating Backfilling using Paste made with Processed Uranium Ore Materials

E.V. Kuzmin, A.V. Kalakutskiy, M.A. Tarasov, A.A. Morozov

The paper presents a concept for disposal of Class 2 and Class 3 radioactive waste in existing workings and chambers in the underground uranium mines of the Priargunsky Industrial Mining and Chemical Union PJSC with isolation of radioactive waste storage chambers using paste backfilling made with processed uranium ore materials and sealing of cracks in host rock by injection consolidation. The need is shown to enhance the strength of radioactive waste containers to increase the number of tiers in the storage blocks to make better use of the available chamber space. Data is provided on the forecast hydrogeological conditions in deep levels (up to 1000 m) of Mine No.6.

Keywords: disposal of Class 2 and Class 3 radioactive waste in underground workings and chambers, underground radioactive waste storage facilities, injection consolidation of fractured rock mass, paste backfilling using processed uranium ore materials, radon emissions, intensity of materials, hydrogeology

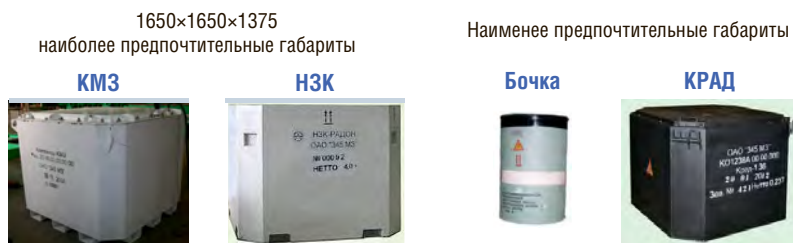


Рис. 1 Контейнеры, используемые для упаковок радиоактивных отходов

и высоту, охватывающую несколько рабочих горизонтов. Для удобства работы людей рудные тела делятся на горизонты и очистные блоки, исходя также из возможностей оптимального использования техники. Обработка камер в блоках ведется с подэтажной отбойкой, веерами скважин, выпуском и доставкой руды на подэтажах или с донным выпуском в основании блока. Отбитая руда перепускается по рудоспускам на транспортный горизонт, грузится с помощью ПДМ или вибропитателей в вагонетки и транспор...

портируется в электровозных составах до ствола, где поднимается в скипах или вагонетках на поверхность.

Отработанные камеры представляют собой крутонаклонные выработки высотой от 8–10 до 30–40 м и более, длиной, как правило, 40–60 м, шириной, равной мощности рудного тела, от 5–8 до 25 м. Это весьма большие пустоты, которые должны повторно использоваться с максимальной полнотой. Поэтому для использования пространства камер, отличающихся большой высотой, необходимо разработать конструкции контейнеров, позволяющие их укладывать в штабели с большим числом ярусов, до 10–12. Необходимо разработать конструкции металлических контейнеров (типа КМЗ, МК-3, 1А) с увеличенной толщиной стенки, бетонных контейнеров (типа NZK МР, NZK-150-1,5П) повышенной прочности.

Проектом строящегося Рудника №6 предусматривается до 80% запасов руды Аргунского и Жерлового месторождений добывать с помощью использования камерных систем разработки, с получением в итоге отработанных камер боль-

По данным зарубежных исследований

NZK-150-1,5П



Габариты 1650x1650x1375

Скорость разрушения поверхности бетонных конструкций может достигать 10 см в 1000 лет.



На основании моделирования, деградации вследствие водного выщелачивания толщины слоя фибробетона, скорость разрушения составит 6 мм через 300 лет.

Рис. 2 Фибробетонные контейнеры NZK-150-1,5П, предназначенные для упаковок РАО 2-го и 3-го классов

Контейнеры NZK-150-1,5П с габаритными размерами 1,65x1,65x1,375 м³, изготовленные из фибробетона АО «345 Механический завод», с толщиной стенки 150 мм, общим весом 7300 кг предназначены для изоляции среднеактивных отходов (CAO). Внутренний объем для укладки РАО – 0,8 м³ (рис. 2). Предпочтительными они являются по показателям изоляции РАО, однако имеют ограничение по числу ярусов в штабеле – не более 4–8 (см. таблицу) [7].

Небольшое число ярусов укладки контейнеров в штабель является существенным ограничением использования пространства высоких камер, образуемых горными работами при добыче руды.

Рудные тела месторождений Стрельцовского урановорудного поля имеют в основном крутое падение, простирание на десятки и сотни метров



Рис. 3 Синергетический эффект отработки высоких камер с использованием ДУ ПДМ и тросоинъекционного упрочнения пород (в камерах, предусмотренных для размещения РАО 2-го и 3-го классов)

Характеристики используемых контейнеров РАО производства АО «345 Механический завод»

Наименование	Габаритные размеры, мм			Объем, м ³	Масса, кг		Толщина стен (материал), мм	Примечание	Штабель, шт.
	L	d	h		нетто	брутто			
КМРАО-1,3	1320	1320	923	1,3	330	2000	4 (металл)	НАО	
КМРАО-2,3	2200	1455	1088	2,3	900	3000	5 (металл)	НАО	
КМРАО-2,8	2038	1287	1262	2,8	483	5550	4 (металл)	НАО	
КРАД -1,36	1280	1280	900	1,36	232	3140	4 (металл)	НАО	
КРАД -2,7	2500	1200	940	2,7		6000	5 (металл)	НАО	
КРАД -3,0	2620	1430	1080	3,0	665	6670	2 (металл)	НАО	
КМЗ	1650	1650	1370	3,0	1160	1000	10 (металл)	НАО, CAO	6
НЗК-МР	1650	1650	1370	1,9	3550	6500	110 (бетон)	НАО, CAO	4
НЗК-150-1,6П	1650	1650	1370	1,5	4300	7300	150 (бетон)	CAO	4
МК-1,36А	1280	1280	900	1,36	300	3200	4 (металл)	НАО	
МК-3,1А	1650	1650	1375	3,1	1200	1000	5 (металл)	НАО, CAO	6
КТО-800	1272	1132	882	0,8	240	740	3 (металл)	транспортный	

шой высоты. Использование современных погрузо-доставочных машин с дистанционным управлением (ДУ ПДМ) позволяет снизить потери отбитой руды до 5% за счет захода ПДМ в очистное пространство камеры, а предварительное тросоинъекционное укрепление пород позволяет снизить разубоживание – примешивание пустых пород за счет повышения устойчивости стенок и кровли (рис. 3). При этом достигается синергетический эффект: вся отбитая руда извлекается, камера, планируемая для повторного использования, имеет укрепленные стенки, что необходимо при размещении РАО 2-го и 3-го классов.

Пастовая закладка на основе материалов переработки урановых руд является изолирующим материалом, состоящим из минеральных природных образований, с высокой радиационной стойкостью, так как сама содержит активные элементы. Гелеобразная масса пастовой закладки получается в сгустителе из хвостовой пульпы путем ее обезвоживания, в соединении с флокулянтами и упрочняющими добавками [8, 9]. Заполнение твердеющей пастовой закладкой пустот вокруг установленных в камере контейнеров с РАО 2-го и 3-го классов рассматривается как создание изолирующей оболочки.

В настоящее время пастовая закладка переживает стремительный скачок в своем развитии. Параметры пастовой закладки изменяются в широком диапазоне, в зависимости от решаемой производственной задачи. На рис. 4 приведены сведения по внедрению пастовой закладки на основе отходов переработки на рудниках и угольных шахтах Китая в период 1996–2017 гг. Правительство Китая снизило на 50% налогообложение на шахты, использующие пастовую закладку на основе отходов переработки руд (угля), с целью стимулирования развития экологически чистых технологий [19].

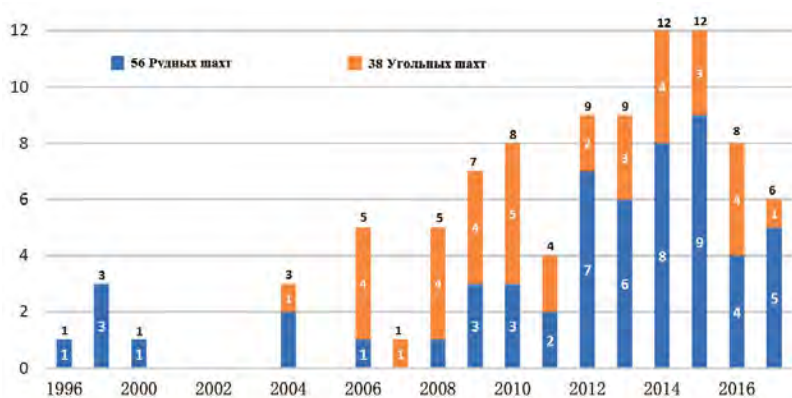


Рис. 4 Внедрение пастовой закладки на основе отходов переработки на рудниках и угольных шахтах Китая в период 1996–2017 гг.

В отличие от обычной закладочной смеси пастовая закладка транспортируется не в виде пульпы, а как густая однородная масса с плотным ядром и разжиженной структурой по периферии, периметру сечения трубопровода. Это объясняется концентрацией однополярных ионов флокулянта на поверхности контакта пасты с трубопроводом, достигается эффект смазки, что позволяет транспортировать пасту на большие расстояния без дополнительных насосных станций (рис. 5).

К технологическим параметрам пастовой закладки относятся реологические свойства (вязкость, сопротивление на сдвиг), плотность и прочность [8, 9]. Увеличение вязкости, плотности материала пасты достигается с помощью чанового пастового сгустителя. Есть и другие методы сгущения (пресс-фильтры и др.), однако они не имеют пространства



Рис. 5 Транспортировка пастовой закладки с содержанием твердого 45–65%

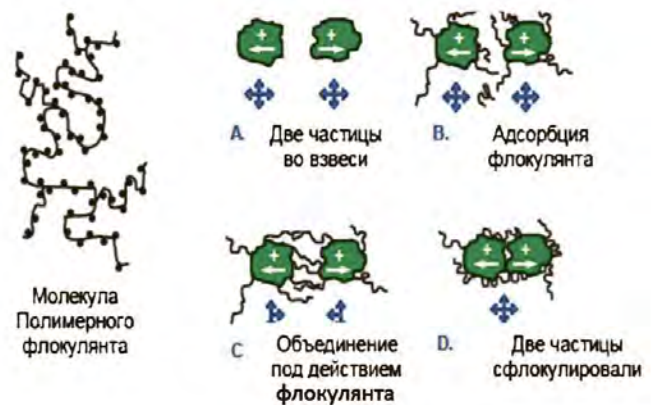


Рис. 6 Образование крупных флокул из мономеров-флокулянтов и шламовой части хвостовой пульпы в чановом сгустителе

для взаимодействия шламовой части хвостовой пульпы с флокулянтами. В чановом сгустителе (емкости с механическим перемешиванием сгущаемого продукта) шламовые частицы хвостовой пульпы с помощью флокулянта объединяются в крупные флоккулы (рис. 6) [9].

Осветленная вода вытесняется из пульпы на верхний уровень сгустителя и пускается в оборот. Тяжелые флоккулы осаждаются в нижней части сгустителя, и чем дольше этот процесс происходит, тем плотнее получаемая в донной части паста за счет выдавливания из нее свободной воды.

Хвостовая пульпа, выдаваемая гидрометаллургическим заводом (ГМЗ), имеет содержание твердого 34,4%, после сгущения пастовая закладка содержит 45–65% твердого; необходимое содержание твердого принимается в зависимости от требований решаемой задачи. На рис. 7 представлены реологические характеристики пастовой закладки в зависимости от содержания твердой фазы, плотности [9].

Зависимости прочности пасты на основе материалов переработки карбонатных и алюмосиликатных урановых руд, с добавками цемента ПЦ 400 ДО (ГОСТ 10178–85), песчано-гравийной смеси (ПГС) во времени, приведены на рис. 8 [8].

Считается, что при прочности твердеющей закладки 0,5 МПа человек может безопасно наступать на поверхность заложенного массива, при прочности 1,0 МПа по закладке может перемещаться легкая ПДМ, с предварительной подсыпкой дробленой породы [10]. При необходимости увеличения прочности, заполнения камер большой высоты в па-

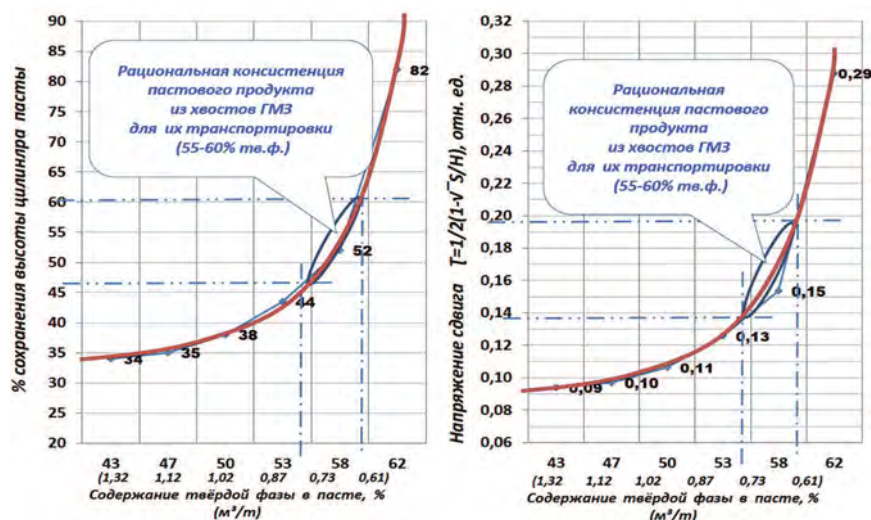


Рис. 7 Зависимость напряжения сдвига от содержания твердого, плотности пастовой закладки на основе материалов переработки алюмосиликатных урановых руд (хвосты ГМЗ ПАО «ППГХО»)

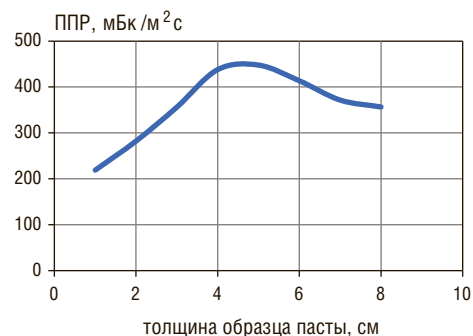


Рис. 9 Плотность потока радона (ППР) из пастовой закладки на основе материалов переработки алюмосиликатных урановых руд при различной толщине образца пасты

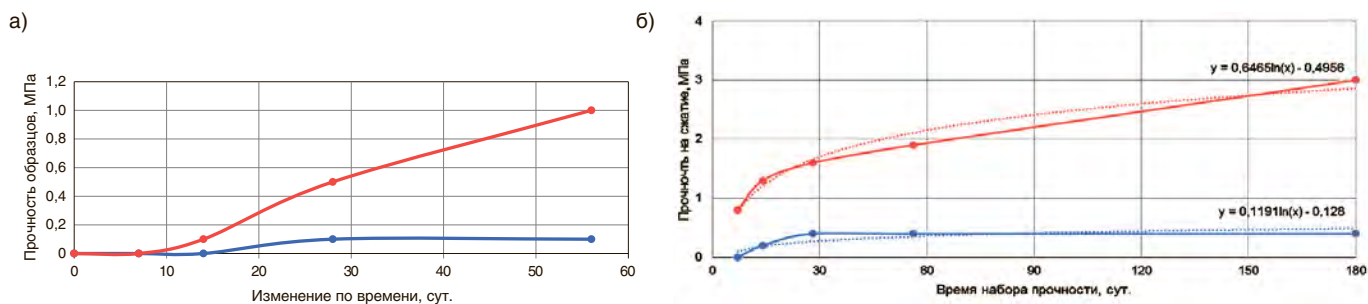


Рис. 8 Изменение прочности пастовой закладки на сжатие во времени (в смеси с цементом ПЦ 400-Д0): а) – прочность образцов пасты (МПа) материалов переработки карбонатных руд при добавлении затворенного цемента (5% цемента и 5% ПГС) – синий график, сухого цемента (10%); ПГС (20%) – красный график; б) – прочность образцов пасты (МПа) материалов переработки алюмосиликатных руд при добавлении затворенного цемента (5, 10%)

стовую закладку добавляется больший процент цемента, песчано-гравийная смесь (ПГС до 20%), зола уноса (5%), дробленые породы. Добавление упрочняющих добавок производится в смесителе, установленном после густителя хвостовой пульпы либо непосредственно перед заполняемой камерой хранилищем РАО.

Выделение радона происходит из приповерхностных слоев пастовой закладки глубиной 6–8 см, плотность потока радона (ППР) из пасты на основе материалов переработки алюмосиликатных урановых руд – до 500 мБк/м²с, ППР пасты из материалов переработки карбонатных урановых руд – до 1500–2000 мБк/м²с (рис. 9) [8].

Добавление вяжущих, упрочняющих материалов (цемент, ПГС, зола уноса, дробленая порода) позволяет не только увеличить прочность пастовой закладки, но и снизить ППР, перевести пастовую закладку в категорию материалов, не относящихся к РАО (снизить эффективную удельную активность до значе-

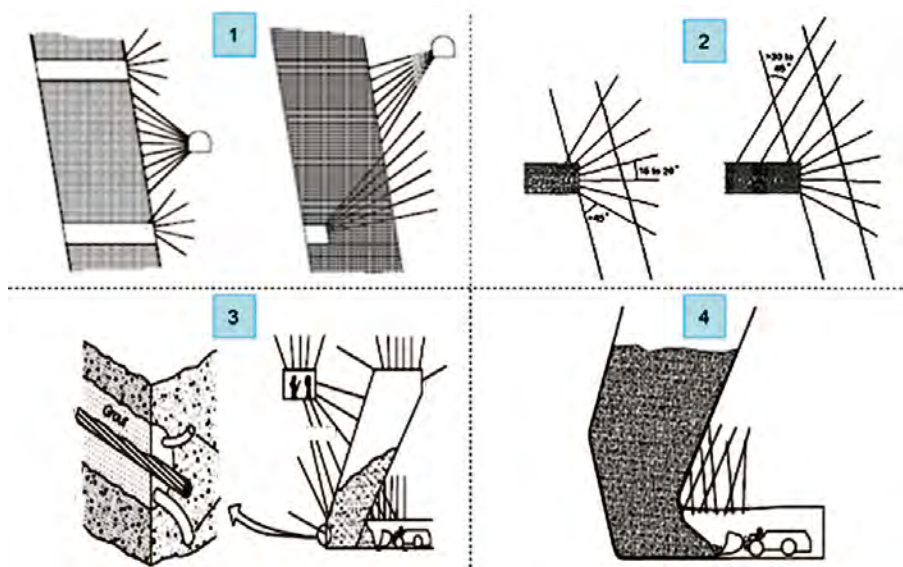


Рис. 10 Конструкции и схемы предварительного укрепления пород бортов камер инъекционными штангами: 1 – предварительное укрепление со стороны висячего и лежащего боков; 2 – укрепление пород с перебором по рудному телу; 3 – укрепление бортов, включая кровлю и козырек-потолочину; 4 – укрепление козырька-потолочины в пункте выпуска руды

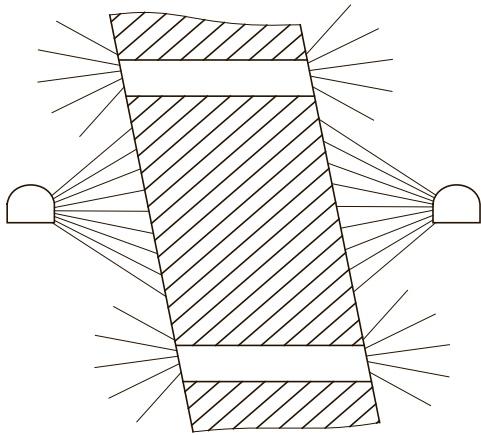


Рис. 11 Вариант предварительного инъекционного упрочнения породного массива вокруг камер для подавления гидро-газофильтрационных процессов вокруг камер-хранилищ РАО

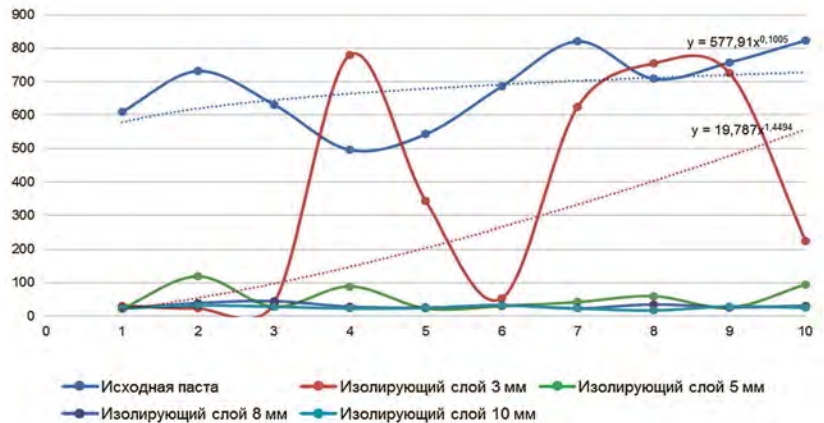


Рис. 13 Изменения интенсивности проникновения радона (ППР) через геомембрану TSL 865 (BASF) с различной толщиной изолирующего слоя

ний менее 10 Бк/г – по ОСПОРБ-99/2010) [9].

При выборе места размещения пункта захоронения радиоактивных отходов (ПЗРО), как правило, ведется поиск крупной солевой или глиняной линзы неглубокого залегания, обладающих свойством самозалечивания трещин, либо очень крупного монолитного блока прочных пород, не имеющего нарушений. В настоящей статье предлагается иной подход, состоящий в том, что для размещения ПЗРО трещиноватые породы переводятся в категорию монолитных конгломератов путем их упрочнения, ликвидации трещин, укрепления инженерными методами.

Тросоинъекционное упрочнение неустойчивых массивов является распространенной технологией в развитых горнодобывающих странах, позволяет снизить в несколько раз разубоживание руды (рис. 10).

В нашем случае с помощью инъекционного упрочнения не только повышается устойчивость вмещающих пород, прекращаются обрушения, но и ликвидируются трещины, имеющиеся в массиве, что значительно снижает опасность фильтрации подземных вод к камерам-хранилищам РАО, выноса радиоактивных веществ. Инъекционное упрочнение пород также предотвращает попадание радона, выделяющегося из пастовой закладки в атмосферу рудника. Технология предварительного инъекционного упрочнения состоит в бурении шпуров или скважин в породный массив со

стороны всячехого, лежащего боков и кровли на глубину 2,0–16,0 м и нагнетании в трещины массива твердеющих составов под большим давлением (рис. 11) [11].

Давление нагнетания превосходит силы давления скальных контактов между блоками-отдельностями массива и достигает 15–20 МПа. При этом породный массив переводится в состояние объемного сжатия, гидро-газофильтрационные процессы подавляются. Импульсное нагнетание позволяет достичь максимального насыщения массива твердеющим составом (рис. 12).

Упрочняющие составы – это микроцементы, геоцементы, полимерные смолы – карбамидные, полиуретановые, фенолформальдегидные и их производные. Высокая степень помола цемента, молекулярная структура упрочняющих составов, импульсная подача позволяют проникать в трещины с раскрытием до 0,06 мм. Имеется несколько методик расчета длины шпура (скважины) и сетки расположения инъекционных скважин [12, 13].

На поверхность камер наносится набрызг-бетон с предварительно установленной на анкерах сеткой, либо фибробрызг-бетон, который приравнивается к укреплению железобетонной крепью. Этим достигается приповерхностная изоляция камер от проникновения подземных вод, защита от обрушения, отслоений неустойчивых пород. Для изоляции пасты и снижения радоновыделения применяются также набрызг-покрытия поверхности выработок полимерными геомембранами, производимыми компаниями BASF, Minova и др. При набрызг-покрытии выработки геомембраной TSL 865 (BASF) интенсивность проникновения радона в атмосферу рудника снижается в 6–8 раз и находится на уровне 50–80 мБк/м²с (рис. 13).

Рудные тела Аргунского месторождения большой и средней мощности состоят, как правило, из группы рудных тел меньшей мощности с включениями безрудных прослоек. При отработке рудных тел этажно-камерной системой или подэтажно-камерной системой разработки мощности имеющих безрудных прослоек менее 3 м не принимаются во внимание и отрабатываются вместе с рудой, при большей мощности породной прослойки отработка ведется отдельными камерами меньших размеров. При проектировании отработки камеры с повторным использованием ее для размещения РАО мощность обрабатываемой безрудной прослойки может быть увеличена – для получения камер боль-

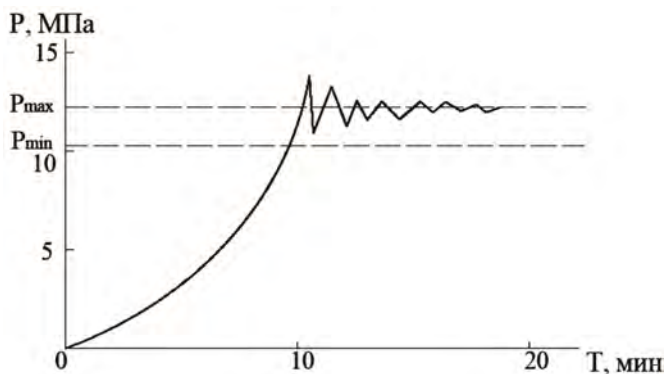


Рис. 12 Режим импульсного нагнетания упрочняющего состава в скважины с максимизацией зоны распространения и заполнения трещин

ших размеров. Разубоживание руды, затраты на переработку при этом несколько возрастут.

С увеличением глубины силы горного давления возрастают, раскрытие трещин и их число уменьшаются. Из экспертного заключения о гидрогеологических условиях месторождений Рудника № 6 [14]: «Гидрогеологические условия месторождений в пределах Рудника №6 являются сложными; разведочными выработками вскрыты трещинные, трещинно-жильные и трещинно-карстовые подземные воды, приуроченные к андезито-базальтам, сиенитам, гранитам, амфиболитам, доломитизированным известнякам.

Гидродинамические условия водоносной системы отвечают схеме «замкнутый пласт», основное значение в которой имеют емкостные запасы подземных вод и наличие слабопроницаемых (либо почти непроницаемых) границ по всему контуру депрессионной воронки. Питание подземных вод осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков. Разгрузка очень замедленная, идет через слабопроницаемые осадочно-вулканогенные породы и зоны тектонических нарушений меридионального простирания, секущие в приустевой части пади Тулукуй, в рыхлые отложения [14].

Границей на востоке является почти непроницаемый Меридиональный разлом, расположенный восточнее стволов шахт 16 и 20, соответственно 7 и 2 км. На западе система ограничена практически непроницаемым Кольдерным разломом, на севере в качестве экрана представлены слабопроницаемые конгломераты базального горизонта.

В 1981 г. комиссией ВГО было составлено заключение о гидрогеологических условиях участка шахт 16р и 20р по результатам откачек из скважин и стационарных наблюдений за водосливом из шахты 16р (Аргунское месторождение) и за изменением уровня подземных вод из шахтного водоотлива, определены расчетные параметры и произведен расчет прогнозного водопритока в систему разведочных выработок горизонта 374 м» [14]. Из заключения следует, что с глубиной водоприток снижается. На глубине от поверхности 303 м (гор. 374 м) он составил 1050 м³/ч, с углублением на 104 м (гор. 270 м) водоприток снизился в 4 раза (265 м³/ч), с углублением еще на 120 м (гор. 150 м) водоприток снизился в 5 раз (210 м³/ч).

Аппроксимируя данную тенденцию снижения водопритока с глубиной на большие глубины, построив экспоненциальную зависимость, мы получили, что, на участках шахт 16р-20р прогнозные водопритоки на глубине 700 м составят 80 м³/ч, на глубине 1000 м – 50 м³/ч. Это означает реальную возможность подбора на глубоких горизонтах сухих участков месторождения, либо отдельных камер, сложенных прочными породами крупноблочного строения, с отсутствием или с незначительной фильтрацией подземных вод, что является приемлемым для размещения контейнеров РАО 2-го и 3-го классов в отработанных камерах, с необходимой подготовкой, изоляцией пастовой закладкой и упрочнением массива вмещающих пород.

Заключение

В работе излагается концепция размещения РАО 2-го и 3-го классов в пространстве отработанных камер подземных урановых рудников ПАО «ППГХО» с изоляцией среднеактивных РАО низкоактивными РАО – пастовой закладкой на основе материалов переработки урановых руд, которые, в свою очередь, изолируются путем инъекционного упрочнения вмещающих пород и набрызг-бетонированием поверхности камер. Отработанные камеры, как правило, вы-

сокие вертикальные и крутонаклонные выработки. Для более полного использования пространства камер необходимо разработать контейнеры повышенной прочности, что позволит укладывать их в штабеля с большим числом ярусов. Анализ гидрогеологической ситуации на шахтном поле Рудника №6 показал, что на глубинах до 1000 м прогнозируемый водоприток будет составлять 50 м³/ч, что позволяет рассчитывать на наличие сухих или слабообводненных участков месторождений, камер, сложенных крупными породными блоками, в которых возможно безопасное размещение РАО 2-го и 3-го классов при определенной подготовке. Концепция размещения РАО 2-го и 3-го классов в отработанных камерах подземных рудников ПАО «ППГХО» с построением многоступенчатой изоляции: контейнерами, оболочкой из пастовой закладки, упрочнением трещиноватых пород и набрызг-бетонированием поверхности камер – позволит обеспечить безопасное хранение РАО 2-го, 3-го и 6-го классов без их последующего извлечения.

Информационные источники:

1. Каплунов Д.Р., Радченко Д.Н. Выработанные пространства недр: принципы многофункционального использования в полном цикле комплексного освоения месторождений твердых полезных ископаемых // Горный журнал. – 2016. – №5.
2. Зотеев О.В., Калмыков В.Н., Гоготин А.А., Проданов А.Н. Основные положения методики выбора технологии складирования отходов обогащения руд в подработанных подземными рудниками карьерах и зонах обрушения // Горный журнал. – 2015. – № 11. – С. 57–61.
3. Киселев В.В., Хохолов Ю.А., Каймонов М.В. Использование горных технологий и выработанного пространства рудников криолитозоны для захоронения твердых радиоактивных отходов // ГИАБ. – 2006. – №3. – С. 129–134.
4. Кадастр подземных выработок на территории РС (Я), пригодных к повторному использованию для целей, не связанных с горным производством. ИГДС СО РАН, ГКЧС РС (Я), Якутский округ Гостехнадзор России. – М.: ГУП ЦПП, 1998. – 56 с.
5. Цебаковская Н. С., Уткин С. С., Капырин И. В. и др. Обзор зарубежных практик захоронения ОЯТ и РАО. – М.: Изд-во «Колтехспринт», 2015. – 208 с.
6. Калакуцкий А.В. Концепция размещения РАО 2-го и 3-го классов в отработанных горных выработках с использованием контейнеров НЗК и изоляцией пастовой закладкой: конф. Mining Tech, декабрь, 2019.
7. АО «345 Механический завод». Сертификат на контейнер НЗК-150-1,5П АТ-9-00.00.000.
8. Заключительный отчет по НИР, договор № 100-10-05/24027 «Исследования параметров твердотельной и пастовой закладки на основе материалов переработки урановых руд, разработка мер по снижению радионуклидного», АО «ВНИПИпромтехнологии», М., 2016 г.
9. Заключительный отчет о НИОКР «Разработка технологии глубокого сгущения радиоактивных отходов (РАО) переработки урановых руд для поверхностного и подземного размещения, АО «ВНИПИпромтехнологии», (исследовательская часть), 2019г., 406 с.
10. T. Belem, M. Venzaзаша. Поддержание кровли в шахтах, использующих системы разработки с пастовой закладкой. Университет Квебека, Кафедра прикладных исследований, Руэн-Норанда, Канада. 5-й Международный Симпозиум по наземным выработкам и подземным конструкциям. Villascusa & Potvin (издание) 28–30 сентября 2004 года, Перт, Австралия, Taylor & Francis Group, Лондон, стр. 637–650.
11. Кузьмин Е.В. Упрочнение горных пород при подземной добыче руд. М., Изд. Недра, 1991, 252 с.
12. Баранов А.О. Расчет параметров технологических процессов подземной добычи руд. М., Недра, 1985, 224 с.
13. Рогинский В.М. Проектирование и расчет железобетонной штанговой крепи. М., Недра, 1971, 80 с.
14. Экспертное заключение о гидрогеологических условиях урановорудных месторождений Рудника №6, 1981г.
15. Alsidi Hasan, Andy Fourie.... In-slope measurements at two Western Australia mines. Univ. W.Australia, Perth, PASTE 2014.
16. Карманов Р.Г., Ищуква А.П., Брель А.И., Губкин Г.Н., Сиротенко Е.П., Овсов В.К. Аргунское и Жерловое месторождения (Юго-Восточное Забайкалье). Отчет о результатах разведочных работ на месторождениях с подсчетом запасов урана и молибдена по состоянию на 1-е января 1993 года. Том 1 Текст отчета. Пос. Октябрьский – Иркутск, 1993г.
17. Отчеты о результатах разведочных работ на месторождениях Аргунское и Жерловое ПАО «ППГХО», за период 1979–1991 гг.
18. Кузьмин Е.В., Калакуцкий А.В., Тарасов М.А., Морозов А.А. Обоснование возможности размещения радиоактивных отходов 2 и 3 классов в подземном пространстве урановых рудников. Горная промышленность. – 2020. – №5. – С. 32–37.
19. Материалы 20-й международной конференции PASTE, Пекин, 2017г.



ТВЭЛ
РОСАТОМ

115409, г. Москва,
Каширское шоссе, д. 49
тел.: +7 (495) 988-82-82
e-mail: info@tvel.ru



ЦПТИ
РОСАТОМ

115409, г.Москва,
Каширское шоссе, д. 49, стр. 74
тел.: +7 (495) 988-61-16
e-mail: cppti@rosatom.ru

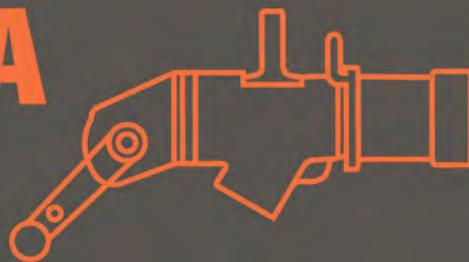
МУФТА ПРО

Мы предлагаем:

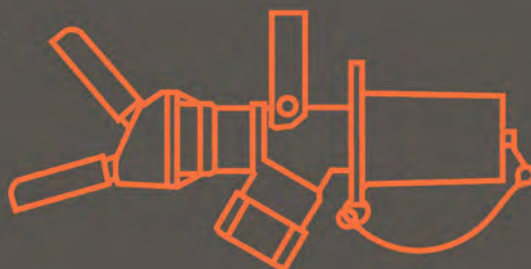
- Краны топливозаправочные
- Заправочные клапаны
- Вентиляционные клапаны
- Системы FFS PITBOSS для заправки карьерной техники
- Системы учёта топлива SAMPI S.p.A.
- Стационарные, мобильные и автотопливозаправщики со скоростью до 1500 л/минуту

Контакты:

ООО «МУФТА ПРО»
тел.: +7 (499) 394 66 60
e-mail: muftapro@gmail.com



FAST FILL
SYSTEMS



WIGGINS



FLOMAX

СИСТЕМЫ БЫСТРОЙ ЗАПРАВКИ



100-летний опыт разработки технологий и оборудования для переработки всех видов полезных ископаемых, твердых промышленных отходов, любых других материалов

ЛАБОРАТОРНОЕ И ПРОМЫШЛЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

для дезинтеграции и обогащения природного и техногенного сырья

ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ



Дробилки
щековые



Анализаторы
ситовые



Флотационные
машины

ДРОБИЛКИ И ПИТАТЕЛИ



Дробилки
валковые



Дробилки
молотковые



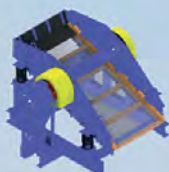
Питатели
электровибрационные

СКИДКА

-2%

Промокод:
mekhanobr16

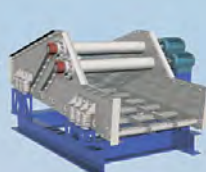
ВИБРАЦИОННЫЕ ГРОХОТЫ И СИТА



Грохоты
инерционные



Вибросита



Грохоты
самобалансные

ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИЕ И МАГНИТНЫЕ СЕПАРАТОРЫ



Валковые магнитные
сепараторы



Электростатические
сепараторы



Барабанные магнитные
сепараторы



Комплектные технологические установки для переработки отходов

Санкт-Петербург, В.О., 22 линия, д. 3; +7(812) 331 02 42, 331 02 43; sales@mtspb.com; www.mtspb.com

ПЛАНИРУЕТЕ РАЗВИВАТЬСЯ – РАБОТАЙТЕ ЦИВИЛИЗОВАННО



С.Б. Никишичев, канд. экон. наук, Директор IMC Montan, Компетентное лицо FIMMM, эксперт ОЭРН, эксперт ЕСОЭН, действ. член Академии горных наук, член Высшего горного совета

Уже более 40 лет назад, с конца 1970-х годов, начали развиваться международные кодексы отчётности о ресурсах и запасах. В начале 2000-х годов эти кодексы стали использоваться в России, и их популярность стимулировалась многими IPO горнодобывающих компаний. Основным и наиболее продвинутым кодексом семейства CRIRSCO считается JORC. Данным вопросам было посвящено много наших статей того времени, в том числе и развитию российских систем отчётности, кодекса НАЭН, НК ТПИ ГКЗ, принципам работы с инвесторами и др. С 2012 г. JORC претерпел некоторые изменения, которые делают отчётность ещё более понятной (транспарентной) и ещё больше приближают Отчёт об оценке ресурсов и запасов к Бизнес-плану, разработанному независимой компанией, характеризующему реальную программу развития предприятия или месторождения в современных условиях. Фактически Оценка запасов стала использоваться в качестве оценки проекта развития доходным методом и первого этапа, разрабатываемого инженерной компанией, для последующей оценки бизнеса с целью работы с инвесторами. Очевидно, что это использование послужило началом разработки системы привлечения инвестиций в горнодобывающую промышленность, к сожалению, не на законодательном, а на практическом уровне. Что также повысило спрос на услуги независимых инженерно-технических консультантов.

Сегодняшняя ситуация, спустя 10–15 лет, характеризуется тем, что многие финансовые институты отклоняются от стандартной системы оценки в силу смены поколений и технологических укладов. Технические задания и цели аудита зачастую искажаются. Иногда применяется формальный подход без заинтересованности в объективном результате, а в некоторых случаях при заключении серьёзных сделок, наоборот, задачи, возлагаемые на недропользователей, являются нереализуемыми, что не позволяет развивать проект в принципе.

Планируете развиваться – работайте цивилизованно

С.Б. Никишичев

Аннотация: В текущей ситуации, осложнённой пандемией, топ-менеджмент и коллектив недропользователя должны понимать задачи и цели компании, осознавать, что отработка запасов – это в первую очередь бизнес, который должен быть успешным. Независимый технический аудит необходим всем как для современного проектирования, так и для работы с инвесторами/банками. Недропользователи и инвесторы должны понимать, что созданная в развитых странах почти полвека назад цивилизованная система аудита и оценки месторождения приводит к долгосрочному и стабильному развитию. Недропользователи, отклоняющиеся от цивилизованной работы как с аудиторами, проектировщиками, сервисными компаниями и инвесторами, так и в своих коллективах, вынуждены погружаться в судебные процессы, которые не несут абсолютно никакой пользы развитию проекта и снижают эффективность процесса освоения недр.

Ключевые слова: планирование, недропользователи, отработка запасов, оценка месторождения, системы геологического, инженерно-технического, технологического аудита и консалтинга

If you plan to develop, stick to a civilized way

S.B. Nikishichev

Abstract: In the current situation, aggravated by the pandemic, the top management and employees of the mining company should understand the corporate tasks and objectives, and be aware that development of reserves is, first of all, a business that must be successful. Independent technical auditing is essential for everyone, both for state-of-the-art designing and for interaction with investors and banks. The subsoil users and investors have to understand that the civilized system of auditing and evaluation of deposits, created in developed countries almost half a century ago, leads to long-term and stable development. Subsoil users, who defy civilized work with auditors, designers, service companies and investors, as well as within their teams, are forced to get involved in legal processes that bring absolutely no benefits to the project development and reduce the efficiency of the subsoil development.

Keywords: planning, subsoil users, reserves development, deposit assessment, geological, engineering, technological auditing and consulting systems

Многие инвесторы не принимают во внимание, что в силу исторических особенностей развития месторождений в РФ доля хорошо изученных и исследованных проектов снижается. При этом многие недропользователи, не являющиеся участниками крупных холдингов, не имеют возможности выйти на уровень «Brownfield» без сторонней финансовой поддержки. Таким образом, кредитный портфель крупных банков либо вынужден снижаться, либо возникает необходимость принимать дополнительные риски проекта, что, опять же, повышает роль независимого технического консультанта.

Инженерно-технические консультанты в своей деятельности преследуют две основные задачи:

1. **Разработка современного проекта / технологии** – инженерно-технический консалтинг. При этом опытный и развитый консультант будет использовать накопленный международный опыт и современные системы моделирования – от 3D геологии до BIM-технологий.
2. **Горно-геологический, технический и технологический аудит:** оценка ресурсов и запасов, в т.ч. JORC / CPR по международным правилам; Due Diligence разного формата и детальности для любого инвестора, в том числе банков, госбанков: Техничко-экономический аудит, Заключение и т.д.

Говоря непосредственно о техническом аудите, можно констатировать, что в сфере отработки месторождений ТПИ и в целом в горнодобывающей промышленности – это самый первый и самый важный шаг для понимания проекта, его целесообразности, эффективности и рисков, который впоследствии окажет влияние на структуру финансирования и стратегию развития бизнеса недропользователя.

Стандартная схема взаимодействия сторон в 95% случаев одинакова:



Недропользователь совместно с инвестором инициируют сделку, и инвестор, как правило, настаивает на аудите проекта. Как было подробно описано в наших других статьях, в случаях кредитования привлекаются Технический консультант и Финансовый консультант. Отчёт Технического консультанта может использоваться Недропользователем, Банком или Финансовым консультантом. Каждый из трёх указанных участников может являться Заказчиком для Технического консультанта. При этом отчёт после его сдачи принадлежит исключительно Заказчику и используется по его усмотрению. В этот момент, практически всегда, Технический консультант считается выполнившим свою функцию и не участвует ни в дальнейших обсуждениях, ни в формировании суммы будущей сделки, ни в её структуре и обеспечении. Успешность своей работы Технический консультант, как и многие другие, обычно оценивает, только получая информацию из прессы и других общедоступных источников. В случаях сделок M&A или IPO к процессу также привлекается Юридический консультант, результаты работы которого неизвестны инженерам.

Для успешности процесса независимого аудита очень важно, чтобы недропользователь грамотно и своевременно выполнял свои задачи:

1. Систематизировать и предоставить полноценную исходную информацию.
2. Показать предприятие / месторождение.
3. Пояснить программу развития на уровне руководства.
4. Отвечать на вопросы консультантов, обеспечив доступ к профильным специалистам.
5. Не вводить в заблуждение и основываться на обоснованных реалистичных показателях.

Недобросовестное выполнение указанных задач приводит либо к затягиванию аудита и, соответственно, сделки, либо к некорректной сделке, так как отклонения от реальности и программы развития будут понятны в достаточно короткий период времени.

В современном мире, осложненном ситуацией с COVID-19, роль консультантов, способных разобраться в особенностях месторождений и производства, важна как никогда. Меняются способы коммуникаций, и представляемая корректная информация становится залогом успешного развития. Формирование данных, сотрудничество с консультантами – задача квалифицированных специалистов, которые не только осуществляют приёмку работ, но умеют коммуницировать, понимая, что для всех сторон процесса это работа. На успех проекта во многом влияет человеческий фактор, а неспособность руководителей наладить взаимоотношения как под влиянием амбиций, так и с точки зрения недостаточной инженерной квалификации, может приводить к весьма негативным последствиям.

При этом принципы наименьшей стоимости, как и попытки давления на аудиторов уходят в прошлое, особенно во время существенных проблем с квалифицированными инженерными кадрами. Крупные корпорации, считающие, что работающие на них по определению им «обязаны», приходят к тому, что круг контрагентов становится таким узким, что наносит урон непосредственно целям. Вряд ли кто-то захочет работать с компанией, которая оказывает давление и формирует неудачный предыдущий опыт взаимодействия, предпочитая проекту с ней свободу бизнеса и коммерческой деятельности. Для любого бизнеса, и особенно для проектов в недропользовании, это более чем актуально в силу ограниченности и своеобразности «Горного мира».

В ситуации ограничений, диктуемых COVID-19, у горнодобывающих компаний и консультантов возникает ещё больше проблем:

- Сложность посещения предприятий с вероятностью использования фото/видеоотчётов;
- Удаленная работа экспертных групп и необходимость налаживать систему взаимопонимания и взаимодействия;
- Проблемы замены кадров при условии текучести или нетрудоспособности;
- Задержка предоставления дополнительной информации по запросам;
- Усложнившаяся система последующего мониторинга реализации проекта.

Учитывая, что горнодобывающее предприятие и так является сложным для инвестирования объектом, имеющим высокие риски и исходную погрешность, которая в основном формируется вследствие недостаточности исследований, данные факторы влекут вероятность получения необъективного мнения аудитора. Поэтому стороны должны понимать, что решение вопросов и понимание реальности ситуации в сегодняшней жизни требует гораздо большего времени, чем было принято до 2020 г.



Напомним разделы классического Технического аудита, которые необходимы и присутствуют во всех международных системах и в требованиях / технических заданиях инвесторов (некоторые Банки привычно могут добавлять к стандартным аспектам свои индивидуальные позиции):

- Описание активов (география, описание предприятий, структура управления)
- Анализ правоустанавливающей, исходно-разрешительной и проектно-сметной документации
- Геология (горно-геологические условия, качество полезного ископаемого, оценка ресурсной базы)
- Горные работы (оценка системы разработки, горнотехнические условия, анализ обоснованности выбора добычного, транспортного и вспомогательного оборудования, оценка производственного плана)
- Переработка (оценка основных решений, баланс товарной продукции и параметры переработки, анализ обоснованности выбора оборудования)
- Инфраструктура (оценка объектов инфраструктуры для выполнения производственного плана)
- Человеческие ресурсы, социальные факторы
- Экологические аспекты и рекультивация
- Экономика (маркетинг и выручка, капитальные и операционные затраты, модель денежных потоков в реальных ставках и анализ чувствительности)
- Анализ рисков

Это полный цикл жизни предприятия и путь полезного ископаемого из недр / горного массива до покупателя конечной товарной продукции ГОКа. Именно поэтому Оценку запасов стали принимать как Бизнес-план проекта.

К сожалению, не все Инвесторы используют описанные выше подходы, в связи с чем представляется возможным проанализировать разные типы инвесторов с точки зрения их добросовестности.

Аргументация их действий принципиально разная:

Добросовестный инвестор:

Понять особенности проекта, его риски, основные показатели. Оценить возможности возврата заёмных средств и потенциальную доходность, как следствие – структуру сделки, обеспечение, объёмы финансирования.

Недобросовестный инвестор:

Получить документы, которыми можно прикрыть своё решение (в РФ не существует чётких правил использования подобных документов), переложить ответственность на других, осуществить сделку любыми путями на изначально задуманных условиях.

Однако было бы неправильно говорить, что в процессе реализации проектов недобросовестными могут быть только инвесторы. Все три стороны, о которых выше идёт речь, имеют свои цели недобросовестности, мотивация которых только одна – деньги. При отсутствии законодательной системы в сфере инвестиций в недропользование такие деньги могут зарабатывать и законным путём, но в любом смысле недобросовестный участник будет нарушать принципы морали и честного бизнеса. И главное – это разрушает непосредственно проект развития месторождения. Встречающиеся мошеннические действия, связанные с недропользованием, в принципе, влекут остановку проектов и крах бизнеса в достаточно краткосрочной перспективе. Данные аспекты не касаются деятельности, связанной с лицензированием, добычей и эксплуатацией ГОКов, а только работы с инвесторами.





Различные цели участников процесса оценки проекта и привлечения инвестиций при недобросовестных подходах:

ЗАКАЗЧИКА

- Улучшение показателей с целью завышения капитализации
- Соккрытие фактов нецелевого использования средств
- Получение больших результатов работ относительно изначального ТЗ
- Прямая неоплата выполненных работ

ИНВЕСТОРА

- Нереальные сделки M&A

КОНСУЛЬТАНТА

- Получение завышенной комиссии от сделок

В последнем случае, с точки зрения Консультанта, обязательно следует отметить, что получение комиссии абсолютно исключено для международных горно-геологических и инженерно-технических Консультантов, поскольку напрямую противоречит принципам CRIRSCO. Консультант, действующий согласно принципам и кодексам CRIRSCO – JORC, VALMIN и т.д., не вправе ставить результат своих работ в зависимость от результатов оценки или сделки. В таком случае он будет немедленно исключён из системы, а специалист перестанет быть квалифицированным Компетентным лицом. Это означает крах для репутации и бизнеса Консультанта, что, конечно, не может сравниться ни с какими «потенциальными комиссиями».

Напомним также, что в Техническом задании полностью отсутствуют элементы финансового анализа и оценки активов, а сами инженерные консультанты не состоят в СПО оценщиков.

Тем не менее в последние годы многим компаниям и их собственникам становится всё тяжелее выживать в честном бизнесе, что неизбежно психологически перекладывается на принципы работы топ-менеджмента. Всё чаще возникают судебные процессы, в которых недропользователь или инвестор пытается возложить вину на независимого консультанта.

К сожалению, исходя из общей статистики средняя судебная нагрузка на горнодобывающие компании стала превышать 1% выручки, что является огромной суммой денег, отвлекаемых из капитала. Эта нагрузка, по своей сути, может считаться дополнительным налогом, который не учитывается в оборотах, но который в свою очередь зависит от добросовестности и позиционирования компании в кругу своих контрагентов.

Избыточные судебные процессы, когда сам смысл спора не имеет под собой разумных оснований, а выводы очевидны как непосредственным участникам процесса, так и впоследствии судьям, к сожалению, передаются в руки юристам и адвокатам, которые обязаны выполнять свою работу и пытаться добиться цели любыми способами. Каждая крупная компания имеет

огромный штат юристов, позволяющий ей выживать и работать в современном мире. С точки зрения управления на генерального директора возлагается большая ответственность и операционные риски, не позволяющие спокойно жить и работать без постоянной поддержки юристов-адвокатов. С точки зрения проектов – это исключительно непроизводительные расходы, которые не несут положительной динамики непосредственно проектам.

В нашей практике также имеется несколько кейсов, которые могут послужить показательным опытом в горнодобывающем секторе как для недропользователей и инвесторов, так и для консультантов. С точки зрения бизнеса эти судебные процессы бесполезны и не несут никакого позитива и конструктива их участникам.

В судебном процессе с крупным недропользователем присутствовала попытка неоплаты выполненных работ. Это было спровоцировано как несправедливыми условиями договора, необходимость подписания которого является условием участия в тендере, а также задержкой предоставления исходной информации и желанием получить больше, чем указано в Техническом задании. При том что непосредственные участники давно не являются сотрудниками недропользователя, процесс продолжался несколько лет. Мы считаем, что в результате, несмотря на оплату качественно выполненных работ, обе стороны понесли финансовые и репутационные потери. Как у заказчиков, так и у исполнителей сокращается клиентская база, впускаются трагически большое количество времени, а для проекта такие процессы, связанные с нежеланием своевременно принимать работы, платить за них и двигаться дальше, несут имеют исключительно отрицательный эффект.

В судебном процессе с крупным инвестором, заключившим сделку на нерыночных условиях, была попытка обвинения инженерного консультанта в неверных консультациях. Несмотря на то что риски были указаны в отчёте, работа анализирует проект развития предприятия, но никак не состояние заёмщика, инвестор пытается переложить ответственность за своё решение на других. Безусловно, данный прецедент существенно ужесточил дисклеймеры любых консультантов, что также негативно сказывается на всех горнодобывающих проектах. Инженерно-технический консультант никак не может советовать инвестору – выдать или не выдать деньги заёмщику, поскольку не является специалистом в финансах, не анализирует состояние потенциальных заёмщиков, не знает ни целей, ни сторон сделки, ни её структуры, ни требуемого обеспечения, а главное – суммы сделки. Как выяснилось при повторных аудитах, инвестиции на развитие, заложенные в проекте, инвестор и предприятие не направляли. В реальности, данный процесс

приносит только потери для обеих сторон, как финансовые, так и репутационные. Более того, это не влечёт ничего хорошего для горнодобывающего предприятия, которое могло бы работать, исправив ситуацию после сложного периода смены собственника, но в текущем формате также погружается в судебные процессы. С точки зрения горняков, очень непросто найти квалифицированный менеджмент для управления предприятием в таком состоянии.

Также в практике имели место классические случаи, когда группа консультантов выполняет весь комплекс аудиторских работ, недропользователь привлекает средства, но, являясь недобросовестным, просто не вкладывает их в развитие месторождения. Безусловно, со стороны обманутых инвесторов присутствуют попытки обвинения всех, занимающихся ранее данным проектом, поскольку собственник недропользователя и средства к этому моменту уже давно находятся вне зоны досягаемости или за пределами России. Это ещё раз подтверждает *необходимость создания системы контроля целевого использования средств и законодательного регулирования защиты инвестиций в горнодобывающую промышленность*. Сегодня данным вопросам с системной точки зрения стало уделяться больше внимания.

Что влечёт создание такого опыта – человеческий фактор, умение управлять процессами, или реалии сегодняшней жизни, связанные с развитием прогресса и ужесточением бизнес-процессов, – покажет время. В любом случае, руководители должны прикладывать все возможные усилия, чтобы заранее предугадать и понять, что несёт очередной проект и является ли твой контрагент или заказчик добросовестным, как на предварительной стадии переговоров, так и в процессе самого аудита или проектирования.

Однако, возвращаясь к проектам развития месторождений, особенно находящимся на стадии «Greenfield», при возникновении разногласий, безусловно, можно посоветовать решать все вопросы в досудебном порядке, опираясь на опыт квалифицированного менеджмента.

Всем нашим коллегам, клиентам и партнёрам искренне желаем добросовестных контрагентов! Надеемся, эта статья и опыт ИМС Montan будут полезны во благо развития горнодобывающей промышленности России и систем геологического, инженерно-технического, технологического аудита и консалтинга.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ:

1. Жура А.В., Никишичев С.Б., Твердов А.А. Инвестиции в горнодобывающие проекты: виды и инструменты привлечения // Банки и деловой мир. – 2013, сентябрь.
2. Твердов А.А., Жура А.В., Никишичев С.Б. Целесообразность формирования стандартов аудита горнодобывающих компаний для подготовки публичной отчетности с целью листинга на российских фондовых площадках // Недропользование XXI век. – 2013, июнь.
3. Твердов А.А., Жура А.В., Никишичев С.Б. Цели и функции российской и международной систем оценки ресурсов и запасов // Рациональное освоение недр. 2013. – №2.
4. Твердов А.А., Никишичев С.Б., Жура А.В. Оценка стоимости горнодобывающих компаний: международный аспект // Недропользование XXI век. – 2011, ноябрь.
5. Твердов А.А., Никишичев С.Б., Жура А.В. Применение доходных методов оценки стоимости горных компаний для различных целей отчетности // Глобус. – 2011. – №5.
6. Твердов А.А., Никишичев С.Б., Жура А.В. Российская система оценки минеральных ресурсов с учетом международного опыта в современных экономических условиях // Глобус. – 2009. – №1 (04).
7. Твердов А.А., Никишичев С.Б. Mine Design Stages in Russia', Mineral Resource and Reserve Estimation, The AusIMM guide to good practice, 2nd edition, Monograph 30, 2014 (addendum to JORC 2012).
8. Твердов А.А., Никишичев С.Б., Жура А.В. Риски горнодобывающих проектов. Цели и методы их оценки // Горная промышленность. – 2014. – №2.
9. Никишичев С.Б., Твердов А.А., Жура А.В. Эффективность недропользования: основные принципы Кодекса публичной отчетности о ресурсах и запасах в странах ЕАЭС // Горная Промышленность. – 2016. – №3.
10. Никишичев С.Б., Твердов А.А., Жура А.В. Международный инженерно-технический аудит проектов с позиции привлечения инвестиций // Горная промышленность. – 2019. – №6

Консалтинговые услуги в ТПИ

- горно-геологический аудит / QA/QC
- оценка проектов, ресурсов/запасов / CPR
- инженерно-технический консалтинг и сопровождение / BFS / ТЭО
- стратегии и оптимизация развития
- современные цифровые технологии, моделирование



МЫ РАБОТАЕМ, ВЫ РАЗВИВАЕТЕСЬ

Адрес: 125047, г. Москва,
ул. Чайнова 22 стр. 4

Тел: +7 (495) 250 67 17;
Факс: +7 (499) 251 59 62

www.imcmontan.ru
consulting@imcgroup.ru

25
YEARS



MiningWorld
Russia

a Hype event

MiningWorld Russia

25-я Международная выставка машин
и оборудования для добычи,
обогащения и транспортировки
полезных ископаемых

25th International exhibition of machines
and equipment for mining, processing
and transportation of minerals

miningworld.ru



20–22.04.2021

Москва, Крокус Экспо
Crocus Expo, Moscow



Буровой инструмент для RC-бурения производства АО «Машиностроительный Холдинг», г. Екатеринбург



С.Н. Трофимов, директор конструкторского отдела АО «Машиностроительный холдинг»

Во всем мире горнодобывающие предприятия обращают особое внимание на пополнение и изучение запасов месторождений полезных ископаемых. Особую роль в этом вопросе играют геологические исследования и их технологическая оснащенность. Одним из важнейших элементов геологических исследований при поисках и разведке всех типов полезных ископаемых является разведочное бурение. Современная экономическая реальность диктует все более жесткие требования при проведении геолого-разведочных работ – это повышение объемов, снижение затрат и сокращение сроков проводимых работ.

До недавнего времени одним из наиболее применяемых методов геологоразведки было колонковое бурение, так называемый отбор проб в виде столбцов керна. Колонковое бурение – это вид быстровращательного бурения, при котором разрушение породы происходит по кольцу, а не по всей площади забоя. Внутренняя часть породы формируется и сохраняется в виде столбика ненарушенной структуры керна (рис. 1). Для этого керн периодически заклинивают для отрыва от забоя и поднимают на поверхность. Основное снижение производительности при процессе колонкового бурения происходит при дополнительных операциях на разборку и сборку бурового става при подъеме керноприемника для отбора проб, которые занимают значительное время.

Сегодня же все большую популярность набирает метод бурения с обратной циркуляцией, или RC-бурение, эконо-



Рис. 1 Керновые пробы

мическая эффективность и производительность которого существенно выше, чем колонкового.

Дело в том, что залежи полезных ископаемых (рудные, минеральные и т.д.) чаще всего имеют неправильную форму, далекую от любой геометрической фигуры. Размеры залежей по простиранию и падению изменяются от нескольких десятков до сотен метров, отдельные залежи могут простираться до нескольких километров. Запасы одного рудного тела могут составлять от тысячи до миллиона тонн, а иногда превышать и миллиарды тонн, которые при разработке месторождения необходимо анализировать с целью составления правильной оценки экономической эффективности.

Все это и привело к поиску и разработке более эффективного метода отбора проб по сравнению с колонковым (алмазным) бурением. Поиск и разработка нового метода начались с 1970-х годов в Австралии. В 1972 г. для вращательного бурения был разработан метод с обратной циркуляцией, принцип которого заключался в использовании двойных буровых штанг. Данный метод к концу 1980 г. зарекомендовал себя как более производительный и экономически эффективный по сравнению с колонковым бурением. В 1980 г. RC-бурение позволило Западной Австралии значительно повысить объем добычи полезных ископаемых. С развитием технологий и стремлением к совершенствованию метода обратной циркуляции для повышения качества проб в 1990 г. был создан первый пневмоударник для RC-бурения. В этом же году к пневмоударному бурению с обратной циркуляцией были добавлены компрессоры на высокое давление сжатого воздуха, что привело к еще большей производительности и увеличению скорости проходки. Все это позволило существенно повысить эффективность проведения геологоразведочных работ, и в результате RC-бурение стало одним из наиболее экономичных и точных методов бурения в геологоразведке.

Получение проб методом обратной циркуляции (RC-бурение) – это бурение, при котором используется сжатый воздух для эффективного получения выбуренной породы из скважины по внутренней области применяемого инструмента с целью дальнейшего сбора образцов. При методе с обратной циркуляцией бурение производится сплошным забоем без лишних вспомогательных операций.

Метод бурения с обратной циркуляцией достигается за счет того, что в рабочей области бурения применяется по-

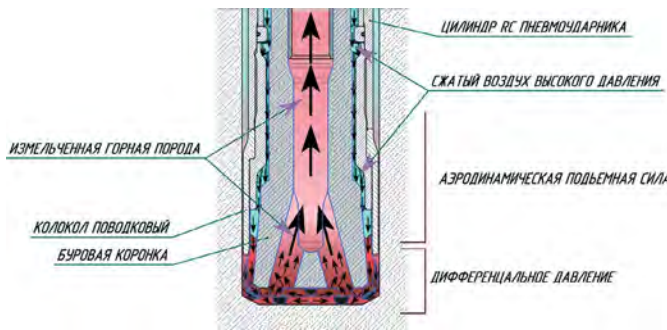


Рис. 2 Схема обратной циркуляции (в рисунке: подъемная, дифференциальное)

водковый колокол, который стоит после буровой коронки и образует замкнутую рабочую область. В данной области создается дифференциальное давление, которое преобразуется в аэродинамическую подъемную силу (рис. 2). Эта сила поднимает шлам вверх по внутренним трубам, находящимся в каждой штанге.

Двойные буровые штанги состоят из наружных и внутренних труб (рис. 3). Использование внутренней трубы позволяет разделить буровую штангу на две замкнутые области (трубопроводные магистрали). Межтрубная область (между наружной и внутренней трубой) обеспечивает непрерывный поток сжатого воздуха высокого давления от компрессора к РС пневмоударнику. В процессе бурения измельченная горная порода выносится на поверхность для сбора образцов по внутренней трубе.



Рис. 3 Конструкция двойной буровой штанги

Использование компрессоров на высокое давление позволяет добиться не только высокой производительности РС-бурения, но также получить эффект предварительного высушивания непробуренной горной массы в рабочей области перед буровой коронкой. Воздух в рабочей зоне, где создается дифференциальное давление, проникает в трещиноватость, пористость, вытесняя воду. Предварительно высушенная и пробуренная порода моментально поступает от буровой коронки по внутренним трубам вначале к дефлектору, а затем по пробоотборным плангам к циклону и потом к делителю, где непосредственно производится сбор в пробоотборные мешки (рис. 4). В данной схеме отбора проб нет перекрестного загрязнения от внешней отбуренной среды. Использование качественного оборудования, инструмента и квалифицированных машинистов дает такие результаты по отбору проб, которые конкурируют с точностью колонкового метода.

При РС-бурении образцы могут оставаться сухими даже на несколько сотен метров ниже уровня грунтовых вод. Сухие образцы предпочтительнее, так как они более точно расщепляются для последующего анализа. Начальная стадия подготовки пробы для химического анализа при колонко-

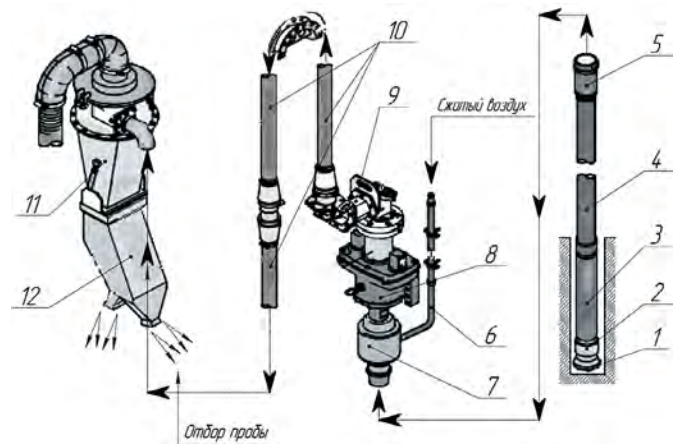


Рис. 4 Схема отбора проб: 1 – буровая коронка; 2 – компенсационный корпус (юбка); 3 – РС пневмоударник; 4 – буровая штанга; 5 – верхний адаптер; 6 – подвод сжатого воздуха; 7 – вертлюг; 8 – вращатель; 9 – дефлекторы; 10 – шланг; 11 – циклон; 12 – делитель

вом бурении начинается с измельчения образца (керна) на куски размером приблизительно 10–20 мм. При РС-бурении данная процедура не требуется, что значительно ускоряет процесс получения данных по содержанию полезных ископаемых.

Скорость бурения с обратной циркуляцией соизмерима со скоростью бурения пневмоударниками на высокое давление сжатого воздуха, применяемого в основном для взрывных и технологических скважин, а на больших глубинах может и превосходить ее. Производительность пробуренных метров в день составляет от 150 до 300 м, что во много раз превышает колонковое бурение.

Бурение методом обратной циркуляции применяется не только на открытых месторождениях (карьерах), но и в шахтных условиях. Одной из целей использования РС-бурения является обеспечение оперативной информацией по содержанию полезных ископаемых на том или ином объекте. Высокая производительность бурения позволяет оперативно собирать образцы и отправлять их на оценку, что в свою очередь дает четкое представление по распределению границ рудных тел с пустой породой. Сокращение времени на обработку и правильное распределение фронта работ способствуют снижению общих затрат. На данный момент РС-бурение является наиболее производительным и экономичным методом извлечения образцов горной породы.

До недавнего времени буровой инструмент для РС-бурения был представлен только зарубежными компаниями. Накопленный в производстве горного оборудования с проведением опытно-экспериментальных работ опыт позволил российской компании АО «Машиностроительный Холдинг», г. Екатеринбург (АО «МХ»), запустить в производство целый ряд бурового инструмента для РС-бурения, с которым можно ознакомиться на сайте компании (<http://www.mash-hold.ru>).

Специалисты АО «МХ» имеют большой опыт в изготовлении бурового инструмента на высокое давление сжатого воздуха для взрывных и технологических скважин. Накопленный опыт был применен в производстве пневмоударников, буровых коронок, буровых штанг и адаптеров для РС-бурения. Самыми распространенными типоразмерами являются 4-х и 5-дюймовые РС пневмоударники и буровые коронки к ним, поскольку они соответствуют тре-



Рис. 5 Пневмоударник DMM4-MR116 MX 872 производства АО «Машиностроительный холдинг»

бованиям к размеру образца и обладают достаточно большой мощностью для пробуривания глубоких пластов.

На рис. 5 представлен пневмоударник DMM4-MR116 MX 872.00 производства АО «МХ», который зарекомендовал себя как высокопроизводительный инструмент для бурения, в том числе глубоких (300...500 м) и сильно обводненных скважин.

Пневмоударник и все компоненты бурового става имеют внутренние трубки (рис. 6), по которым пробуренная порода на высокой скорости доставляется на поверхность. Скорость подъема пробуренной породы достигает 200...250 м/с. В результате высокой скорости потока внутренние трубки подвергаются сильному абразивному износу. Степень износа зависит от характеристик пород, объема воздуха и давления компрессорной установки.



Рис. 6 Конструкция внутренней трубки



Рис. 7 Конструкция RC пневмоударника

В конструкцию RC пневмоударника (рис. 7) входит более 16 деталей, к которым предъявляются повышенные требования по прочности и износостойкости. В принципиальной схеме бурения с обратной циркуляцией две детали подвержены наиболее интенсивному износу – это внутренняя

трубка и поводковый колокол, которые являются расходными материалами. Специалисты АО «МХ» изготавливают данную продукцию из высоколегированных марок сталей с хорошей износостойкостью и подвергают их дополнительным поверхностным упрочнениям для более значительного ресурса. Стабильное высокое качество изделий, производимых АО «МХ», также обеспечивается за счет применения современного оборудования и высококвалифицированных специалистов.

Буровые коронки для RC пневмоударников имеют конструктивные отличия от коронок для обычных пневмоударников на высокое давление сжатого воздуха:

- первое – на внешних поверхностях корпуса коронки имеются глубокие продувочные пазы (рис. 8), предназначенные для подачи воздуха в рабочую зону;
- второе – диаметрально увеличенные отверстия (рис. 8), предназначенные для беспрепятственного забора пробуренной породы.

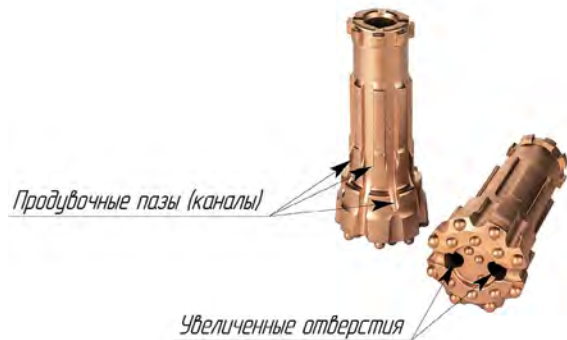


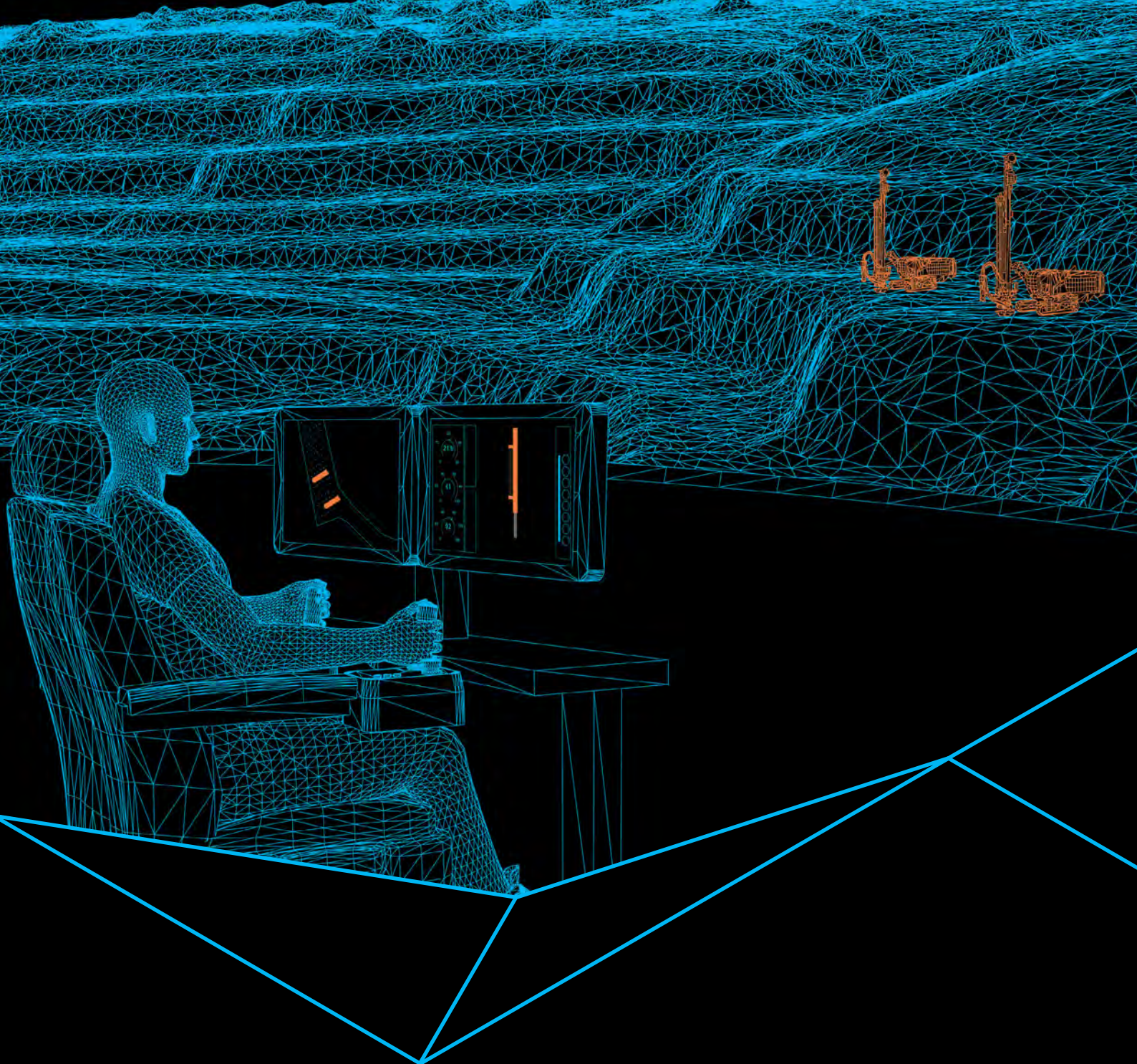
Рис. 8 Буровые коронки для RC-бурения

Во многих странах RC-бурение является признанным методом при геологоразведочных работах. Это быстрый и эффективный способ для получения точных образцов горных пород. АО «МХ» изготавливает широкий ассортимент бурового инструмента для RC-бурения, а также учитывает пожелания заказчиков по конструктивным особенностям для их горно-геологических условий. Буровой инструмент для RC-бурения производства АО «МХ» применяется на многих горнодобывающих предприятиях, в подрядных организациях и геологоразведочных экспедициях как в России, так и за рубежом. Специалисты АО «МХ» индивидуально подходят к каждому клиенту, предлагая оптимальные условия по сервисному и гарантийному обслуживанию, а также заключение пометрового контракта, при котором клиент платит только за фактически отработанный буровой инструмент. Также специалисты АО «МХ» располагают возможностью организации консигнационных складов на территории заказчика, при такой схеме сотрудничества у клиента отсутствуют складские запасы, а буровой инструмент всегда есть в наличии.



620024, Россия, Свердловская обл., г. Екатеринбург, ул. Симская, 1
E-mail: info@mash-hold.ru
www.mash-hold.ru





АВТОМАТИЗИРУЙТЕ ПРОЦЕСС, ЧТОБЫ РАСКРЫТЬ ВСЕ ПОТЕНЦИАЛ ОБОРУДОВАНИЯ

Система автоматизации AutoMine® Surface Drilling позволяет управлять одним или несколькими буровыми станками Sandvik для открытых горных работ дистанционно, находясь в комфортных и безопасных условиях.

Автономное бурение способствует повышению производительности и обеспечивает точную и эффективную работу, сводя к минимуму человеческий фактор.



[ROCKTECHNOLOGY.SANDVIK/RU](https://rocktechnology.sandvik.ru)



Вадим Дей: «Я был одним из первых проводников Sandvik в мир горного дела»



В.Г. Дей,
директор департамента
горного инструмента по СНГ
Sandvik Mining and Rock Technology

Вадим Геннадьевич, расскажите, как вы пришли в профессию?

– Я вырос в Лениногорске. Это небольшой горняцкий городок в Восточном Казахстане. Мой отец был горным инженером. Разумеется, с ранних лет я невольно погрузился в мир горного дела, а такие слова, как клеть, шпур или забой, стали для меня обыденными. Мне хорошо запомнилось, как я впервые увидел массовый взрыв. Это было на одном из рудников в Риддере. До сих пор ясно помню, как задрожала земля, поднялось облако дыма, а через несколько секунд до меня добежала ударная волна. По окончании школы вопрос о дальнейшем обучении не стоял – я приехал в Москву и поступил в МГГУ, который тогда ещё именовался Московским горным институтом. За всю историю учебного заведения меня можно было считать одним из лучших студентов – я учился на одни пятёрки.

Мы привыкли к тому, что в современном интернациональном мире нам доступны продукция и техника любых брендов. Достаточно просто выйти в интернет, найти контакты нужного импортёра или дистрибьютора и получить нужный продукт. Однако мало кто задумывался о том, что многие компании, особенно те, что давно представлены у нас, преодолели сложный путь освоения рынка, а у истоков всегда стояли устремлённые люди, преданные своему делу. Одним из таких «проводников» горной техники Sandvik в России стал Вадим Дей, ныне директор департамента горного инструмента по СНГ Sandvik Mining and Rock Technology.

Вы сразу начали работать по профессии?

– Моя специальность – горный инженер, но в силу разных причин мне пришлось поработать и механиком, и энергетиком, и даже руководителем предприятий. Об этом я ни сколько не жалею, поскольку считаю, что столь разносторонняя подготовка помогла мне в дальнейшем продвижении по карьерной лестнице. В 1995 году случайно в газете я увидел объявление о том, что небольшое представительство Sandvik, которое тогда насчитывало не более тридцати человек, ищет сотрудника с опытом работы в горной отрасли и бурении. На тот момент основным профилем шведской компании было изготовление сплавов, а развитие горного направления только начиналось. Фактически я стал свидетелем того, как Sandvik сделала свои первые шаги на пути к формированию того бренда, который сейчас у многих горных предприятий ассоциируется с надёжным и производительным горным оборудованием.

Что послужило началом этой трансформации?

– В 1998 году я находился в командировке на заводе в городе Тампере, Финляндия. Отчётливо помню, как тогда на одном из обеденных перерывов по громкоговорителю нам сообщили знаковую новость о приобретении 90% акций компании Tamrock. Это был один из ключевых стратегических этапов реструктуризации, который был положительно





воспринят всеми сотрудниками. С тех пор Sandvik приобрела одного за другим производителей техники и компонентов, чтобы предложить заказчикам комплексное решение под единым брендом. Постепенно открывались новые офисы в России, Казахстане и Украине, и настало время всерьёз задуматься о расширении штата. Мы нуждались в квалифицированных специалистах, которые бы осуществляли продажу оборудования и бурового инструмента, а также оказывали сервисную поддержку.

Вы помните свой первый значимый контракт?

– Да, это была поставка шарошечных долот для «Ковдорского ГОКа» на 10 000 долларов. По нынешним меркам этот контракт не кажется столь внушительным, но тогда это были серьёзные деньги, и мне приятно было осознавать, что я не зря получаю свою зарплату, помогая компании закрепиться на новом рынке. В честь моего первого профессионального успеха мне подарили роскошный кожаный саквояж, с которым я затем лет пятнадцать ещё проездил по миру. Надо отдать должное руководству Sandvik, которое поощряло даже сравнительно небольшой вклад сотрудников в общее дело.

Получается, вы единолично тогда развивали направление продаж бурового инструмента на территории СНГ?

– Поначалу я неплохо справлялся один, но со временем стало очевидно, что нам необходимо не только расширять представительство в Москве, но и набирать сотрудников в непосредственной близости к предприятиям заказчиков. Причём я всегда выступал за полное погружение в производственные процессы горных предприятий. На мой взгляд, функции отдела продаж любого производителя специализированной техники должны выходить за рамки подбора нужного артикула, выдачи рекомендаций и оформления договоров. Наша задача – предложить готовое решение, наилучшим образом отвечающее горно-геологическим условиям месторождения, а это невозможно сделать без хорошей теоретической подготовки и глубинного изучения особенностей горных пород, с которыми работает заказчик. Сейчас я окружён первоклассными специалистами, которые прошли строгий отбор, любят свою профессию и делятся накопленным опытом с сотрудниками горных предприятий, гарантируя превосходные результаты в бурении любой сложности.

Что, на ваш взгляд, стало определяющим фактором в успешном освоении компанией Sandvik горной отрасли?

– Я бы выделил сразу несколько факторов: выдающиеся стратегические навыки руководства, внимание к кадровому

вопросу, грамотное планирование и, конечно же, некоторая доля удачи, которая, впрочем, чаще всего является следствием наработанного опыта. Решение о покупке Tamgock стало тем самым «удачным» шагом, которое принесло взаимную выгоду – у приобретённой компании была отличная продуктовая линейка и специфические отраслевые знания, а Sandvik располагала высокотехнологичной производственной базой, позволившей масштабировать бизнес и вывести качество продукции на новый уровень.

Как вы видите себе будущее бурового инструмента?

– Мечта любого горняка – это использовать в бурении инструмент, который не потребует заточки на протяжении всего срока эксплуатации. Безусловно, это неосуществимо, тем более что мы и сами рекомендуем производить своевременную заточку буровых коронок для продления их службы. Тем не менее Sandvik движется в сторону создания такого инструмента, делая упор на качество и инновационный дизайн профиля коронки. Все усилия инженеров сводятся к постоянному снижению стоимости пробуренного метра. На первый взгляд может показаться, что буровой инструмент дорожает, но если принять во внимание повышение его долговечности, то экономия становится очевидна. Мало того, что само по себе качество изготовления непрерывно растёт, предприятие тратит гораздо меньше времени на его замену и обслуживание, а оборудование простаивает реже. Здесь очень кстати пришёлся огромный опыт компании в производстве сплавов и налаженный контроль на всех этапах производства, начиная с самого первого и важного – выбора подходящей стали.

Вы когда-нибудь задумывались о смене профессии?

– Я очень рад, что связал свою жизнь с горным делом, и не думал его предавать. Мне нравится работать с горной породой, которая ведёт себя непредсказуемо и подталкивает к поиску новых, творческих решений. Одна и та же порода со схожими характеристиками может вести себя по-разному, и бурение скважины, которое планировали завершить за несколько часов, может затянуться на две-три смены. В этот момент открывается большой простор для творчества, которое, на первый взгляд, не вяжется с точным математическим расчётом и сухим анализом данных. Будучи руководителем направления, я часто вспоминаю юные годы и немного завидую молодым специалистам, которые трудятся на рудниках, решают насущные задачи в полевых условиях и радуются ежедневным победам. Тем не менее, я с благодарностью принимаю возложенную на меня ответственность и испытываю гордость за свой вклад в становление компании на рынке СНГ. Двадцать пять лет работы в Sandvik не прошли зря.

ГИДРОСТАТИЧЕСКОЕ ДВИЖЕНИЕ SHANTUI В РОССИИ

Бульдозеры Shantui разрабатываются и производятся концерном Shantui Construction Machinery Co., Ltd (КНР) с 1980 г. Благодаря использованию технологий ведущих мировых производителей инженерам Shantui удалось создать продукт с отличным соотношением цены и качества. Бульдозеры Shantui являются многофункциональными, надёжными, ремонтпригодными и простыми в эксплуатации машинами, которые обладают высокой манёвренностью и производительностью. Бренд Shantui положительно зарекомендовал себя на мировом и российском рынке.



В.В. Вяхирев, Заместитель генерального директора ООО «СтройИмпортТехника»

Компания ООО «СтройИмпортТехника», являясь эксклюзивным дистрибьютором Shantui Construction Machinery Co., Ltd на территории Российской Федерации, предлагает российским потребителям всю линейку гидромеханических и гидростатических бульдозеров Shantui.

Гидромеханические бульдозеры SHANTUI серии SD

Известные и популярные модели: SD16, SD22, SD26 и SD32 доступны в комплектациях и конфигурациях, удовлетворяющих различным условиям эксплуатации.

Классическая конструкция прошла испытание временем.

- Гидромеханическая трансмиссия позволяет эффективно использовать мощность двигателя
- Централизованный контроль над системами давления облегчает тестирование машины и диагностику неисправностей
- Надёжная гидравлическая система обеспечивает отличные рабочие характеристики в сочетании с легкой управляемостью
- Шестигранная кабина увеличивает зону видимости
- Эргономично расположенные системы управления двигателем, ходом и педаль тормоза позволяют оператору легко и удобно управлять бульдозером
- Системы управления передачей и ходом объединены в один рычаг
- Возможность установки бабмаков гусеницы различной ширины для различных типов поверхностей позволяет добиться оптимальных тяговых характеристик на различных грунтах
- Различные модификации отвалов и навесного оборудования позволяют подобрать оптимальную комплектацию для любых условий эксплуатации

В начале 2020 г. Shantui прекратил производство SD08 и SD23. Взамен российскому потребителю стали доступны: гидростатическая модель DH08B2 (Tier-2) и гидромеханическая модель SD26 (Tier-3). Мощность силовой установки SD26 более 250 л.с.

Гидростатические бульдозеры SHANTUI серии DH

Специалисты концерна Shantui Construction Machinery Co., Ltd при создании бульдозеров учитывают все инновационные разработки в индустрии.

Доступны модели DH08, DH10, DH13, DH16, DH17, DH24 и DH26 в комплектациях и конфигурациях, удовлетворяющих различным условиям эксплуатации, с силовыми агрегатами, соответствующими требованиям экологических стандартов EPA Tier-2, Tier-3 и Tier-4F.

Гидростатическая трансмиссия – это гидравлический привод с закрытым (замкнутым) контуром, в состав которого входят один или несколько гидронасосов и гидромоторов. Предназначена для передачи механической энергии вращения от вала двигателя к исполнительному органу бульдозера посредством бесступенчатого регулируемого по величине и направлению потока рабочей жидкости.

Применение гидростатического привода позволило упростить силовую передачу, реализовать модульный прин-



тип компоновки, отказаться от таких традиционных трансмиссионных узлов, как гидротрансформатор, коробка передач, главная передача, механизмы поворота и тормоза.

В зависимости от внешних нагрузок, возникающих на рабочих органах, гидростатический привод бульдозера с электронной системой управления в автоматическом режиме регулирует тяговые усилия и рабочие скорости бульдозера. Электронный ограничитель нагрузки позволяет автоматически снижать скорость передвижения бульдозера для достижения полной реализации усилия на рабочих органах при постоянной максимальной силе тяги. Благодаря гидростатическому приводу тяговое усилие бульдозера не зависит от частоты вращения двигателя. Также благодаря гидростатическому приводу возможен плавный бесступенчатый поворот машины без разрыва потока мощности, подводимого к обеим гусеницам. Это позволяет разрабатывать и перемещать грунты и породы на криволинейных участках рабочей площадки и прокладываемой трассы. Такой тип трансмиссии обеспечивает разворот бульдозера на месте за счет того, что его гусеницы могут вращаться в противоположные стороны. Это существенно повышает маневренность бульдозера при работе в стесненных условиях. Управление рабочим оборудованием бульдозера, изменение направления движения и управление ходом осуществляются джойстиком. Отсутствие рычагов включения фрикционов и рычага переключения передач значительно снижает утомляемость оператора и повышает точность и безопасность выполнения работ. Педаль тормоза помимо основной функции торможения также выполняет функцию уменьшения оборотов вращения коленчатого вала двигателя.

ООО «СтройИмпортТехника» совместно с концерном Shantui Construction Machinery Co., Ltd осенью 2020 г. запустила демо-программу, направленную на популяризацию гидростатической серии DH в России.

Бульдозер DH17B2 XL оборудован двигателем Weichai WD10 G190E214, соответствующим уровню выброса токсичных веществ в отработанных газах Tier-2, мощностью 188 л.с. (140 кВт). Машина оснащена гидростатическим приводом LINDE с электрическим управлением. Система безопасности ROPS/FOPS интегрирована в кабину оператора. Климатическая установка для комфортной работы оператора. Модель обладает полусферическим отвалом ёмкостью 4,7 м³, рыхлителем три зуба и шириной башмака 510 мм. Эксплуатационная масса 17 500 кг. Бульдозер способен развивать скорость до 10 км/ч.

Отзывы наших клиентов о DH26C2 XL:

«Насосы и моторы хода оригинальные LINDE. В кабине просторно, обзор отличный. До этого работал на старых бульдозерах. Отличия, как говорится, налицо. Нет рычагов торможения бортовых. Есть один джойстик, который отвечает и за скорость, и за повороты. Приборная панель легко читаемая, все показатели как на ладони, если какая неисправность, он дополнительно сигнализирует. Что по ходовой части? Плавное переключение скорости, плавный разворот на месте. Это немаловажные детали, они дополнительно позволяют топливо сэкономить. Топливная аппаратура Tier-3 работает исправно и проблем не доставляет. Нагрузка распределяется грамотно, машина не проседает даже на рыхлых участках. В тёмное время суток за счёт мощных фар хорошая видимость и никакого дискомфорта при работе».



Бульдозер DH26C2 XL оборудован двигателем Weichai WD12 G290E304, соответствующим уровню выброса токсичных веществ в отработанных газах Tier-3, мощностью 261 л.с. (195 кВт). Машина оснащена гидростатическим приводом LINDE с электрическим управлением. Стандартная кабина с климатической установкой для комфортной работы оператора. Модель обладает полусферическим отвалом ёмкостью 6,5 м³, рыхлителем три зуба и шириной башмака 560 мм. Бульдозер способен развивать скорость до 11 км/ч.

Отзывы наших клиентов о DH17B2 XL:

«Для работы в лесу это то, что нужно. Небольшие габариты (для своего класса) существенно упрощают транспортировку. Для этого мы берем свой самый крупный платформенный лесовоз на базе КАМАЗА. Довез до нужного участка, сгрузил – и наслаждайся. Гидростатика на бульдозере реально ощущается. Даже при повышенном режиме нагрузки машина движется максимально плавно. Грамотное распределение нагрузки существенно экономит ресурс двигателя. Электронная система управления сильно развязывает руки оператора. Удобный джойстик сводит его работу к минимуму. Задан нужный скоростной диапазон, выставил мощность, и вперед. Преимущества гидростатики для маневренности трудно не оценить. Раздельное движение гусениц реально обеспечивает разворот на месте. Это особенно важно при работе в плотном лесном массиве. По части обслуживания пока все хорошо. Вовремя меняем масло и пока проблем не возникало. Все функции, для которых бульдозер брали, выполняет отлично. А если он хорош в горном деле и лесозаготовке, то на дорожных работах и подавно».





Все модели оснащены точками доступа для обслуживания с уровня земли.

Для DH26C2 XL система безопасности ROPS/FOPS является дополнительной опцией и доступна для заказа.

Бульдозеры DH17B2 XL и DH26C2 XL эксплуатируются на предприятиях по ремонту и строительству автомобильных дорог и на предприятиях лесной промышленности в Центральном федеральном, Западно-Сибирском и Уральском федеральных округах.

И несмотря на положительный опыт эксплуатации бульдозеров DH17B2 XL и DH26C2 XL гидравлическая трансмиссия не лишена недостатков. Высокая точность, необходимая при производстве гидроаппаратуры, отражается на её стоимости. Гидростатическая трансмиссия требовательна к качеству и чистоте рабочей жидкости, а диагностику неисправности и ремонт должен выполнять квалифицированный специалист.

Гидростатика не прощает ошибок и халатности. Но при должном техническом уходе (выбор типа масел в соответствии с температурой окружающей среды и своевременная их замена) гидронасосы и гидромоторы практически не подвержены износу. Недостатком является наличие сложных электронных блоков для обеспечения прямолинейного движения. Требуется специальных решений для обеспечения запуска в работу при низких температурах. Для гидростати-

ческого привода характерна проблема значительного теплообразования. Для отвода тепла используются отдельные теплообменники, установленные рядом с радиатором системы охлаждения двигателя.

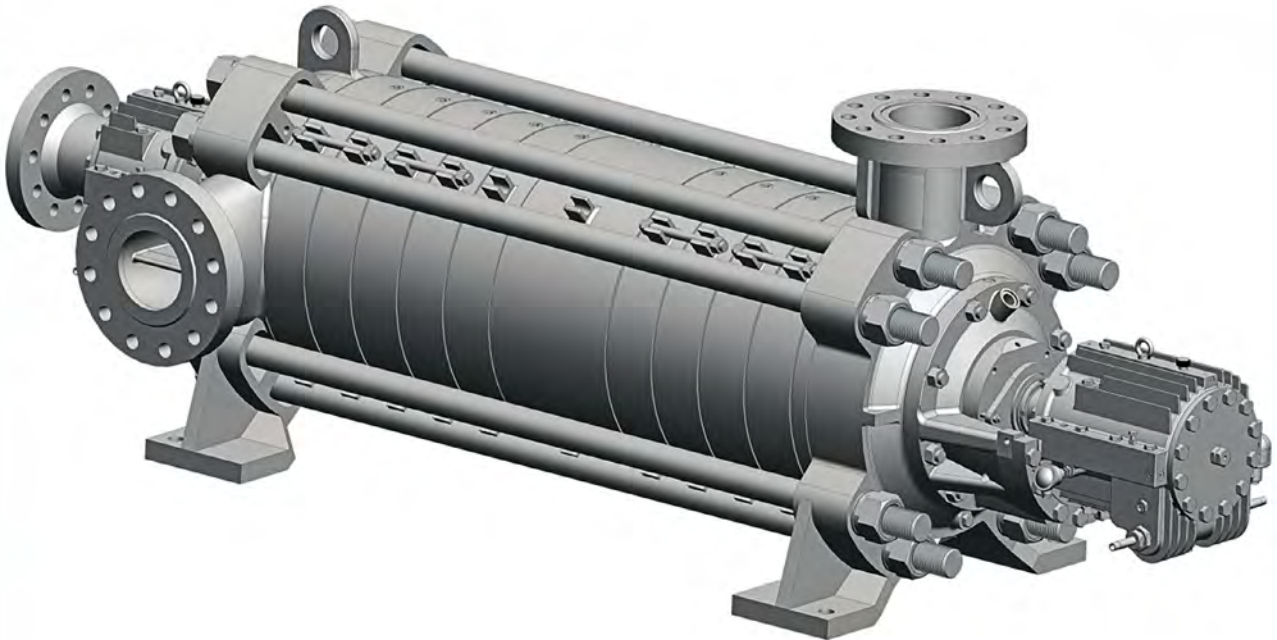
Однако такая система привода требует и более высокой культуры обслуживания со стороны технического персонала, что зачастую является ощутимой преградой при внедрении подобных систем.

Компания ООО «СтройИмпортТехника», эксклюзивный дистрибьютор Shantui Construction Machinery Co., Ltd на территории Российской Федерации, обеспечивает бульдозеры Shantui запасными частями, расходными материалами и сервисным обслуживанием по доступным ценам во время всего срока эксплуатации.

СИТ СТРОЙИМПОРТТЕХНИКА

125315, г. Москва,
2-ой Амбулаторный проезд, 10
+7 (495) 662-64-61
www.shantui-sit.ru

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ СЕКЦИОННОГО НАСОСА GP-200/11x500-m



О.И. Бражник, заместитель начальника управления оборудования для горно-металлургического комплекса АО «ГИДРОМАШСЕРВИС» (Группа ГМС)

А.А. Руденко, начальник бюро насосов по стандартам API, ООО «УК «Группа ГМС»

Разработка месторождений полезных ископаемых открытым и подземным способом в подавляющем большинстве случаев сопровождается поступлением воды в горные выработки из подземных водоносных горизонтов, а также путём инфильтрации поверхностных вод и осадков. Поступающие воды ухудшают условия и безопасность работы как людей, так и машин, и отрицательно влияют на физические свойства окружающих горных пород. Таким образом, мероприятия по осушению горных массивов являются основополагающими при освоении месторождений полезных ископаемых.

В технико-экономической оценке работы подземных рудников и шахт, после введения их в эксплуатацию и выхода на проектную мощность, на первый план выходят энергоэффективность стационарных водоотливных установок, длительность межремонтных циклов и затраты, связанные с техническим обслуживанием и ремонтом насосного оборудования [1].

Опытно-промышленные испытания включали следующие задачи:

- разработка насоса с условием полной адаптации к существующей трубопроводной системе и фундаментам камеры главной водоотливной установки (КГВУ);
- снижение количества воздействий персонала в процессе эксплуатации насоса;
- обеспечение возможности проведения текущих ремонтов в условиях подземного рудника без транспортировки насоса на поверхность;

Результаты опытно-промышленных испытаний секционного насоса GP-200/11x500-m

О.И. Бражник, А.А. Руденко

Аннотация: В статье рассматриваются и анализируются вопросы, включающие оптимизацию насосного оборудования для эффективного откачивания водопритоков минерализованных вод в условиях подземного рудника. Изложены подходы к модернизации конструктива насосного оборудования и показан экономический эффект от внедрения по результатам опытно-промышленных испытаний.

Ключевые слова: *опытно-промышленные испытания, насос, подземный рудник, минерализованные воды, экономический эффект, модернизация*

Pilot test results of GP-200/11x500-m stage chamber pump

O.I. Brazhnik, A.A. Rudenko

Abstract: The article reviews and analyses issues that include optimisation of pumping equipment for efficient drainage of saline water in conditions of underground mines. It describes approaches to design improvement of pumping equipment and shows the economic effect of its implementation based on the results of pilot tests.

Keywords: *pilot tests, pump, underground mine, saline water, economic effect, design improvements*

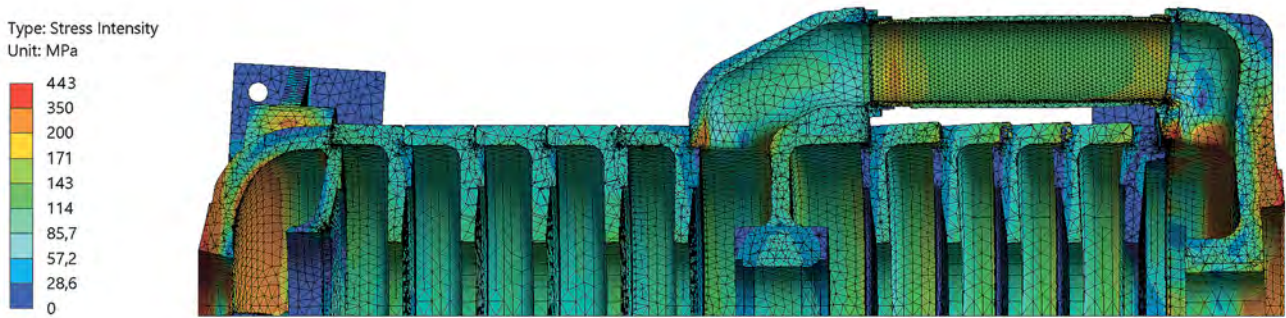


Рис. 1 Прочностные расчеты корпусных деталей и разъемных соединений



Рис. 2 Расчет прогиба ротора



Рис. 3 Расчет динамики собственных частот ротора

– обеспечение максимального объёма откачивания поступающих водопритоков, особенно в паводковые периоды.

Для решения поставленных задач были задействованы компетенции АО «ГМС Ливгидромаш» в области разработки насосов для нефтяной промышленности, а именно: применение насосов с оппозитным («спина-к-спине») расположением рабочих колес. Насосы данной конструкции успешно эксплуатируются в установках повышения пластового давления (ППД) для перекачивания среды, сопоставимой по химическому составу с коррозионно-агрессивными высокоминерализованными хлоридно-кальциевыми рассолами Среднекембрийского водоносного комплекса.

Такой тип оборудования (секционные многоступенчатые насосы с расположением рабочих колес по схеме «спина-к-спине») позволяет разгрузить ротор насоса от осевых усилий, что дает возможность исключить из конструкции насоса гидравлическую пятю, а возникающую остаточную силу компенсировать разгрузочным барабаном. Показатели работоспособности барабана существенно выше, чем у разгрузочной пяты, что неоднократно подтверждалось опытом эксплуатации питательных насосов в котлоагрегатах ТЭЦ.

Насос с оппозитным расположением рабочих колес в своем классическом виде имеет 3 крышки: 2 торцевые и 1 промежуточную, каждая из которых включает 2 опорные поверхности. Напорный патрубок при этом расположен в промежуточной крышке. По этим причинам классический вариант конструкции насоса не может удовлетворять условиям его полной привязки к существующей трубопроводной системе КГВУ.

С целью обеспечения требования по адаптации насоса к существующим трубопроводам напорный патрубок перенесен с промежуточной крышки на торцевую, для чего в конструкцию насоса была введена дополнительная переводная труба. Перенос напорного патрубка на торцевую крышку позволил также снизить нагрузку на центральную секцию насоса, что, в свою очередь, позволило исключить из конструкции две средние опоры корпуса. Тем самым было выполнено условие по привязке оборудования к существующим фундаментам и трубопроводам [3].

При проектировании насоса, в соответствии с последними требованиями в области машиностроения и программными возможностями Головного научно-технического центра АО «ГМС Ливгидромаш», был проведен комплекс расчетов, вклю-



Рис. 4 Насос на месте эксплуатации

чающий прочностные расчеты корпусных деталей и разъемных соединений (рис. 1), расчеты динамики собственных частот ротора и расчеты остаточных осевых сил при разных значениях зазоров в щелях для выбора оптимального диаметра разгрузочного барабана (рис. 2 и рис. 3) [2].

Для облегчения операций по сборке и разборке насоса при последующих капитальных ремонтах была предусмотрена ступенчатая посадка рабочих колес на вал, а для снижения трудозатрат и времени на восстановление щелевых уплотнений на рабочих колесах установлены сменные бандажные кольца.

Натурные испытания на стенде завода АО «ГМС Ливгидромаш» подтвердили требуемые параметры насоса.

Промышленные испытания длительностью 10 месяцев в условиях подземного рудника «Удачный» им. Б.Ф. Андреева показали, что эксплуатация насоса неразрывно связана с его частыми пусками и остановами, негативно сказывающимися на сроке службы упорного подшипника, а наличие в перекачиваемой жидкости механических примесей высокой твердости вызывает интенсивный износ щелевых уплотнений рабочих колес, а также способствует увеличению зазоров между группами ступеней и разгрузочными втулками. При этом по окончании испытаний снижение производительности насоса не превысило 15% от паспортных параметров (рис. 4).

Плановая ревизия насоса по истечении 10 месяцев промышленных испытаний показала, что увеличение зазоров произошло в основном за счет износа роторных элементов – сменных бандажных колец и роторных втулок. Незначительные размыты входных участков лопаток направляющих аппаратов, вызванные наличием в перекачиваемой жидкости механических примесей высокой твердости, не будут приводить к снижению параметров насоса при дальнейшей эксплуатации. Подача затворной жидкости минимизировала износ концевых уплотнений вала. Опорные подшипники скольжения практически не подверглись износу. В ходе ревизии была выполнена замена бандажных колец рабочих колес, роторных и статорных втулок, а также уплотнений между группами ступеней. При послеревизи-

онном пуске насос обеспечил паспортные параметры по производительности и напору.

Для оценки экономической значимости от внедрения насоса данного типа применялась традиционная методика расчета, основанная на сопоставлении количества израсходованных запасных частей за 10 месяцев работы нового и ранее используемого оборудования, помноженного на их стоимость с учетом коэффициента инфляции, принятого Минфином РФ.

Используя наработанную статистику по капитальным ремонтам ранее эксплуатируемого оборудования и экспертную оценку количества капитальных ремонтов нового оборудования при горизонте планирования 5 лет, экономический эффект от внедрения новой техники можно оценить в сумму 35–37 млн руб.

Авторы выражают глубокую благодарность коллективу аппарата управления Удачинского ГОКа и коллективу ПР «Удачный» им. Б.Ф. Андреева за оказанную помощь и содействие в проведении опытно-промышленных испытаний.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ:

1. Гришко А.П. Стационарные машины. Том 2. Рудничные водоотливные, вентиляционные и пневматические установки. – М.: Горная книга, 2007. – 239 с. ISBN 978-5-98672-049-4.
2. Руденко А.А., Твердохлеб И.Б. Проектирование насоса с оппозитным расположением рабочих колес для шахтного водоотлива. ECOMP-RUS'2019. Энергоэффективность и инновации в насосостроении: доклад Межд. науч.-техн. конф. (Москва, 24 окт. 2019 г.) / Москва, МВЦ «Крокус-Экспо». – М.: Типография ООО «Цифра 101», 2019. – 82 с. ISBN 978-5-9903138-9-7.
3. Горизонтальный многоступенчатый центробежный насос. Патент на полезную модель № 199763 – Зарегистрирован в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации 20 декабря 2018 г. Авторы: Руденко А.А. (RU), Твердохлеб И.Б. (RU), Соколов Р.Р. (RU).



**Управление оборудования
для горно-металлургического комплекса
АО «ГИДРОМАШСЕРВИС» (Группа ГМС)**
телефон: +7 (495) 664-81-71 (3022)
факс: +7 (495) 664-81-72
E-mail: brazhnik@hms.ru



Роботизированная и дистанционно управляемая подземная техника: внедрение, эксплуатация, перспективы

Подземные разработки представляют собой идеальную среду для внедрения дистанционно управляемой и роботизированной техники – здесь отсутствуют социальные и юридические факторы, сдерживающие научно-технический прогресс, на поверхности среда изолирована и почти полностью контролируема, неопределенность привносится только геологическими условиями.

Для обсуждения возможностей и ограничений для внедрения, а также перспектив дистанционно управляемой и роботизированной подземной техники, редакции журнала «Горная промышленность» и сайта mining-media.ru пригласили в нашу виртуальную студию специалистов ведущих компаний в этой области.*



Дмитрий Минаев,
директор департамента по автоматизации компании «Сандвик Майнинг энд Констракшн СНГ»



Дмитрий Жуков,
исполнительный директор GHH Group в России



Владимир Сысоев,
ведущий менеджер в области автоматизации компании Epiroc



Павел Растопшин,
управляющий директор группы компаний «Цифра», генеральный директор «ВИСТ»

1 *Расскажите о вашей роботизированной и дистанционно управляемой технике, какие задачи решаете с ее помощью и какие технологии вы используете для управления ею в шахте.*

Дмитрий Минаев, Sandvik: Сегодня в мире около 60 предприятий эксплуатируют автономное оборудование, а общее количество автоматизированных машин Sandvik в мире недавно перешло отметку в 500 единиц. Наше автономное оборудование может работать как полностью автономно, так и дистанционно управляться с поверхности по сетям передачи данных.

Автономное оборудование решает различные задачи, но все они направлены на достижение трех основных целей: сокращение себестоимости добычи руды, повышение производительности и безопасности горных работ. Недавно общая наработка автономной техники Sandvik в мире с нулевым показателем травматизма перешагнула отметку в 3 млн. часов. Однако, для всех предприятий существует и экономический эффект от автономной техники, связанный с ростом производительности и сокращением затрат. В настоящее время одно из предприятий Канады держит рекорд по сроку окупаемости системы AutoMine – 54 дня, достигнутый за счет роста производительности.

* Журнальная версия. Полностью материал представлен на сайте mining-media.ru



Дмитрий Жуков, GHN: Компания GHN Group и наши коллеги из Nerospec SK разрабатывают решения как для полной автоматизации техники, так и для дистанционного управления. Так, с помощью пульта радиуправления T-RX100J от GHN Group оператор может с безопасного расстояния управлять погрузочно-доставочными машинами, подземными самосвалами или буровыми установками. Возможна эксплуатация этого решения не только с машинами GHN Group, но и с техникой других производителей.

Решения по автоматизации от Nerospec SK также можно использовать с горным оборудованием любого типа. Эти технологии включают зондирование окружающей среды и соответствующие ей алгоритмы автоматизации. Предусмотрена возможность частичной или полной автоматизации цикла.

С помощью этих технологий можно решать задачи по выстраиванию маршрутов движения техники, автономному вождению и навигации, а также автоматической погрузки и выгрузки материала. Для передачи команд используют специализированные подземные WiFi-антенны (neroPOINT), которые могут обеспечивать связь в радиусе до 800 м. Для распознавания местоположения и маркировки используют радиочастотные идентификационные метки (neroPIN, neroDUST), которые закрепляют на стенах и регистрируют на карте шахты.

Машина анализирует окружающую среду с помощью видео, радара, лидара и датчиков Bluetooth. Данные обрабатывает специализированный блок дистанционного контроля горного оборудования (cyberHUB) с 3 интегрированными контроллерными системами.

Владимир Сысоев, Epiroc: У нас принята обширная программа роботизации подземной техники с целью вывода человека из опасных условий, снижения нагрузки на операторов путем исключения ряда циклических монотонных процессов, а также увеличение производительности труда путем управления несколькими единицами оборудования. Для подземной добычи характерен крайне низкий коэффициент использования оборудования, связанный со сложностью горных работ. Роботизация позволяет эксплуатировать машины во время межсменных и внутрисменных интервалов, во время проветривания и т.д. В отдельных случаях, увеличение коэффициента использования оборудования может достигать 20-25%.

Технологии автоматизации можно условно разделить на две группы. Первая объединяет распространенные технологии, адаптированные под нужды подземной добычи – технологии связи (WiFi, LTE, 5G), промышленные протоколы передачи данных, лидары, лазеры, сканеры, камеры, программируемые логические контроллеры и т.д. Вторая группа – технологии исключительно для подземных разработок. Как правило, сюда попадает программное обеспечение, которое может включать не только детерминированные алгоритмы, но и самообучающиеся, или алгоритмы с элементами искусственного интеллекта.

Павел Растопшин, ГК «Цифра»: Два наших основных продукта – это роботизированные карьерные самосвалы и роботизированные буровые станки для открытых горных работ. С помощью роботизированных карьерных самосвалов, то есть без водителя в кабине, мы обеспечиваем высокоэффективное перемещение горной массы между пунктами погрузки и разгрузки, а роботизированные буровые станки обеспечивают бурение скважин без машиниста в кабине станка.

2 В каких случаях лучше роботизированная, в каких дистанционно управляемая? Существуют ли условия, при которых использование роботизированной и дистанционно управляемой техники невозможно?

Дмитрий Минаев, Sandvik: Основное отличие роботизированной техники от дистанционно управляемой в предварительно заданных маршрутах движения. Для роботизированной техники необходимо создать маршрут и затем убедиться, что оборудование работает как нужно. Зачастую потери времени на построение маршрутов не компенсируются растущей производительностью. Тогда оптимальна дистанционно управляемая техника, которой не нужны предварительно заданные маршруты.

В ряде случаев предприятия совмещают роботизацию и дистанционное управление, например, при выпуске руды из камеры: ПДДМ перемещается в роботизированном режиме до заезда в камеру, затем оператор переводит ПДДМ в дистанционный режим, заезжает в камеру и загружает ковш, выезжает из камеры и отправляет машину на точку разгрузки в роботизированном режиме. Такой режим работы неизбежен, так как точка загрузки руды в камере постоянно меняется.

Дмитрий Жуков, GHN: Эти технологии рекомендуются к использованию в небезопасных зонах, где оператор будет подвергаться повышенному риску. Некоторые ключевые области применения включают очистку подуровня из-за нестабильности горных пород и другие подземные работы, связанные с потенциальным опаданием грунта. Также автоматизированное оборудование используется для выполнения рутинной, повторяющейся работы без или с небольшим наблюдением оператора. Например, длительные повторяющиеся задачи вождения, работа между сменами или ночью.

Владимир Сысоев, Epiroc: Роботизированная, или автономная, техника успешно применяется в процессах, не требующих глубокого анализа или решений, недоступных искусственному интеллекту. Есть много процессов, в которых решение может быть принято только человеком. Классический случай – цикл погрузочно-доставочной машины: сегодня технология позволяет транспортировать руду от места погрузки до места выгрузки и обратно, а также разгрузку ковша в автономном режиме. Однако, выбор участка для внедрения ковша остается за оператором, так как машина пока не в состоянии определить, в каком конкретно месте находится грудь забоя. Однако, с учетом развития технологии и быстрой эволюции программных средств и технологии искусственного интеллекта, таких процессов будет становиться все меньше.

Самым большим ограничением для внедрения автономной или дистанционно управляемой техники остается необходимость сегрегации зон работы роботизированной или дистанционно управляемой техники. Нахождение такой техники (прежде всего, самоходной) в зоне работы персонала, либо машин с ручным управлением не допускается. Поэтому, многие подземные предприятия, построенные в «роботизированную» эпоху сталкиваются с большими ограничениями в применении техники. Также, наличие удаленно управляемой или автономной техники предполагает наличие развитой информационной инфраструктуры с широкополосной передачей данных, что связано с большими инвестициями.

Павел Растопшин, ГК «Цифра»: На горных работах производительность может достигаться благодаря автономности, то есть техника управляется не человеком и не дистанционно, а алгоритмом. При этом производительность достигается за счет максимизации скорости операций, сокращения нетехнологических простоев и выбора правильных режимов движения и работы. Дистанционные режимы обычно снижают производительность всего процесса.

Безусловно, применение роботизированной техники накладывает ряд ограничений на промышленное предприятие. В первую очередь, должна быть налажена инфраструктура связи и навигации, также важна инфраструктура безопасности, включая шлагбаумы, светофоры, подготовку дороги и забоя.

3 *С какими основными проблемами вы сталкивались при эксплуатации роботизированной и дистанционной техники и как их решали?*

Дмитрий Минаев, Sandvik: Две основные проблемы – подземная сеть передачи данных и сам процесс внедрения новых технологий на предприятиях. Система автоматизации AutoMine предъявляет высокие требования к сети передачи данных, в первую очередь к бесперебойности и задержкам в передаче информации. При возникновении задержки система идентифицирует ее как проблему и отключается. Поэтому предприятие должно внимательно подойти к созданию беспроводной инфраструктуры. Также мало купить и установить систему автоматизации, нужно научиться ей активно пользоваться, донести до горняков ее преимущества. Иначе будут возникать случаи саботажа и порчи оборудования, система будет простаивать.

Дмитрий Жуков, GHH: При внедрении дистанционного управления на первых этапах снижается производительность машин, так как оператору сложно сразу привыкнуть. По мере привыкания оператор приобретает практические навыки, и производительность не только выходит на прежние показатели, но может даже превышать их.

Автоматизированное горное оборудование требует достаточно частого ухода и обслуживания специалистами, которые бы регулярно его заправляли, проверяли и обслуживали, а также оперативно реагировали на выход системы из строя или на повреждение датчиков автоматике и возвращали оборудование в строй как можно скорее.

Лучший способ справиться с этим – создать детальную систему мониторинга работоспособности машины с короткими интервалами (peroSIMAC) и обеспечить регулярную проверку и техническое обслуживание. Для перехода на автономную работу идеально, если техника будет работать в беспилотном режиме только в определенное время суток, например, между сменами. В течение оставшегося времени шахтеры будут управлять машиной вручную, либо с помощью дистанционного управления.

Владимир Сысоев, Epiroc: Основной проблемой остается надежность. Даже статистически роботизированная и удаленно управляемая техника дополняется большим количеством модулей и программных компонентов, каждый из которых имеет свой коэффициент надежности. Чем больше модулей, тем статистически выше риск отказа всей системы. Поэтому при внедрении систем автоматизации всегда рассматривается вопрос надежности всей системы. Единственно возможный путь решения данной проблемы – это сопровож-

дение всего жизненного цикла системы и модулей, поиск узких мест, или причин выхода из строя и постоянное улучшение компонентов системы.

Павел Растопшин, ГК «Цифра»: Среди основных проблем можно выделить нехватку компетентных людей в области обслуживания, сервиса и управления роботизированным участком горных работ. Важную роль в решении этой проблемы должны играть ВУЗы. Также мы видим невнимание к безопасности в связи с отсутствием опыта применения роботизированных самосвалов. Третья важная составляющая – надежная высокоскоростная связь и ограничения в распространении 5G.

4 *Насколько надежны и эффективны, по вашему мнению, роботизированная и дистанционно управляемая техника и технологии ее управления? Способна ли она полностью вытеснить человека из шахты?*

Дмитрий Минаев, Sandvik: Система AutoMine показала свою высокую надежность при автоматизации подземного оборудования. Немного по-другому обстоит дело с подземной инфраструктурой, но и тут есть проведенные решения. Что касается эффективности, то возможность использования оборудования в межсменный перерыв уже повышает производительность. Плюс снижается риск человеческой ошибки, так как техника управляется без оператора. Оборудование работает в оптимальных режимах, ресурс его компонентов повышается и сокращаются затраты на обслуживание. В прошлом году я посещал один из рудников в Канаде, использующий нашу систему автоматизации. Там до сих пор работает самосвал TORO 40 производства 2006 года.

Но, о том, что рудники будут полностью безлюдными, даже разговоров нет. Невозможно полностью автоматизировать огромное количество задач и удалить людей с производства. Затем, вопросы по строительству подземных сооружений, прокладке объектов инфраструктуры. Есть потенциал сокращения персонала, занятого на подземных операциях, и его перевод на поверхностные работы в благоприятные и безопасные условия труда – это реальность и будущее.

Дмитрий Жуков, GHH: Если говорить о дистанционном управлении, то соединение отличается высокой стабильностью. Для защиты от сбоев в устройство встроены дублирующие процессоры с функцией самодиагностики. Обязательным элементом является датчик наклона: если блок управления неожиданно наклоняется, например, из-за падения оператора, система останавливает машину. Останов также мгновенно срабатывает при прерывании радиосвязи. Кроме этого, по центру консоли расположена большая и заметная кнопка аварийной остановки.

В зависимости от способа добычи сложность достижения полной автоматизации варьируется. Так, в шахтах с невысокими пандусами вывести оборудование для техобслуживания достаточно просто. В этих случаях значительная часть затрат на инфраструктуру и вентиляцию в шахтах также может быть снижена. Автоматизированное оборудование может значительно увеличить производительность, если использовать его корректно. Один оператор может параллельно управлять 3-4 машинами, что повышает эффективность в разы. Но полностью вытеснить человека из шахты невозможно, так как горное дело – крайне непредсказуемая область.

Владимир Сысоев, Epiroc: Основной задачей, которую ставит перед собой индустрия является не вытеснение человека из шахты, а облегчение тяжелого физического труда и гораздо более эффективное использование способностей, свойственных только человеку, таких как: созидание, творчество, новаторство, аналитика, предприимчивость и многие другие. Роботизированная техника становится все более надежной и эффективной и в том, что она будет находить все большее применение в промышленности, сомнений нет. Технология сведет к минимуму пребывание человека в тяжелых и опасных условиях, параллельно создавая новые рабочие места и роли на подземных предприятиях.

Павел Растопшин, ГК «Цифра»: Сейчас роботизированные технологии прошли все необходимые испытания и роботизированные самосвалы эксплуатируются в режиме 24x7 уже больше полугода, перевезя более 1 млн. т горной массы, что свидетельствует о готовности технологии к масштабированию и применению в промышленности. Хронометражи показывают, что роботизированные самосвалы на 20-25% производительней, а при правильной организации работы погрузочной техники эта цифра будет еще выше.

Сейчас в мире насчитывается около 1000 роботизированных карьерных самосвалов на открытых горных работах, а к 2023 году в карьерах будет эксплуатироваться уже 2500 роботизированных самосвалов, что говорит о существенном росте рынка и вере горных компаний в существенные эффекты от роботизации.

5 Будущее роботизированной и дистанционно управляемой техники: будет ли она развиваться, в каком направлении, и какие проблемы необходимо решить разработчикам? Существуют ли юридические препятствия на пути ее развития?

Дмитрий Минаев, Sandvik: Я, как горный инженер, верю, что будущее за роботизацией и автоматизацией. Последние 3 года наш завод в Финляндии, выпускающий системы AutoMine, полностью загружен, заказы поступают со всех уголков планеты. Горные предприятия СНГ активно интересуются вопросами автоматизации и мне это очень приятно наблюдать.

Нашим принципом является изоляция зоны работы автономной техники от зоны, где работают люди и другая техника. Это накладывает большие ограничения в условия применения автономного оборудования, однако следующий шаг в развитии технологий автоматизации сделает это возможным. Наша основная задача – создание полностью автономного рудника, где будут трудиться и роботизированная техника, и люди, дополняя друг друга и работая вместе без ворот и барьеров.

Дмитрий Жуков, GHH: Автоматизация горнодобывающего оборудования стремительно развивается, особенно по мере того, как технологии, основанные на искусственном интеллекте, приходят из автомобильной промышленности в нашу узкоспециализированную нишу. Последними рубежами, которые стоит преодолеть для развития автоматизации – это интеграция более совершенных датчиков анализа окружающей среды, оптимизация смешанных транспортных операций, а также упрощение работ по техническому обслуживанию.

Мы допускаем существование юридических препятствий или возможность их возникновения в будущем из-за введения определенных законодательных актов. Однако с техни-

ческой точки зрения уже сегодня автономное и дистанционно управляемое оборудование безопасно в эксплуатации.

Владимир Сысоев, Epiroc: Технологии, включающие в себя работу роботизированной и дистанционно управляемой техники, безусловно, будут развиваться в интенсивном режиме. Опережающее развитие получают области, включающие элементы искусственного интеллекта, самообучающиеся алгоритмы и обработку и анализа больших данных. Горное оборудование в системах автоматизации также будет эволюционировать.

Что касается юридических задач, которые необходимо будет решить – это, прежде всего, обозначение юридического статуса автономных машин и регулирование правил взаимодействия с персоналом предприятия. Для дальнейшего внедрения роботизированной техники необходимо будет принять разграничение ответственности между пользователями и производителями техники, а также регулирование процедур взаимодействия роботизированной техники и персонала.

Павел Растопшин, ГК «Цифра»: Дистанционное управление скорее сопутствующая функция для роботизации, так как дистанционное управление скорее снижает традиционную эффективность и обосновано в сложных условиях работы техники, когда приоритетна безопасность, а не производительность. Производительность и эффективность – это драйверы роботизации и мы видим, что в промышленности в связи с существенными капитальными и операционными затратами роботы могут начать играть существенную роль, постепенно заменяя людей и формируя новую индустрию.

Что касается юридической стороны, то сейчас однозначно не определена ответственность в инцидентах с роботизированной техникой, хотя Ростехнадзор сформировал правила внедрения роботов на открытых горных работах. Мы считаем, что если есть желание, все правовые и организационные вопросы можно решить, в том числе страхуя риски связанные с роботизацией и внедряя регламенты безопасной эксплуатации роботизированного транспорта. Мы также стараемся выводить проблематику применения роботизированной техники на федеральный уровень, предлагая инициативы по управлению и формализации процессов применения беспилотников в промышленности.

* * *

Сегодня можно сделать выводы, что дистанционно управляемая и роботизированная техника будет получать все более широкое распространение с введением в эксплуатацию новых горизонтов и месторождений. Именно новые разработки наиболее привлекательны для автоматизации и будут наиболее экономически эффективны, так как их дорогостоящая инфраструктура и организация работ будет изначально строиться под современные требования.

Вместе с тем традиционная техника с ручным управлением не будет вытеснена полностью по технологическим и экономическим соображениям. Горнорабочий будет выбирать уровень механизации в зависимости от условий конкретного месторождения, причем в первую очередь от экономических условий.

В следующем выпуске нашего журнала мы продолжим обсуждение темы цифровизации горной промышленности и проведем очередной «круглый стол» с разработчиками программного обеспечения для предприятий ТЭК. Следите за нашими анонсами на сайте mining-media.ru

Российская академия наук
Российский фонд фундаментальных исследований
ИПКОН РАН
МГТУ им. Г.И. Носова

XI МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

КОМБИНИРОВАННАЯ ГЕОТЕХНОЛОГИЯ:

РИСКИ И ГЛОБАЛЬНЫЕ ВЫЗОВЫ
ПРИ ОСВОЕНИИ И СОХРАНЕНИИ
НЕДР



24–28 мая 2021 г.
МГТУ им. Г.И. Носова
г. Магнитогорск

Адрес и контактные данные членов оргкомитета в Москве:

111020, Москва, Крюковский тупик, 4, ИПКОН РАН
тел.: +7 (985) 161-86-22
e-mail: geo-science@mail.ru

*Рыльникова Марина Владимировна,
Митишова Наталия Александровна*

Адрес и контактные данные членов оргкомитета
в Магнитогорском государственном
техническом университете им. Г.И. Носова:

455000, Магнитогорск, пр. Ленина, 38
тел.: +7 (3519) 29-84-61

*Калмыков Вячеслав Николаевич,
Пыталев Иван Алексеевич,
Доможиров Дмитрий Викторович*
e-mail: pytalev_ivan@mail.ru

www.cgt.magtu.ru

ЯНВАРЬ' 2021

ITV 27.01–31.01 НЕДЕЛЯ ГОРНЯКА – 2021

28-й Международный научный симпозиум
Россия, Москва, НИТУ «МИСиС»
Тел.: +7 (995) 881-95-95
e-mail: minersweek@misis.ru
minersweek.misis.ru

ФЕВРАЛЬ' 2021

ITV 18-19.02 АРКТИКА-2021

6-я Международная конференция «Арктика: шельфовые проекты
и устойчивое развитие регионов»
Россия, Москва
тел.: +7 (495) 662-97-49
e-mail: arctic@s-kon.ru
www.arctic.s-kon.ru

МАРТ' 2021

ITV 16.03–18.03 ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ

Международная специализированная выставка
Россия, Москва, МВЦ «Крокус Экспо»
тел.: +7 (495) 727-26-32
e-mail: maxsim@crocus-off.ru
www.imzam-expo.ru

**ITV 24.03-25.03 ГОРНОРУДНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ РОССИИ И СНГ:
СТРОИТЕЛЬСТВО И МОДЕРНИЗАЦИЯ.**

Профессиональная конференция и технический визит
Россия, Курск
тел.: 7 (495) 109-95-09
e-mail: events@vostockcapital.com
www.vostockcapital.com

АПРЕЛЬ' 2021

19.04–23.04 EXPOMIN-2021

Чили, Сантьяго
тел.: (511) 628 6300 / 165
e-mail: info@expominaperu.com
www.expominaperu.com

МАЙ' 2021

ITV 25.05–28.05 bauma CTT Russia

Международная специализированная демонстрационная выставка
«Строительная техника и технологии»
Россия, Москва
тел.: +7 (495) 961-22-62
e-mail: m.vashurkina@ctt-expo.ru
www.bauma-ctt.ru

ИЮНЬ' 2021

ITV 01.06–04.06 УГОЛЬ РОССИИ И МАЙНИНГ

29-я Международная специализированная выставка технологий горных
разработок; 6-я Международная специализированная выставка «Недра
России»; 11-я Международная специализированная выставка «Охрана,
безопасность труда и жизнедеятельности»
Россия, Новокузнецк
тел.: +7 (3843) 32-22-22
e-mail: transport@kuzbass-fair.ru
www.ugolmining.ru

ОКТАБРЬ' 2021

26.10–29.10 CHINA COAL & MINING 2021

19-я Международная выставка оборудования и технологий угольной и
горной промышленности
Китай, Пекин
тел.: +86 10 8451 0286
e-mail: info@together-expo.com.cn
www.chinamincoal.com

На руднике «Скалистый»»

Автор фотографий – **Марина Пешкова**,
Департамент общественных связей Заполярного
филиала ПАО «ГМК «Норильский никель»



Подробнее о компании
«КАНЕКС ШАХТОСТРОЙ»
можно узнать на сайте:



Евгений Лобанов, генеральный директор ООО «КАНЕКС ШАХТОСТРОЙ»:

«Нам доверяют сложные и очень сложные проекты»



Рудник «Скалистый» на полуострове Таймыр – один из ключевых инвестиционных проектов «Норникеля», с которым горно-металлургическая компания в значительной степени связывает дальнейшее развитие своей минерально-сырьевой базы. В его строительстве участвует горнопроходческая компания «КАНЕКС ШАХТОСТРОЙ» (входит в один из крупнейших машиностроительных холдингов России). Это в том числе силами ее специалистов состоялось объединение двух рудников – «Скалистого» и «Комсомольского» – выдающийся и крайне редкий для подземного строительства проект. 30 ноября 2020 г. для горняков ознаменовалось еще одним знаковым событием: к традиционным видам работ (проходке и креплению разведочных выработок) добавилось новое направление – геологоразведочные работы (ГРП). Все работы ведутся на беспрецедентной для отечественной горнодобывающей отрасли глубине – минус 1650 и 1750 м. О том, как развивается компания, каких успехов достигла и что планирует – в нашем интервью Евгением Александровичем Лобановым, с генеральным директором ООО «КАНЕКС ШАХТОСТРОЙ».

– Евгений Александрович, редакции журнала приятно встретиться с вами. Деятельность группы «КАНЕКС» регулярно освещается на страницах нашего журнала, а вы возглавляете ее шахтостроительное направление. Несколько слов о вашей карьере, вы потомственный горняк?

– Да, мой отец – горный инженер, вся его трудовая деятельность прошла на Абаканском руднике (Республика Хакасия, г. Абаза) – от проходчика до директора шахты. Я, вообще-то, мечтал о карьере летчика, но судьба распорядилась с точностью до наоборот (смеется). После школы поступил в Красноярский институт цветных металлов, все практики проходил на родном для меня руднике и после института там и остался работать. За семь лет прошел путь от взрывника подземного участка до главного инженера шахты. В 2010 г. меня пригласили в управляющую компанию «Евразруда» (г. Новокузнецк, Кемеровская область) на должность главного горняка, где я отвечал за деятельность четырех подземных и трех открытых рудников. В 2013 г. перешел в компанию «Акрон», которая в то время создавала свое самое северное предприятие – СЗФК. Там в роли первого заместителя технического директора я участвовал в строительстве известного сегодня ГОКа «Олений ручей». Уже тогда собственник группы «КАНЕКС» предлагал мне поменять суровый Кольский полуостров на Москву, и в 2018 г. я решил на это – мне всегда было интересно создавать что-то новое.

– Расскажите, пожалуйста, какую задачу перед вами поставил Александр Николаевич (Канцуров)?

– Развитие шахтостроительного направления. В 2012 г. Кыштымский машиностроительный завод (выпускает специализированное горное оборудование и инструмент для добычи полезных ископаемых) выиграл тендер на производство горно-капитальных работ на Шерегешском железорудном месторождении в Кемеровской области. Для выполнения этого контракта было организовано предприятие «Уралшахтоспец-

строй» (с 2019 г. – «КАНЕКС ШАХТОСТРОЙ»). Оно функционировало, но роста не было. Собственник попросил меня возглавить подразделение. В течение небольшого периода мы дополнили штат опытными специалистами, увеличили парк техники и приступили к проектам, о которых раньше и не мечтали. Сегодня наша география – вся Россия. Глубины – до –1750 м. Штат – 500 человек. В собственном парке оборудования – более 60 машин от лучших производителей специализированной техники. Темпы проходки горных выработок – в разы выше, чем те, что были вначале. А в этом году мы еще и достигли самых высоких за всю историю деятельности экономических показателей.

– На каких проектах сейчас задействована ваша команда?

– Производственная деятельность осуществляется тремя шахтостроительными управлениями. Первое работает на объектах компании «Фосагро», расположенных на Кольском полуострове (Апатиты, Мурманской области). Второе – на трех подземных рудниках «Норникеля» в Норильском промышленном районе («Комсомольский», «Скалистый» и «Заполярный»). Третье ведет горно-капитальные работы в Заполярном Мурманской области, также на активе «Норникеля» – Кольской ГМК. Центральный офис находится в Санкт-Петербурге.

– Как вы решаете проблему кадрового обеспечения, насколько она остра?

– Кадры в горной промышленности решают всё. Я хорошо это знаю, потому как более 30 лет тружусь на горном производстве. В основном мы набираем персонал не по объявлению, а на основе рекомендаций рабочих и инженерного корпуса, и в целом дефицита в людях не испытываем, но определенной проблемой, конечно, было и остается найти опытного профессионала на должность начальника участка, способного эффективно руководить горнорабочими и мастерами.

– Не могу обойти вниманием общемировую проблему. Какое влияние оказала пандемия на вашу деятельность?

– Сказать, что пандемия кардинально повлияла на нашу работу – это не так, сказать, что совсем не повлияла – тоже не так. Подавляющая часть наших горнорабочих работает по вахтовому методу. Самые большие сложности возникают при перевахтовке: по прибытии на рабочее место рабочие две недели находятся на карантине, им выплачивается зарплата, обеспечивается питание, но, сами понимаете, что такое вынужденное заточение может угнетать, кто-то даже уезжал. Самым сложным периодом было начало пандемии (март 2020 г.): опыт борьбы с этим злом еще не сформировался, была паника, что весь персонал заболеет, появились и заболевшие... Однако, научившись применять все меры предосторожности, необходимые для коллективного труда, мы пока эту пандемию переживаем вполне удовлетворительно, не прерывая производственный процесс.

– В 2019 г. в нашем журнале прошла публикация об установлении вами производственного рекорда по проходке на руднике «Скалистый». Расскажите об этом подробнее.

– В настоящее время немецкая Thyssen Schachtbau GmbH завершает работы по строительству и оборудованию двух вертикальных стволов, самых глубоких на евразийском континенте – вентиляционного (ВС-10) и скипо-клетового (СК-1) проектной глубиной 2056 м (идет передача объектов в опытно-промышленную эксплуатацию, обучение персонала рудника). В связи с этим был объявлен тендер на следующий этап работ: проведение и крепление горно-капитальных горизонтальных выработок. Мы к тому времени положительно зарекомендовали себя на аналогичных работах на руднике «Комсомольский». Думаю, это стало определяющим фактором для руководства «Норникеля». Конкурентная борьба была достаточно острой, но победу отдали нам. Контрактом предусмотрено, что объем выработки к концу 2021 г. должен составить 45 тыс. м³ горной породы. Единственным способом выполнить обязательства является применение современных технологий. Мы впервые в истории Норильской ГМК использовали на горно-капитальных работах новый вид крепи – самозакрепляющуюся анкерную (СЗА), благодаря которой и был достигнут высокий показатель проходки – сначала 119, а затем и 136 м одним забоем. Тем самым мы наглядно продемонстрировали возможность ведения проходческих работ со скоростями свыше 100 м в месяц против средних 50–70 м.

– Какую технику вы используете при производстве горно-капитальных работ?

– Самую лучшую, от таких мировых брендов, как Sandvik, Caterpillar, Epiroc, Normet, Paus и т. п. – только с таким оборудованием можно выдержать конкуренцию. Что касается рельсового транспорта (например, вагонеток), то наши, отечественные. Скажу больше – корпоративные. Входящий в группу «КАНЕКС» красноярский машиностроительный завод «ОКБ МИКРОН» делает широкую линейку РРТ, куда входят как модернизированные изделия, так и уникальные модели. Для работы на «Скалистом» мы закупили 10 инновационных вагонеток типа ВБ-5,5М (вагонетка с боковой разгрузкой), которые при сохранении внешних габаритов имеют объем кузова на один кубический метр больше (5,5 м³) по сравнению с традиционными ВГ-4,5. Благодаря им объем перевозимой горной массы за один цикл увеличился на 20%. Убедившись в эффективности техники, «Норникель» минувшей осенью также принял решение о покупке ещё десяти ва-

Олег Васильевич Митин,
заместитель директора Заполярного филиала
ПАО «ГМК «Норильский никель»
по объектам капитального строительства
минерально-сырьевого комплекса:

Рудник «Скалистый» глубиной более 2 км – самый глубокий в Евразии. Уникальные горные выработки позволяют вскрыть богатые медно-никелевые и медистые руды Октябрьского месторождения, что в значительной мере определяет перспективу развития минерально-сырьевой базы «Норникеля» на ближайшие годы.

Комплекс проходческих и геолого-разведочных работ производится компанией «КАНЕКС ШАХТОСТРОЙ». Специалисты компании обладают всеми необходимыми компетенциями по производству горнопроходческих и горно-капитальных работ в сложных климатических и горно-геологических условиях.

Хочу пожелать «КАНЕКС ШАХТОСТРОЙ» дальнейшего развития, успехов в производственной деятельности и процветания.

гонеток, но уже большего объема — 7,5 м³. Эта модель производительнее своего прототипа ВБ-5,5 еще на 35%. Сегодня вся эта техника работает на наших горизонтах.

– Группа «КАНЕКС» также имеет зарубежные контракты. А ваше предприятие в каких странах работает?

– Пока это страны ближнего зарубежья. У нас сложились хорошие деловые контакты с Алмалыкским ГМК (Узбекистан) – крупнейшим производителем цветных металлов в Центральной Азии. Сегодня перед комбинатом стоит задача по расширению производственных мощностей, и в ее рамках мы оказали ему услуги по проведению комплекса геолого-разведочных работ. Хорошие перспективы сотрудничества складываются с Казахстаном – одной из ведущих в мире стран по запасам ценных полезных ископаемых. Рассчитываю, что в скором времени они выльются в проекты.

– В чем вы видите резервы развития и повышения эффективности деятельности вашего подразделения?

– В первую очередь, в расширении линейки услуг. Горно-капитальные работы – это неотъемлемая часть общей стратегии группы по развитию ЕРС-проектов. Чем полнее мы можем закрыть потребности заказчиков на нашем этапе, тем компания ближе к своей цели, тем она успешнее на рынке. Так, например, недавно мы освоили новое направление – геологоразведочные работы (ГРР), которые помогут эффективнее вести разработку месторождения. В планах – начать проходку шахтных стволов. Мы укомплектовали штат квалифицированными специалистами с опытом строительства всех типов подземных выработок, включая вертикальные, и надеемся, что скоро сможем выигрывать контракты и на этот вид работ. Продуктивной работе способствует и постоянное обновление парка машин и оборудования, благодаря чему нам доверяют вести сложные и очень сложные проекты. Надо отметить, что в России сегодня не так много шахтостроительных компаний, располагающих таким парком оборудования, как у нас. Ну и, конечно же, важно не забывать про операционную эффективность, повышать качество горно-строительных работ и смотреть немного дальше горизонта в 5 лет.

– Благодарю за беседу.

Беседовал В.Д. Грунь

Экологические и экономические решения для нерудной промышленности



С. Хангрэм,
региональный менеджер
компании CDE Global



Согласно исследованиям аудиторского агентства PwC изменение климата, развитие технологий и перемены в настроениях потребителей являются одними из главных вызовов горнодобывающей отрасли. Для того чтобы оставаться конкурентоспособными, компаниям необходимо идти в ногу со временем: уделять больше внимания экологическому подходу и непрерывно стремиться к созданию добавленной стоимости к продукту за счёт внедрения новых технологий.

В последние годы в России всё сильнее ощущается потребность в рациональном использовании ресурсов добычи и продлении срока эксплуатации активов, но лишь недавно это направление начало активно развиваться. В преддверии Нового года мы обсудили эту тему и подвели итоги года со Стефаном Хангрэмом, региональным менеджером компании CDE Global, которая вот уже более 25 лет занимается промывкой и мокрой сортировкой инертных материалов в карьерах и шахтах.

С какими основными вызовами и проблемами, на Ваш взгляд, сегодня сталкивается горнодобывающая промышленность России?

– На мой взгляд, одной из главных проблем, с которой сталкивается добывающая отрасль во всем мире, а не только в России, является хранение отходов добычи в больших прудах-отстойниках. Во-первых, территории для подобного складирования стремительно сокращаются. Во-вторых, такие хранилища содержат минеральные материалы, металлы и реагенты, используемые для обогащения, что небезопасно и неэкологично. Воздействие воздуха и воды ведет к образованию кислот и мобилизации металлов, что приводит к переливу или просачиванию. Чтобы свести к минимуму влияние добычи на окружающую среду и соблюсти все аспекты законодательства в этой области, нужно внедрять альтернативные методы утилизации хвостов.

На данном этапе одна из наших ключевых задач – показать российским добывающим компаниям, как они могут извлечь максимальную выгоду и минимизировать воздействие на окружающую среду. Мы занимаемся разработкой решений для классификации и сгущения хвостов на первом этапе, их последующей фильтрацией, в т. ч. управлением

мелкой фракцией, окончательным обезвоживанием хвостов и концентрата и их подготовкой для дальнейшей переработки (это может быть золото, медь, цинк, свинец и серебро).

А с какими сложностями столкнулась ваша компания в 2020 г., и чего из первоначальных планов удалось достичь?

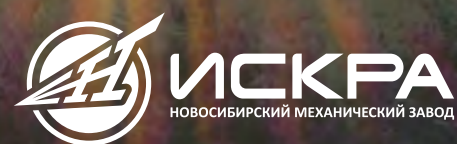
– Одна из проблем, с которой мы столкнулись в этом году, – невозможность встретиться с клиентами лицом к лицу. Однако мы смогли создать инфраструктуру для проведения онлайн встреч и вебинаров. Последние, кстати, объединили специалистов со всего мира – наши технологи и клиенты могли обсудить волнующие их вопросы, несмотря на разницу в языках и часовых поясах.

Кроме этого, мы, как и все в отрасли, планировали принимать активное участие в выставках, но их перенос не был катастрофическим. Все запланированные новинки были представлены вовремя, а некоторые уже показали себя у наших клиентов. Более того, часть из них будет выведена на российский рынок уже в следующем году.

Что помогло вам справиться с вызовами уходящего года?

– С вызовами 2020 г. мы смогли справиться благодаря двум причинам: слаженной командной работе и инновациям, которые мы внедрили до пандемии. В 2019 г. на предприятиях своих клиентов мы установили Core технологию, позволяющую проводить удалённый мониторинг работы наших установок. В результате мы собрали достаточное количество данных, чтобы в этом году оперативно справиться с любыми проблемами, с которыми могли бы столкнуться наши клиенты. Для этого нам не нужно было выезжать на объект, что стало большим плюсом, учитывая введение ограничений на передвижения. Мы не подвергали опасности своих сотрудников, но при этом не допустили простоя оборудования.

Что касается нашей команды, она показала потрясающую сплочённость и приверженность общему делу. Региональные офисы, в том числе и в России, продолжали помогать клиентам, несмотря ни на что. А наши технические специалисты не прекращали работать над новыми решениями и развивать экологическую составляющую наших установок. Внешне может показаться, что с изменением привычного хода работы компания впала в спячку, но это не так. Внутри кипела жизнь, и мы готовы вернуться в 2021 г. с новыми идеями для наших клиентов и всей отрасли.



**ПРОИЗВОДСТВО ПРОДУКЦИИ
ГРАЖДАНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ В
СФЕРЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ СРЕДСТВ
ВЗРЫВАНИЯ**

Качество Точность Надежность

www.nmz-iskra.ru

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВО ВЗРЫВНОМ ДЕЛЕ.



Итоги XX международной конференции по взрывному и горно-обогатительному делу, организованной АНО НОИВ



М.Г. Горбонос, доцент Горного института НИТУ «МИСиС», руководитель специальных программ АНО «НОИВ»
Ю.Н. Болотова, исполнительный директор АНО «НОИВ»

В г. Геленджике (Россия, Краснодарский край) в сентябре 2020 г. успешно прошла XX юбилейная Международная научно-практическая конференция по взрывному и горно-обогатительному делу, организованная АНО «Национальная организация инженеров-взрывников» России (АНО НОИВ).

Подготовка конференции проходила в сложнейших условиях распространения коронавируса, режима самоизоляции, удаленной работы специалистов и тревожного ожидания чуда. И чудо произошло! Режим безопасного проведения массовых мероприятий позволил провести ежегодную конференцию специалистов, руководителей, ученых, экспертов, служащих министерств и ведомств федеральных структур РФ и представителей зарубежных стран в области горновзрывных и горно-обогатительных работ, а также уникальных специальных работ по взрывному делу в народном хозяйстве на промышленных объектах. Организационный комитет конференции в ежедневном режиме обсуждал проблемы обеспечения безопасности участников конференции и обслуживающего персонала. Участники конференции проходили регистрацию только при наличии медицинских справок об отсутствии контактов с инфицированными коронавирусом по месту жительства. Запланированные мероприятия позволили максимально рассредоточить участников на полях конференции. Одновременно в различных

залах проходили пленарные заседания, круглые столы по актуальным темам, курсы повышения квалификации, выставки по направлениям и другие мероприятия. Выбранный для проведения конференции санаторий «Голубая волна» позволил это реализовать на своей огромной территории. Вопросы безопасности всегда были приоритетом в работе организаторов и участников конференции, а в условиях пандемии на оргкомитет легла серьезная ответственность за безопасность ее участников. В раздаточных комплектах участников конференции были комплекты масок и перчаток. Во всех залах каждые два часа делался перерыв и проветривались помещения. Для участников конференции был осуществлен двухступенчатый контроль температуры силами медицинского персонала санатория и оргкомитета. Санитарная обработка рук, масочный режим, рассадка в зале через кресло и другие мероприятия стали привычным делом при проведении конференции. Оргкомитету пришлось планировать мероприятия конференции в непривычном режиме. Так, например, вручение сертификатов о прохождении курсов повышения квалификации происходило на свежем воздухе, около часовни, расположенной на территории санатория.

Основными целями конференции являлись обсуждение широкого круга вопросов проведения взрывных работ и работ горно-обогатительного профиля, обмен научно-



технической информацией, определение перспективных направлений создания и развития новой техники и технологий, разработка совместных научных программ, установление деловых контактов. Руководитель Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору А.В. Алешин отметил: «Международные научно-практические конференции по взрывному делу, ежегодно организуемые АНО НОИВ, – это традиционное место встречи специалистов в области взрывного дела для горнодобывающей, строительной и других отраслей промышленности. АНО НОИВ объединяет в своих рядах высококвалифицированные кадры специалистов горного и взрывного дела и более 30 лет является лидером подготовки кадров руководителей и исполнителей взрывных работ, проведения научно-практических мероприятий мирового уровня, разработки и внедрения безопасных технологий взрывных работ и проводником самых современных технологий в практику взрывного дела России.»

Международные конференции по взрывчатым веществам и взрывному делу, проводимые АНО НОИВ с 2000 г., являются практически единственной площадкой для ознакомления с актуальными событиями в сфере взрывных технологий, позволяющей специалистам и экспертам в области взрывных технологий обменяться полученным опытом и лично пообщаться, встретиться с потенциальными партнерами. А постоянное совершенствование техники и технологии взрывных работ требует переподготовки и повышения квалификации специалистов – руководителей и исполнителей взрывных работ, а также специалистов по изготовлению взрывчатых материалов на местах их применения.

В связи с этим АНО НОИВ создал «Институт современных взрывных технологий», который осуществляет образо-

вательную деятельность по повышению квалификации участников оборота взрывчатых материалов на основании лицензии на образовательную деятельность по согласованному с Ростехнадзором программам.

Отличительной особенностью последних конференций стало широкое представительство руководителей и инспекторского состава округов Ростехнадзора, всех горнодобывающих регионов, крупнейших горных предприятий России, а поддержка профессионального развития горняков и специалистов взрывного дела – стратегическая задача АНО НОИВ, и вся деятельность организации направлена на ее решение.

Взрывные технологии имеют серьезное значение при ведении работ в опасных условиях горного производства. Особое внимание участники конференций всегда уделяют проблемам ведения взрывных работ на угольных разрезах и в угольных шахтах.

В зоне внимания специалистов взрывного дела находятся исследования основных факторов негативного воздействия открытых горных и взрывных работ на среду обитания, разработка правил безопасного проведения крупномасштабных массовых взрывов на карьерах, а также вопросы техногенной сейсмичности, сопровождающей добычу нефти, газа и твердых полезных ископаемых.

Одной из тенденций современных взрывных технологий является использование электронных средств на всех этапах подготовки и проведения взрывных работ. Российские предприятия и специалисты демонстрируют высокий уровень разработок. Большой опыт применения неэлектрических детонаторов с электронным модулем замедления показал их надежность, точность срабатывания и конкурентные преимущества. Необходимо отметить, что специалисты АНО НОИВ участвовали в испытаниях этой продукции и ре-



комендовали ее к широкому применению на практике.

Двадцатая конференция АНО НОИВ проходила в необычных условиях, но это обстоятельство не повлияло на её результативность.

Перед началом пленарного заседания были представлены видеоприветствия российских и иностранных ученых и специалистов, которые по объективным причинам не смогли принять очное участие в конференции.

Открыл конференцию Президент АНО НОИВ, профессор В.А. Белин. В своем докладе он выразил благодарность всем участникам конференции и обратил внимание на то, что самое главное слово и задача горного и взрывного дела – это БЕЗОПАСНОСТЬ, а точнее, промышленная безопасность.

Промышленная безопасность – это зона повышенной ответственности. От соблюдения актуальных правил в этой области зависят здоровье и жизнь работников опасных производств. Эта ответственность распределена между всеми участниками, включая государственные контролирующие органы, работодателей и работников.

В 2020 г. в этой области, как и в предыдущие годы, произойдет ряд важных изменений. Основные из них связаны с принятием новых нормативных документов, которые вводят серьезные требования к организации мер по промышленной безопасности на производственных предприятиях. При этом ранее действовавшие нормативы в большей части таких случаев подлежат отмене.

Прежде всего необходимо отметить, что с 1 января 2021 г. нас ждет результат регуляторной «гилютиньи». Постановлением Правительства РФ №1192 от 6 августа 2020 г. отменены «некоторые» нормативные акты по контролю в области промышленной безопасности.

В последнее время изменились приоритеты и требования к горным и взрывным работам, которые требуют осмысления и разработки соответствующей техники и технологий. Прежде всего это безопасность всех технологических процессов. Подготовлен и прошел предварительную экспертизу проект закона «О промышленной безопасности». Новый закон «О промышленной безопасности» будет направлен на реализацию так называемой «регуляторной гилютиньи», чтобы отсеять неактуальные и труднореализуемые (зачастую ненужные) на практике требования.

Законопроект предусматривает формирование правовых основ внедрения дистанционных методов мониторинга в области промышленной безопасности, а также уточняет требования промышленной безопасности к эксплуатации опасного производственного объекта в части организации производственного контроля.

В 2018 г. внесены существенные изменения в ФНП ПБ при ВР и ФНП при ведении горных работ. Актуализация этих правил позволяет поддерживать промышленную безопасность горных и взрывных работ на достаточно высоком уровне!

В. Белин обратил внимание присутствующих на вопросы подготовки кадров для горной промышленности. Он отметил, что снижаются объемы специальных дисциплин, есть проблемы с проведением производственных практик, падает престиж профессии горного инженера и т.д. Все это существенно снижает интерес молодежи к профессии горняка.

А на предприятиях ждут специалистов с глубокой теоретической и практической подготовкой, но без партнерства ВУЗ-ПРЕДПРИЯТИЕ подготовить высококвалифицированного специалиста практически невозможно! Президент АНО НОИВ подробно остановился на проблемах производства, хранения и применения аммиачной селитры в свете аварийного взрыва в Бейруте, столице Ливана. Были затронуты также проблемы изготовления взрывчатых веществ непосредственно на горных предприятиях и отмечены положительные и отрицательные стороны этих процессов. Докладчик отметил, что недавно (декабрь 2019 г.) исполнилось 300 лет именному указу Петра Первого «Об учреждении Берг-Коллегии для ведения дел о рудах и минералах», который стал основой для развития российского горного дела, а также для создания в России государственной горной службы. Национальная организация инженеров-взрывников приняла активное участие в праздничных мероприятиях и научно-практической конференции по празднованию 300-летия горного и промышленного надзора России.

Вице-президент АНО НОИВ Н.Л. Вяткин в своем докладе отметил, что в конференции принимают участие 216 представителей 98 научно-исследовательских, промышленно-производственных и ведомственных организаций России и зарубежных стран. При этом более 100 участников конференции моложе 39 лет! Докладчик подробно рассказал участникам конференции с о работе оргкомитета по подготовке конференции и о работе АНО НОИВ в предшествующем периоде. Только за 2019–2020 гг. на основании лицензии на образовательную деятельность силами преподавателей и специалистов АНО НОИВ прошли подготовку и переподготовку по согласованным с Ростехнадзором программам более 300 участников оборота взрывчатых материалов. Организация инженеров-взрывников активно участвует в работе государственных, коммерческих, экспертных и научно-технических сообществ и организаций. Сотрудники АНО НОИВ принимали активное участие в работе Общественного Совета Ростехнадзора, профильной подкомиссии «Взрывное дело» Научно-технического Совета Ростехнадзора, а также в обсуждении и рассмотрении предложений по внесению изменений в Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности при взрывных работах» и Технического регламента Таможенного союза «О безопасности взрывчатых веществ и изделий на их основе» (ТР ТС 028/2012).

Предложения специалистов АНО НОИВ находят отражение в проектах федеральных законов, правил безопасности и нормативной документации.

О состоянии промышленной безопасности горнодобывающих и металлургических предприятий Российской Федерации в 2019–2020 гг. подробно рассказал А.П. Филатов. Приоритетные задачи, которые стоят перед горными предприятиями и Ростехнадзором, сводятся к снижению уровня аварийности и производственного травматизма, разработке современной законодательной базы и нормативной документации, а также совершенствованию контрольно-надзорной деятельности государственных органов совместно с предприятиями отрасли. В целом, состояние промышленной безопасности на горных предприятиях находится на достаточно высоком уровне, а задачи по снижению аварийности и травматизма требуют современных подходов, автоматизации технологических процессов и повышения квалификации кадров. Александр Павлович обратил внимание на то, что конференций проводится много, но конференция, организованная АНО НОИВ, отличается от других. Конференция вызвала большой интерес, так как проблемы взрывного дела стоят очень остро. Это и подготовка кадров, и промышленная безопасность опасных производственных объектов, и внедрение цифровых технологий, и использование новых взрывчатых материалов. На конференции проводилась серьезная дискуссия о проблемах взрывного дела, и это можно только приветствовать. Без диалога с горняками, без совместных усилий технического персонала горных предприятий и сотрудников Ростехнадзора невозможно решать современные задачи горного производства и, особенно, взрывного дела. Только совместные усилия, направленные на обеспечение промышленной безопасности, могут дать положительный эффект.

Интересный доклад о современном состоянии и перспективах развития производства установок и смесительно-зарядных машин для изготовления эмульсионных взрывчатых веществ представили Генеральный директор, канд. хим. наук А.А. Меркин, главный конструктор по ПВВ д-р техн. наук В.А. Соснин ГК «Ростех», АО «ГосНИИКристалл».

В России построено и успешно эксплуатируется более 20 заводов и установок, разработанных специалистами АО «ГосНИИКристалл». А разработки института в области применения микросфер разных производителей широко применяются при изготовлении эмульсионных ВВ.

Много внимания на конференции было уделено анализу существующего передового опыта ведения горных и взрывных работ на ведущих горных предприятиях отрасли. Доклады на эту тему позволяют производителям критически оценивать свою работу и выдвигать новые ориентиры по совершенствованию взрывных работ. Так, например, новые технологии, оборудование, составы эмульсионных ВВ для проходки и для применения на технологических скважинах, на отбойке горных пород в подземных условиях, практику и опыт применения новых в России ЭВВ «Аргунит» представил главный инженер ООО «РудХим» И.Ю. Селин. Доклад на тему «Оборудование и технологии зарядания скважин ЭВВ в подземных рудниках» сделал руководитель отдела продаж НАО «НИПИГОРМАШ» А.В. Кичигин.

О развитии буровзрывного комплекса ПАО «Михайловский ГОК им. А.В. Варичева» подробно рассказал начальник службы БВР Э.А. Умрихин, а о качестве дробления массива скважинными зарядами предоставил информацию заместитель главного инженера шахты им. Губкина ОАО «Комбинат КМАруда» С.Н. Кубликов.

Серьезную дискуссию вызвал доклад заместителя директора по производственно-технологической работе БВР АО «Техмапсервис» М.Г. Мисливца «Планы и стратегия раз-



вития АО «Техмапсервис» на рынке БВР России». С интересом был выслушан доклад Генерального директора АО «ВНИПИВЗРЫВГЕОФИЗИКА» д-ра техн. наук, А.А. Меркулова на тему: «Современное состояние разработки, производства и сертификации простейственно-взрывной аппаратуры (ПВА) для нефтегазодобычи». Александр Алексеевич отметил, что в отрасли необходимы разработка и внедрение методики испытаний кумулятивных зарядов для скважинных технологий.

С докладом «Взрывной генератор давления для горнодобывающей промышленности» выступил Е.В. Ботов, начальник научно-исследовательского отдела ФГУП «Российский Федеральный Ядерный Центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики».

Вопросам подготовки кадров для горной промышленности был посвящен доклад ректора ФГБОУ ВО СКГМИ (ГТУ), д-ра техн. наук, профессора Ю.В. Дмитрака «Опыт взаимодействия СКГМИ (ГТУ) с горными предприятиями России». Он подробно рассказал о формах взаимодействия одного из крупнейших горных вузов России с горными предприятиями и о трудностях высшего горного образования в современных условиях. Д.А. Стадник, профессор кафедры «Горное дело» СКГМИ, рассказал о разработке университета: «Создание цифровых двойников горных предприятий». Инновация была создана на базе центра подготовки и аттестации инженеров горных роботизированных систем ФГБОУ ВО СКГМИ (ГТУ). Данная работа активно внедряется на крупнейших горных предприятиях России. О проблемах переподготовки горных инженеров был сделан доклад представителями Санкт-Петербургского горного университета, доцентами М.А. Марининым и В.В. Должиковым.

На торжественном пленарном заседании были награждены почетным знаком «За заслуги во взрывном деле» ведущие специалисты и участники оборота взрывчатых материалов России. Награды вручены И.Н. Гайворонскому, А.В. Старшинову, А.Е. Поляху, К.В. Гильденбранту, В.А. Белину, В.И. Буханову, Е.А. Петрову, В.П. Кобелеву, С.В. Кокину, Р.Н. Юрченко, внесшими весомый вклад в развитие и совершенствование взрывных работ.

С концепцией развития буровзрывного комплекса АО «СУЭК» участников конференции ознакомил начальник отдела БВР И.Б. Строгий. В рамках проекта предложен новый оптимизированный компонентный состав эмульсионного ВВ, который позволит получить эффект не менее 5000 руб/тн, а также изложил комплекс мероприятий, позволяющий значительно увеличить производственную мощность линии по патронированной ЭВВ до 6500 тн. В рамках реализации концепции будет проведен техниче-



ский аудит для выявления резерва производственных мощностей и возможности для оптимизации себестоимости производства.

С реализацией программы проведения экспериментальных взрывов в филиалах АО «УК Кузбассразрезуголь» на период 2020–2021 гг.» участников конференции ознакомил начальник комплекса по производству ВВ «Бачатский» ООО «КРУ-Взрывпром» В.В. Пронин.

Особое внимание на конференции было уделено проблемам промышленной безопасности горных и взрывных работ. Так, Президент ООО «ИТЦ «Взрывиспытания», д-р техн. наук, профессор А.С. Державец и Генеральный директор этого центра И.О. Шкалябин подняли проблему промышленной безопасности объектов производства боеприпасов и спецхимии. Ю.В. Горлов, канд. техн. наук, Генеральный директор ЗАО «Межведомственная комиссия по взрывному делу» при Академии горных наук, затронул в своем докладе изменения нормативной базы по взрывозащите угольных шахт. А заведующий кафедрой техносферной безопасности ФГУП «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», д-р техн. наук, профессор Н.И. Акинин рассказал о последних исследованиях в области оценки экотоксичности продуктов взрыва промышленных ВВ.

Вопросам организации безопасной перевозки взрывчатых материалов, оптимизации этих процессов был посвящен доклад Генерального директора ООО «Комплексные логистические решения» М.В. Исайчевой.

На конференции были представлены результаты серьезных исследований в области взрывных процессов и технологий. О новых технологиях получения углеродных наноматериалов с помощью энергии взрыва подробно рассказал Е.А. Петров, д-р техн. наук, профессор, декан Инженерного спецфакультета Бийского технологического института АлтГТУ им. И.И. Ползунова. Исследования в области создания экологически безопасных взрывчатых веществ на основе напряженных соединений углерода были представлены заведующим кафедрой «Безопасности жизнедеятельности» Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова, д-ром техн. наук, проф. А.Н. Лопановым. Закономерности выброса горной массы при взрывах на обнаженную поверхность были представлены в докладе И.А. Аленичева, ведущего инженера по БВР ООО «Полюс Проект».

В связи с аварийным взрывом аммиачной селитры в Бейруте особое внимание на конференции было уделено вопросам применения селитры на горных предприятиях. Доклад «Основы безопасности производства и применения

аммиачной селитры в горной промышленности» представил руководитель направления по БВР АО «МХК ЕвроХим» Ф.И. Галупко.

Этому направлению были посвящены доклады А.В. Старшинова (Монголо-Российская совместная компания «МОНМАГ»), С.Н. Альбрехта (филиал КАО «Азот»).

Изучению массивов взрываемых горных пород и научному сопровождению взрывных работ на горных предприятиях были посвящены доклады представителей ООО «Специальные работы» (А.Е. Полях, Е.Ю. Павлов), ООО «Глобал Майнинг Эксплозив-Раша» (И.Ю. Маслов, С.А. Горинов), ИПКОН РАН (Б.Н. Папичев).

Вопросам оптимизации составов ВВ и взрывных работ были посвящены доклады А.И. Левковского (ООО «ДНА-БЛАСТ МСК»), Г.В. Нагибина (ООО «Экспотехвзрыв»), З.Я. Мамедова (ООО «Полимеракив»), И.Л. Шубина (АО «Davey Bickford Enaex»), Л.А. Ареенко (ООО «АЗОТТЕХ»), Д.В. Мозгового и А.Н. Шустова (АО «Рудные технологии»).

В связи со сложной эпидемиологической обстановкой часть докладов иностранных участников была сделана дистанционно с помощью современных средств связи. Проблемы разрушения горных пород при взрыве были озвучены в докладе С.Д. Викторова (ИПКОН РАН). Вопросам современной буровой техники был посвящен доклад А.В. Стремиллова (ООО «Эширок Рус»), а с особенностями взрывных работ во Вьетнаме участников ознакомил Дам Чонг Тханг (Ханойский горно-геологический университет).

В рамках конференции была проведена панельная дискуссия, где участники имели возможность получить ответы от профессионалов на самые сложные вопросы по горному и взрывному делу. На полях конференции прошли различные мероприятия, семинары, круглые столы, корпоративные собрания и курсы повышения квалификации, в которых приняло участие более 150 человек.

Проведенная конференция показала, что отличительной особенностью работы большинства ведущих горных компаний России является то, что их производственная деятельность опирается на результаты глубоких научных исследований.

Подводя итоги, можно отметить, что конференции АНО НОИВ являются проводниками современных технологий горного и взрывного дела и стали основной площадкой России для встречи специалистов, обеспечивающих промышленную безопасность и охрану труда горняков, и участников оборота взрывчатых материалов.

2021



Генеральный директор,
Тихонов Виталий Александрович

Уважаемые партнеры и коллеги!

Уходящий год прошел для нашей компании под девизом «Команда, двигающая горы!».

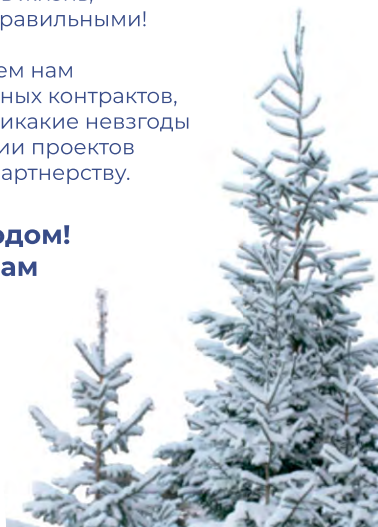
Мы выбрали его еще до начала пандемии, и этот слоган как нельзя лучше подошел в качестве характеристики непростого для всех периода.

Желаю, чтобы в наступающем году не осталось места для потрясений, чтобы ваше дело развивалось, планы воплощались в жизнь, а решения были исключительно правильными!

Надеюсь, что 2021 год принесет всем нам много деловых знакомств и успешных контрактов, перспектив и возможностей, что никакие невзгоды не помешают успешной реализации проектов и дальнейшему благополучному партнерству.

**С Новым плодотворным годом!
Берегите себя. Здоровья вам
и вашим семьям, коллеги!**

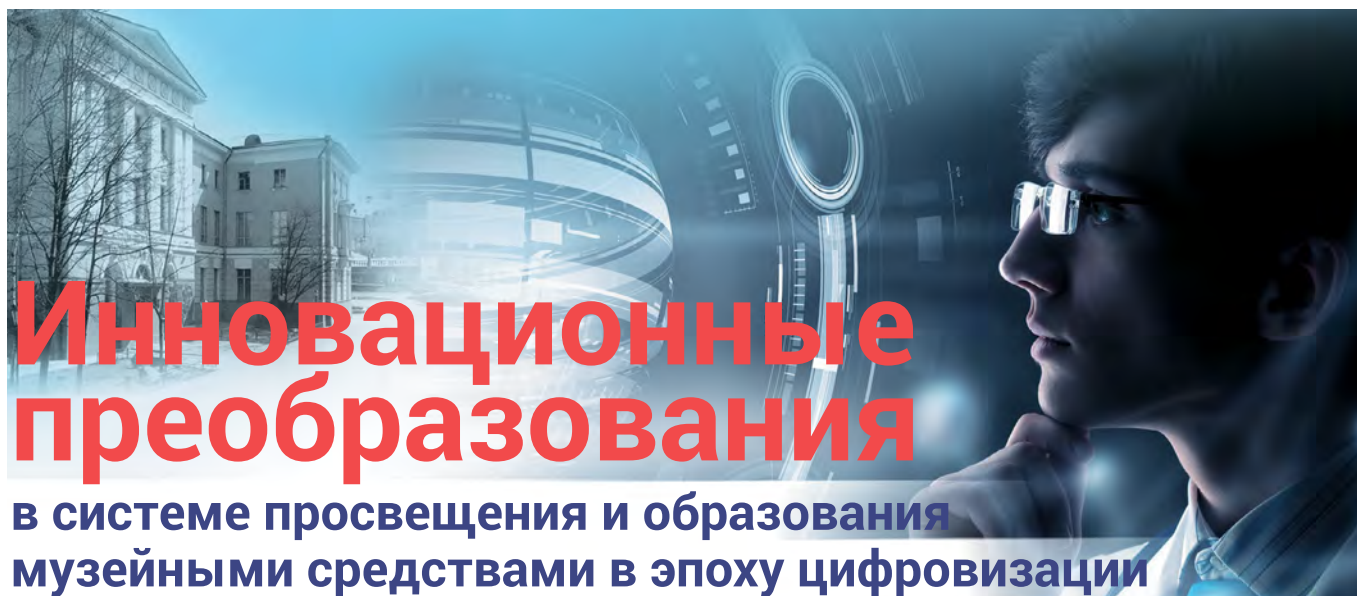
 **АЗОТТЕХ**
Технологическая буровзрывная компания



ПРОИЗВОДСТВО БРОНЕБОЛТОВ



+7 (4862) 36-90-36, parallel@bolt57.ru, bolt57.ru



Инновационные преобразования

в системе просвещения и образования музейными средствами в эпоху цифровизации

Ю.Н. Малышев, академик РАН, д-р техн. наук, президент Академии горных наук, президент ГГМ им. В.И. Вернадского
А.В. Титова, д-р техн. наук, зам. директора ГГМ им. В.И. Вернадского РАН
Е. Г. Мирлин, д-р геол.-минерал. наук, заместитель директора ГГМ им. В.И. Вернадского РАН

Введение

Молодой человек, живущий в цифровую эпоху, стал полноправным ее символом. Преподавательское сообщество, работая именно в «цифровом» социуме, сталкивается с избытком информации, которая обрушивается на учеников и студентов. В результате учителям и преподавателям вузов становится все труднее сосредоточить внимание слушателей на принципах и содержании преподаваемой им науки в области естественнонаучных знаний. Поиски инновационных методов и подходов в образовательном процессе становятся актуальной задачей и для средней, и для высшей школы. Можно ли сделать так, чтобы огромное богатство, сосредоточенное в фондах и экспозициях российских естественнонаучных музеев, значительный методический материал помогли учителю и преподавателю вуза в их весьма непростой работе? Один из очевидных путей – использование цифровых технологий, которые позволяют расширить коммуникационную площадку, во взаимодействии с представителями музейного и академического сообщества. Целью данной статьи являются: во-первых, изложение опыта взаимодействия Государственного геологического музея им. В.И. Вернадского Российской академии наук (ГГМ РАН) и образовательного сообщества, на основе цифровых технологий; и, во-вторых, обсуждение дальнейших путей актуализации этого направления при изучении естественнонаучных дисциплин в средней и высшей школе. Разумеется, речь идет о науках, отвечающих направлению деятельности ГГМ РАН: геология, науки о Земле, горное дело, география, экология.

Предпосылки и технологические основы использования цифровых технологий Фонды ГГМ РАН формировались – более 260 лет. В них сосредоточены разнообразные коллекции, собранные многими поколениями геологов не только на территории нашей страны, но и в различных уголках планеты. Они включают в себя образцы минералов, горных пород и руд, ископаемых организмов и растений, метеоритов, изделий из камня и синтетических минералов. Лишь небольшая часть этого богатства представлена в экспозициях, но и она открывает новые возможности для преподавателей, использующих интерактивные приемы для построения современных лекционных и

практических занятий. Другими словами, они могут представлять интерес как для учащихся, так и для преподавателей и методистов высших и средних образовательных учреждений.

Академический статус ГГМ РАН предполагает тесные связи с учеными академических научно-исследовательских институтов соответствующего профиля. Осознание необходимости объединения интеллектуального потенциала академического научного сообщества и ученых ведущих отраслевых вузов для совершенствования учебного процесса по естественнонаучным предметам и его адаптации к условиям современного времени, а также поиска талантливой молодежи для производства и науки для горно-геологической отрасли послужило основой для создания Межвузовского Академического Центра навигации по специальностям горно-геологического профиля (далее Центр) [1–3, 5]. Центр был создан на площадке ГГМ РАН совместно с АГН и ведущими отраслевыми вузами г. Москвы: Российским государственным геологоразведочным университетом им. Серго Орджоникидзе (МГРИ), Национальным исследовательским технологическим университетом (НИТУ) «МИСиС», Российским государственным университетом нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина.

На сегодняшний день Центр взаимодействует со всеми ведущими отраслевыми вузами РФ. Основные цели – поиск и формирование кадрового резерва из числа талантливой молодежи для производства и науки, ведение системной работы по осуществлению Государственной программы Президента РФ в направлении профориентации детей и молодежи. Центр – проект по формированию на базе ГГМ РАН дополнительной непрерывной системы образования детей и молодежи в сегменте школа–вуз–производство.

Создание и развитие коммуникационной среды в непрерывной системе образования и просвещения в рамках поставленных перед музеем задач формирует принципиально новые условия для образования и просвещения детей и молодежи в области наук о Земле, профориентации по специальностям горно-геологического профиля. Проводимые проекты в рамках данной темы с участием ведущих ученых РАН усиливают работу по популяризации наук о Земле среди учащейся молодежи.

Проекты, реализуемые на основе цифровых технологий

Методологическая особенность почти всех создаваемых нами просветительских и образовательных программ: использование цифровых технологий, реализуемых в различном формате. Для этого на площадке Центра ГГМ РАН создана студия видеоконференцсвязи, оснащенная самым современным оборудованием. Она позволяет вести «on-line» трансляции лекций, телемостов с участием ведущих ученых РАН, представителями органов власти, а также специалистами крупных сырьевых компаний. «On-line» лекции охватывают огромную аудиторию: от крупнейших вузов геологического и горно-геологического профиля до удаленных поселков полевых геологических партий и горнодобывающих предприятий. Особо ценно, что налажен тесный контакт с сырьевыми вузами ближнего зарубежья.

Лекции, проводимые на площадке Межвузовского академического центра навигации по специальностям горно-геологического профиля во все отраслевые образовательные учреждения РФ, вносят неоценимый вклад в продвижение научных знаний и высоко оценены на всех уровнях. Благодаря дистанционным формам работы с участием ведущих ученых – академиков РАН, происходит процесс социализации детей и молодежи из отдаленных регионов посредством расширения научного пространства в области наук о Земле. Студия обеспечивает обратную связь с аудиториями, где располагаются слушатели. Связь осуществляется оперативно, причем тематика конкретной лекции и время ее проведения согласовываются заранее. Тем самым обеспечивается оптимальный уровень присутствия на лекциях слушателей, максимально заинтересованных в их тематике.

В период особого режима во время введения карантина и организации дистанционного обучения особо важно было продолжить просветительскую работу. Разработанные программы лекций и онлайн-экскурсии, специально подготовленные для дистанционных форм научно-просветительской работы, своевременно были использованы в образовательном процессе.

Тематика уже проведенных телемостов весьма разнообразна. Они охватывают проблемы, актуальные для настоящего этапа развития современного общества и экономики страны. К ним, в частности, относятся проблемы цифровизации отраслей экономики и ее устойчивого развития, подготовки кадров для горной промышленности, роль государства и бизнеса в геологическом изучении недр, использования гидротермальных ресурсов и беспилотных летательных аппаратов в народном хозяйстве. К фундаментальным проблемам, которые являлись предметом обсуждения на телемостах, относятся перспективы изучения системы Земля–Луна, эволюция биосферы в свете учения В.И. Вернадского. Накопленный к настоящему времени опыт проведения телемостов и видеолекций по разнообразной тематике с участием деятелей науки и техники свидетельствует о высокой заинтересованности слушателей и об эффективности этой методологии для достижения основной цели Центра.

Упомянем некоторые из представленных на сайте ГГМ РАН тематические видео-экскурсии и лекции, потенциально полезные для преподавателей.

Экскурсионные программы, проводимые в музее, предназначены в основном для учащихся школ и высших учебных заведений и формируют представление о профессиях горно-геологической направленности [3].

Как известно, прошлый, 2019 год, был объявлен годом



Телемост-лекция проф. В.В. Бушуева «Цифровизация и цивилизация (Новые энергоинформационные системы)»



Санкт-Петербургский горный университет на телемосте-лекции С.М. Миронова «Есть такая профессия геолог»



Участие Белгородского государственного национального исследовательского университета в лекции



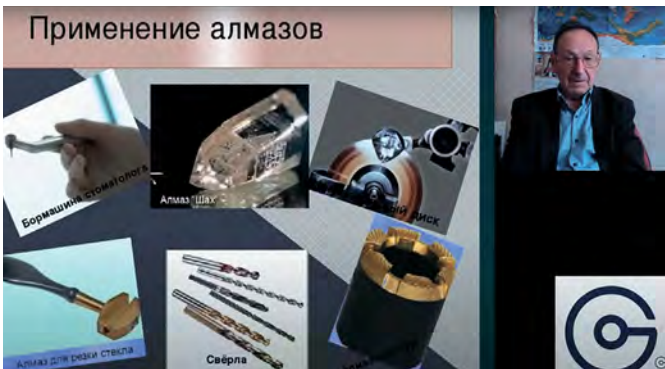
Участие Кузбасского государственного технического университета имени Т.Ф. Горбачёва в телемосте с академиком Р.И. Нигматулиным



Дистанционная экскурсия И.А. Черевковской, ГГМ РАН



Дистанционная экскурсия О.А. Антонюк, ГГМ РАН



Дистанционная лекция Е.Г. Мирлина, ГГМ РАН



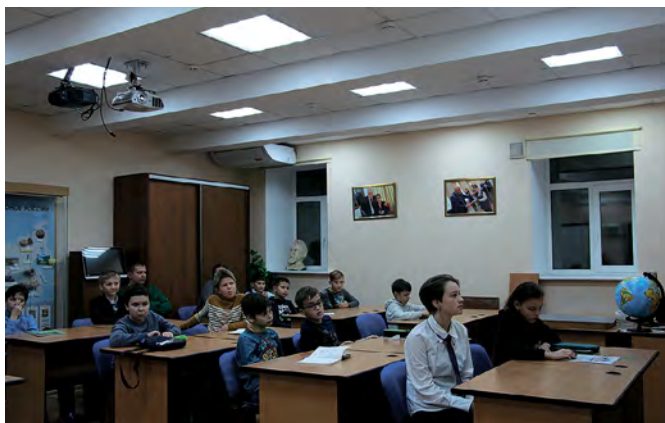
Дистанционная лекция Е.Г. Мирлина, ГГМ РАН

Периодической системы Д.И. Менделеева. С учетом этого обстоятельства был разработан и записан цикл тематических экскурсий, посвященных различным элементам: углероду, кремнию, меди, алюминию с демонстрацией тех образцов минералов и горных пород из музейных экспозиций, которые эти элементы содержат. К примеру, демонстрируемые в видеолекции великолепные образцы малахита, который представляет собой карбонат меди, а также медные изделия, изготовленные много веков назад, в витринах помогут учителю доступно рассказать о значении этого элемента, а ученику – уяснить значение меди. Видеозапись, посвященная кремнию, основана на многочисленных и весьма представительных коллекциях минералов, содержащих кремний, которыми располагает ГГМ РАН. Основой многих полудрагоценных камней: агата, аметиста, яшмы – является именно кремний. В лекции отмечено, что благодаря именно этому элементу ранний этап развития цивилизации называется каменным веком. Кремний входит в состав всех горных пород, из которых состоит земная кора. В видеосюжетах, которые являются основой лекции, представлены наиболее интересные и зрелищные образцы из музейных коллекций. Знакомство с ними будет способствовать лучшему усвоению учениками тех сведений, которые преподаватель сообщил им на уроках химии. Столь же запоминающимися являются видеолекции, в которых рассказывается об углероде и алюминии и их роли в формировании различных горных пород и минералов. Специальная лекция подготовлена по теме, которая занимает особенно важное место в геологии и, соответственно, в геологическом музее: минералах, их свойствах, признаках, по которым их классифицируют, их использовании в различных сферах деятельности человека.

Для учителей географии и других естественнонаучных предметов будут полезны сведения, содержащиеся в видеолекциях, посвященных природным катастрофам, обусловленным процессами в глубинах Земли, строению вулканов и вулканизму,

строению дна Мирового океана и его минеральным ресурсам, учению о биосфере. Общие сведения о фондах музея содержатся в видеолекции, посвященной 255-летию юбилею ГГМ. В ней же рассказывается о геологическом строении Москвы и Подмосковья, т.е. того региона, где проживает большинство молодых посетителей музея – школьников. Знакомство с этой лекцией, несомненно, поможет им более глубоко осознать необходимость сохранения природы окрестностей их родного города.

В рамках Центра создан и активно функционирует Клуб юных геологов, его основная функция – работа с детьми, проявившими повышенный интерес к геологии [4, 7]. Это предьявляет особые требования к преподавателям Клуба, поскольку требует постоянного поиска нестандартных и разнообразных приемов, методов и подходов. В Клубе дети знакомятся с началами геологии: образцами горных пород, минералов, полезных ископаемых, их составом. Для этого помещение, где проходят занятия, оборудованы микроскопами, интерактивными досками, макетами геологических объектов. Дети (в сопровождении взрослых) приезжают в здание ГГМ РАН, где располагается Клуб, со всей Москвы и даже из Подмосковья. Это требует немалых времени и усилий, тем более что дети приезжают в Клуб после уроков. Разумеется, та часть занятий, которая включает в себя работу с образцами, требует присутствия в помещении Клуба. Однако программа занятий с юными геологами включает в себя знакомство и с другими разделами геологической науки: основными структурами земной коры, разнообразными геологическими процессами и теми методами, которые используются современными геологами для решения разнообразных задач. Особое направление программы работы Клуба – геология морей и океанов, поскольку водная поверхность занимает более двух третей земной поверхности. Все эти аспекты излагаются преподавателями максимально доступно и наглядно, с этой целью ими заранее готовятся лекции со значительным количе-



Клуб юных геологов

разделы географии и экологии изучать на геоинформационной основе в контексте азов картографии, пространственного представления данных о территориях, ориентировки на местности, используя картографические и геодезические модули. Подобные формы работы с использованием программных продуктов позволяют сделать учебные программы более содержательными и наукоемкими, способствуют интеграции в профессиональное и научное сообщество. Расширяют коммуникационную среду учащейся молодежи в рамках профилирования на горно-геологические профессии. Существенными разработками в этом направлении могут служить геолого-маркшейдерские программы ГЕОМИКС (отечественные разработки коллектива ВИОГЕМ). Разделы геологии и недропользования целесообразно изучать с использованием геологического расширения ГЕОМИКС в рамках программ по общей геологии. Это позво-



Юный экскурсовод ГГМ РАН возле своей экспозиции

ством ярких иллюстраций, а также наиболее наглядные геологические образцы. Для осуществления этой части деятельности Клуба может быть эффективно использован режим работы «on-line», тем более что практически каждая семья в настоящее время имеет в своем распоряжении компьютер, подключенный к сети Интернет. В связи с этим Клуб начал реализовывать часть своей программы именно в таком режиме. В настоящее время осуществляется рассылка детям заданий и методических материалов с последующим опросом и «дискуссией» с ними через программу Skype в режиме конференции. Юные участники Клуба с интересом включаются в эту форму работы с учетом того, что нахождение в среде интернета для современных детей не представляет трудностей.

Существенным для работы с учащимися образовательных учреждений является создание и использование в лекционных, семинарских и практических занятиях специализированных программ для естественнонаучных предметов. Целесообразно



Конкурс «Дети-детям»

лит обеспечить пространственное представление о геологическом строении месторождений полезных ископаемых и способах их добычи. Также целесообразно при подготовке лекционных и практических занятий со школьниками использовать медийные материалы в среде ГЕОМИКС.

Центр осуществляет работу в еще одном направлении, в рамках которого также используются цифровые технологии: организация и проведение конкурсов для детей и молодежи. Названия конкурсов говорят сами за себя – «Богатство недр моей страны», «Вырасти своего студента», «Дети-детям», «В таланте все едины», «Один день моей страны».

В их подготовке и проведении помимо учредителей Центра участвуют и другие заинтересованные образовательные организации: Московский городской методический центр Департамента образования, Московский детско-юношеский центр экологии, краеведения и туризма, Московский геологоразведочный техникум, а также производственные организации. Цель конкурсов – углубление знаний у подрастающего поколения о проблемах минеральных богатств страны, их сохранения и рационального использования, а также стимулирование у него интереса к профессии геолога и горняка. В режиме «on-line» проводится предварительный просмотр проектов, представленных участниками, дистанционно осуществляется ознакомление с ними специалистов экспертных комиссий. С этой целью создана база данных представленных на конкурсы работ в электронном формате, к которой имеют доступ специалисты, осуществляющие анализ и отбор проектов. Кроме того, участники конкурса имеют возможность представить короткие видеосюжеты по теме работ, которые они выставляют на конкурсы. Видеосюжеты также оцениваются специалистами в режиме «on-line». Победители конкурса награждаются ценными и запоминающимися призами. В этом году несмотря на пандемию использование цифровых технологий позволило успешно провести подведение итогов социально значимого конкурсного



Проведение детской научно-практической конференции «Первые шаги в науку в системе непрерывного образования детей и молодежи в области геологии и природопользования» в рамках проекта «Дети – детям», 21 ноября 2019 г.

проекта «Богатство недр моей страны». Подобные формы дистанционной работы с использованием современных технологий в новых социальных условиях становятся актуальными и в определенных условиях единственно возможными.

Актуальные проблемы использования цифровых технологий в практике содействия музея преподавательскому сообществу

Разрабатывая различные просветительские проекты на основе цифровых технологий, авторы, разумеется, отдают себе отчет в том, что никакая видеоэкскурсия не заменит реальную экскурсию по залам музея, никакая «on-line» лекция не способна заменить общение со специалистом-лектором и учителем. Цифровые технологии лишь побуждают сходить в музей, но не заменяют его посещение. Тем не менее даже при этих оговорках уже накопленный более чем трехлетний опыт использования цифровых технологий показывает перспективность созданных разработок. Конечно, возникают еще некоторые проблемы, что не удивительно, ведь речь идет об относительно новой и специфической форме музейной работы. Важнейшие из них: информирование преподавательского сообщества о проектах и программах, реализуемых ГГМ РАН в дистанционной форме, и, соответственно, увеличение степени их использования в повседневной работе учителей и преподавателей вузов. В этом отношении имеются трудности, имеющие вполне объективный характер:

– загруженность преподавателей, которые обязаны в определенные сроки изложить студентам и школьникам материал, предусмотренный программой. Зачастую, у них физически не хватает времени для знакомства с проектами музея и оценить их полезность в повседневной работе;

– недостаточные условия для использования музейного материала в лекциях и в школьных занятиях. Существующие методические разработки не предусматривают включение подобного материала в программы преподавания конкретного предмета, и, следовательно, преподаватели, в случае использования музейных видеолекций и трансляций вынуждены опираться исключительно на собственную инициативу.

Полагаем, что устранение указанных трудностей позволит в дальнейшем более активно решать весьма актуальную задачу использования богатства российских естественнонаучных музеев в работе учителей и преподавателей вузов. Считаем, что путь к этому – интенсификация взаимодействия музейного и преподавательского сообщества с подключением к нему специалистов Минобрнауки РФ. Выражаем надежду, что опыт использования цифровых технологий, накопленный ГГМ РАН, будет полезным для других музеев.

Работа выполнена в рамках темы НИР 0140- 2019-0006.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ:

1. Малышев Ю.Н., Титова А.В. Роль и задачи естественнонаучных музеев в образовательном процессе по специальностям горно-геологического профиля // Горная промышленность. – 2017. – №2. – С. 108–109.
2. Малышев Ю.Н., Титова А.В., Пучков А.Л. Инновации в горно-геологическом образовании // Горный журнал (2255). – 2018. – №10. – С. 93–98.
3. Полетаева Н.А., Яцкая С.В. Интерактивные экскурсионные программы как основа профориентационной деятельности по специальности «Гидрогеология и инженерная геология» // Современная педагогика. – 2016. – №11 [Электронный ресурс]. URL: <http://pedagogika.snauka.ru/2016/11/6280>
4. Малышев Ю.Н., Титова А.В., Пучков А.Л., Титов Г.И. Принципиальная модель создания единой коммуникационной среды для формирования кадрового резерва для производства и науки минерально-сырьевого сектора экономики РФ // Горная промышленность. – 2018. – №1. – С. 17–20. ISSN 0017-2278.
5. Мирлин Е.Г., Хотченков Е.В., Черевковская И.А. Геологический музей как инновационная площадка просветительской работы с молодым поколением. Инноватика и экспертиза. – 2020. – №3. – С. 132–142.
6. Титова А.В. Создание «Межвузовского академического центра навигации по специальностям горно-геологического профиля» на базе ГГМ РАН // Горная промышленность. – 2015. – №5. – С. 34–35.
7. Малышев Ю.Н. Роль государственного геологического музея им. В.И. Вернадского РАН в популяризации научно-технических знаний // Горный журнал. – 2015. – №7. – С. 39–44.

Инновационные преобразования в системе просвещения и образования музейными средствами в эпоху цифровизации

Ю.Н. Малышев, А.В. Титова, Е.Г. Мирлин

Аннотация: Актуальной задачей для средней и высшей школы в эпоху цифровизации является поиск инновационных методов и подходов в образовательном процессе. Целью статьи является изложение опыта взаимодействия Государственного геологического музея им. В.И. Вернадского Российской Академии Наук (ГГМ РАН) и работников образования, а также обсуждение дальнейших путей актуализации этого направления при изучении естественнонаучных дисциплин в средней и высшей школе. В музее созданы все необходимые предпосылки для работы с молодым поколением в новых условиях, главные из которых: развитая коммуникационная среда и техническая база, а также устойчивые профессиональные связи с академическим и преподавательским сообществом вузов горно-геологического профиля. Представлены конкретные примеры инновационных приемов и методов работы: научно-образовательные проекты и программы, видеолекции в режиме «on-line», телемосты с участием ведущих ученых РАН, деятелей науки и техники, работа со школьниками в «Клубе юных геологов», участие его членов в разнообразных городских и общероссийских конкурсах как в реальном режиме, так и в режиме «on-line». Накопленный опыт использования цифровых технологий в образовательном процессе, говорит о перспективности созданных разработок.

Ключевые слова: горное дело, геология, экология, инновационные подходы в образовании, цифровые технологии, профориентация школьников, научно-просветительская работа, образовательные программы

Innovative Changes in Educational and Training System using Museum Assets in the Digital Age

Yu.N. Malyshev, A.V. Titova, E.G. Mirlin

Abstract: A topical task for the secondary and higher schools in the Digital Age is to find innovative methods and approaches in the educational process. The objective of the paper is to present the experience of interaction between the Vernadsky State Geological Museum of the Russian Academy of Sciences and educational specialists, as well as to discuss further ways to actualize this trend in studying natural sciences in the secondary and higher schools. The museum has created all the necessary conditions to work with the young generation in the new environment, the key factors being a well-developed communication environment and technical facilities, as well as sustainable professional relations with the academic and teaching community of higher educational institutions of mining and geological profile. Specific examples of innovative techniques and methods of work are presented that include research and educational projects and programs, on-line videolectures, teleconferences with participation of the leading scientists of the Russian Academy of Sciences, researchers and engineers, work with schoolchildren in the "Club of Young Geologists", participation of its members in a variety of city and national competitions both in real time and on-line. The accumulated experience of using digital technologies in the educational process indicates the prospects of the created developments.

Keywords: Mining, geology, ecology, innovative approaches in education, digital technologies, vocational guidance of schoolchildren, scientific and educational work, educational programs



ВЕРНАЯ ТРАЕКТОРИЯ ДЛЯ БИЗНЕСА!

Разработка маркетинговой и
коммуникационной стратегии

Управление
репутацией

Интернет
продвижение

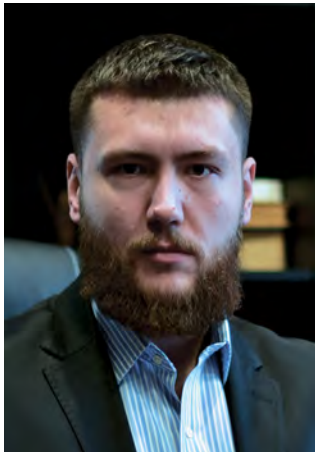
Подготовка к участию
в отраслевых выставках

PR и работа со
СМИ

Дизайн и
полиграфия

www.stimchenko.ru
communication@stimchenko.com
тел. +7 (495) 699-01-24

КРИЗИС КАК СТИМУЛ для модернизации



В.А. Журавлев,
директор Икшинского ОПП

2020 г. всем нам запомнится надолго. Пандемия стала тяжелым ударом практически для всех отраслей. И все же для некоторых участников российского рынка кризис 2020-го дал старт обновлению, разработке и реализации новых перспективных планов. Одно из таких предприятий – Икшинское опытно-производственное предприятие.

ники – «ходят» на грохотах более чем 100 крупных компаний, таких как «УралАсбест», Группа ЛРС, компания «Гранит», Завод «ДСМ», «Сатори», ОАО «ПРЧ», «Каменногорский комбинат нерудных материалов», «Хотьковское карьероуправление», «Ковский горный щебеночный завод» и многих других. Стоит сказать большое спасибо всем поколениям, которые создавали и развивали это предприятие. У его истоков, к слову, стоял мой дед – Александр Андреевич Журавлев. Совсем недавно его не стало, но в горнорудной промышленности России и «бывшего СССР», в добыче и потреблении природных строительных материалов его знают и помнят. Замечательный был человек и уникальный профессионал своего дела...

И все же управленческая команда, которая в 2019 г. пришла на предприятие, не намерена была просто «почивать на лаврах» предшественников?

– Верно. Мы поставили перед собой цель не только сохранить, но и преумножить: модернизировать производство, сделать из Икшинского ОПП по-настоящему современное предприятие. Многие в деле модернизации существующих производственных мощностей можем делать сами. Цех механической обработки металлов – старейший на предприятии, работают мастера высокого класса, настоящие искусники. Но будем покупать и новое оборудование, станки с ЧПУ, например. Благо производственных и складских площадей у предприятия много – только работай, расширяйся, развивай новые направления. Хотя основная наша продукция по-прежнему – резиновые сита и подситники для разделения материалов по крупности куска и фракции: от 3 до 60 мм.

Насколько такая традиционная продукция сегодня востребована?

– Востребована и очень широко! Сита, которые мы производим, используются для оснащения виброгрохотов в рудной, угольной и других отраслях промышленности при сортировке кусковых и сыпучих материалов. Преимуществ у резиновых сит и карт (по сравнению с металлическими) много. Это и высокий ресурс – у резиновых сит он примерно в 3–6 раз больше, чем у металлических: 100 000 м³ – для высокоабразивного материала и 200 000 м³ – для малоабразивного. Кроме того, грохоты, оснащенные резиновыми ситами и картами, при эксплуатации дают гораздо меньший уровень шума, что значительно улучшает условия труда. Резиновые сита и карты легки в обслуживании, их легко заменить, что бережет предприятие от простоев. Резиновые просеивающие поверхности подходят для грохочения любых минералов – от предварительного просеивания до окончательного разделения фракций. Они не боятся мокрого просева, не подвержены коррозии, не склонны к залипанию влажным материалом и застреванию трудных зёрен, не боятся высоких или низких температур на производстве.

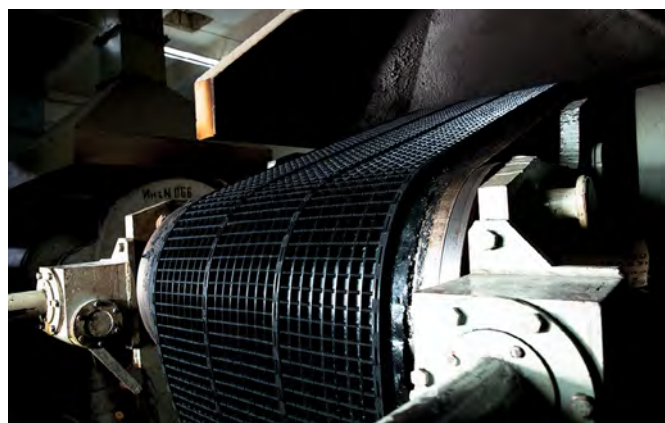
В 2019 г. Икшинское ОПП отметило 60-летний юбилей. И так сложилось, что в новое шестидесятилетие предприятие шагнуло под руководством новой управленческой команды. В кризисном 2020 г. это оказалось очень кстати. Оптимизация производственных процессов, активное расширение ассортимента продукции и рынка сбыта позволили не только не дать «просадки», но даже улучшить экономические показатели. Как удалось? Этот вопрос мы задали коммерческому директору предприятия Виталию Андреевичу Журавлеву.

Виталий Андреевич, как получилось пережить ковид «без осложнений»?

– Сложности, связанные с пандемией, конечно, и нас не обошли стороной. С первой волны и до сих пор на предприятии строго соблюдаются все меры предосторожности: и дистанция, и применение средств индивидуальной защиты, и санитарная обработка, и контроль температуры сотрудников перед выходом на рабочее место. Если есть недомогание, настоятельно просим от выхода в цех отказаться. Коллектив у нас не такой уж большой и здоровье каждого человека это, без преувеличения, здоровье всех, всего предприятия. И все же ковид, Вы верно сказали, мы переносим «в легкой форме» – без тяжелых экономических осложнений. Планы по объему производства и продаж 2020 г. даже перевыполним – пусть пока незначительно, но на сложившемся макроэкономическом фоне и это хороший результат. Все мы много сделали для его достижения.

В чем секрет такой антикризисной устойчивости?

– Прежде всего в традициях, сложившихся на предприятии, в высокой репутации надежного партнера и поставщика, заработанной долгими десятилетиями качественной работы. Продукцию с маркировкой «Сделано в подмосковной Икше» прекрасно знают на многих горнорудных предприятиях, причем не только Российской Федерации, но и в Белоруссии, Казахстане и других странах ближнего зарубежья. Наша основная продукция – резиновые сита и подсит-



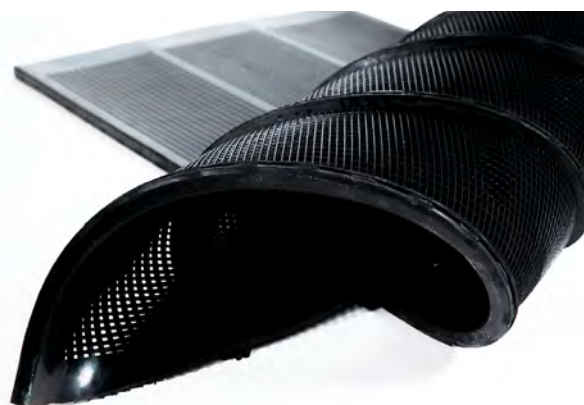
Резина поглощает ударную нагрузку, а это снижает нагрузку на подшипниковые узлы и продлевает общий срок службы виброгрохотов. Возможность варьирования размера ячеек позволяет оперативно изменять технологические показатели классификации в зависимости от требований заказчика. Производство сит возможно под любой грохот, в том числе импортный. И все наши изделия по физико-механическим показателям применяемых резин соответствуют нормам ГОСТ. Предельное отклонение размеров отверстий $\pm 0,5$ мм, предельное отклонение ширины $\pm 1,0$ мм

Какие новые направления планируете развивать?

– Готовим цех по производству рифленной сетки для производства металлических плетеных сит из стальной проволоки диаметром от 3 до 12 мм – для грохотов всех типов российского и импортного производства, любых размеров, с квадратной и прямоугольной ячейкой. Металлические плетеные сита применяются для просева всех типов нерудных материалов по фракциям до 140 мм. Изготовленные из проволоки или прута, они отличаются большой площадью просвета и являются идеальным решением для наиболее эффективного грохочения, когда требуется добиться максимальной производительности оборудования. И активно работаем над запуском собственного производства сит из полиуретана. Это мировой тренд последних лет. Вся Европа давно работает на полиуретане, поскольку такие сита превосходят по своим эксплуатационным свойствам резину практически также, как резина превосходит металл, о чем я говорил выше. Ресурс полиуретановых сит в 3–5 раз больше, чем резиновых, а значит почти в 10 раз больше по сравнению с металлическими. Но и стоят они – соответственно.

Будет ли спрос на такую дорогую продукцию на российских производствах? Все мы, как говорится, хотим «Мерседес», но ездим на том, что по карману...

– Будет! Более того – он уже есть! Хотя вы правы – потратиться на закупку полиуретановых сит по силам сегодня не всякому российскому производителю. В Европе немного другой менталитет, да и условия господдержки, банковского «длинного» кредитования более комфортные. Там работа на долгосрочную окупаемость и перспективу – давно норма. У нас же многие выбирают самый дешевый металлический вариант просто потому, что он самый дешевый. Завтра можно что-то подделать, подварить, провололочкой подтянуть. А послезавтра – это вообще так далеко, что про него и не думают. Но постепенно ситуация меняется. На серьезных предприятиях уже сегодня комбинируют использование и металлических, и резиновых, и полиуретановых сит – в зависимости от характера продукции и производственных задач. С запуском производства металлических сит из своей сетки и сит из полиуретана мы будем по сути закрывать три



ценовые ниши – от бюджетной до высокоценовой. Исследование рынка, анализ спроса мы уже провели, идут переговоры с существующими партнерами и потенциальными потребителями. Есть интерес. Значит мы мыслим в верном направлении и надо работать, не откладывая в долгий ящик. Реализацию всех этих задумок планируем начать уже в следующем году.

Главный ресурс любого развивающегося бизнеса – это люди. Есть у вас на предприятии на кого опереться?

– Да, конечно! Иначе мы не отработали бы так хорошо этот сложный год и не строили бы такие планы на перспективу. Коллектив небольшой, но крепко сбитый, надежный, профессиональный. Ребята просто молодцы. Горжусь, что работаю с этими людьми. Текучки нет. Есть мастера, которые отработали в наших цехах по 10 и 20 лет – знают производство до самых мельчайших нюансов. И молодежь приходит – 25–28 лет. Сейчас думаем активнее привлекать молодых специалистов вообще без опыта – с прицелом, чтобы обучить их уже на рабочем месте – на наших станках, под руководством наших опытных специалистов. Планируем дать новый импульс развитию инженерному блоку. Под новые контракты и новые направления, которые планируются, уже в следующем году коллектив можно будет увеличить почти вдвое.

Виталий Андреевич, что Вы хотели бы пожелать вашим товарищам – коллективу Икшинского ОПП – и вашим партнерам/заказчикам в наступающем 2021 г.?

– Коллегам, товарищам, коллективу предприятия – дальнейшего роста! Руководство предприятия постарается обеспечить все возможности для такого роста открытием новых направлений и получением новых контрактов. Заказчикам и партнерам от всей души желаю увеличивать производственные мощности, увеличивать объемы заказов. И всем в новом году – назло пандемии – крепкого иммунитета и не болеть! Тогда со всем справимся.

Оценка постэксплуатационного состояния вольфрамово-молибденового месторождения и возможности нового его вовлечения в природопользование

Р.О. Калов, д-р геогр. наук, проф. кафедры «Экономика» ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В.М. Кокова, г. Нальчик, Россия

Г.А. Бекаров, канд. экон. наук, доц. ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В.М. Кокова, г. Нальчик, Россия

Целью проведенной работы является осуществление комплексной оценки постэксплуатационного состояния и условий нового вовлечения Тырнаузского вольфрамово-молибденового месторождения в природопользование.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- проведение комплексной оценки постэксплуатационной природно-техногенной эволюции рудного и нерудного минерального вещества в пределах мест очевидного нарушения месторождения;

- оценка остаточных балансовых запасов сырья на предмет бездефицитного функционирования металлургического комплекса на долгосрочную перспективу;

- обобщение вариантов снижения эколого-производственных рисков на новом этапе эксплуатации исходного сырья и последовательной утилизации ранее накопленных отходов.

В работе применены метод анализа и обобщения исследований, выполненных ранее; метод полевых работ, исторический, сравнительно-географический, статистический, ландшафтный методы.

Введение

Тырнаузское вольфрамово-молибденовое месторождение локализовано в восточной части выклинивания геосинклинальной области Передового хребта и находится на пересечении двух тектонических структур – Тырнауз-Пшекишского тектонического 150-километрового шовного участка и субмеридиональной тектонической зоны. На нем во второй половине XX в. базировалась металлургическая отрасль Кабардино-Балкарии. Она ежегодно перерабатывала 6,6 млн т металлической руды и производила около 14 тыс. т концентратов. Комплекс представлял пространственно разорванное производственное объединение Тырнаузского горно-обогатительного комбината и гидрометаллургического завода в г. Нальчике.

Повсеместное разбалансирование хозяйственного комплекса страны 1990-е годы привело к закономерному снижению экономической эффективности добычи и обогащения сырья исследуемого предприятия. Стихийный рост цен на все элементы оборотных фондов, технологическое сырье, топливо и оборудование при устойчивом снижении платежеспособного спроса гражданских потребителей в сочетании с последовательным сворачиванием оборонного заказа, привело в 2000 г. к полной остановке эксплуатации месторождения. В результате до 10% молибдена и порядка 50% вольфрама, по оценке отраслевых экспертов, ныне импортируется, в денежном выражении размер ежегодного ввоза составляет \$65 млн.

Результаты

За 60 лет интенсивной эксплуатации 25 рудных тел месторождения балансовые его запасы заметно сократились. За этот период полностью списаны с баланса предприятия 7 рудных тел: Скарн 27 (в пределах высот 2390–2615 м), Скарн 30 (2825–2865 м), Южный скарн (2465–2630 м), Скарнированные мраморы Северо-западного скарна (2615–2940 м), Северные роговики (2241–2630 м), Гранитоиды Центра (2615–2765 м), Роговики Центра (2242–2390 м).

Кроме того, в четырех рудных телах: рудном теле Сложное, Слепой залежи, Роговиках Слепой залежи, Скарнированных мраморах Юго-Запада списана часть балансовых запасов сырья, затронутых зоной влияния смежной добычи. В списанную категорию также вошли и все забалансовые рудные тела Амфиболовых роговиков.

Таким образом, на начало 2016 г., остаточные балансовые запасы месторождения были представлены тремя типами оруденения, большей частью различающимися по характеру морфологии и минерального состава:

- скарновые руды, сформировавшиеся путем глубинной трансформации магматических и осадочных отложений под влиянием мощного давления и высокой температуры; в совокупности учетных запасов руд месторождения их доля составляет 46%, в которых заключено около 66% трехоксида вольфрама;

- гранитоидные и роговиковые руды, которые составляют 22% от всех запасов источника, с содержанием 20% молибдена; удельная концентрация последнего 0,05% [1];

- скарнированные мраморы в пределах 32% от балансовых запасов руд, последние включают 29% трехоксида вольфрама с долевым содержанием 0,154% и 25% молибдена с удельным весом 0,03%.

Обозначенные особенности структуры остаточных рудоносных скарнов в нынешнем постэксплуатационном состоянии хорошо просматриваются. Так, скарновое тело чаще всего приурочено к контакту толщи ороговикованных песчаников и сланцев с мраморизованными известняками и имеет форму антиклинальной складки, шарнир которой погружается на восток примерно под углом 50° (рис. 1).

Рис. 1 свидетельствует об отсутствии в структуре главного рудного тела месторождения выраженной закономерности в залегании рудоносных скарнов. Антиклинальная форма рудного тела осложнена скарнами в средней его части среди известняков.

Молибден встречается в шеелите, повелите, молибдените; последний включает в себе около 60% молибдена. Он представляет мелкие серебристые чешуйки с размером зерна в десятки доли

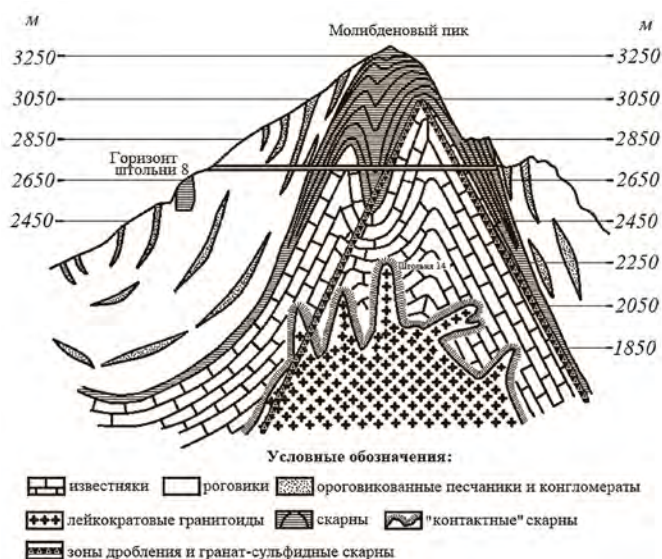


Рис. 1 Схема структур главного рудного тела Тырнаузского месторождения

миллиметра, реже он встречается в виде тонкозернистой вкрапленности. Распределение молибденита в главном рудном теле неравномерное: наиболее обогащенные им участки приурочены к северо-западному флангу рудного тела и центральному скарну. Восточный же перегиб главного рудного тела, обогащенный вольфрамом, содержит молибденит в минимальном количестве, его содержание с глубиной практически не меняется [2].

По содержанию триоксида вольфрама и молибдена скарновые руды различаются:

- шеелитовые руды, содержащие минимум молибдена;
- шеелиито-молибденовые руды, в которых шеелит явно преобладает над молибденом;
- молибденовые руды, в которых шеелит присутствует в незначительных количествах.

В отличие от скарновых, роговиковые и гранитоидные руды содержат в промышленных концентрациях только молибден, вольфрама в них крайне мало. Молибден представлен молибденитом и повеллитом, где шестивалентный молибден связан только с повеллитом [3].

Скарновые мраморы как промышленный тип оруденения присутствуют в виде скарновых жил и прожилков в мраморах лежащего бока главного скарна, длина которых варьирует в пределах от 10 до 50 м, а их мощность – от 0,5 до 2 м. Массовая доля скарновых минералов колеблется от 10 до 30%, концентрация полезных компонентов в них снижается по мере удаления от лежащего бока главного скарна, с глубиной интенсивность оруденения возрастает. Кроме того, руды несут в себе еще около 20 попутных компонентов благородных, цветных и редких металлов, что сулит значимые перспективы для комбинированного использования ресурсов месторождения на базе инновационных технологий.

По оценке отраслевых экспертов, постэксплуатационное рудное тело с охарактеризованной совокупностью горнотехнических свойств на начало 2016 г. сосредотачивает в себе около 530 тыс. т балансовых запасов триоксида вольфрама. Изложенные параметры оруденения и уточненные балансовые запасы месторождения в первом приближении можно оценить как благоприятные для продолжения разработки на долговременную перспективу. Возможность организации рентабельного природопользования на его базе находится в тесной зависимости от того, насколько адекватную характеру остаточной руды технологию обогащения удастся подобрать потенциальным инвесторам.

Выраженная «скудность» исходного сырья применительно к концентрации вольфрама и молибдена (0,13–0,85%) обуславливает целесообразность внедрения инновационной европейской практики обогащения сырья. Суть инновации состоит в совмещении гидрометаллургического и пирометаллургического способов обработки руды. Данный метод позволяет поднять долю вольфрама в концентрате до 69%. Последний востребован в гидрометаллургии и в черной металлургии, а также в оборонной промышленности.

Значительным экономическим потенциалом представляется утилизация ранее накопленных на площади 31 га рудных и нерудных техногенных отходов. Их суммарный объем оценивается в 25 млн т. Сочетание параллельной переработки исходного сырья и техногенных отходов существенно повышает шанс на достижение металлургическим комплексом устойчивой точки безубыточности производства на длительный период. По прогнозам экспертов, повторное вовлечение ранее потерянного сырья позволит выпускать дополнительно к основному производству: вольфрама – на \$23 млн, молибдена – на \$8 млн, меди – на \$2 млн ежегодно [1].

Необходимо разработать новые технологические регламенты производства и на их основе из существующих инновационных подходов организации переработки сырья определить с наиболее адекватными подходами применительно к специфике Тырнаузского месторождения. Так, имеется определенный потенциал для оптимизации пространственной организации технологических процессов. Инновационным элементом организации будущей добычи сырья может стать корректировка технологии использования активных пространств. Суть идеи заключается в складировании вскрышных пород открытых разработок в заранее подготовленном уже выработанном пространстве. Метод позволит активнее разворачивать фронт горнорудных работ внутри карьера [4]. Закладка выработанной площади вскрышными породами над подземным рудником обеспечит в тесном ущелье совмещение подземных и открытых работ в одной вертикальной плоскости. Размещение большей части вскрышных материалов (до 80–90%) на плоскости отработанного пространства заметно уменьшит негативное влияние процесса добычи на горно-долинные ландшафты; снизит издержки на измельчение, обогащение сырья и затраты на содержание хвостохранилищ в среднем до 1,5 раз [5].

Важный резерв имеется в плане совершенствования подхода к добыче руды. Предложение заключается в том, чтобы использовать имеющийся перепад высот между верхним и нижним рудопроявлениями (3250 и 1850 м соответственно) месторождения, который составляет 1400 м. Следовательно, подход к рудопроявлениям безболезненно можно сместить вниз по склону, к примеру, спустившись на 120 м к юго-западу города, что обеспечит безусловное снижение себестоимости добычи единицы сырья.

Не реализован потенциал возможной экологизации закладки отходов. Между тем есть возможность повышения сохранности исходного состояния складированных редкоземельных руд путем создания благоприятной геохимической среды в отвальном массиве с помощью минералов-стабилизаторов. Данный прием обеспечит высокие показатели сохранности редкоземельного сырья в подземном руднике и повторного, без потерь, возврата их в производственный процесс [6].

Несколько можно упростить внутриотвальные операции с сырьем. Метод заключается во внутриотвальном перераспределении попутных редких металлов, в частности, никельсодержащих некондиционных пород. В период их хранения в процессе гипергенеза происходит выпелачивание редких металлов

и миграция растворов в обогащенный слой, где происходит сорбция ценных химических элементов [7].

Проверенным способом повышения рентабельности любого производства является увеличение удельного веса конечной продукции в структуре товарной продукции. В оцениваемой перспективе имеется аналогичный резерв повышения эффективности. Так, включение в стандартную структуру металлургического комплекса мощностей по производству конечной товарной продукции в виде высокопрочных режущих инструментов в кооперации с АО «Терекалмаз» позволит поднять общий уровень рентабельности металлургического производства и восстановить фактически «размытую» специализацию «Терекалмаза».

Тандем двух предприятий позволит производить конечную продукцию с высокой коррозионной стойкостью и значительной твердостью. Безальтернативным технологическим элементом производства указанной наукоемкой продукции является нанокристаллический карбид вольфрама, который также может выпускаться комбинатом в качестве профильной товарной продукции.

Встраивание нового предприятия в жесткие рыночные условия потребует пересмотра практиковавшейся ранее системы его электроэнергоснабжения. В доперестроечное время доля издержек на покупную электроэнергию в структуре затрат достигала 40%, что заведомо обрекало комбинат на низкую конкурентоспособность.

Применительно к нынешней ситуации необходимо изыскивать варианты снижения давления данного фактора на себестоимость продукции. Так, возможен вариант установки собственного сверхмалого энергоагрегата с использованием водовода высокого давления новой обогатительной фабрики. Перепад высот рудного тела в районе локализации водовода составит около 700 м, добавление к данной схеме накопителя для шахтных вод позволит получать 1,5–2 МВт электроэнергии в год. Некоторый резерв для уменьшения покупных энергозатрат имеется на реке Гижгит, где перепад высот составляет 130 м, ее потенциал может обеспечить еще около 2–3 МВт энергоресурсов. Следовательно, примерно до половины годового потребления электроэнергии будет произведено путем реализации внутренних резервов.

Конечно, кардинальным решением проблемы стало бы возведение на р. Баксан малого ГЭС в районе речного створа Былым. В случае оптимистического развития событий она полностью сняла бы электроэнергетическую проблему, резко снизив долю главной статьи себестоимости товарной продукции – затрат на электроэнергию. Однако одновременное инвестирование и металлургического комплекса, и гидроэлектростанции в постпандемических экономических условиях – практически невыполнимая задача.

Широкие дискуссии вызывают перспективы важного элемента бывшего металлургического комплекса – Нальчикского гидрометаллургического завода. Еще в советское время он был локализован в Тырныаузе, но под предлогом целесообразности повышения индекса промышленного развития столицы республики он был передислоцирован в Нальчик. Однако очевидная несовместимость бальнеологического центра федерального значения с токсичным производством сделала неизбежным очередной перенос предприятия. Претендентом на такое место называют Прохладненский район, где завод на первом этапе может перерабатывать привозное сырье из других регионов страны, как это было в девяностые годы. Однако нет никакого резона в его переносе на равнину, существенно расширяя границы экологических рисков. К тому же обеспечить устойчивое развитие «Гидрометзавода» привозным сырьем практически

невозможно, это было бы наступанием «на те же грабли». Коль неизбежно предприятие будет выстроено заново, нет веских аргументов в пользу осуществления промежуточного капиталоемкого хода. Целесообразнее совместить возведение предприятия с проектируемым горнодобывающим комплексом в г. Тырныаузе.

Единый раздел проекта, по которому сложился полный консенсус в обществе, – это возможные социальные дивиденды реализации данного плана. Возведение металлургического комплекса реанимирует моногород Тырныауз, который изначально появился исключительно благодаря самому же предприятию. Запуск нового комбината обеспечит создание не менее одной тысячи рабочих мест, в том числе квалифицированных. Следствием возрождения комбината станет и реанимация взаимообусловленного промышленного и гражданского строительства в населенном пункте, которое в свою очередь обеспечит столько же горных жителей постоянной работой. Следовательно, около двух тысяч семей переориентируются с существования исключительно на государственные пособия на психологически комфортные для людей «белые» доходы, снизив атмосферу иждивенчества и социальной напряженности в горах.

В связи со значительными масштабами накопленных в городе проблем республиканским властям необходимо разработать широкий спектр инструментариев для реализации глобального в масштабах Юга России проекта с одновременным лоббированием признания городского округа Тырныауз территорией опережающего развития.

Заключение

Тырныаузское вольфрамowo-молибденовое месторождение за 60 лет интенсивной эксплуатации заметно исчерпало балансовые запасы руды. За этот же период комбинат накопил значительный объем частично рекультивированных и захороненных хвостохранилищ. Последние фактически представляют собой комплексное техногенное месторождение неметаллического и металлического сырья.

Основным условием уверенного возвращения проектируемого предприятия на рынок вольфрама и молибдена является налаживание комплексного извлечения полезных компонентов из добываемой исходной руды по безотходной схеме.

Накопленные ранее отходы промышленного передела сырья являются не только элементами-токсикантами, но потенциально экономически перспективными ресурсами. Произшедшее снижение балансовых запасов руды по сравнению с исходными их объемами в период первого запуска предприятия вынудит вновь возводимое предприятие целенаправленно вовлекать вторичные ресурсы на правах основного производства. Следовательно, вовлечение захороненных отходов даст национальной экономике не только ценные легированные металлы и строительные материалы, но и обеспечит последовательное уменьшение риска возникновения нештатной техногенной ситуации в речной долине.

Необходимо провести всесторонний маркетинговый анализ текущего спроса мирового рынка и прогнозирование его тенденций в среднесрочной перспективе. Новое вовлечение месторождения в природопользование позволит отказаться от дорогостоящего импорта вольфрама и молибдена в Россию, обеспечив устойчивое снабжение традиционных отечественных потребителей продукции на долговременную перспективу. Восстановление горно-металлургического комплекса на базе Тырныаузского вольфрамowo-молибденового месторождения, безусловно, сыграло бы и значительную социально-экономическую стабилизирующую роль в горной зоне Кабардино-Балкарии.

Статья подготовлена при финансовой поддержке РФФИ. Грант № 19-010-00882.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ:

1. Бортников Н.С. и др. Утилизация хранилищ промышленных отходов обогащательной фабрики ТВМК – одно из необходимых мероприятий для решения экологических проблем в Приэльбрусье // Устойчивое развитие: экология, экономика, социальные отношения. – Вестник ВНУ РАН. – Т. 14. – 2014. – №1. – С. 35–43.
2. Трубецкой К.Н., Галченко Ю.П. Геоэкология освоения недр Земли и экоготеохнологии разработки месторождений. – М.: Научтехлитиздат. – 2015. – 360 с.
3. Пыталев И.А. Тенденции развития научно-методических основ определения параметров открытых горных работ при комплексном освоении недр Земли. Условия устойчивого функционирования минерально-сырьевого комплекса России. Вып. 3 // Горный информационно-аналитический бюллетень (специальный выпуск). – 2015. – №4 С. 29–36.
4. Трубецкой К.Н. Развитие науки и технологий в области открытой разработки месторождений в XXI веке. Проблемы освоения недр в XXI веке глазами молодых ученых. – М.: ИПКОН РАН, 2015. – С. 5–8.
5. Радченко Д.Н., Лавенков В.С. и др. Совместная утилизация отходов обогащения и горно-химического производства при комплексном освоении месторождений многокомпонентных руд // Горный журнал. – 2016. – №12. – С. 17–24.
6. Трубецкой К.Н., Захаров В.Н. и др. Эффективные технологии использования техногенных георесурсов – основа экологической безопасности освоения недр // Горный журнал. – 2016. – №5. – С. 21–27.
7. Каплунов Д.Р., Юков В.А. Принципы устойчивого и экологически сбалансированного освоения недр на базе комбинированных геотехнологий // Горный журнал. – 2015. – №11. – С. 32–36.
8. Крылова Л.Н. и др. Выщелачивание металлов из труднообогатимого промпродукта флотации медно-цинковых колчедановых руд // Обогащение руд. – №6. – 2016. – С. 14–18.
9. Еременко В.А. и др. Технология оперативного мониторинга напряженно-деформированного состояния разрабатываемого массива горных пород // Горный журнал. – 2015. – №8. – С. 42–47.
10. Рывьникова М.В., Галченко Ю.П., Радченко Д.Н. Методика проведения мониторинга современного состояния горнотехнических систем и окружающей среды в регионах их функционирования. Условия устойчивого функционирования минерально-сырьевого комплекса России. Вып. 2 // Горный информационно-аналитический бюллетень (специальный выпуск). – 2014. – №12. – С. 9–27.
11. Трубецкой К.Н., Каплунов Д.Р., Рывьникова М.В. Принципы обоснования параметров устойчивого и экологически сбалансированного освоения месторождений твердых полезных ископаемых. Условия устойчивого функционирования минерально-сырьевого комплекса России. Вып. 2 // Горный информационно-аналитический бюллетень (специальный выпуск). – 2014. – №12. – С. 3–8.
12. Калов Р.О., Тогузаев Т.Х., Бекаров Г.А. Эколого-экономическая зона как сбалансированная природно-хозяйственная конструкция с заданными свойствами. – М.: АСВ, 2019. – 138 с.

Оценка постэксплуатационного состояния вольфрамово-молибденового месторождения и возможности нового его вовлечения в природопользование

Р.О. Калов, Г.А. Бекаров,
e-mail: vcalov.r@yandex.ru

Аннотация: Запасы основного в России Приморского вольфрамового месторождения близки к исчерпанию. В этой связи все последнее десятилетие обсуждается вопрос о целесообразности возобновления природопользования на базе Тырныузского вольфрамово-молибденового месторождения в Кабардино-Балкарской Республике (КБР). По оценке отраслевых экспертов, в рудном поле последнего все еще сосредоточено около 50% от общих запасов вольфрама РФ. Однако реализации идеи будет препятствовать целый ряд как внешних, так и внутренних лимитирующих факторов. Мировой спрос на вольфрам и молибден характеризуется высокой волатильностью. Классические механизмы регулирования рынка цветных металлов в России пока еще в зачаточном состоянии. Производственная инфраструктура Тырныузского комбината полностью разрушена, что обрекает реализацию проекта на высокую капиталоемкость. Серьезные изменения претерпели нарушенные промышленной разработкой заброшенные рудные поля, обусловленные интенсивными геохимическими и гравитационными процессами. Физико-химическая их трансформация под влиянием внутренних и внешних условий вызвала новообразования подвижных и токсичных соединений, не проявлявшиеся на момент прекращения природопользования. В конечном итоге, природно-техногенная эволюция рудного и нерудного минерального вещества обусловили заметное сокращение доли балансовых запасов сырья в месторождении. Окончательному определению перспектив предприятия должно предшествовать осмысление очевидных рисков, избежать которых не удастся. Так, в случае возведения нового металлургического предприятия хозяйственную деятельность оно будет вести в новых рыночных условиях с более жесткими требованиями к горнотехническим параметрам месторождения. По своей специфике добыча и переработка руды являются высокоэнергоемким производством. Добиться высокой его рентабельности в условиях устойчивого малоконтролируемого роста цен на энергоносители – непростая задача. Малопоъемны прогнозные инвестиции на запуск нового горнодобывающего комплекса с инновационной технологией, по разным оценкам, они будут достигать 22–29 млрд руб. Безвозвратно потеряна династия доперестроечных горняков, а на создание нового высококвалифицированного коллектива уйдут годы.

Ключевые слова: Тырныузское вольфрамово-молибденовое месторождение, оценка постэксплуатационного состояния месторождения, балансовые запасы руд, ценные легированные металлы, строительные материалы, экономика, экономически перспективные ресурсы

Assessment of Post-Mining Condition of a Tungsten-Molybdenum Deposit and Possibility of its New Development

R.O. Kalov, G.A. Bekarov

Abstract: Reserves of the main Russian tungsten deposit, the Primorye Field, are close to depletion. In this connection, the feasibility of resuming the development of the Tyrnyauz tungsten-molybdenum deposit in the Kabardino-Balkar Republic (KBR) has been the subject of discussion for the past decade. According to industry experts, the ore field of this deposit still contains about 50% of the total tungsten reserves of the Russian Federation. However, implementation of the idea will be hindered by a number of both external and internal constraints. The world demand for tungsten and molybdenum is characterized with high volatility. Classical mechanisms to regulate the non-ferrous metals market in Russia are still rudimentary. The production infrastructure at the Tyrnyauz Plant has been completely destroyed, which means high capital costs for the project. The abandoned ore fields disturbed by industrial development have undergone serious changes due to intensive geochemical and gravitational processes. This physical and chemical transformation was caused by internal and external conditions which resulted in formation of migratory and toxic aggregates that had not been manifested at the time of the mine closure. As a result, the natural and man-caused evolution of ores and nonmetallic minerals has caused a significant reduction in the balance reserves of this deposit. The final decision regarding this project should be based on comprehensive understanding the obvious risks, which are impossible to avoid. Thus, if the decision is made to build a new metallurgical enterprise, it will then operate in the new market conditions with more stringent requirements regarding the mining and geological parameters of the deposit. Ore extraction and processing are inherently highly energy intensive processes. It is not an easy task to achieve its high profitability under conditions of constant and unpredictable growth in energy prices. Forecast investments to launch a new mining complex with innovative technology are too high; according to various estimates, they may reach 22–29 billion rubles. The generation of specialists who used to work at the mine before the Perestroika is gone, and it will take years to create a new highly qualified team.

Keywords: Tyrnyauz tungsten-molybdenum deposit, assessment of the post-mining condition of the deposit, balance ore reserves, valuable alloy metals, construction materials, economics, economically promising resources

ООО «ЗАПСИБМИНЕРАЛЫ» РЕАЛИЗУЕТ ОБОГАТИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ С ХРАНЕНИЯ:

Сепараторы коронно-электростатические СЗ 24/150-2, СЗ 25/150, СЗ-50/50, СЗ 70/140 Сепараторы с вертикальным барабаном

Предназначены для разделения смесей сыпучих материалов, компоненты которых отличаются электрической проводимостью или крупностью частиц, например, руд редких и цветных металлов, порошков в порошковой металлургии, литейных песков, техногенных смесей и др., с крупностью частиц от 2,0 до 0,04 (0,03) мм.



Сепаратор
коронно-электростатический
СЗ 70/140 (1 шт.)



Сепаратор
коронно-электростатический
СЗ 50/50 (1 шт.)



Сепаратор
коронно-электростатический
СЗ 24/150-2 (2 шт.)



Сепаратор
коронно-электростатический
СЗ 25/150-2 (2 шт.)

Сепараторы электромагнитные валкового типа ЭВС 28/9, ЭВС 36/50

Предназначены для сухого магнитного обогащения слабомагнитных руд, доводки концентратов и обезжелезнения различных материалов крупностью до 4 мм с разделением на четыре продукта: немагнитный, промежуточный.



Сепаратор электромагнитный валкового типа ЭВС 28/9 (1 шт.)



Сепаратор электромагнитный валкового типа ЭВС 36/50 (2 шт.)

Заместитель исполнительного директора ООО «Тарский ГОК» – Владислав Игоревич: +7 (913) 628-18-91
 Менеджер ООО «Тарский ГОК» – Андрей Викторович: +7 (951) 402-50-88
 e-mail: a-gn@mail.ru

Стол концентрационный СКО-15М1

Стол концентрационный (СКО) предназначен для разделения полезных ископаемых в водной среде по их плотности при обогащении руд цветных, черных, редких и драгоценных металлов. Применяется в горнорудной, металлургической промышленности.



Стол концентрационный СКО-15М1

Грохот Derrick Stack Sizer 2SG48-60W-5ST

Грохот Derrick Stack Sizer это многолетний, высокочастотный виброгрохот, способный разделять частицы размером до 75 мкм, при установленных полиуретановых панелях, запатентованных фирмой Derrick Corp.



Грохот Derrick Stack Sizer 2SG48-60W-5ST



Сепаратор электромагнитный валкового типа 23BC 36/100

Предназначены для сухого магнитного обогащения слабомагнитных руд, доводки концентратов и обезжелезнения различных материалов. Позволяют обеспечить получение на большинстве обогащаемых руд и материалов (ильменит, лопарит, кварц и др.) за одну операцию кондиционных продуктов разделения, получать до четырёх продуктов, отличающихся по магнитным свойствам.

Сепаратор электромагнитный валкового типа 23BC 36/100 (2 шт.)

ИННОВАЦИИ В ТЕХНИКЕ И ТЕХНОЛОГИИ ОБОГАЩЕНИЯ ЯНТАРЯ



М.А. Перепелкин,
канд. техн. наук, доцент кафедры
автомобильного транспорта, доцент
кафедры горного дела, ФГБОУ ВО
Северо-Восточный государственный
университет, г. Магадан, РФ



В.И. Склянов,
канд. техн. наук,
заведующий кафедрой разработки
месторождений полезных
ископаемых, ФГБОУ ВО Норильский
государственный индустриальный
институт, г. Норильск, РФ



В.В. Тютюнин,
канд. техн. наук,
директор ООО «Инжи Инжиниринг»,
г. Иркутск, РФ



М.В. Козлов,
руководитель службы по развитию
и строительству, АО «Калининградский
янтарный комбинат», п. Янтарный,
Калининградская область, РФ

Общие сведения о янтаре

Продуктом жизнедеятельности доисторических хвойных деревьев (преимущественно сосен) является особый минерал, янтарь. При классификации минералов его относят к группе камней, имеющих органическое происхождение. В отличие от других ископаемых смол, похожих на янтарь по комплексу минералогических признаков, в научной литературе прибалтийский янтарь называется «сукцинитом». Источником его образования являются жидкие смолы, выработанные хвойными деревьями около 45–50 млн лет тому назад. К этому времени приурочено окончание третичного геологического периода, который оставил в недрах земли залежи янтаря. Приморский участок является частью крупного уникального Пальмникенского месторождения янтаря, расположенного на западном побережье Земландского (Самбийского) полуострова возле поселка Янтарный, Калининградской области [1].

Янтарь залегает в песчано-глинистых отложениях в виде россыпи кусков различного размера. Являясь природным образованием, эти куски имеют неправильную форму. Янтарь встречается в виде окатанных галек, желваков, различных натечных образований и даже в виде капель. Довольно интересное образование в виде «капли...», по всей видимости, связано с падением жидкой смолы хвойных деревьев в воду.

Янтарь – высокомолекулярное органическое соединение, содержащее в среднем 79% углерода, 10,5% водорода и 10,5% кислорода. Его химическая формула $C_{10}H_{16}O_4$. Наиболее характерной химической особенностью янтаря является наличие в нем янтарной кислоты от 2 до 8%, которая придает камню относительную прочность. Но при этом янтарь достаточно хрупкий, он разбивается при падении или ударе о твердую поверхность. Отличительным свойством янтаря является вязкость, которая позволяет относительно легко



Рис. 1 Прозрачный янтарь, в котором присутствуют единичные пустотки



Рис. 3 Непрозрачный янтарь (костяной и пенный), в котором количество пустоток может достигать 900 000 на 1 мм³



Рис. 2 Полупрозрачный или просвечивающийся янтарь, в котором находятся большие скопления пустоток, приводящих к замутнениям (облачный, бастард)



Рис. 4 Янтарь с инклюзом (ящерица)

производить механическую обработку камня. Янтарь можно пилить, резать, сверлить, шлифовать, полировать.

Удельный вес (плотность) янтаря колеблется в пределах 1,05–1,10 г/см³ и практически равна аналогичному показателю морской воды.

На рис. 1, 2 и 3, представлены прозрачные, полупрозрачные и непрозрачные разновидности янтаря.

Особую группу представляет янтарь с различного рода органическими включениями (с инклюзом). Под инклюзом понимают включения в янтаре в виде насекомых, животных, растений или отдельных их частей (рис. 4).

Истинная расцветка янтаря скрывается под окисленной корочкой темно-коричневого цвета (корка выветривания). Твердость окисленной корки на 15–40% выше твердости неокисленного янтаря. Его поверхность в большинстве случаев покрывают различного рода морщинки, бугорки, извилины, а также раковины. По структуре янтарь представляет собой стеклянистую массу (иногда, как прозрачное стекло), но в основном это куски, замутненные микроскопическими пузырьками клеточного сока и воздуха.

На изломе янтарь блестящий, крупнозернистый, хрупкий при комнатной температуре. Твердость янтаря по десятибалльной шкале Мосса, созданной для ориентировочной оценки

и сравнения относительной твердости материалов методом царапания – от 1,5 до 2,5 (для сравнения: твердость гипса – 2, кварца – 7, алмаза – 10).

При нагревании янтарь размягчается, а при нагревании до 315–350 °С, плавится (это свойство используют при калинии и прессовании). Однако следует также добавить, что он не имеет строго определенной точки плавления. Плавлению предшествует размягчение с выделением паров. При повышении температуры до 350 °С выделение паров прекращается и начинается плавление янтаря. Янтарь горит, распространяя приятный гвоздичный запах.

До 1980-х годов янтарь имел большое промышленное значение. К продуктам, производимым из янтаря, относятся: плавеный янтарь и янтарные лаки, янтарная кислота, янтарное эфирное масло, красители, химические поглотители, реактивы и т.д. Плавеный янтарь является полуфабрикатом для получения янтарного лака. Янтарная кислота применялась в медицине, сельском хозяйстве (как биостимулятор), в радиотехнической и лакоокрасочной промышленности, в парфюмерии. Янтарное масло до сих пор используется в парфюмерной промышленности. Высокие диэлектрические свойства делали его незаменимым материалом в радиотехнике, электронике, приборостроении. Благодаря химической

инертности, янтарь использовался для изготовления посуды для активных кислот, медицинских препаратов.

К сожалению, развитие химической промышленности сделало продукты из натурального янтаря неконкурентоспособными. Все товары, за очень малым исключением, в составе которых содержатся продукты передела янтаря, не имеют никакого отношения к натуральному янтарю, то есть сделаны с применением синтезированных веществ.

Промышленная добыча янтаря

Так называемая «голубая земля» является основной янтароносной породой, концентрации янтаря в которой достигают промышленных значений. «Голубая земля» представляется в виде сильно песчаной серо-зеленой глины. Отличительной ее особенностью является плохая сортированность. Коэффициент вариации гранулометрического состава (по Каплану) 1, 442.

Изначально вскрышные породы разрабатывались экскаваторным способом и по железнодорожной ветке отправлялись в отвал. После двух крупных оползней грунта в 1957 и 1958 гг., когда на дно карьера обрушилось около полумиллиона тонн земли, из строя оказалась выведена почти вся транспортная система, засыпано все оборудование, была применена гидротранспортная технология. Мощный гидромонитор размывает верхний слой пустых пород, превращая их в пульпу, которая землесосом перекачивается в море. На нижних уступах была применена бестранспортная технология с применением драглайнов ЭШ-11/70.

Добычные работы долгое время осуществлялись при помощи многоковшового экскаватора РК-350 с транспортированием янтароносной породы по конвейеру на обогащательную фабрику. Начиная с 2000 г. на добычных работах так же, как и на вскрышных работах, перешли на гидротранспорт. Но так как «голубая земля» значительно плотнее вскрышных пород, для предварительного рыхления и складирования в конус используется драглайн ЭШ 6/45. Пульпа с янтарем по трубопроводу с помощью землесосной установки также поступает на обогащательную фабрику. Для уменьшения повреждения крупных кусков янтаря в рабочем органе насоса производится ручная выборка из потока пульпы до ее попадания в насос.

Собственно процесс обогащения состоит в дезинтеграции «голубой земли», отделении случайных валунов, гравия, фосфоритовых желваков и включений щепы, лигнита и т.п., а также выделения всплывшего янтаря в пульпе (суспензии) плотностью 1,12–1,15 г/см³.

На фабрике размытая водой «голубая земля» проходит через сито с отверстиями 2 мм, на котором большая часть растворенной в воде пустой породы уходит в отходы. Янтарь крупностью меньше 2 мм не подлежит улавливанию. Затем в сепараторе, в специальном растворе с плотностью выше, чем у янтаря, масса расслаивается, тяжелые частицы оседают на дно, мелкий янтарь с кусочками древесины всплывает на поверхность. Полученный на этом этапе продукт называется янтарь сырец и содержит в себе порядка 5–8% примесей.

Янтарь сырец в специальных контейнерах поступает на узел доводки, где сортируется на инерционном грохоте, сите с круглыми отверстиями диаметром 23 мм. Янтарь размером +23 мм отдается на ручную сортировку, а размером –23 мм – подвергается сушке в калориферных печах при температуре не выше 40°C, затем в специальных ваннах (щеповой и лигнитной) удаляется сначала всплывшая щепка, а потом утонувший лигнит, а затем подвергается грохочению на фракции 23–16, 16–14, 14–11,5, 11, 5–8, 8–4 и менее 4 мм. Янтарь

фракции +23 относится к категории весовых и проходит все те же процессы, что и мелкий, но только вручную.

Янтарь после сортировки по размерам и характеристике должен соответствовать перечню и утвержденным образцам. Влажность доведенного и сортированного янтаря не должна превышать 0,5%.

Специальные методы обогащения

С учетом развития современной оптической и рентгеновской техники в области детекции различных минералов, а также пневмомеханических и гидромеханических приводов становится возможным разработка новых современных устройств для сортировки, предконцентрации и улавливания янтаря, которые в свою очередь изменят технологию обогащения янтаря.

Применение специальных механизмов и устройств в обогащении какого-либо конкретного минерала в обогащении полезных ископаемых носят название специальных методов обогащения. В частности, специальные методы обогащения уже применяются для обогащения янтаря на Калининградском комбинате на стадии улавливания крупных разностей янтаря специальными работниками с применением сачков, когда плывущий крупный янтарь в потоке пульпы вылавливается перед его попаданием в зумпф основного гидротранспортного пескового насоса, во избежание разрушения и потери ценности крупных кусков ценного минерала, а также на стадии ручной сортировки обогащенного концентрата.

Специальные методы обогащения имеют два основных технологических предназначения – предконцентрация и сортировка. Предконцентрация применяется в случае низкого содержания ценного минерала в основной породе с целью выведения основной массы пустой породы перед процессом обогащения полезного ископаемого и сокращения затрат на переработку руды. Сортировка используется для выделения минералов по их крупности, цвету, включениям и различным иным особым характерным признакам.

В случае Калининградского янтарного комбината применение предконцентрации возможно для дополнительного извлечения янтаря из пульпы, направляемой в отвал, так как содержание янтаря в этом материале очень низкое и его обогащение обычными методами обогащения экономически неэффективно, однако для оценки перспективности применения этого метода требуются дополнительные технологические исследования. Наиболее перспективным для вышепоставленной задачи представляется тяжелосредный гидроциклон, который позволяет эффективно улавливать мелкие частицы янтаря.

Еще одним применением специальных методов обогащения на стадии улавливания крупных кусков янтаря вручную может быть автоматическая детекция крупных кусков, которые могли быть пропущены рабочими-сортировщиками перед зумпфом основного насоса.

Сортировка янтаря на специально разработанных сепараторах зависит от поставленных технологических задач. Сортировка янтаря может проходить в двух режимах – поточный или покусковой. Поточный режим сепарации имеет высокую производительность и обеспечивает извлечение янтаря на уровне 99,9%. Покусковой режим применяется для оценки каждого куска минерала и, в частности, очень хорошо справляется с такими технологическими задачами, как сортировка по цвету, прозрачности, наличию инклюзов и т.п.

Разработка специальных моделей сепараторов, выбор метода детекции, типа исполнительных органов зависят от то-

го, в какой части технологической цепочки обогащения янтаря будет использоваться сепаратор.

Поточные сепараторы, как правило, представляют собой аппарат, у которого имеются бункер-погрузчик, конвейерная лента, источник излучения, приемник излучения (детектор), исполнительные механизмы и приёмные бункеры.

Современные технологии сортировки позволяют построить сепараторы, способные работать на уровне абсолютной эффективности. Внедрение предлагаемых специальных методов обогащения янтаря позволит повысить сквозное извлечение янтаря, исключить человеческий фактор на некоторых стадиях обогащения, повысить чистую прибыль предприятия, однако для реализации предлагаемых мер на Калининградском янтарном комбинате требуется проведение ряда исследований, которые позволят применить прорывные технологии, не имеющие аналогов в мире.

Перспективные методы классификации янтаря

При производстве янтаря, исходное сырьё в большинстве случаев представляет собой неоднородную по крупности смесь, содержащую различные примеси и включения, которая в дальнейшем подлежит разделению на отдельные классы.

Машины для разделения смесей сыпучих материалов на классы имеют много общего, несмотря на использование их в различных отраслях промышленности. По существу, меняется только перерабатываемое сырьё, а основные рабочие органы сортировочных машин остаются практически одними и теми же.

Основным способом разделения сыпучей смеси янтаря является ее классификация по размерным характеристикам на решетках. Несмотря на широкое применение в различных отраслях промышленности, данный способ имеет ряд недостатков и преимуществ, в зависимости от использования его при переработке того или иного вида сырья. Как правило, основным недостатком оказывается относительно низкая эффективность грохочения, что вынуждает производить установку нескольких поочередно работающих рабочих органов (к примеру, решет), либо производить сортировку сыпучих смесей в несколько стадий. При переработке янтаря на машинах данного типа главным недостатком является интенсивное воздействие на куски янтаря, которое вызывает его разрушение, что негативно сказывается на качестве получаемой продукции.

Как указывалось выше, по технологии Калининградского янтарного комбината, пройдя барабанную промывку, янтарь сортируется на инерционных грохотах. При всех процессах доводки и особенно при грохочении он подвергается довольно сильному механическому воздействию и при этом дробится.

Наиболее перспективным и интересным, на взгляд авторов, является метод разделения сыпучих смесей на фрикционных сортировочных машинах, который использует различие в коэффициентах трения отдельных составляющих сыпучей смеси [2].

Несмотря на то что машины, разделяющие сыпучие смеси по свойствам поверхности, существуют давно, до настоящего времени вопросу исследования рабочих органов этих машин, улучшению их конструкции, повышению эффективности их работы уделялось мало внимания.

До последнего времени нет достаточно обобщенных экспериментальных, теоретических и расчетных данных по этим машинам. Это несколько препятствует полному ис-

пользованию указанных машин для эффективной сортировки сыпучего материала, вызывает затруднения при устранении конструктивных недостатков существующих машин, а также при разработке новых, основанных на этом принципе машин.

В работе фрикционных сортировочных машин, помимо трения, также имеет место состояние поверхности и форма частиц, в результате чего появляется возможность разделения сыпучих смесей на использовании различий в скоростях движения разделяемых частиц по плоскости под действием силы тяжести [3].

Скорость движения частиц по наклонной плоскости при заданном угле наклона зависит от состояния поверхности самих частиц, их формы, влажности, плотности, крупности, свойств поверхности, по которой они перемещаются, характера движения (качение или скольжение), а также среды, в которой происходит разделение.

В основу работы сортировочных машин положен тот или иной признак различия, характеризующий физико-механические свойства сыпучего материала: размеры кусков и свойства их поверхности. Для отделения пылевидных частиц, как правило, – свойства парусности и удельный вес.

В работе фрикционной сортировочной машины имеют значение статические и кинетические коэффициенты трения. Отсюда возникает необходимость рассмотрения вопросов трения и определения коэффициентов трения по рабочим поверхностям фрикционной машины.

Во фрикционных сортировочных машинах имеют место сухое трение скольжения и трение качения. При трении скольжения кусок материала продвигается по рабочей поверхности и соприкасается с ней почти неизменными точками своей поверхности. При трении качения точки контакта непрерывно меняются и относительная скорость контакта двух тел равна нулю [3, 4, 5].

Одним из интересных методов сортировки является метод горки с продольным движением полотна. Этот метод заслуживает особого внимания. В данном случае сортировка осуществляется посредством использования полотенной горки с продольным движением полотна (рис. 5).

Наклон полотна и скорость его движения могут регулироваться. При изменении наклона питающий аппарат (на рисунке не показан) по высоте установки регулируется с расчетом подачи частиц сыпучей смеси на определенном расстоянии от полотна.

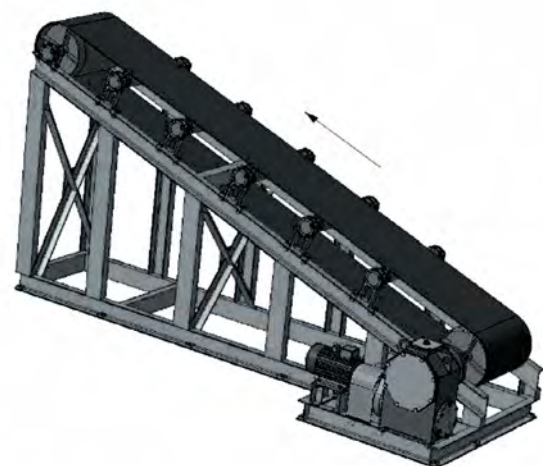


Рис. 5 Лабораторная горка с продольным движением полотна

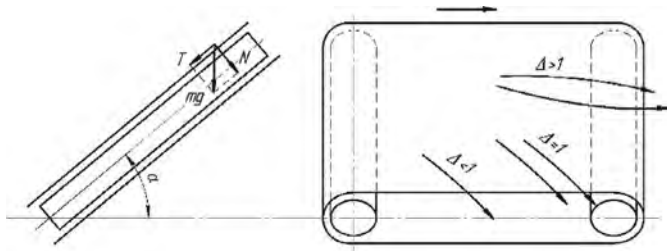


Рис. 6 Лабораторная горка с поперечным движением полотна

По этому методу для каждого рода частиц определяются максимальный угол наклона полотна, при котором ни одна частица не поднимается полотном вверх, и минимальный – когда все частицы поднимаются вверх; между этими значениями делаются промежуточные определения углов трения частиц с интервалом 1–2°. Однако и здесь можно наблюдать недостатки. При движении частицы на полотне занимают различные положения и имеют разные поверхности контакта трущихся поверхностей.

Наибольший интерес представляет горка с поперечным движением полотна. В данном случае частицы распределяются на различные фракции (классы) по коэффициентам трения [6, 7]. Гладкие и шарообразные частицы скатываются с левой стороны, а по мере возрастания величины коэффициента трения они относятся полотном дальше в правую сторону (рис. 6).

При заданных скорости полотна и угле наклона его к горизонту, зная размерные величины участков и пользуясь теоретическими траекториями для абсолютного движения частиц, заранее определяют углы трения для отдельных приемных зон [3]. Зная фрикционные характеристики частиц каждого их вида, можно производить качественное разделение сырья на фракции.

Использование фрикционных сортировочных машин может позволить производить сортировку янтаря без применения сильного механического воздействия, которое приводит к его дроблению. Данная проблема остро стоит на производстве, что не устраивает производителя, особенно фракция +14 мм и выше.

Предметом работы авторов является исследование и обобщение теоретических и экспериментальных данных по рабочим органам машин, применение которых является целесообразным при сортировке янтаря. Выполнение поставленной задачи возможно при условии глубокого изучения и исследования процесса и действия того или иного рабочего органа сортировочной машины.

Для применения данных методов в практике классификации янтаря необходимо решить ряд задач:

- изучить процесс и разработать теорию и методы расчета сортировочных машин для разделения янтаря;
- определить влияние основных параметров рабочих органов на эффективность разделения янтаря и установить оптимальный режим работы машин;
- провести анализ и выбрать для проектирования и эксплуатации наиболее рациональные типы и конструкции рабочих органов и основных параметров;
- разработать предложения по устранению выявленных недостатков у существующих сортировочных машин и по созданию более совершенных конструкций машин.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ:

1. Перепелкин М.А. Аппроксимация и преemственная интеграция экспериментальных данных обогащения янтаря / М.А. Перепелкин, В.В. Курбатова, В.И. Склянов, В.В. Тютюнин, М.В. Козлов // Горная промышленность. – 2020. – №2. – С. 121–163.
2. Перепелкин М.А. Возможности использования коэффициента трения при разделении строительных смесей на фрикционных сортировочных машинах // Научный вестник Арктики. – 2017. – №1. – С. 37–44.
3. Перепелкин М.А. Анализ лабораторных методов определения коэффициентов трения частиц при использовании фрикционных сортировочных машин // Материалы XIV междунар. науч.-практ. конф. «Обогащение рудных и нерудных материалов. Технологии обогащения». 6–8 ноября, 2019 г. / Сибиринт – Новосибирск, 2019. – С. 153–164.
4. Перепелкин М.А. К вопросу о теоретических исследованиях наклонного ленточного устройства для сортировки руды при проведении горноразведочных работ / М.А. Перепелкин, В.И. Склянов // Горная промышленность. – 2017. – №6. – С. 64–65.
5. Перепелкин М.А. Исследование угла естественного откоса строительных и рудных материалов при проектировании и разработке строительно-дорожных, горных машин и оборудования / М.А. Перепелкин, С.В. Перепелкина // Горная промышленность. – 2017. – №4. – С. 86–87.
6. Перепелкин М.А. Применение математических моделей при разработке строительно-дорожных, горных машин и оборудования // Горная промышленность. – 2017. – №4. – С. 82–85.
7. Перепелкин М.А. Разработка наклонного ленточного устройства для разделения строительных сыпучих материалов // Горная промышленность. – 2017. – №3. – С. 96–97.

Инновации в технике и технологиях обогащения янтаря

М.А. Перепелкин, В.В. Тютюнин, В.И. Склянов, М.В. Козлов
e-mail: mihailfw@icloud.com

Аннотация: В статье рассматриваются общие сведения о янтаре, его физико-механические свойства. Рассмотрена технология добычи и обогащения янтаря, его классификация (разделение на классы по крупности, форме и цвету), деление на наклонной плоскости, а также разделение при использовании движущихся частей различного механического оборудования. Предложены перспективные технологии и методы классификации янтаря на классы с применением фрикционных сортировочных машин, позволяющих устранить существующие недостатки используемой в настоящее время на предприятии технологии. Учитывая, что каждый экземпляр янтаря является уникальным и представляет собой неоднородный материал, наибольшей эффективности можно достичь, комбинируя различные методы разделения.

Ключевые слова: янтарь, методы, технологии, производство, трение, сортировка, классификация

Innovations in Amber Processing Techniques and Technologies

M.A. Perepelkin, V.V. Tyutyunin, V.I. Sklyanov, M.V. Kozlov

Abstract: The paper reviews general information on amber as well as its physical and mechanical properties. A technology of amber mining and processing, its grading by size, shape and colour, segregation on an inclined plane, as well as separation using moving parts of various mechanical equipment are considered. Prospective technologies and methods for classifying amber into grades using friction grading machines are proposed to eliminate existing shortcomings in the technology currently used in production. Taking into account that each amber piece is unique and represents a heterogeneous material, the greatest efficiency can be achieved by combining different grading methods.

Keywords: amber, methods, technologies, production, friction, grading, classification

РЕПУТАЦИЯ БЕЗ ТРЕЩИН: оригинал и аналоги стали Hardox®

Износостойкая листовая сталь Hardox® появилась в середине 1980-х годов и быстро стала одним из самых востребованных на рынке материалов для изготовления самосвалных кузовов, ковшей, землеройных машин и оборудования для демонтажа и вторичной переработки. Стали этой серии ежегодно используют тысячи предприятий по всему миру – сочетание твёрдости, ударной вязкости и свариваемости гарантированно обеспечивает долговечность и устойчивость к абразивному износу произведенных из неё деталей и машин.

За прошедшие 30 лет компания SSAB тщательно отработала технологию прокатки и закалки своей продукции, оптимизировала её химический состав. Сегодня линейка сталей Hardox® включает в себя: особо стойкую к коррозионному износу, используемую в агрессивных кислотных средах Hardox NiAce, термостойкую сталь Hardox HiTemp в дополнение к стандартному износостойкому прокату с гарантированным показателем ударной вязкости и номинальной твердостью от 350 до 600 ед. по Бринеллю – наиболее высоким показателем твёрдости и прочности.

Сейчас данное направление осваивают крупные металлургические компании, которые могут производить похожие стали с меньшей себестоимостью, однако качество их продукции уступает по своим характеристикам стали Hardox®. Разбираемся, насколько существенно они отличаются от оригинала, какие есть риски их использования и как выявить аналог.

Секретный элемент качества

Специалисты компании SSAB отмечают, что произвести твёрдую сталь на самом деле нетрудно: в сплав железа добавляется углерод и ряд химических элементов, после чего идёт процесс закалки. При этом есть ряд моментов, которые не принципиальны при производстве мягкой стали, но обязательны при производстве износостойкой.

Так, при работе с высокоабразивным материалом разница в 10 ед. по Бринеллю может существенно изменить срок службы конечного изделия. Тем не менее, чтобы сталь выдерживала тяжёлые условия – не трескалась, не деформировалась, не истиралась раньше времени, недостаточно достичь высокой номинальной твёрдости. Здесь важно учитывать – чем выше её твёрдость, тем хуже ударная вязкость и меньше пластичность, а эти показатели напрямую влияют на стойкость и долговечность.

Достичь гарантированной стойкости к трещинам при заявленной твёрдости можно только опытным путём, проводя тестирования, получая обратную связь от заказчиков и совершенствуя технологию – как правило, это не входит в число первостепенных задач производителей аналогов.

Что касается компании SSAB, то при разработке износостойкой толстолистовой стали специалисты стремятся из раза в раз совершенствовать такие показатели, как устойчивость к растрескиванию при сварке, внутреннее напряжение (влияет на деформацию после резки), чистота стали, радиусыгиба (их изменение приводит к перепроектированию всей конструкции) и т.д.

Несколько лет назад SSAB выпустила сталь серии Hardox® с номинальной твёрдостью 500 ед. по Бринеллю. Несмотря на хорошие характеристики: повышенную стойкость к износу и обрабатываемость, ей требовалась доработка для возможности применения в самосвальной технике. Нужно было значительно уменьшить усталостное растрескивание на кузовах. В результате кропотливого труда специалистам удалось повысить ударную вязкость стали, сохранив при этом её твёрдость, а в дополнение к этому уменьшить вес, благодаря чему сегодня эта сталь демонстрирует лучшие результаты на кузовной и ковшовой технике. Это стало возможным благодаря «фундаменту», сложившемуся из опыта и экспертизы нескольких поколений сталелитейщиков за десятилетия работы компании.

Hardox® представляет собой не просто марку стали – это символ надёжности, безопасности, знаний и компетентности сотрудников, а также их сервисная поддержка и помощь в экономии производственных и эксплуатационных расходов заказчиков.

Риски использования аналогов

Несколько лет назад европейский изготовитель самосвальных надстроек должен был произвести 50 кузовов самосвалов из стали Hardox® 450 для компании Scania. Один кузов треснул ещё до того, как его установили, – трещины начинались от сварных швов, при том что все параметры сварки были соблюдены. Дальнейшие исследования показали, что материал был подделкой с более высоким содержанием углерода, что привело к отложенному появлению трещин после сварки.

Другой производитель самосвальной техники принял решение использовать аналог Hardox® для кузова, вместо оригинала, поскольку этот вариант был дешевле. Так, 10 «аналоговых» самосвалов потеряли 5 мм с днища кузова всего за год работы в диоритовом карьере. При этом конечный пользователь уже эксплуатировал в аналогичных обстоятельствах 10 грузовиков с кузовами из стали SSAB, и они не подверглись значительному износу. Полевые замеры показали фактическую твёрдость аналоговой стали на 30–40 ед. по Бринеллю ниже, чем она должна быть для Hardox® 450.

Подобные ситуации не происходят с производствами, которые работают с оригинальной сталью. Так, компания Intermix, один из ведущих в Европе поставщиков бетономешалок, совместно с SSAB выпустила облегченный миксер с барабаном и внутренней спиралью. Согласно дорожному законодательству Германии, максимально допустимая полная масса грузового автомобиля может быть 32 т, при этом пустой стандартный четырехосный миксер весит в среднем 14 т, а удельный вес бетона достигает 2,4 т на кубометр.

«По сравнению с нашими прежними моделями, в производстве которых применялась 4,5-миллиметровая обычная сталь, вес облегчённой конструкции из 3-миллиметрового листового проката Hardox® снизился на 18%, – отмечает Гаральд Шмидт, директор по сбыту компании Intermix. – Однако важнее всего то, что благодаря износостойкости стали Hardox® срок службы нашего бетоновоза остался на прежнем

уровне, несмотря на гораздо более тонкие стальные стенки».

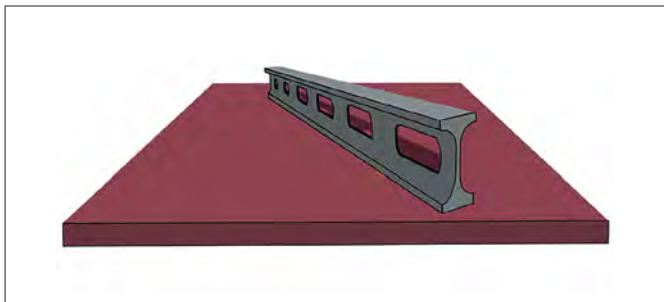
Другой клиент SSAB, австрийская компания Winkelbauer, которая является ведущим европейским поставщиком ковшей и другого строительного оборудования для тяжёлых условий эксплуатации, использует сталь Hardox® 500 Tuf для производства ковша нового поколения: его вес уменьшен на 10–16%, а полезная загрузка увеличена на 6–10%. Кроме того, ранее эта компания уже представила ковш из той же стали, способный загрузить автомобиль грузоподъёмностью 24 т всего в 3 операции, в результате чего продолжительность цикла загрузки уменьшилась на 25%.

«Сегодня мы можем предложить заказчику два варианта: с помощью стали Hardox® 500 Tuf сделать ковш легче, сохранив при этом срок его службы, либо же сохранить прежнюю толщину ковша, увеличив тем самым срок его службы и снизив затраты на техническое обслуживание», – рассказывает Михаэль Винкельбауэр, исполнительный директор компании Winkelbauer.

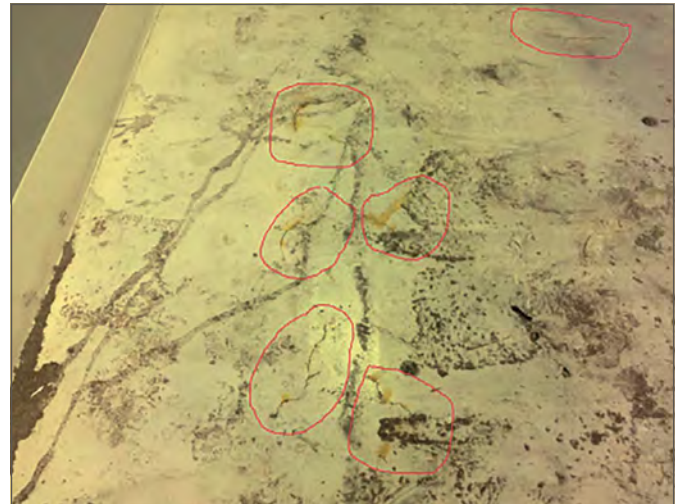
Контрафакт не пройдет. Как отличить?

Удостовериться в том, что продукция изготовлена из износостойкой листовой стали Hardox®, достаточно легко. Все ковши, контейнеры, миксеры, кузова, оборудование для демонтажа и сноса либо имеют идентифицирующую маркировку, где указаны серийный номер, длина, толщина, ширина и марка стали, либо обладают фирменным знаком «Hardox® in My Body» (программа лояльности производителей оборудования) с серийным номером. Кроме того, продукция SSAB всегда поставляется с сертификатом.

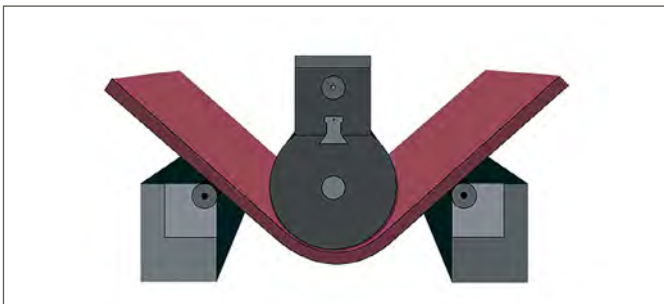
В числе прочих отличительных особенностей стали Hardox® можно отметить плоскостность, соответствующую стандарту EN 10 029, строгие допуски толщины, которые обеспечивают точный расчёт веса и запаса прочности, а также поверхность, которая покрыта отличительным грунтом красного цвета.



Плоскостность всех марок износостойкой листовой стали Hardox® отвечает требованиям стандарта EN 10 029. Ровные листы легче поддаются сварке.



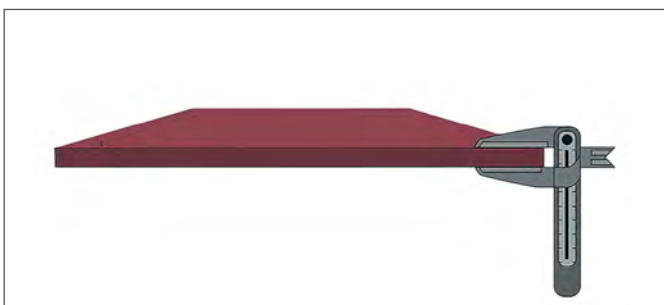
Кузов, который треснул до установки на шасси. Красным обведены сквозные трещины, которые, если приглядеться, расположены чётко по одной линии. С обратной стороны листа, как раз в этих местах расположены балки обвязки пола кузова.



При гибке партии деталей достаточно один раз настроить станок – все детали получатся одинаковыми



В хвостовой части кузова видно, что откидная нижняя часть заднего борта стёрлась до дыр. За год работы из 12 мм основного пола кузова осталось 7 мм.



Жёсткие допуски по толщине обеспечивают точный расчёт веса и запаса прочности



Помощники в карьере: проверено на практике

К грузовой технике в горнодобывающей отрасли требования повышенные, поскольку условия работы крайне тяжелые и нагрузка колоссальная. Учитывая эти особенности, шведский производитель Scania с выходом нового поколения представил специальные решения: Scania HAGEN для перевозки скальных пород и Scania ODIN для транспортировки угля. Обе модели серии XT (ExtraTough) – самые выносливые в линейке техники. Мы узнали, как решения Scania помогают горнодобывающим предприятиям в работе.

Размер имеет значение

Карьерная техника на шасси Scania выпускается с разными кузовами – объемом от 20 до 25 м³ для HAGEN и от 28 до 38 м³ – для ODIN, а чтобы легче ориентироваться при выборе модификации, к названию добавляется размер – S, M, L, XL или XXL, который подразумевает определенный объем кузова, длину колесной базы, мощность двигателя, ошиновку и другие характеристики.

Самосвал с самым маленьким кузовом объемом 20 м³ – HAGEN S появился в России совсем недавно. Сразу два таких автомобиля заказала горнорудная компания «Алатау» для работы на Тейском руднике в Хакасии, до конца года планируется поставка третьего грузовика. Главная особенность новой модификации – мощное трехосное шасси, а не четырехосное, как у подобных моделей других производителей. Это позволяет сохранять устойчивость при перевозке тяжеловесного железорудного концентрата с высокой плотностью и повышает маневренность на узких дорогах карьера без потери грузоподъемности.

Как рассказал коммерческий директор ГРК «Алатау» **Евгений Пфау**: «Нам требовался вместительный надежный самосвал грузоподъемностью до 30 тонн, разрешенный к эксплуатации на дорогах общего пользования. Scania единственная смогла предложить решение с учетом особенностей нашего карьера».

Пополнение в семействе

Еще одна новинка текущего года – ODIN XXL с самым вместительным 38-кубовым кузовом, надстройку для которого изготовил машиностроительный завод «Бецема». Сочетание адаптированного для сложных условий шасси 8×4 и специализированной усиленной надстройки обеспечивает максимальную производительность.

Обе модели – HAGEN S и ODIN XXL – рассчитаны для передвижения по внутрикарьерным технологическим дорогам, при этом укладываются в транспортные габариты и могут перемещаться по дорогам общего пользования без оформления специальных разрешений, что удобно при освоении новых объектов.

Меньше машин и расходов – выше производительность

Многопрофильный строительно-индустриальный комплекс ЗАО «Мансуровское Карьероуправление» («МКУ») в Истринском районе Московской области ежегодно добывает и перерабатывает около двух млн тонн песка и щебня. С 2019 года на предприятии работают три автомобиля HAGEN XL, они используются на внутрикарьерных технологических перевозках по грунтовым дорогам в две смены шесть-семь дней в неделю. Первый автомобиль, приобретенный раньше ос-

тальных, уже прошел более 170 тыс. км с плечом перевозки в 3–5 км. Прежде чем приобрести новую технику, на предприятии испытали модель в ходе тест-драйва.

Рассказывает **Василий Сулима**, начальник транспортной службы «Мансуровского Карьероуправления»: «В процессе технического перевооружения автопарка был выдвинут ряд критериев. Основные – грузоподъемность и выносливость в течение длительного периода эксплуатации. Благодаря переходу на Scania мы отказались от устаревших и экономически неэффективных моделей других марок и сократили общее количество автомобилей на линии без потери объемов перевозки. За счет повышения коэффициентов технической готовности и выхода на линию снизились расходы на топливо и запчасти».

Зачем водителю учиться?

Каждый водитель «МКУ», переведенный на новый самосвал, проходит обучение с инструктором Scania и стажировку с опытным водителем предприятия, чтобы максимально использовать потенциал техники.

Действительно, как показывает практический опыт Школы водительского мастерства Scania, обучение методам безопасного и эффективного управления техникой очень актуально. Сейчас это делают на всех предприятиях, которые приобретают ODIN и HAGEN, для того, чтобы познакомить водителей с особенностями и возможностями автомобилей. Обучение позволяет повысить КТГ, сократить простои, минимизировать поломки и в целом увеличить срок службы техники.

Для эффективности каждый день

Новороссийское предприятие ООО «Южная транспортная компания» использует шесть самосвалов Scania HAGEN XL в горном карьере при перевозке мергеля – сырья для производства цемента. Первый автомобиль «ЮТК» закупила в конце 2019 года после тест-драйва моделей нескольких производителей. На испытаниях в карьерах завода он продемонстрировал лучшие показатели по производительности в сравнении с имеющейся техникой, поэтому было решено приобрести еще пять таких моделей, они приступили к работе в июне 2020 года.

Вместе шесть новых автомобилей Scania заменили девять самосвалов других производителей. Благодаря этому ожидается снижение расхода топлива по автопарку более чем в два раза. Опыт эксплуатации первого самосвала, который работает на полгода дольше других, подтверждает расчеты. Вскоре состоится поставка еще шести самосвалов Scania для перевозки скальных пород.

«Мы на практике убедились, что Scania HAGEN XL подходит именно под те задачи, которые нам необходимо решать в карьере, и оценили его ходовые качества, силовую линию, и главное – подвеску. Плюс важна эргономика кабины: наши водители, которые работали на разных машинах, подтверждают, что Scania – самая удобная и комфортная для 12-ти часовой смены», – отмечает **Игорь Телюк**, заместитель генерального директора ООО «ЮТК».

Особое внимание при разработке всех моделей ODIN и HAGEN уделяется и конструкции кабин. Здесь прекрасная эргономика рабочего места, хорошая обзорность, возможность регулировки руля и сидения в нескольких положениях, система автоматического переключения передач Scania Opticruise, ассистент помощи при старте на склоне («Hill Start Aid»), климатическая установка. На приборной панели – необходимые ассистенты: система помощи водителю, оценка



эффективности вождения, актуальные показатели технического состояния автомобиля. Словом, созданы все условия для создания благоприятной рабочей атмосферы.

Сервисный контракт – «умная» инвестиция

При покупке партии из пяти автомобилей «ЮТК» заключила сервисный контракт «Оптим», который обеспечивает дополнительную защиту силовой линии, подключение пакета «Контроль» системы мониторинга автопарка Scania FMS и обучение водителей с инструкторами Scania.

«Для предприятия важна не только цена автомобиля, но и совокупная стоимость владения, включая техобслуживание и ремонт, – отмечает **Степан Калач**. – Сервисный контракт позволяет не только заранее спланировать все расходы на несколько лет вперед, но и оптимизировать их. Техобслуживание в рамках контракта ведется по гибкому индивидуальному плану Scania Flex, который формируется на основе данных цифровой системы управления автопарком FMS (Scania Fleet Management System) о текущем состоянии грузовика и позволяет точно прогнозировать содержание работ, чтобы поддерживать технику в исправном состоянии».

Техобслуживание на месте

Так как процесс горнодобычи обычно непрерывный, а техника работает вдали от населенных пунктов, особое внимание уделяется условиям сервисного обслуживания. При необходимости есть возможность предоставить выездной сервис, чтобы поддерживать высокий КТГ техники, где бы она ни находилась. Такое решение выбрано для «ЮТК»: механики приезжают в карьер и проводят ТО после завершения смены, чтобы утром автомобиль был готов к работе.

В некоторых случаях для оперативного обслуживания ключевых предприятий региона дилеры Scania организуют авторизованные мастерские технического обслуживания. Так, ООО «Вологда Скан» открыл МТО в Череповце рядом с крупным металлургическим и горнодобывающим предприятием ПАО «Северсталь», у которого масштабный парк техники Scania, в том числе пять Scania HAGEN XL.

Для экстремальных условий

Весной 2019 года ПАО «Северсталь» арендовало два Scania HAGEN XL. «Машины использовались на нескольких производственных участках, перевозили разные грузы, – рассказывает **Дмитрий Кузнецов**, начальник автотранспортного цеха ПАО «Северсталь». – Это позволило оценить их технические возможности и экономический эффект. Получив положительные результаты, мы выкупили арендованные автомобили и заказали еще три таких автомобиля в адаптированной под наши задачи модификации. Интерес к этой модели вызван ее высокой грузоподъемностью вкупе с увеличенным объемом кузова, что оптимально на участках, где работают погрузочные механизмы с большими грузозахватными органами».

Сейчас «Северсталь» круглосуточно использует все пять машин Scania HAGEN для перевозки различных сыпучих грузов, таких как шлак, граншлак, известняк, руда. К управлению этой техникой допускают только лучших водителей: нужно иметь определенный стаж работы, положительно зарекомендовать себя и пройти обучение с инструктором Scania.

«Опыт эксплуатации показывает, что четырехосные самосвалы действительно эффективно работают в экстремальных условиях. У нас это площадки для погрузки с острыми углами заезда-выезда, крытые склады с искусственным освещением и повышенной запыленностью», – отмечает Дмитрий Кузнецов.

В 2021 году «Северсталь» планирует приобрести еще два самосвала для транспортировки скальных пород.

Рынок диктует условия

В прошлом году продажи самосвалов для транспортировки скальных пород HAGEN и углевозов ODIN находились в пропорции 50/50. Однако кризис в угольной промышленности, связанный с резким обвалом цен на уголь и падением угледобычи, изменил структуру поставок.

«За этот год продажи самосвалов Scania для перевозки угля сократились на 80–90% и теперь львиная доля приходится на машины для транспортировки скальных пород, – поясняет **Степан Калач**. – Однако в следующем году мы прогнозируем оживление в этом сегменте. Поэтому предусмотрели возможность увеличения спроса на технику для перевозки угля, чтобы быть готовыми предложить клиентам оптимальные сроки поставки».

Анализ эффективности

Одним из новых направлений, связанных с применением карьерной техники Scania, стало внедрение услуги, по оценке эффективности горнодобывающего предприятия и оптимизации его работы. Программа, разработанная в штаб-квартире Scania в Швеции около трех лет назад, помогает выявлять недочеты при совместной работе самосвалов Scania и другой техники, а также оценить подготовку персонала. С 2019 года ее стали применять в России. Программа уже показала эффективность на месторождениях угля в Индии и Индонезии, при добыче руды и кварца в Южной Америке и других странах.

В совокупности решения Scania – от самой современной грузовой техники до специальных условий обслуживания и новых разработок – призваны улучшить общую производительность предприятий отрасли и сделать их работу максимально прибыльной.



ОТ ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ ДО НАШИХ ДНЕЙ: О ЗНАМЕНИТОЙ ДИНАСТИИ ШАХТОСТРОИТЕЛЕЙ

А.В. Хорина, канд. техн. наук, горный инженер-физик

Журнал «Горная промышленность» на протяжении 2020 года, объявленного годом Памяти и Славы в ознаменование 75-летия Победы в Великой Отечественной войне, публиковал юбилейные материалы о горняках-героях и работе отраслей горнодобывающей промышленности в годы войны. Материал в этом номере также посвящен одному из таких героев.

Среди отечественных и зарубежных специалистов-горняков, занимающихся проблемами комплексного освоения подземного пространства, хорошо известно имя профессора МГИ (ныне Горный институт НИТУ «МИСиС») Бориса Арнольдовича Картозия, давшего путевку в жизнь большому отряду молодых специалистов – шахтостроителей, метростроителей и т.п.

Б.А. Картозия продолжил дело своего отца – Арнольда Теймуразовича Картозия – известного специалиста в истории угольной промышленности СССР, участника Великой Отечественной войны. Отцу и сыну посвящается этот краткий очерк.

Арнольд Теймуразович родился 8 апреля 1909 г. в городе Зугдиди Грузинской ССР, в крестьянской семье. В семье было четверо детей – 2 сына и 2 дочери. Как покажет жизнь, все были очень трудолюбивы и талантливы. Брат Арнольда Теймуразовича – Константин Теймуразович, окончил 2-й медицинский институт в Москве, затем аспирант, во время войны – военврач, хирург. Трагически погиб в начале войны: бомба попала прямо в операционную палатку во время операции. Место захоронения неизвестно, остались только памятная доска в Музее медицинского института на Б. Пироговской и книжные воспоминания: *«Хоть и в лесу стоял госпиталь, но сверху хорошо просматривался, и бомбили его немцы исправно, не по одному разу в день. Постепенно здесь скапливались бойцы и командиры из частей, подходивших к месту будущего прорыва. Они попадали под бомбежки, и раненых в госпитале прибавлялось. Страдали от ударов с неба и сами медики. В один из налетов погиб замечательный хирург, прекрасный человек, военврач Картозия...»*. Так об этом написано в книге Гофмана Г.Б., Гагарина С.С. «МЯСНОЙ БОР», книга третья: «Время умирать» (с. 531, глава 57, абз.10).



Арнольд Теймуразович Картозия

Сестра Нателла Теймуразовна, кандидат биологических наук, училась и работала в Тбилиси. Старшая сестра Бабуца Теймуразовна, бессменный преподаватель русского языка, до последних дней работала в школе г. Зугдиди.

У грузин строительное дело было всегда в почете, а Московский инженерно-строительный институт им. В.В. Куйбышева (МИСИ) был лучшим в стране. В такие вузы с периферии направляли только по разнарядке Наркомпроса Грузии. Вот и Арнольд Теймуразович после окончания средней школы, как один из лучших учеников, был направлен на учебу в МИСИ, который с отличием закончил в 1934 г. Свои строительные практики он проходил на строительстве

Магнитогорского комбината. По окончании института работал в разных должностях на строительстве первой очереди Московского метрополитена.

С 1937 г. на протяжении 5 лет он работал инженером, начальником производственного отдела по строительству шахт в Донбассе и заместителем главного инженера «Главшахтостроя» Наркомтяжпрома и Наркомугля СССР. К этому времени у него уже была семья – жена и два сына, с которыми он жил в Москве.

Когда началась война, Арнольд Теймуразович руководил ликвидацией шахт Донбасса. Немцы наступали очень быстро и взрывать шахты просто не было времени, поэтому чаще всего взрывали подстанции, а горные выработки шахт просто затапливали. Это было решение, которое позволило впоследствии достаточно быстро восстановить шахты. Выводить шахты из эксплуатации приходилось в непосредственной близости от фронта, под налетами немцев и шквалом артиллерийских снарядов.



Семья, выходной день



Возвращение в Донбасс после войны



А.Т. Картозия на восстановлении шахт Донбасса



Б.А. Картозия на строительстве метрополитена

Потом была эвакуация в Кузбасс, где Арнольд Теймуразович с 1942 по 1943 г. работал заместителем начальника треста «Кузбассуголь», руководил скоростным строительством угольных шахт. Ведь практически Кузбасс и начал развиваться во время войны, куда были переброшены оборудование и шахтеры Донбасса.

С первых дней освобождения Донбасса А.Т. Картозия возвратился в бассейн и работал на восстановлении угольных шахт, сначала в должности начальника треста «Донбассшахтострой», а затем – начальника треста «Главшахтовосстановление». Под его руководством были восстановлены и сданы в эксплуатацию шахты «им. Карла Маркса», «Красный Профинтерн», «Лидиевская», «Юнком», «им. Калинина» и др.

За разработку и осуществление методов, обеспечивших ускоренное восстановление разрушенных шахт Донбасса, А.Т. Картозия в составе группы специалистов в 1948 г. было присвоено звание Лауреата Сталинской премии I степени. Восстановление шахт Донбасса в период ВОВ останется великим подвигом советских шахтеров.

Дальнейшая биография А.Т. Картозия также заслуживает глубокого уважения:

– 1947–1953 гг. – начальник Главшахтостроя Донецкого и Подмосковского бассейна, начальник Главцентрошахтостроя Минугля СССР;

– 1953–1956 гг. – начальник комбината «Грузуголь»;

– 1957–1969 гг. – ответственная работа в Госплане и Госстрое СССР, начальник подотдела капитального строительства и заместитель начальника отдела угольной промышленности по каппро строительству.

Под руководством А.Т. Картозия разрабатывались пятилетние планы капитального строительства угольной промышленности СССР, все государственные мероприятия по развитию Донецкого, Подмосковского, Кузнецкого, Экибастузского угольных бассейнов. Занимая ответственные посты, А.Т. Картозия проявил себя как крупный организатор, талантливый руководитель шахтного строительства, вклад которого в укрепление и развитие угольной промышленности СССР отмечен высокими государственными наградами: награжден орденом Ленина, Трудового Красного знамени и многими медалями СССР, является полным кавалером почетного знака «Шахтерская Слава», ему присвоено почетное звание «Заслуженный строитель РСФСР».

Арнольд Теймуразович Картозия скончался 11 июня



Борис Арнольдович Картозия

1979 г. и похоронен в Москве на Кунцевском кладбище.

Дело отца продолжил его сын Борис Арнольдович Картозия (родился в Москве 23 ноября 1940 г.). В 1958 г. поступил в Московский горный институт и в 1963 г. окончил его с отличием по специальности горный инженер-шахтостроитель, после чего работал сменным инженером на строительстве станции «Таганская» Краснопресненского радиуса в СМУ-6 Мосметростроя. В 1966 г. поступил в аспирантуру при кафедре «Строительство подземных сооружений и шахт» МГИ. Окончив аспирантуру и защитив в 1969 г. кандидатскую диссертацию, был оставлен на преподавательскую работу. Работал ассистентом, доцентом на кафедре, в 1975–1976 гг. прошел научную стажировку

в Высшей национальной горной школе г. Нанси, Франция. В 1979 г. защитил докторскую диссертацию. С 1979 по 2008 г. – профессор, заведующий кафедрой «СПСиШ» МГУ, с 1987 по 2007 г. – первый проректор МГУ. Профессор кафедры «СПСиГП» Горного института НИТУ «МИСиС», советник ректората, Б.А. Картозия – автор более 220 научных публикаций, в том числе многих монографий и учебников. Является автором научного открытия в области геомеханики. Сейчас он советник ректората, почетный член кафедры строительства подземных сооружений и горных предприятий НИТУ «МИСиС».

Своим жизненным кредо Борис Арнольдович считает напутствие отца Гринева сыну из «Капитанской дочки»: «Служи верно, кому присягнешь; слушайся начальников; за их лаской не гоняйся; на службу не напрашивайся; от службы не отговаривайся; и помни пословицу: береги платье снову, а честь смолоду».

Однажды попробовав себя в литературе, Б.А. Картозия до сих пор занимается литературным творчеством, особое место в котором занимают эпиграммы, но в отличие от ставших уже классикой эпиграмм Валентина Гафта, они очень добрые. А тонкое чувство юмора автора и присущая ему ирония делает их смешными, милыми и приятными для адресатов. Его книги «Взрослые игры на свежем воздухе», «Рассказы после ужина», «Дорогие друзья и коллеги», «Избранное» и др. читаются на одном дыхании.

Вот такая замечательная династия советских и российских шахтостроителей. Глубокий им почет и уважение!

МОНЕТЫ СО ВСТАВКАМИ ИЗ ДРАГОЦЕННЫХ КАМНЕЙ

чеканки 2018-2020 годов

А.В. Барановский, канд. экон. наук

Вгонке за растущими потребностями нумизматов, стремящихся завладеть чем-то «эдаким», монетные дворы мира в последние годы резко увеличили выпуск монет со вставками из натуральных камней, включая драгоценные. Такие монеты изготавливаются из золота и серебра и выпускаются в весьма ограниченных количествах.

Нынешний, 2020 год, в этом плане можно назвать рекордным – вышло около 40 таких монет, в том числе целыми сериями.

Наиболее крупная серия выпускается от имени Либерии и называется «Мир драгоценных камней».

В реверс каждой монеты из золота номиналом \$25 вставлен камень, изображены его кристаллическая решетка и рисунок, связанный с этим камнем. Например, для цитрина – дольки лимона, для горного хрусталя – его друзья. На монете с редкой разновидностью турмалина – хамелеонита – изображен хамелеон. Как и этот зверек, хамелеонит меняет цвет в зависимости от освещения – от оливково-зеленого до буро-красного.

Еще в этом году вышли монеты, посвященные агату, лазуриту, аметисту, нефриту, аквамарину, австралийскому опалу и изумруду, на реверсе последней помещен также декоративный узор из листьев.



250 канадских долларов «ТИАРЫ ЕЕ ВЕЛИЧЕСТВА КОРОЛЕВЫ ЕЛИЗАВЕТЫ II». Серия состоит из четырех золотых монет и одной серебряной. Золотые монеты инкрустированы натуральными камнями – рубинами, изумрудами, сапфирами, аквамаринами. В 2020 г. в этой серии вышла монета – бразильская аквамариновая тиара. Она включает 12 бриллиантов и семь аквамаринов. Выгравированные элементы покрыты платиной, чтобы придать им тот же блеск, что и у настоящей тиары. Бразильская аквамариновая тиара – один из самых высоких головных уборов в ювелирной коллекции Ее Величества. Этот королевский головной убор был создан в 1957 г. для демонстрации бриллиантового и аквамаринowego ожерелья с подходящими серьгами, ставшими подарком к коронации от народа Бразилии.



Первоначально диадема состояла из платинового бандо, увенчанного тремя аквамаринowymi стойками с алмазным обрамлением. Дополнительные подарки в виде браслета и броши (в 1958 г.) и V-образного украшения для волос (в 1968 г.) создали возможность для расширения тиары в 1971 г. Центральный элемент был заменен большим кулоном из ожерелья и четырьмя мотивами свитка, показанными на этой монете. Они были добавлены между продолговатыми стойками, увенчанными круглыми аквамаринами.

Королевский монетный двор Канады отчеканил еще несколько монет со вставками из драгоценных камней. Так, совместно с алмазной компанией Forevermark Diamond выпущена необычная серебряная монета номиналом 50 канадских долларов, открывающая новую серию. Она имеет запатентованную Forevermark Diamond форму многогранного бриллианта Forevermark Black Label, и в одну из граней монеты вставлен бриллиант массой 0,2 карата, ограненный по этой форме.



В текущем году от имени Руанды продолжается выпуск серии золотых монет номиналом по 10 руандийских франков со вставками бриллиантов, под названием «GOLD AFFORDABLE (Piedfort & Diamond) – Доступное золото».

Они выполнены как пьедфорт, то есть имеют двойную массу. В серии вышли антилопа спрингбок, слон, буйвол и леопард. Одна монета посвящена Вренели. Так неофициально назывался ряд тендерных золотых монет, производимых в Швейцарии.

Канада уже несколько лет выпускает серию золотых монет номиналом по





В серии «Наследие» вышла серебряная монета «Канадская брошь – Кленовый лист». Это бриллиантовое украшение появилось в королевской семье в 1939 г., когда король Георг V подарил драгоценный лист своей супруге – королеве Марии – по случаю их официального визита в Канаду.

Это доставшееся ей в наследство украшение королева Британии Елизавета II впервые надела в 1951 г., также во время своего первого визита в Канаду. Вторую жизнь брошь получила в 2011 г., когда королева одолжила ее своей новоиспеченной внучатой невестке Кэтрин на время королевского визита с Уильямом в Канаду. Номинальная стоимость монеты – 30 долларов и она имеет вставки из циркона.



От имени Республики Гана с 2018 г. выпускается серия односторонних серебряных монет номиналом по 5 седи «Royal Jewellery Collection» (Королевская коллекция драгоценностей).

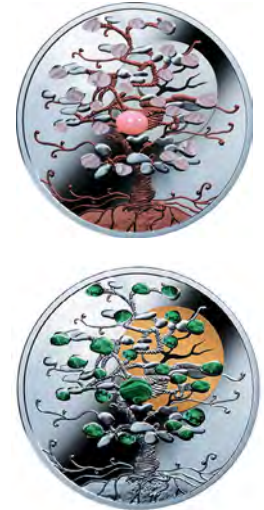


В этом же году вышла монета, в центре реверса которой изображен стилизованный рисунок глаза, украшенный 24 черными бриллиантами, крупностью по 1,3 мм, 15 светлыми бриллиантами – по 1,3 мм каждый, а из синего сафира (4x3 мм каждый) выполнены 2 капли. Аверс монеты содержит также 3 круглых голубых сафира в бриллиантовой огранке 3 мм.

Но самые «крутые» монеты этой серии вышли в 2018 г. Речь идет о 75 наборах из восьми монет с одинаковым дизайном, но различными по цвету и качеству бриллиантами – белого, желтого, синего, зеленого, фиолетового, черного, шампанского и красного цветов. Черные бриллианты имеют качество AAA, остальные 7 бриллиантов –

редкой чистоты VS1-VS2; все бриллианты – натуральные.

Еще одна многолетняя серия серебряных монет под названием «Дерево удачи» номиналом 1 новозеландский доллар выпускается от имени тихоокеанского островного государства Ниуэ. В 2018 г. вышла монета с розовым опалом, ранее были выпущены монеты с бриллиантами, малахитом, янтарем и обсидианом. «Дерево удачи» – один из наиболее известных символов в китайской практике феншуй. Согласно древней китайской легенде на дереве удачи растут монеты, и оно приносит в дом достаток и благополучие. На монетах Ниуэ изображено дерево с листьями, выполненными из натуральных камней. Так, на одной из монет изображены кристаллы нефрита, при этом в правой ее части расположена вставка из обработанного нефрита, слева – китайский дракон.



По заказу государства Ниуэ Монетный двор Польши выпустил очередную серебряную монету программы, посвященной жуку Скарабею, со вставками из натуральных камней. Первая монета получила вставку из янтаря, вторая –



из бирюзы, третья – из агата, четвертая – из рубина. Все монеты имеют номинал в 1 новозеландский доллар. Монета 2020 г. выполнена со вставкой в верхней части из сафира, кроме того, она покрыта селективным окрашиванием.

И в заключение надо рассказать о монете Австралии «Ювелирный тигр 2020», отчеканенной из золота и всего в восьми экземплярах. Это – уникальное изделие, номиналом 2000 австралийских долларов, имеющее высокий рельеф с трехмерной фигурой хищника. Монета очень тяжелая – ее масса 10 унций (311,1 грамма). Она украшена драгоценными камнями – бриллиантами Аргайл розового цвета (2,98 карата) и двумя колумбийскими изумрудами, добытыми на рудниках Музо, общей массой 0,01 карата.



Реализация сервисов обеспечения безопасности на базе данных о местоположении

М.В. Костенко✉, О.А. Галенчикова

ООО Научно-производственная фирма «Гранч», г. Новосибирск, Российская Федерация

✉info@granch.ru

Резюме: В работе рассматривается возможность реализации системы предотвращения проезда на конвейере на базе данных системы определения локального местоположения с использованием метода определения расстояния по времени пролета СШП сигнала. Испытания проводились на базе Системы «SBGPS» производства ООО НПФ «Гранч» (г. Новосибирск), развернутой на угольной шахте, для чего был выбран участок с ленточным конвейером и одной из базовых станций, поддерживающей испытываемый метод позиционирования. Результаты показывают, что точность системы позволяет легко различать перемещения контролируемых объектов пешком и на ленте конвейера, при этом время реакции системы составляет около 5–7 с при условии стабильной беспроводной связи, для обеспечения которой требуется учитывать область перемещения контролируемых устройств и возможные препятствия при размещении базовых станций, т.е. к участкам с применением данной функции при развертывании инфраструктуры предъявляются дополнительные требования.

Ключевые слова: позиционирование, определение местоположения, СШП, UWB, RTLS, безопасность

Для цитирования: Костенко М.В., Галенчикова О.А. Реализация сервисов обеспечения безопасности на базе данных о местоположении. *Горная промышленность*. 2020;(6):100–104. DOI: 10.30686/1609-9192-2020-6-100-104.

Implementation of Location-Based Security Services

M.V. Kostenko✉, O.A. Galenchikova

LLC Scientific and Production Firm «Granch», Novosibirsk, Russian Federation

✉info@granch.ru

Abstract: The paper discusses the feasibility of implementing a system to prevent personnel from riding a conveyor. This system is based on the data collected by the local positioning system applying the method of distance measurements by the travel time of the ultra-wide band signal. Tests were performed using the SBGPS system produced by Granch Ltd. (Novosibirsk), deployed at the coal mine, for which a site was selected equipped with a belt conveyor and one of the base stations, that supports the tested positioning method. The results demonstrate that the accuracy of this system allows an easy differentiation between the movement of the controlled objects on foot and on top of the conveyor belt. The reaction time of the system is about 5–7 seconds with a stable wireless connection, which requires considering the area of the controlled device relocation as well as possible constraints on deployment of the base stations, i.e. additional requirements for areas with this functionality when deploying the infrastructure.

Keywords: Positioning, location identification, ultra-wide band signal, UWB, RTLS, safety

For citation: Kostenko M.V., Galenchikova O.A. Implementation of Location-Based Security Services. *Gornaya promyshlennost = Russian Mining Industry*. 2020;(6):100–104. (In Russ.) DOI: 10.30686/1609-9192-2020-6-100-104.



Костенко Михаил Владиславович – ведущий инженер-электроник, ООО Научно-производственная фирма «Гранч»



Галенчикова Оксана Александровна – заместитель начальника научно-технического отделения, ООО Научно-производственная фирма «Гранч»

Введение

В мире продолжается развитие тематики позиционирования внутри помещений. Некоторые авторы стремятся обобщить актуальные данные по системам позиционирования реального времени (RTLS) и предоставить читателю общий взгляд на доступные решения и технологии, их преимущества и недостатки [1]. Другие рассматривают конкретные физические принципы, подходящие для них алгоритмы обработки данных [2–5]. Также представлены и гибридные системы, использующие несколько различных принципов определения местоположения для компенсации недостатков друг друга [6]. Ряд работ посвящен решению конкретных задач, для которых требуются данные о местоположении [7].

Одной из таких задач является повышение безопасности труда, которой особое внимание уделяется на опасных производствах, в частности, в угольных шахтах. Например, чтобы упростить задачу поиска людей, достаточно знать их местоположение. Получая данные о местоположении объекта и обрабатывая их с помощью определенных алгоритмов, можно предотвращать столкновения внутришахтного транспорта, наезды на персонал или несанкционированные проезды на конвейере. Для такой обработки, как правило, требуется дополнительная информация, такая как:

- место проведения измерений (например, для выяснения наличия опасных объектов и допустимости нахождения контролируемого объекта в определенной зоне);
- окружающая инфраструктура (для уточнения расчета конечного местоположения, а также определения взаимосвязи контролируемых объектов для задач предотвращения столкновений и аналогичных);
- история измерений для контроля динамики перемещения объекта.

Часть подобной информации может эффективно контролироваться только сервером системы. В то же время связь с сервером может быть уязвимым местом и значительно уменьшать надежность системы, в то время как надежность является одним из ключевых параметров для задач обеспечения безопасности. Распределение накопле-

ния данных и проведения вычислений в системе могут позволить построить надежную сенсорную сеть, отдельные части которой будут способны поддерживать функции обеспечения безопасности как при наличии связи с сервером, так и автономно. В качестве примера такого сервиса можно рассмотреть определение проезда на конвейере по данным местоположения объекта.

Одним из характерных для конвейера параметров является скорость движения ленты. Наблюдение за изменением данных о местоположении даст возможность оценить и скорость перемещения контролируемого объекта. При этом, в данной задаче нет необходимости в хранении большого массива данных, так как определение проезда должно происходить как можно быстрее. Информация о нахождении поблизости конвейера (контекст, который делает потенциально возможным проезд на конвейере) может быть получена контролируемым объектом как от сервера, так и от находящихся вблизи элементов инфраструктуры Системы многофункциональной связи, наблюдения, оповещения и поиска людей, застигнутых аварией «SBGPS» (далее – Система «SBGPS»). В случае выявления движения, характерного для перемещения на конвейере, могут приниматься различные меры – от информирования персонала с фиксацией нарушения до автоматической остановки конвейера в целях предотвращения несчастных случаев.

В данной статье представлены результаты испытаний позиционирования по времени пролета сверхширокополосного сигнала (СШП) с использованием функционала Системы «SBGPS» производства ООО НПФ «Гранч» (г. Новосибирск) для обеспечения определения проезда на конвейере. Ранее уже проводились испытания данной системы с целью оценки точности определения местоположения, позволяющие предположить высокую эффективность решения данной задачи.

Описание прототипа

Испытания методики определения проезда на ленточном конвейере по скорости перемещения проводились в горных выработках угольной шахты на участке с наличием подземной инфраструктуры Системы «SBGPS» на основе базовых станций SBGPS Master-06 (далее БС), подготовленных к использованию СШП позиционирования. В качестве контролируемых объектов выступали штатные устройства оповещения SBGPS Light-4 (далее УО), также поддерживающие точное позиционирование по СШП каналу. В данной системе определение координат местоположения объектов контроля осуществляется с разрешением ± 2 м. Для испытания штатные УО были снабжены специальной версией программного обеспечения, в которой проводился анализ данных о расстоянии до обнаруженных БС в течение последних 10 секунд. Измерение расстояния до обнаруженных БС инициируется 1 раз в секунду. Более подробно работа СШП в системе рассмотрена в [8; 9].

Контролировались результаты измерения расстояния между УО и БС средствами СШП позиционирования на участке в 80 м, в центре которого находилась БС. Также на данном участке расположен ленточный конвейер, скорость движения ленты которого составляла 3,15 м/с. Начало участка установлено перед приводным барабаном ленточного конвейера (рис. 1). На участке присутствуют различные элементы, затрудняющие связь между УО и БС, из которых наиболее сильно ограничивает прямую видимость водяной заслон (рис. 1 и 2).



Рис. 1
Начало контролируемого участка: приводной барабан ленточного конвейера и начало водяного заслона

Fig. 1
Beginning of the monitored area: the belt conveyor drive pulley and the beginning of the water barrier



Рис. 2
Окончание водяного заслона, место крепления БС в центре контролируемого участка

Fig. 2
The end of the water barrier, the mounting position of the base station in the center of the monitored area

В случае обнаружения стабильного превышения уставки по скорости перемещения УО передавало информацию на сервер, а также обозначало регистрацию превышения звуковыми и световыми сигналами для информирования испытателя в шахте. Уставка по скорости для испытаний была выбрана в 2,8 м/с (около 10 км/ч).

Результаты испытаний

Испытания проводились с целью проверки наличия ложных срабатываний, возможности и достоверности определения факта проезда на конвейере по данным о местоположении и среднее время реакции системы.

В первой части испытаний определялось наличие ложных срабатываний системы определения проезда на конвейере при перемещении пешком. Производились испытания как с одиночными УО, так и с группой до 10 шт. В ходе испытаний ложных определений проезда на конвейере не обнаружено. На рис. 3 представлен график, демонстрирующий изменение расстояния одного из УО от БС во время

пешего перемещения по участку. Средняя скорость ходьбы при этом составляла 5–7 км/ч (около 1,4–1,9 м/с), которая определялась по времени прохождения участка. Полученные из данных о расстоянии значения скорости с усреднением за 3 и 5 с представлены на рис. 4 и 5, соответственно. Необходимо отметить, что для времени нахождения

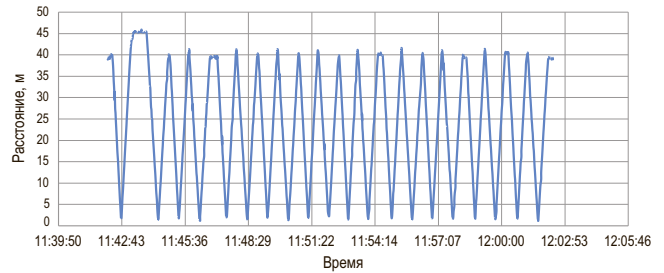


Рис. 3
Данные по расстоянию между УО и БС при перемещении испытателя между началом и концом контролируемого участка в 80 м с БС в центре

Fig. 3
Data on the distance between the warning device and the base station when the tester moves from the beginning to the end of the 80-meter-long controlled area with the base station in the center

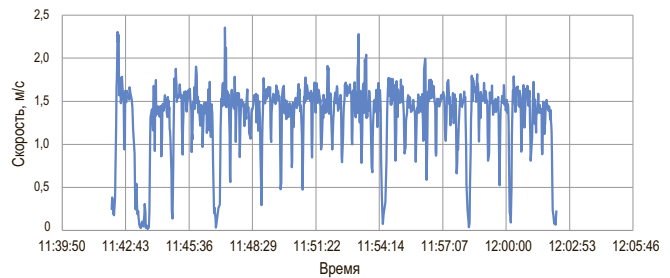


Рис. 4
Усредненное значение скорости перемещения УО по 3 с

Fig. 4
Averaged travel speed of the warning device for the period of 3 sec.

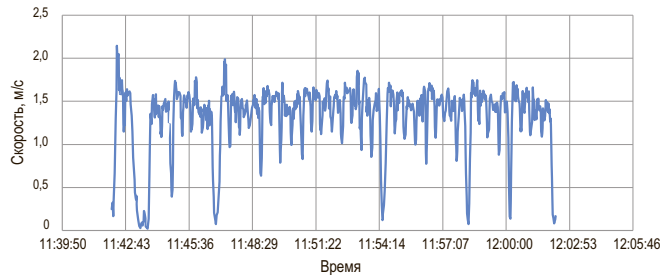


Рис. 5
Усредненное значение скорости перемещения УО по 5 с

Fig. 5
Averaged travel speed of the warning device for the period of 5 sec.

на контролируемом участке 3,5% попыток измерения расстояния по СШП оказались неудачными, и в таком случае, для усреднения по аналогичному количеству измерений потребуется больше времени. Было затруднено измерение расстояния на границах контролируемого участка при удалении УО от БС на расстояние около 40 м из-за ограничения прямой видимости между устройствами.

Во второй части испытаний определяются надежность выявления проезда на конвейере по динамике изменений данных о местоположении, а также время реакции системы. Проверялась реакция системы при проезде одного УО. В зоне покрытия БС находилось также трое УО испытателей. Первый испытатель располагался в начале контролируемого участка (далее – КТ 1), представленного на рис. 1. Испытатель размещал УО на движущейся ленте конвейера

и запускал секундомер для определения времени срабатывания сигнала о превышении допустимой скорости на УО. Второй испытатель располагался в 27 м от КТ 1. Место расположения второго испытателя определено, исходя из скорости движения конвейера (3,15 м/с) и предполагаемого времени срабатывания сигнала. Второй испытатель снимал УО с конвейера и передавал на стартовую позицию. По результатам 30 проездов вероятность определения превышения уставки по скорости составила 97%. Испытателями в шахте фиксировалось время от расположения УО на ленту конвейера до регистрации сигналов от УО. Определение происходило в диапазоне времени 5–9 с со средним значением в 6,75 с, связь с сервером при этом отсутствовала по условиям эксперимента.

Далее проводились аналогичные испытания при наличии связи с сервером, а также варьировалось количество участвующих в испытании УО – на конвейере от одного до шести УО одновременно и до двенадцати неподвижных УО в зоне покрытия БС.

На рис. 6 продемонстрированы данные испытания, в котором два УО многократно располагались на ленте конвейера. Можно выделить три уровня значений скорости перемещения, соответствующих действительному перемещению УО. 15 интервалов со значениями от 3 до 3,5 м/с соответствуют проезду на конвейере. После них следуют интервалы со значениями от 1 до 1,5 м/с, соответствующие перемещению одного из испытателей с УО к стартовой позиции. Также присутствуют два интервала со значениями менее 1 м/с, соответствующими паузами в испытании. График демонстрирует хорошую различимость между неподвижным положением, перемещением пешком и перемещением на конвейере. Также это демонстрирует график на рис. 7, где отображены данные для двух испытаний: 20 событий проезда на конвейере до 12:00 и 10 прохождений контролируемого участка пешком после 12:00. Средняя скорость ходьбы при этом составляла 1,6 м/с, что хорошо согласуется с показанными на графике данными.

Полученные в ходе испытаний данные позволяют сделать вывод о том, что по рассчитанным значениям скорости можно с высокой достоверностью определять характер перемещения контролируемого объекта. Можно ожидать, что перемещения, отличающиеся на 0,5 м/с, будут безошибочно определяться в случае стабильного получения данных. В некоторых задачах, таких как предотвращение столкновений, рассчитанная скорость может использоваться совместно с данными о расстояниях между элементами системы и местоположением на контролируемом объекте для усложнения логики работы и реализации множества сценариев поведения.

Проведенный эксперимент показал, что стабильность измерения расстояния между УО и БС зависит от прямой видимости между ними, которая может быть ограничена, например, из-за наличия заграждающих элементов конвейера (при размещении УО на конвейере) или водяного заслона. Ограничение прямой видимости может приводить к увеличению времени регистрации факта проезда на конвейере и к затруднению его идентификации. Так же на определение факта проезда на конвейере влияет расположение БС относительно ленты конвейера в совокупности с наличием в зоне видимости УО только одной БС с СШП позиционированием. Имеющееся расположение БС на испытываемом участке приводит к тому, что скорость, рассчитанная в течение 3–4 с, при наименьшем расстоянии между УО и БС, оказывалась меньше выбранной уставки

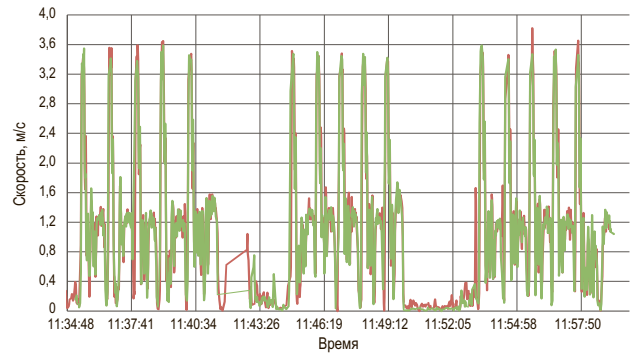


Рис. 6
15 перемещений на конвейере двух УО одновременно

Fig. 6
15 travels on the conveyor belt of two warning devices simultaneously

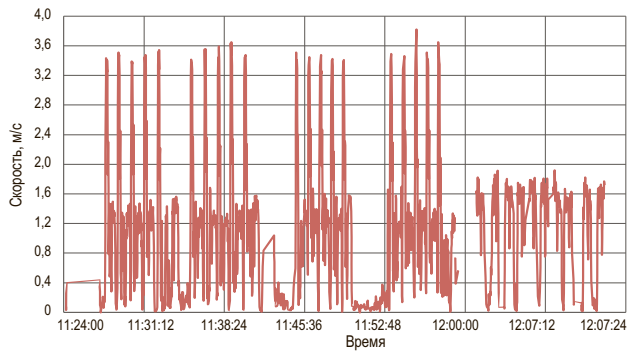


Рис. 7
20 перемещений УО на конвейере до 12:00 и 10 прохождений контролируемого участка пешком после 12:00

Fig. 7
20 travels of the warning device on the conveyor belt before 12:00 am and 10 on-foot travels in the controlled area after 12:00 am

(2,8 м/с). Данные недостатки могут быть устранены изменением расположения элементов инфраструктуры Системы «SBGPS» с учетом задачи определения проезда на конвейере. В испытании использовался участок, изначально не предусматривающий испытываемой функции, соответственно монтаж БС проводился без учета ряда требований.

Заключение

Проведенные испытания показывают, что точности определения местоположения с использованием СШП сигналов достаточно для уверенного выявления событий проезда на конвейере из пешего перемещения по контролируемому участку. Метод в совокупности с Системой «SBGPS» позволяет создать зону с непрерывным контролем скорости перемещения, без контрольных точек и пропускных рамок, с организацией передачи данных по СШП каналу между элементами системы и выполняющую функции как автономно, так и взаимодействуя с сервером.

Преимуществом Системы «SBGPS» является возможность расширения ее функционала путем изменения лишь программного обеспечения ее элементов без аппаратных доработок. Испытания подтверждают перспективность применения СШП позиционирования для реализации дополнительных функций систем обеспечения безопасности на основе данных о точном местоположении контролируемого объекта. Данный функционал можно применить для решения таких актуальных задач, как контроль скорости, опасных зон, предотвращения столкновений и проезд персонала шахт на конвейере.

Список литературы

1. Zafari F., Gkelias A., Leung K.K. A Survey of Indoor Localization Systems and Technologies. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*. 2019;21(3):2568–2599. DOI: 10.1109/COMST.2019.2911558.
2. Courtaud A., Gentil M.L., Berder O., Scalart P., Fontaine S., Carer A. Anchor Selection Algorithm for Mobile Indoor Positioning using WSN with UWB Radio. In: 2019 *IEEE Sensors Applications Symposium (SAS) 11–13 March 2019, Sophia Antipolis, France*. DOI: 10.1109/SAS.2019.8706113.
3. Poulou A., Eyobu O.S., Kim M., Dong Seog Han. Localization Error Analysis of Indoor Positioning System Based on UWB Measurements. In: 2019 *Eleventh International Conference on Ubiquitous and Future Networks (ICUFN), 2–5 July 2019, Zagreb, Croatia*. DOI: 10.1109/ICUFN.2019.8806041.
4. Molnár M., Luspay T. Development of an UWB based Indoor Positioning System. In: 2020 *28th Mediterranean Conference on Control and Automation (MED), 15–18 Sept. 2020, Saint-Raphaël, France*. DOI: 10.1109/MED48518.2020.9183329.
5. Wang N., Yuan X., Ma L., X. Tian Research on Indoor Positioning Technology Based on UWB. In: 2020 *Chinese Control and Decision Conference (CCDC), 22–24 Aug. 2020, Hefei, China*. DOI: 10.1109/CCDC49329.2020.9164327.
6. Ding G., Lu H., Bai J., Qin X. Development of a High Precision UWB/Vision-based AGV and Control System. In: 2020 *5th International Conference on Control and Robotics Engineering (ICCRE), 24–26 April 2020, Osaka, Japan*. DOI: 10.1109/ICCRE49379.2020.9096456.
7. Tian D., Xiang Q. Research on Indoor Positioning System Based on UWB Technology. In: 2020 *IEEE 5th Information Technology and Mechatronics Engineering Conference (ITOEC), 12–14 June 2020, Chongqing, China*. DOI: 10.1109/ITOEC49072.2020.9141707.
8. Насибуллина Т.В., Костенко М.В. Анализ и математическое моделирование системы определения местоположения персонала угольной шахты, построенной с применением сенсорной сети. Часть 1. Оценка влияния внешних факторов на точность определения местоположения в реальной системе. *Горная промышленность*. 2019;(4):126–132. DOI: 10.30686/1609-9192-2019-4-126-132.
9. Костенко М.В., Гридчин В.А. Применение систем ToF UWB позиционирования в туннелях горных выработок. В: Гадюкина А.В. (ред.) *Наука. Технологии. Инновации: материалы конференции, Новосибирск, 3–7 декабря 2018 г.* Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет; 2018. Ч. 6. С. 24–27.

References

1. Zafari F., Gkelias A., Leung K.K. A Survey of Indoor Localization Systems and Technologies. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*. 2019;21(3):2568–2599. DOI: 10.1109/COMST.2019.2911558.
2. Courtaud A., Gentil M.L., Berder O., Scalart P., Fontaine S., Carer A. Anchor Selection Algorithm for Mobile Indoor Positioning using WSN with UWB Radio. In: 2019 *IEEE Sensors Applications Symposium (SAS) 11–13 March 2019, Sophia Antipolis, France*. DOI: 10.1109/SAS.2019.8706113.
3. Poulou A., Eyobu O.S., Kim M., Dong Seog Han. Localization Error Analysis of Indoor Positioning System Based on UWB Measurements. In: 2019 *Eleventh International Conference on Ubiquitous and Future Networks (ICUFN), 2–5 July 2019, Zagreb, Croatia*. DOI: 10.1109/ICUFN.2019.8806041.
4. Molnár M., Luspay T. Development of an UWB based Indoor Positioning System. In: 2020 *28th Mediterranean Conference on Control and Automation (MED), 15–18 Sept. 2020, Saint-Raphaël, France*. DOI: 10.1109/MED48518.2020.9183329.
5. Wang N., Yuan X., Ma L., X. Tian Research on Indoor Positioning Technology Based on UWB. In: 2020 *Chinese Control and Decision Conference (CCDC), 22–24 Aug. 2020, Hefei, China*. DOI: 10.1109/CCDC49329.2020.9164327.
6. Ding G., Lu H., Bai J., Qin X. Development of a High Precision UWB/Vision-based AGV and Control System. In: 2020 *5th International Conference on Control and Robotics Engineering (ICCRE), 24–26 April 2020, Osaka, Japan*. DOI: 10.1109/ICCRE49379.2020.9096456.
7. Tian D., Xiang Q. Research on Indoor Positioning System Based on UWB Technology. In: 2020 *IEEE 5th Information Technology and Mechatronics Engineering Conference (ITOEC), 12–14 June 2020, Chongqing, China*. DOI: 10.1109/ITOEC49072.2020.9141707.
8. Nasibullina T.V., Kostenko M.V. Analysis and mathematical modelling of personnel location system in coal mines based on smart sensor network. Part 1. *Gornaya promyshlennost = Russian Mining Industry*. 2019;(4):126–132. (In Russ.) DOI: 10.30686/1609-9192-2019-4-126-132.
9. Kostenko M.V., Gridchin V.A. Application of the ToF UWB positioning systems in underground mine excavations. In: Gadyukina A.V. (ed.) *Science. Technology. Innovations: Conference proceedings, Novosibirsk, December 3-7, 2018* Novosibirsk: Novosibirsk State Technical University; 2018. Part 6, pp. 24–27. (In Russ.)

Информация об авторе

Костенко Михаил Владимирович – ведущий инженер-электроник, ООО Научно-производственная фирма «Гранч», г. Новосибирск, Российская Федерация, e-mail: kostenkom.v@yandex.ru

Галенчикова Оксана Александровна – заместитель начальника научно-технического отделения, ООО Научно-производственная фирма «Гранч», г. Новосибирск, Российская Федерация, e-mail: galenchikovaoa@granch.ru

Information about the author

Mikhail V. Kostenko – Lead Electronics Engineer, LLC Scientific and Production Firm «Granch», Novosibirsk, Russian Federation, e-mail: kostenkom.v@yandex.ru

Oxana A. Galenchikova – Deputy Chief of Research and Technology Department, LLC Scientific and Production Firm «Granch», Novosibirsk, Russian Federation, e-mail: galenchikovaoa@granch.ru

Информация о статье

Поступила в редакцию: 09.12.2020

Поступила после рецензирования: 14.12.2020

Принята к публикации: 16.12.2020

Article info:

Received: 09.12.2020

Revised: 14.12.2020

Accepted: 16.12.2020



НАУЧНО ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА

Тел/факс: +7 (383) 212-03-16
E-mail: info@granch.ru
<http://www.granch.ru>



Автоматизированная Система безопасности, связи и управления персоналом

«УМНАЯ ШАХТА»[®]

цифровая платформа угольной шахты и рудника

1 Многофункциональность:

- определение в режиме реального времени местоположения персонала в горных выработках с представлением прецизионных координат;
- контроль маршрутов и скорости передвижения персонала;
- аварийное оповещение персонала с подтверждением о доставке;
- поиск людей, застигнутых аварией, с учетом мест нахождения персонала в горных выработках на момент начала развития аварии;
- контроль за состоянием работника - в движении или неподвижен (контроль ЧП);
- отправка из шахты персонального сигнала о помощи - «Тревожная кнопка»;
- мобильная телефонная связь на основе смартфона со встроенным тепловизором;
- двухсторонняя оперативная связь горный диспетчер - работник;
- контроль работы подземного транспорта - передача на верхний уровень данных о местоположении в динамике и параметрах работы.

2 Уникальные свойства:

- оптимальное сочетание беспроводных и кабельных видов связи с широким применением ВОЛС, обеспечивающих передачу информационных потоков под землей с фантастическими скоростями;
- устойчивость к потере сетевого питания за счет укомплектования узлов подземной инфраструктуры связи резервными источниками питания - автономная работоспособность в течение не менее 24 ч;
- повышенная стойкость к силовым воздействиям (механическим и воздушно-динамическим) на узлы подземной инфраструктуры связи, благодаря применению стальных взрывозащищенного исполнения оболочек.

3 Сканирующий (динамический) газовый контроль с передачей данных измерений на пульт горного диспетчера (в систему АГК) в режиме реального времени, обеспечиваемый газоанализатором, встроенным в устройство оповещения - головной светильник.

Внимание! «Умная шахта» наилучшим образом выполняет актуальные требования Федеральных норм и Правил к системам позиционирования и аварийного оповещения - как для угольных шахт, так и для рудников!

Сдвигение земной поверхности при отработке Талнахского и Октябрьского месторождения. Меры охраны подрабатываемых зданий и сооружений

С.Г. Кириллов¹✉, Е.С. Семькин², Н.И. Мокрицкая², А.Р. Криштапович¹, С.С. Ефименко¹

¹ Норильский государственный индустриальный институт, г. Норильск, Российская Федерация

² Северо-Восточный государственный университет, г. Магадан, Российская Федерация

✉postanovshik@bk.ru

Резюме: В статье рассмотрены основные причины и факторы, влияющие на характер развития процесса сдвижения горных пород. На основе данных инструментальных наблюдений специализированных организаций установлено, что развитие процесса сдвижения происходит плавно и медленно, без образования провалов и крупных трещин на земной поверхности. Применяемые меры охраны зданий и сооружений делятся на два вида: горные меры охраны и конструктивные меры. Основные сооружения на месторождениях Талнаха, подлежащие охране, как правило, расположены в пределах промплощадок вспомогательных вентиляционных, закладочных и грузовых стволов. Эти сооружения в основном промышленные. К промышленным сооружениям в первую очередь следует отнести надшахтные сооружения (здания и копры), здания подъемных машин, закладочные комплексы, крупные вентиляционные и компрессорные установки, ремонтно-механические цеха, электроподстанции, административно-бытовые корпуса и др. В настоящее время основной мерой охраны для вышеперечисленных сооружений является закладка выработанного пространства твердеющими смесями, которая резко снижает величины деформаций пород и земной поверхности и, как показывает многолетний опыт, обеспечивает бесперебойную эксплуатацию большинства сооружений, попадающих в зону влияния горных работ, без применения дополнительных горных и конструктивных мер защиты.

Ключевые слова: горное дело, параметры процесса сдвижения, границы влияния подземных горных разработок, системы с закладкой выработанного пространства твердеющей смесью, меры охраны сооружений и природных объектов, охрана подрабатываемых объектов

Для цитирования: Кириллов С.Г., Семькин Е.С., Мокрицкая Н.И., Криштапович А.Р., Ефименко С.С. Сдвигение земной поверхности при отработке Талнахского и Октябрьского месторождения. Меры охраны подрабатываемых зданий и сооружений. *Горная промышленность*. 2020;(6):106–111. DOI: 10.30686/1609-9192-2020-6-106-111.

Rock Mass Movement in Development of Talnakh and Oktyabrskoye Deposits. Measures to Protect Undermined Buildings and Facilities

S.G. Kirillov¹✉, E.S. Semykin, N.I. Mokritskaya², A.R. Krishtapovich¹, S.S. Efimenko¹

¹ Norilsk State Industrial Institute, Norilsk, Russian Federation, Norilsk, Russian Federation

² North-East State University, Magadan, Russian Federation

✉postanovshik@bk.ru

Abstract: The paper reviews the main causes and factors affecting the rock mass movement processes. Based on instrumental surveys performed by specialized organizations it was established that the rock mass movement develops slowly and evenly without sinkholes and large cracks on the ground surface. The protection measures for buildings and facilities can be divided into two types: mine protection measures and structural measures. The main facilities at the Talnakh deposits that are subject to protection are generally located within the service sites for auxiliary ventilation, rock and material shafts. These facilities are used mainly for industrial purposes. Industrial buildings include, first of all, surface shaft facilities (buildings and the winding towers), hoist engine buildings, stowage facilities, large ventilation and compressor units, mechanical repair shops, electrical substations, administrative and amenity buildings, etc. Currently, the main protection measure for the above mentioned facilities is backfilling of the mined-out space with solidifying compounds, which drastically reduces the amount of deformations in the rock mass and on the ground surface and, as many years of experience have shown, ensures uninterrupted operation of most of the facilities within the mine impact zone without applying additional mining and structural protection measures.

Keywords: mining, parameters of the rock mass displacement, mine impact zone, backfilling of the mined-out space with solidifying compounds, protection measures for facilities and natural objects, protection of undermined facilities

For citation: Kirillov S.G., Semykin E.S., Mokritskaya N.I., Krishtapovich A.R., Efimenko S.S. Rock Mass Movement in Development of Talnakh and Oktyabrskoye Deposits. Measures to Protect Undermined Buildings and Facilities. *Gornaya promyshlennost' = Russian Mining Industry*. 2020;(6):106–111. (In Russ.) DOI: 10.30686/1609-9192-2020-6-106-111.

Введение

Раздельно-последовательная отработка запасов разносортных руд, сопровождаемая полной закладкой выработанного пространства твердеющими смесями, по степени изменения исходного равновесного состояния занимает промежуточное положение по отношению к добыче запасов с длительным поддержанием налегающей толщи целиками и с обрушением налегающих пород. Это обуславливается тем, что наращиваемый при очистных работах массив твердеющей закладки, не оказывая существенного влияния на горный массив за пределами участка отработки в плане при характерных для Талнахского и Октябрьского месторождений трещиноватых вмещающих породах, вовлекается во взаимодействие с ними и снижает их техногенную нарушенность. Такой характер воздействия подработанных пород и закладочного массива обеспечивает плавное и медленное развитие процесса сдвижения без образования провалов и крупных трещин на земной поверхности.

Основными факторами, определяющими характер и параметры процесса сдвижения горных пород и земной поверхности, являются: структурные особенности горного массива, физико-механические свойства пород, размеры выработанного пространства, глубина горных работ, полнота заполнения выработанного пространства твердеющей закладкой, ее компрессионные свойства, порядок отработки, система разработки и др. факторы.

Запасы Талнахского рудного узла отрабатываются с разделением на шесть рудных полей с различными глубинами залегания рудных тел. На шахте «Маяк» глубина залегания не превышает 300 м. В полях рудников «Комсомольский», «Октябрьский» и «Таймырский» она составляет соответственно 500–800 м, 700–1000 м и 1000–1500 м. На новой шахте «Скалистая» в условиях сложной геомеханической обстановки, вызванной близостью Норильско-Хараелахского разлома, глубина залегания подлежащих отработке рудных тел С-1 и С-2 составляет соответственно 800–1000 м и 1100–1500 м. На проектируемом руднике «Глубокий» глубина разработки достигает 2000 м. Согласно классификации, составленной для условий полной подработки, при которых размеры выработанного пространства соизмеримы со средней глубиной разработки и значения параметров достигают экстремальных величин [1, с. 43–44], Талнахское и Октябрьское месторождения следует отнести к II типу, а именно к месторождениям с грубослоистым массивом горных пород, $f_{cp} > 9$.

При грубослоистом массиве слоистость обусловлена главным образом параллельным залеганием пород, а не их свойствами – структурой или текстурой. В результате этого влияния доля прогиба в величинах сдвижений уменьшается и значительно большее значение приобретает трещиноватость или тектоническая нарушенность массива, по которым происходят сдвиги пород. Для месторождений II типа минимальное значение угла при пологом и наклонном залегании равно 70 и с запасом его можно принять равным 65¹.

Для отработки запасов месторождений Талнаха применялись различные комбинации слоевой и камерной систем разработки, а в настоящее время наиболее распространена камерно-целиковая, с закладкой выработанного пространства твердеющими смесями. Наряду с этим в результате

внедрения современной техники, совершенствования способов отбойки и доставки руды в процессе оптимизации производственных процессов постепенно происходило увеличение параметров элементов систем разработки.

Применяемые системы разработки и изменение параметров горных выработок оказывают далеко не равноценное влияние на состояние массива с точки зрения обеспечения минимальных значений деформаций подрабатываемых толщ пород, где находятся подготовительные выработки вышележащих горизонтов. Однако отмечено, что нисходящий порядок отработки слоев увеличивает количество недозаложенных пустот в закладочном массиве, а увеличение ширины полосы ведения очистных работ связано с увеличением конвергенции почвы-кровли, особенно при наличии тектонической нарушенности покрывающей толщи.

Деформация и сдвижение толщи пород

Для получения данных о деформировании и сдвижении толщи пород и земной поверхности под влиянием подземных горных работ Талнахского и Октябрьского месторождений проводились инструментальные наблюдения, в результате которых установлено, что процесс сдвижения горных пород и земной поверхности на рудниках носит плавный характер, соответствующий разработке системами с закладкой выработанного пространства. Повторная подработка активизирует процесс сдвижения, увеличивая скорости оседания над выработанным пространством примерно в 1,5 раза.

Вокруг выработанного и заложенного пространства (в дальнейшем выработанного пространства) под влиянием подземных горных разработок в массиве возникает область, в которой произошло изменение исходного равновесного состояния пород, подвергшихся вследствие этого сдвижениям и деформациям. При пологом залегании рудных тел и полной закладке выработанного пространства твердеющими смесями основными формами деформирования горного массива являются: изгиб (прогиб) пород, в основном без разрыва сплошности пород, сжатие и растяжение, а также сдвиг или скол, в основном в районе тектонических разрывов.

В соответствии с характером деформирования блочно-слоистого массива выделяются три основные зоны, каждая из которых проявляется в покрывающих и подстилающих породах. Схема расположения зон деформирования в покрывающих породах показана на рис. 1, где:

I – зона равномерных (полных) сдвижений, в которой векторы сдвижения равны и параллельны друг другу;

II – зона опорного давления, в которой породы и руды испытывают деформацию сжатия;

III – зона изгиба (прогиба), в которой породы испытывают деформации растяжения и сжатия.

Как правило, зоны не имеют резко выраженных границ, а постепенно переходят одна в другую. Увеличение площади подработки и глубины работ увеличивает размеры области влияния.

Влияние различных вариантов систем разработки на величины деформаций подрабатываемых пород должны учитываться в «Указаниях по охране сооружений и природных объектов, находящихся в зоне влияния подземных горных работ на рудниках Талнахского и Октябрьского месторождений» введением коэффициентов А и В при определении эффективной мощности, которая используется

¹ Проведение экспериментальной проверки методики расчета линейных и угловых параметров процесса сдвижения и внесение необходимых уточнений. Отчет о НИР/ВНИМИ (промежуточный), 0294069100, рук. Акимов А. Г., Зеленцов С. Н. Л.; 1989. С. 16.

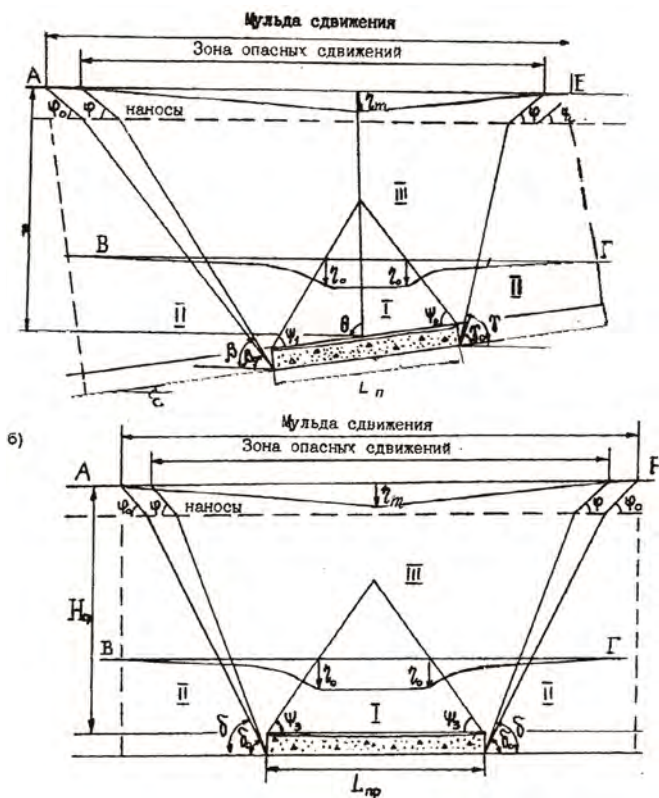


Рис. 1
Схема влияния очистной выработки: а) – на разрезе вкрест простирания; б) – на разрезе по простиранию; А-Б – горизонт неполной подработки; В-Г – горизонт полной подработки

Fig. 1
Stope impact zone: а) – cross section across the strike; б) – cross section along the strike; А-Б – under-mining horizon; В-Г – completely undermined level

при вычислении максимальных оседаний земной поверхности.

На каждом горном предприятии должна быть определена граница зоны опасных сдвижений, образованная от проектной глубины горных работ.

Для всех технических, промышленных и гражданских сооружений, искусственных и естественных водоемов, попадающих в зону опасных сдвижений, должны быть утверждены меры охраны или обеспечены их своевременный снос или перемещение за пределы указанной зоны.

Меры охраны объектов, попадающих в зону опасного влияния горных работ, выбирают путем сравнения ожидаемых (расчетных) деформаций с допустимыми деформациями, при которых сооружения могут получить повреждения, не нарушающие их нормальной эксплуатации. Значения допустимых деформаций для охраняемых объектов в Норильском промышленном районе должны учитывать условия многолетнемерзлых грунтов.

Охрана сооружений и природных объектов

В пределах территории Талнахского и Октябрьского месторождений объекты, расположенные в зоне влияния подземных горных работ, можно разделить на три группы: промышленные здания, сооружения и транспортные коммуникации на земной поверхности, подземные капитальные горные выработки (горизонтальные и вертикальные, в том числе шахтные стволы) и водные (природные) объекты (водохранилища и реки на земной поверхности и подземные водоносные горизонты).

В соответствии с требованиями п. 1.13 «Инструкции о порядке утверждения мер охраны зданий, сооружений и природных объектов от вредного влияния горных разработок»² все подземные и наземные сооружения и природные объекты, попадающие в зону опасного влияния горных разработок, подлежат обязательной охране, если это влияние представляет угрозу для здоровья и жизни людей, находящихся в местах расположения охраняемых объектов, может привести к нарушению использования объектов по прямому назначению, а их снос или перемещение за пределы границы зоны влияния горных разработок являются невозможными или экономически нецелесообразными.

Меры охраны зданий и сооружений

Меры охраны зданий и сооружений делятся на два вида: горные меры охраны и конструктивные меры.

Горные меры охраны предназначены главным образом для уменьшения деформаций земной поверхности на участке подрабатываемых сооружений. Чаще всего они применяются при решении вопросов, связанных с подработкой объектов, построенных без конструктивных мероприятий. Область применения горных мер для защиты вновь строящихся зданий и сооружений весьма ограничена, так как практически невозможно осуществить строгую увязку календарных планов выемки залежи с проектами застройки намечаемой к подработке территории.

Реализация горных мероприятий должна осуществляться согласно специально разработанному проекту по согласованию с органами государственного горного надзора.

Основные горные меры охраны зданий и сооружений:

1. Мероприятия, связанные с рациональным планированием горных работ относительно подрабатываемых сооружений:

- а) отработка пластов длинными забоями;
- б) отработка под сооружениями в несколько этапов;
- в) гармоничный способ отработки пластов;
- г) выбор оптимального расположения очистной выработки.

2. Применение частичной или полной закладки выработанного пространства

- а) неполная выемка пластов и залежей по мощности и площади;
- б) неполная выемка пластов по мощности и площади;
- в) оставление предохранительных целиков.

Конструктивные меры могут успешно применяться для защиты как вновь строящихся, так и эксплуатируемых зданий и сооружений. Однако применение их в последнем случае не всегда может оказаться достаточным и технически возможным вследствие конструктивных и эксплуатационных особенностей сооружений, а также их состояния к началу подработки.

Конструктивные меры делятся на две группы:

- 1. Меры защиты от вертикальных деформаций
 - а) разделение зданий на отсеки с помощью деформационных швов;
 - б) обеспечение надежности опирания элементов перекрытий и покрытий;
 - в) применение домкратов для выравнивания зданий;
- 2. Меры защиты от горизонтальных деформаций

² Инструкция о порядке утверждения мер охраны зданий, сооружений и природных объектов от вредного влияния горных разработок (РД-07-113-96), утверждено Госгортехнадзором России 28.03.96, постановление № 14.

- а) разделение зданий на отсеки с помощью деформационных швов;
- б) устройство железобетонных поясов на уровне пола подвала или цоколя;
- в) устройство железобетонных плит на уровне пола подвала или цоколя;
- г) устройство компенсационных траншей вокруг здания.

Охрана сооружений и коммуникации на земной поверхности

Основные сооружения на месторождениях Талнаха, подлежащие охране, как правило, расположены в пределах промплощадок вспомогательных вентиляционных, закладочных и грузовых стволов. Эти сооружения в основном промышленные. Гражданские сооружения, как правило, расположены за пределами зоны влияния подземных разработок.

К промышленным сооружениям в первую очередь следует отнести надшахтные сооружения (здания и копры), здания подъемных машин, закладочные комплексы, крупные вентиляционные и компрессорные установки, ремонтно-механические цеха, электроподстанции, административно-бытовые трех-четырёхэтажные корпуса и др. К промплощадкам подходят трубопроводы (водопроводы, теплотрассы различного диаметра (до 700 мм)), а также высоко-вольтные линии электропередач (ВЛ), шоссейные дороги и подъездные железнодорожные пути.

В настоящее время основной мерой охраны для вышеперечисленных сооружений является закладка выработанного пространства твердеющими смесями, которая резко снижает величины деформаций пород и земной поверхности и, как показывает многолетний опыт, обеспечивает бесперебойную эксплуатацию большинства сооружений, попадающих в зону влияния горных работ, без применения дополнительных горных и конструктивных мер защиты.

Что касается шоссейных дорог и подъездных железнодорожных путей, расположенных в пределах подрабатываемых площадей системами с закладкой выработанного пространства твердеющими смесями, то для них новых дополнительных мер не требуется и не рекомендуется.

Охрана шахтных стволов

Вскрытие месторождений Талнаха осуществлено вертикальными стволами, условно разделенными на две категории: основные и вспомогательные.

К основным стволам отнесены клетевые и скиповые подъемы, расположенные на основных промплощадках. Эти стволы, как правило, расположены на значительном

удалении от рудоносных участков и не попадают в зону влияния подземных горных работ. Только основные стволы КС и СС рудника «Маяк» пересекают рудную залежь и их охрана осуществляется с помощью общего предохранительного целика, рассчитанного на всю глубину горных работ по углам сдвижения при полной подработке. Ширина бермы для стволов и надшахтных сооружений принята равной 20 м.

К вспомогательным стволам относятся все вентиляционные закладочные, грузовые и др. стволы, пройденные в непосредственной близости от рудных залежей или даже их пересекающие. Согласно техническим проектам срок службы вспомогательных стволов определяется временем отработки сплошных и «медистых» руд системами с полной закладкой выработанного пространства твердеющими смесями.

Для охраны вспомогательных стволов, пересекающих рудные залежи или находящиеся в непосредственной близости от нее, предусмотрено оставление временных предохранительных целиков сокращенных размеров.

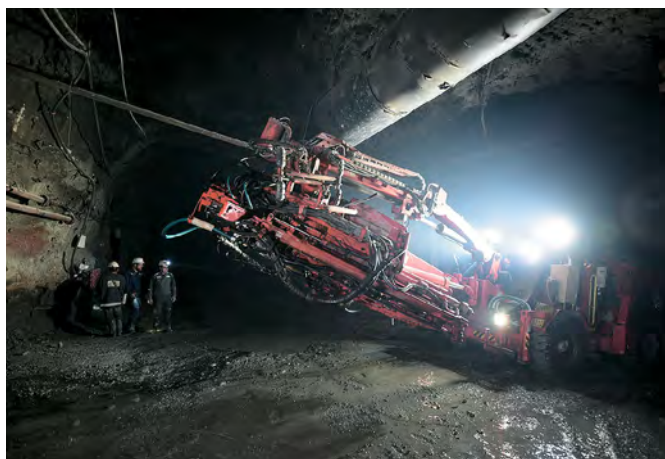
Предохранительные целики сокращенных размеров не обеспечивают полную защиту охраняемых стволов, но обеспечивают возможность нормальной их эксплуатации на весь период отработки сплошных сульфидных руд при минимальных затратах на профилактические ремонты.

Охрана вспомогательных стволов с помощью предохранительных целиков сокращенных размеров предполагает, что при условии полного заполнения выработанного пространства твердеющей смесью, начиная с некоторого (безопасного) расстояния от кровли рудного тела $H_6 = K_6 m_3$, где K_6 – коэффициент безопасности, сдвижения и деформации массива пород не будут превосходить определенных критических величин, при которых стволы могут получить существенные повреждения и выйти из строя.

По данным регулярных обследований стволов, где еще не производилась отработка предохранительных целиков, состояние стволов в целом было удовлетворительным.

Охрана капитальных горных выработок

Порядок вскрытия, подготовки и отработки запасов разнородных руд Талнахского и Октябрьского месторождений предопределяет обычно создание сети выработок вентиляционно-закладочных горизонтов, расположенных на высоте от 5 до 50 м и более от кровли рудного тела. Подработка вентиляционно-закладочных выработок (штреков, квершлагов, уклонов) осуществляется постоянно. При этом подрабатываемые выработки должны сохранять в рабочем состоянии.





Горные выработки, пройденные в толще пород, по характеру восприятия деформаций могут довольно резко отличаться друг от друга в зависимости от их ориентировки относительно очистного пространства, прочностных свойств, основных систем трещиноватости и нарушенности вмещающих пород, глубины залегания и типа крепления. Выработки, попадающие в различные зоны деформирования пород под влиянием очистных работ, получают совершенно различные по своему характеру повреждения в зависимости от перечисленных факторов с учетом проявления горных ударов. Поэтому охрану и поддержание подготовительных выработок на рудниках Талнахского и Октябрьского месторождений в действующих «Указаниях» рекомендовано осуществлять в соответствии с «Методическими указаниями» и «Указаниями по безопасному ведению горных работ», 1977 г., разработанными и составленными ВНИМИ на основании многолетних наблюдений за устойчивостью горных выработок, пройденных в различных породах, закрепленных различными видами крепи и расположенных в различных зонах подработки. В проекте настоящих «Указаний», по сравнению с действующими «Указаниями»³, ссылки даны на действующие в настоящее время и переутвержденные после 1991 г. нормативно-методические документы⁴.

Охрана водных объектов

На Талнахском и Октябрьском месторождениях охраняемыми водными объектами могут считаться:

- 1) водоемы и водотоки на земной поверхности (водохранилище, озеро Кыллах-Кюель, долины рек Талнах и Хараелах;
- 2) водоносный горизонт четвертичных валунно-гравийно-галечных отложений;
- 3) комплекс трещинных вод коренных пород.

При этом пункты (1) и (2) относятся к объектам народнохозяйственного значения.

Водоемы и водотоки, указанные в пункте (1), располагаются над сквозными таликами, имеют водоупорное основание, представленное вязкими, высоко пластичными глинами мощностью до 40–60 м, выклинивающимися у основания плато Хараелах.

Водоносный горизонт четвертичных отложений имеет

коэффициент фильтрации K_f 10 м/сут (до 50 м/сут на отдельных участках), мощность его 5–50 м, напор до 4 м и более, залегает непосредственно по контакту с коренными породами, распространен практически над всей площадью подработки шахты «Маяк» и рудниками «Комсомольский» и «Октябрьский».

При существующем резком различии значений коэффициента фильтрации нижний контур обводненного комплекса коренных пород должен быть определен для каждого рудника или отдельного участка месторождений специалистами гидрогеологической службы.

Многолетний опыт отработки рудных залежей Талнахского и Октябрьского месторождений системами с закладкой выработанного пространства показал, что подработка комплекса трещинных вод коренных пород и основного водоносного горизонта (шахта «Маяк») не привела к заметному увеличению коэффициента фильтрации, не вызвала резкого возрастания обводненности в районах, прилегающих к тектоническим нарушениям, включая главный шов Норильско-Хараелахского разлома на глубинах свыше 120–150 м от контакта с наносами.

Озеро Кыллах-Кюель на большой территории безаварийно подработано горными работами гор. – 580 м в 1984–1990 гг. (рудник «Комсомольский», участок СЗР). В зоне влияния подземных горных работ рудника «Октябрьский» (шахта 2) находится водохранилище. Случаев аварийных прорывов воды в горные выработки из подработанных водоемов за все время эксплуатации рудников Талнаха не отмечено.

Плавность сдвижения, незначительное расслоение налегающих пород и отсутствие вертикальных трещин в краевых частях мульды сдвижения обеспечили сохранение слабой проницаемости пород рудоносной интрузии.

Таким образом, принятые меры охраны водных объектов на данной стадии развития очистных работ обеспечивают надежную охрану вышеперечисленных объектов. Несмотря на то, что критерии безопасной подработки приняты с некоторым запасом, в настоящее время нет оснований для их пересмотра и корректировки.

Однако, учитывая увеличивающуюся нарушенность массива и понижение глубины разработки, при подработке водных объектов прогноз потерь воды из охраняемых объектов должен выполняться специализированной организацией с учетом не только природных, но и технологических факторов⁵.

³ Указания по охране сооружений и природных объектов, находящихся в зоне влияния подземных горных работ на рудниках Талнахского и Октябрьского месторождений. СПб.: ВНИМИ; 1996. 38 с.

⁴ Методические указания по управлению горным давлением при сплошных системах разработки с твердеющей закладкой на рудниках Норильского ГМК. Л.: ВНИМИ; 1987; Указания по безопасному ведению горных работ на Талнахском и Октябрьском месторождениях, склонных и опасных по горным ударам. Норильск; 2001.

⁵ Методические указания по изучению и прогнозу техногенного режима подземных вод при освоении угольных месторождений. Ч. I. Методика изучения техногенного режима подземных вод при разведке и эксплуатации угольных месторождений. СПб.: ВНИМИ; 1992. 107 с.



Выводы

При увеличении производительности горнодобывающих предприятий, в результате применения высокопроизводительных систем разработки, механизации добычи полезного ископаемого, усовершенствования организации труда и модернизации управления производственными процессами, необратимо возникает реакция горного массива на интенсивность ведения горных работ, которая на

поверхности отражается в виде мульды сдвижения – на земной поверхности образуются зона вредного влияния горных работ на здания и сооружения.

По данным натурных наблюдений и регулярных обследований объектов, расположенных в зоне влияния подземных горных работ, установлено, что данная мера полностью удовлетворяет требованиям эксплуатации зданий и сооружений.

Список литературы

1. Акимов А.Г., Громов В.В., Бошнятов Е.В., Зеленцов С.Н., Кузнецова Е.И., Тяпин В.М., Файнштейн Ю.Б.; Яковлев Д.В. (ред.). *Геомеханические аспекты сдвижения горных пород при подземной разработке угольных и рудных месторождений*. СПб.: ВНИМИ; 2003. 166 с.

References

1. Akimov A.G., Gromov V.V., Boshenyatov E.V., Zelentsov S.N., Kuznetsova E.I., Tyapin V.M., Fainshtein Yu.B.; Yakovlev D.V. (ed.). *Geomechanical aspects of rock displacement during underground mining of coal and ore deposits*. St. Petersburg: VNIMI; 2003. 166 p. (In Russ.)

Информация об авторе

Кириллов Сергей Геннадьевич – аспирант кафедры разработки месторождений полезных ископаемых, Норильский государственный индустриальный институт, г. Норильск, Российская Федерация; e-mail: postanovshik@bk.ru

Семыкин Евгений Сергеевич – ст. преподаватель кафедры горного дела ФГБОУ ВО Северо-Восточный государственный университет. Инженер производственно-технического отдела ООО «Дюамель», г. Магадан, Российская Федерация; e-mail: semykin.ev82@mail.ru

Мокрицкая Наталья Ивановна – кандидат педагогических наук, заведующий кафедрой автомобильного транспорта, Северо-Восточный государственный университет, г. Магадан, Российская Федерация; e-mail: natashamok@mail.ru

Криштапович Андрей Романович – аспирант кафедры разработки месторождений полезных ископаемых, Норильский государственный индустриальный институт, г. Норильск, Российская Федерация; e-mail: postanovshik@bk.ru

Ефименко Сергей Сергеевич – аспирант кафедры разработки месторождений полезных ископаемых, Норильский государственный индустриальный институт, г. Норильск, Российская Федерация; e-mail: postanovshik@bk.ru

Информация о статье

Поступила в редакцию: 02.11.2020

Поступила после рецензирования: 12.11.2020

Принята к публикации: 23.11.2020

Information about the author

Sergey G. Kirillov – Post-Graduate Student, Department of Mineral Deposit Development, Norilsk State Industrial Institute, Norilsk, Russian Federation; e-mail: postanovshik@bk.ru

Evgeniy S. Semykin – Senior Lecturer at the Mining Department, North-East State University. Engineer at Operation and Technical Department, Duamel LLC, Magadan, Russian Federation; e-mail: semykin.ev82@mail.ru

Natalia I. Mokritskaya – Candidate of Pedagogical Sciences, Head of the Vehicles Transport Department, North-East State University, Magadan, Russian Federation; e-mail: natashamok@mail.ru

Andrey R. Krishtapovich – Post-Graduate Student, Department of Mineral Deposit Development, Norilsk State Industrial Institute, Norilsk, Russian Federation; e-mail: postanovshik@bk.ru

Sergey S. Efimenko – Post-Graduate Student, Department of Mineral Deposit Development, Norilsk State Industrial Institute, Norilsk, Russian Federation; e-mail: postanovshik@bk.ru

Article info:

Received: 02.11.2020

Revised: 12.11.2020

Accepted: 23.11.2020

К диверсификации рудодобывающего комплекса как направления развития экономической системы депрессивного типа

А.В. Титова¹✉, В.И. Голик²

¹ Государственный геологический музей им. В.И. Вернадского Российской академии наук, г. Москва, Российская Федерация

² Северо-Кавказский государственный технологический университет, г. Владикавказ, Российская Федерация
✉ vikt_s@mail.ru

Резюме: Приоритетом развития промышленного комплекса является компенсация конъюнктурных рисков за счет расщепления деятельности на несколько видов бизнеса с освоением новой продукции, себестоимость которой снижается за счет использования имеющейся инфраструктуры. Обозначены перспективы горнодобывающих предприятий Северного Кавказа в реализации диверсификации производства. Даны результаты обоснования эффективности диверсификации при различных объемах добычи руды в условиях убыточного Садонского свинцово-цинкового комбината с графической интерпретацией экономических расчетов. Приведены результаты расчета эффективности вовлечения в разработку некондиционных техногенных руд, полученные путем сравнения альтернативных вариантов, различающихся величиной запасов. Предложено уравнение баланса ценностей, устанавливающее зависимость между объемом добычи и полнотой извлечения запасов месторождений при освоении запасов некондиционных руд и отходов. Для оценки эффективности действий при диверсификации предложены интегральный показатель гибкости и метод маргинального анализа для уменьшения неопределенности ситуаций. Приведен график зависимости между объемом добычи руды, экономическими показателями и точкой безубыточной работы. Охарактеризованы минерально-сырьевая база диверсифицируемых предприятий и продукты диверсификации для потребления смежными отраслями. Показано, что диверсификация рудодобывающего комплекса представляет собой еще мало используемый резерв развития экономической системы депрессивного типа.

Ключевые слова: рудодобывающий комплекс, экономическая система, диверсификация, горное предприятие, минерально-сырьевая база, экономический эффект

Для цитирования: Титова А.В., Голик В.И. К диверсификации рудодобывающего комплекса как направления развития экономической системы депрессивного типа. *Горная промышленность*. 2020;(6):112–117. DOI: 10.30686/1609-9192-2020-6-112-117.

On Diversification of Ore Mining Complex as Direction for Development of Depressive Economic System

A.V. Titova¹✉, V.I. Golik²

¹ Vernadsky State Geological Museum of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

² North-Caucasus State University of Technology, Vladikavkaz, Russian Federation
✉ postanovshik@bk.ru

Abstract: The priorities for the development of the industrial complex are to compensate for market risks by dispersing activities into several types of business with the development of new products, the cost of which is reduced due to the use of the existing infrastructure. The prospects of mining enterprises of the North Caucasus in the implementation of production diversification are outlined. The results of substantiating the effectiveness of diversification at various volumes of ore mining in the conditions of the unprofitable Sadonsky leadzinc plant with a graphical interpretation of economic calculations are given. The results of calculating the efficiency of involving substandard technogenic ores in the development, obtained by comparing alternative options that differ in the size of reserves, are given. An equation for the balance of values is proposed, which establishes the relationship between the volume of production and the completeness of extraction of reserves of deposits during the development of reserves of substandard ores and wastes. To assess the effectiveness of actions during diversification, an integral indicator of flexibility is proposed and the method of marginal analysis is used to reduce the uncertainty of situations. A graph of the relationship between the volume of ore production, economic indicators and the breakeven point is shown. Okhacharacterized the mineral resource base of diversified enterprises and diversification products for consumption by related industries. It is shown that the diversification of the ore mining complex is still a little used reserve for the development of the economic system of the depressive type.

Keywords: ore mining complex, economic system, diversification, mining enterprise, mineral resource base, economic effect

For citation: Titova A.V., Golik V.I. On Diversification of Ore Mining Complex as Direction for Development of Depressive Economic System. *Gornaya promyshlennost = Russian Mining Industry*. 2020;(6):112–117. (In Russ.) DOI: 10.30686/1609-9192-2020-6-112-117.

Введение

Уровень социально-экономического развития регионов определяется их базовым ресурсным потенциалом и характером использования ресурсов. В экономической системе России остро стоят вопросы выживания региональных производителей металлов, которые в совокупности формируют федеральную проблему комплексного совершенствования горного производства [1–4].

Для ее решения актуализируется, в том числе, разработка аспектов технологической диверсификации. С исчерпанием внутренних источников роста эффективности горного производства получили развитие процессы диверсификации производства. Большинство месторождений для современных технологий разработки стали нерентабельными, но при условии диверсификации производства на основе инновационных технологий их вовлечение в эксплуатацию возможно.

Месторождения Садонской группы РСО – Алания расположены в благоприятных климатических условиях. Обладая запасами руд и развитой инфраструктурой, они могут быть субъектами диверсификации производства [5–9].

Приоритетами развития промышленного комплекса являются действия, направленные на концентрацию ресурсов в специализированном бизнесе, что позволит компенсировать конъюнктурные риски за счет рассредоточения деятельности на несколько видов бизнеса.

В мировой практике на начальных этапах диверсификация происходила с опорой на использование вторичных ресурсов и производственных мощностей и была связана с возможностями традиционного производства [10–13].

Перспективы горнодобывающих предприятий Северного Кавказа включают объединение возможностей горнодобывающего производственного комплекса Садонского свинцово-цинкового комбината РСО – Алания с Тырнаузским вольфрамово-молибденовым комбинатом КБР и меднодобывающим комбинатом КЧР с распределением технологий извлечения отдельных элементов из концентратов.

Стимулом для диверсификации является снижение темпов роста производства до критического значения вследствие колебаний конъюнктуры рынка, изменений целей и методов государственного регулирования, динамики инновационной активности и т.д.

Целью статьи является обоснование целесообразности диверсификации рудодобывающего комплекса как перспективного направления развития экономической системы депрессивного типа.

Методология

Проблемы диверсификации региональной экономики исследованы трудами Л. Абалкина, С. Глазьева, В. Голика, А. Ермоленко и др.

Методологические основы и теоретические вопросы оценки производственных систем в условиях рыночной экономики рассмотрены в работах М. Агошкова, М. Ревазова, В. Шестакова и др. Вопросы конверсии горнодобывающих предприятий раскрыты в трудах В. Голика, Д. Голика, Т. Хетагуровой, З. Чельдиевой, В. Шестакова, Т. Шелкуновой, А. Ястребинского и др.

Основу методики исследования составляет анализ эффективности процессов диверсификации по критерию получения прибыли от их реализации. Детализируется эффективность диверсификации традиционных технологий с точки зрения экономики.

Базой данных для сравнения способов технологий яв-

ляется практика технологически развитых предприятий, эксплуатирующих рудные месторождения подземным способом.

Эффект реализации стратегии диверсификации определяется графоаналитическим методом. Для оптимизации области сопряжения инновационной и традиционной технологий и зависимости между объемом добычи и полнотой извлечения запасов месторождений использовано математическое моделирование.

Вероятность достижения рентабельности Садонского свинцово-цинкового комбината определяется расчетом на основе критического анализа финансовых результатов его деятельности.

Эффективность вовлечения в разработку некондиционных руд определяется путем экономического сравнения альтернативных вариантов технологий [14–16].

Результаты исследования

Основной эффект реализации стратегии диверсификации заключается в ускорении развития бизнеса, снижении рисков, минимизации воздействия на окружающую среду.

На рис. 1 графически интерпретирована работа компании «А», у которой под влиянием фактора Т снижаются темпы роста и уровень дохода. Решение по вопросу вложения средств из альтернативных источников прибыли (В, Б) необходимо принять в течение определенного времени (точка О).

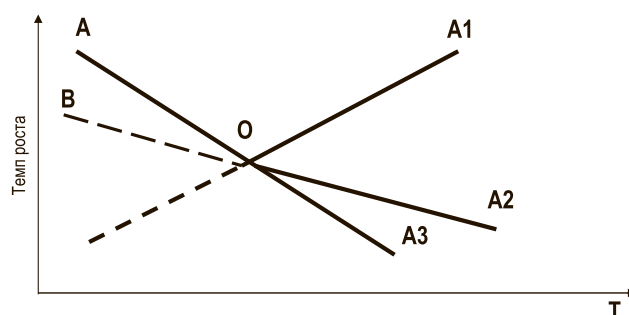


Рис. 1
Стратегия недиверсифицированной компании: Т – период времени; О – критический размер капитализации; В, Б – вложение средств в несвязанное производство А; А – традиционный вид деятельности; А1, А2, А3 – пути развития производства

Fig. 1
Strategy of a non-diversified company: T – period of time; O – critical capitalization amount; В, Б – investment in unrelated production А; А – traditional line of business; А1, А2, А3 – ways of production development

Вложение средств в «В» не гарантирует, что прямая «А» окажется на месте «А1», «А2» или «А3». Если вложить средства в область «В», опасность риска остается. Поэтому для получения эффекта диверсификации необходимо оценить все издержки.

Существуют отрасли, которым диверсификация нужна для увеличения темпов роста или уровня доходности, например, горнодобывающая отрасль РСО – Алания, всецело зависящая от конъюнктуры цен на Лондонской бирже.

Стратегия – это подготовка управленческих решений на основе обработки исходной информации, выбора целей, поиск средств и путей их достижения – методом оценки альтернативных вариантов. Основные этапы этого процесса представлены на рис. 2.

Предпочтительна ситуация, когда заказчик и подразделение, осваивающее новую технологию, риски и выгоды

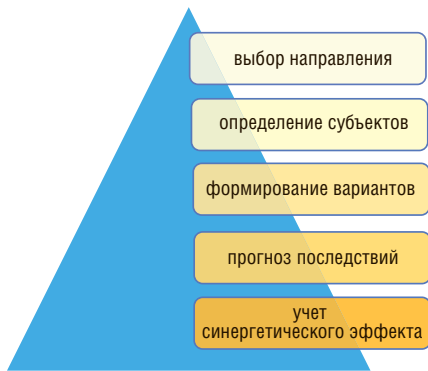


Рис. 2
Этапы подготовки управленческих решений

Fig. 2
Stages of preparing management decisions

разделяют. В РСО – Алания компаньонами по производству могут быть ССЦК и ОАО «Электроцинк», а внедренческими организациями – подразделения с максимальной самостоятельностью.

Антикризисная компонента промышленной политики РСО – Алания включает следующие аспекты:

- опору на собственную ресурсную базу;
- определение вектора стратегии развития в рамках федеральной экономики;
- наличие креативных ресурсов.

В горнодобывающих отраслях технологически развитых стран применяют методы избирательного растворения металлов, например, золота, меди, урана, химическими реагентами.

На Дегтярском руднике (Урал) из потерянных руд выщелачивают медь. Выщелачивание балансовых руд впервые в мировой практике осуществлено на урановом месторождении Восток (Северный Казахстан) с извлечением в раствор 72% металлов.

Область рационального сопряжения инновационной и традиционной технологий производственного комплекса горнодобывающей отрасли:

$$\mathcal{E} = \left[\frac{3\delta}{A\delta} K_r^A K_p^T + \left(\frac{\Delta \mathcal{E}_1 + \Delta \mathcal{E}_k}{A_\phi} \right) - \frac{3_\phi}{A_\phi} \right] A \cdot r ,$$

где \mathcal{E} – экономический эффект комбинирования технологий; 3_ϕ – затраты на единицу – металла базового варианта технологий, ден. ед.; 3_ϕ – затраты на единицу металла оптимизированного варианта технологий, ден. ед.; K_r^A – коэффициент динамичности объемов производства; K_p^T – коэффициент динамичности времени;

Таблица 1
Анализ финансовых результатов Садонского рудника

Объем добычи, тыс. т	Себестоимость добычи, тыс. руб.			Затраты на добычу 1 т руды, руб.			Ценность руды, руб./т	Доход, тыс. руб	Предельный доход, руб.	Прибыль, руб.
	постоянные	переменные	общие	постоянные	переменные	общие				
20	12165	13118	19516	608	368	975	280	5600	280	-13916
40	12165	10515	22680	304	263	567	293	11720	306	-10960
60	12165	13131	25296	203	219	422	290	17400	284	-7896
80	12165	15251	27416	152	191	343	280	22400	250	-5016
100	12165	17008	29173	122	170	292	262	26160	188	-3013
120	9792	20807	30598	97	158	255	233	28104	97	-2494
140	9792	22408	32200	69	160	230	212	29680	79	-2520

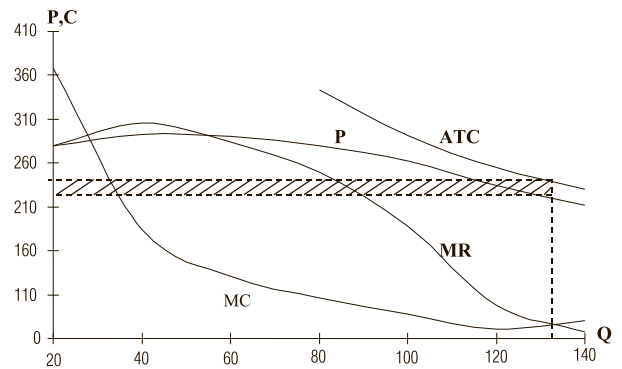


Рис. 3
График достижения оптимума горного предприятия

Fig. 3
Chart of achieving the optimum for the mining operation

\mathcal{E}_ϕ – изменение величины приведенных эксплуатационных расходов базового варианта технологий, ден. ед.; \mathcal{E}_k – изменение величины приведенных капитальных расходов базового и оптимизированного варианта технологий, ден. ед.; A_ϕ – производственная мощность, ед.; A – годовой объем выпуска продукции по оптимизированной технологии, ед.; r – коэффициент риска рыночных операций.

В обосновании эффективности инструмента диверсификации лежит сравнение получаемого предприятием валового дохода при различных объемах добычи руды с валовыми издержками, характерными для каждого из объемов. Оптимальным считается вариант, когда будет достигнута максимальная прибыль. В качестве примера приведен расчет для условий убыточного Садонского свинцово-цинкового комбината (табл. 1).

Изменение валовых издержек ATC и предельных издержек MC в зависимости от объема добычи рудной массы Q показано на графике, рис. 3.

Из рис. 3 следует, что предельные издержки в интервале от 20 до 136 тыс. т снижаются, а далее возрастают. Кривая предельного дохода MR падает на участке от 40 до 140 тыс. т.

Эффективность вовлечения в разработку техногенных руд определяется из сравнения альтернативных вариантов, различающихся величиной запасов (табл. 2).

Уравнение баланса ценностей устанавливает зависимость между объемом добычи и полной извлечения запасов месторождений. Баланс пополняется запасами техногенных минеральных образований:

$$БЦ_\phi - ПЦ_n + ВЦ_{np \cdot n} + ТЦ_o = ДЦ_{p \cdot m} ,$$

Table 1
Analysis of the Sadonsky mine financial results

Таблица 2
Прогноз показателей
отработки техногенных запасов

Table 2
Projected indicators of mining
the man-made reserves

Показатель	Варианты				
	1	2	3	4	5
Запасы руды, тыс. т	1000	1266	2274	4046	4980
Прирост запасов руды, тыс. т	–	266	1008	1772	934
Бортовое содержание металла в руде, %	3,65	0,8	0,68	0,63	0,44
Содержание металла в запасах, %	3,65	3,05	2,0	1,4	1,22
Запасы металла, тыс. т	36,5	38,61	45,48	56,64	60,75
Металлы за счет прироста запасов руд, тыс. т	–	2,11	8,98	20,14	24,25
Металлы из дополнительного объема добычи руд, т	804	257	235	213	146,8
Выход металла, т	804	1061	1296	1509	1656
Предельные затраты на 1 т руды, руб./т	131	106	88	71	80
Себестоимость добычи руды, тыс. руб.	25296	27416	29173	30599	32200
Себестоимость металла, руб.	29496	32616	35173	36899	38700
Затраты на 1 т металла, тыс. руб./т	–	12,1	10,88	8,1	12,25
Извлекаемая ценность руды, руб./т	290	280	261,6	234,2	212
Коэффициент эластичности по себестоимости	–	0,61	0,60	0,59	0,67
Предельный доход, тыс. руб.	284	250	230	188	97,2
Прибыль (убыток)	-7896	-5016	-4650	-3013	-2494
Индекс	1,0	0,63	0,44	0,38	0,31
Затраты на 1 руб. товарной продукции	1,45	1,22	1,20	1,15	1,09
Интегральный эффект с учетом риска, млн руб.	–	7,5	7,8	8,3	9,8

где B – величина балансовых запасов;
 Π – потери руды при отработке запасов;
 V – примешиваемые к руде породы;
 T – количество включаемых в повторную отработку запасов;
 D – количество добытой руды;
 C_0 – ценность балансовых запасов;
 C_n – ценность потерянных запасов;
 C_{np} – ценность примешанных металлосодержащих запасов;

Таблица 3
Минерально-сырьевая база диверсификации

Процесс	Объект	Запасы
Подземное выщелачивание руд месторождений	Садонская и Фиагдонская группы	200 млн т с содержанием от 0,5 до 1,0%, что достаточно для работы 50 лет с производительностью 4 млн т
Механохимическое выщелачивание хвостов обогащения руд	Хвостохранилища рудников Садонской и Фиагдонской групп	5 млн т с содержанием от 0,5 до 1,0%
Механохимическое выщелачивание хвостов металлургии	Хвостохранилища заводов Электроцинк и Победит	3 млн т с содержанием
Электрохимическая очистка рудничных стоков	Выдающие выработки рудников Садона и Фиагдона	свинца 0,6%, цинка 0,9%,
Механическая активация доломитов в дезинтеграторах	Карьер Кавдоломит	меди 1,1% и др.
Отмывка песчано-гравийных отложений	река Терек	3 млн м ³ /год с концентрацией: цинка 50 мг/дм ³ и свинца 10 мг/дм ³
Механическая активация доломитов в дезинтеграторах	Карьер Кавдоломит	350 лет
Отмывка песчано-гравийных отложений	река Терек	Содержание россыпного золота 63 мг/м ³

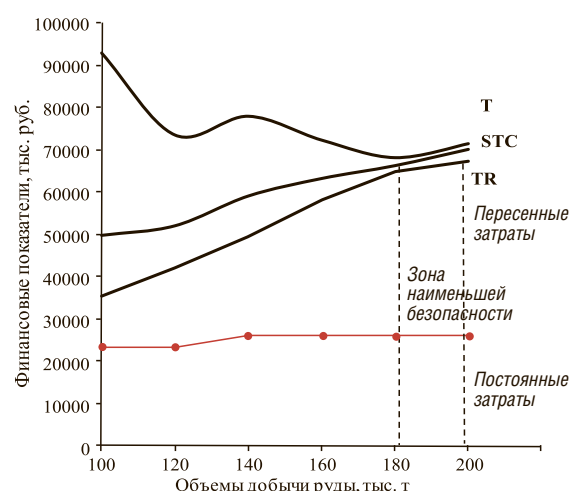


Рис. 4
График зависимости между объемом добычи руды, экономическими показателями и точкой безубыточной работы. График достижения оптимума горного предприятия

Fig. 4
A cross-plot of ore extraction volume, economic performance and the breakeven point

C_0 – ценность отходов переработки;
 $C_{р,м}$ – извлекаемая ценность добытой руды;
 В качестве оценивающего синхронизацию действий при использовании инструментов диверсификации показателем нами использован интегральный показатель гибкости.

На первом этапе используется показатель безубыточности, определяющий минимальный объем продаж, при котором выручка от реализации продукции равна издержкам производства, которые разделены на условно-постоянные SFC и переменные SVC.

$$T_0 = SFC / (C - SVC),$$

где C – цена единицы продукции.

Коррелятивная зависимость между объемом добычи руды, ее себестоимостью STC, выручкой TR и точкой безубыточной работы T аппроксимируется графиком (рис. 4).

На Садонских месторождениях запасы пригодных для традиционной технологии добычи руд иссякли. Возникла необходимость переключаться на другой ресурс, которым являются бедные руды и отходы добычи и переработки.

Минерально-сырьевая база диверсифицируемых предприятий представлена в табл. 3.

Таблица 4
Продукты диверсификации производственных комплексов
РСО – Алалия

Table 4
Diversification products of production facilities in the Republic
of North Ossetia-Alania

Направления и комплексы	Инновационная технология	Новый продукт
Добыча металлов горным способом Садонский СЦК	Подземное выщелачивание техногенных запасов	Гелевый концентрат металлов и солей, строительное сырье, обессоленная вода, хлор, водород, кислород, кислоты и щелочи
Переработка металлических руд ОАО «Электроцинк»	Гидрометаллургические процессы вместо пирометаллургических	Металлы и соли, строительное сырье, обессоленная вода, хлор, водород, кислород, кислоты и щелочи
Переработка хвостов металлургии ОАО «Электроцинк»	Комбинированная механохимическая активация выщелачивания	Металлы и соли, строительное сырье, обессоленная вода, хлор, водород, кислород, кислоты и щелочи
Переработка хвостов обогащения Садонский СЦК	Комбинированная механохимическая активация	Гелевые концентраты, флюс, песок, иловая фракция, вяжущие и др.
Переработка рудничных стоков Садонский СЦК	Электрохимическая очистка с электродиализным обессоливанием	Гелевый концентрат металлов и солей, строительное сырье, обессоленная вода, хлор, водород, кислород, кислоты и щелочи
Добыча доломитового сырья ОАО «Кавдоломит»	Механическая активация в дезинтеграторах	Сверхтонкие компоненты для изготовления наполнителей
Добыча песчано-гравийных материалов Карьеры	Отмывка аллювиальных отложений с повышением активности процессов	Золото и самородные металлы, строительное сырье, иловая фракция

Продуктами диверсификации являются металлы и материалы для потребления в смежных отраслях хозяйства (табл. 4).

Результаты исследования согласуются с работами других специалистов по направлению совершенствования горного производства [17–19].

Выводы

Горнодобывающий комплекс добывающих регионов может стать опорной силой для преодоления депрессии экономической системы в ходе диверсификации производства путем использования инновационных техноло-

гий добычи металлов из приращенных некондиционных запасов.

Инструментом диверсификации является модернизация систем управления производством, ориентированная на позволяющие перерабатывать альтернативное сырье технологии.

Механизм оптимизации производства реализуется в рамках многофакторной модели, раскрывающей взаимосвязь факторов риска инвестирования в инновационные технологии. Область комбинирования диверсифицированной и традиционной технологий описывается экономико-математической моделью.

Список литературы

1. Голик В.И., Комащенко В.И., Страданченко С.Г., Масленников С.А. Повышение полноты использования недр путем глубокой утилизации отходов обогащения угля. *Горный журнал*. 2012;(9):91–95. Режим доступа: <https://www.rudmet.ru/journal/949/article/14860/>
2. Ермишина Е.Б., Разоренов Ю.И., Чельдиева З.К., Хетагурова Т.Г. Перспективное направление выживания горных предприятий в условиях кризиса. В: Хашева З.М. (ред.) *Социально-экономические проблемы развития южного макрорегиона*. Краснодар: Южный институт менеджмента; 2017. С. 55–63. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29719462>
3. Разоренов Ю.И., Голик В.И., Куликов М.М. *Экономика и менеджмент горной промышленности*. Новочеркасск: ЮРГТУ; 2010. 251 с. Режим доступа: <https://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-ekonomika-i-menedzhment-gornoj-promyshlennosti.pdf>
4. Голик В.И., Пагиев К.Х., Габараев О.З. *Энергосберегающие технологии добычи руд*. Владикавказ: Рухс; 1995. 375 с.
5. Голик В.И., Ермоленко А.А., Лазовский В.Ф. *Организационно-экономические проблемы использования природных ресурсов Южного федерального округа*. Краснодар: ЮИМ; 2008. 323 с.
6. Голик В.И., Исмаилов Т.Т. *Управление состоянием массива*. М.: Мир; 2005. 374 с.
7. Дзапаров В.Х., Хареев Г.З., Стась В.П., Стась П.П. Исследование сухих строительных смесей на основе отходов производства для подземного строительства. *Сухие строительные смеси*. 2020;(1):35–38.
8. Мохова С.С., Мохов И.А., Урумова Ф.М. Приоритетные задачи технологического обновления российской экономики. В: *Проблемы и пути социально-экономического развития: город, регион, страна, мир*. СПб.: Ленинградский государственный университет им. А.С. Пушкина; 2019. С. 64–70.
9. Sheshpari M. A Review of Underground Mine Backfilling Methods with Emphasis on Cemented Paste Backfill. *Electronic Journal of Geotechnical Engineering*. 2015;20(13):5183–5208. Available at: <http://ejge.com/2015/Ppr2015.0455ma.pdf>
10. Jang H., Topal E., Kawamura Y. Decision support system of unplanned dilution and ore loss in underground stoping operations using a neuro-fuzzy system. *Applied Soft Computing Journal*. 2015;32:1–12. DOI: 10.1016/j.asoc.2015.03.043.
11. Doifode S. K., Matani A. G. Effective Industrial Waste Utilization Technologies towards Cleaner Environment. *International Journal of Chemical and Physical Sciences*. 2015;4(Special Issue. NCSC):536–540.
12. Golik V.I., Doolin A.N., Komissarova M.A., Doolin R.A. Evaluating the effectiveness of utilization of mining waste. *International Business Management*. 2015;9(6):1119–1123. Available at: <http://docsdrive.com/pdfs/medwelljournals/ibm/2015/1119-1123.pdf>
13. Голик В.И., Разоренов Ю.И., Страданченко С.Г., Хашева З.М. Принципы и экономическая эффективность комбинирования технологий добычи руд. *Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов*. 2015;326(7):6–14. Режим доступа: <http://izvestiya.tpu.ru/archive/article/view/1599>
14. Рыльникова М.В., Емельяненко Е.А. Предпосылки перехода к экологически сбалансированному освоению медноколчеданных месторождений. *Горный журнал*. 2015;(11):36–41. DOI: 10.17580/gzh.2015.11.08.
15. Комащенко В. И. Эколого-экономическая целесообразность утилизации горнопромышленных отходов с целью их переработки. *Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле*. 2015;(4):23–30.

16. Ляшенко В.И., Франчук В.П., Кислый Б.П. Модернизация технико-технологического комплекса уранодобывающего производства. *Горный журнал*. 2015;(1):26–32. DOI: 10.17580/gzh.2015.01.05.
17. Месхи Б., Пleshko М., Булигин Ю., Алексеенко Л., Молев М. Обеспечение безопасной эксплуатации и оценка состояния подземных сооружений методом акустико-резонансной дефектоскопии. В: *IOP Conference Series: Earth and Environment Science*. 2017. С. 012217.
18. Гавришев С.Е., Корнилов С.Н., Пыталев И.А., Гапонова И.В. Повышение экономической эффективности горнодобывающих предприятий за счет вовлечения в эксплуатацию техногенных георесурсов. *Горный журнал*. 2017;(12):46–51. DOI: 10.17580/gzh.2017.12.09.
19. Малышев Ю.Н., Титова А.В., Черкасов С.В., Стерлигов Б.В. Проблемы информационного обеспечения использования отходов горнодобывающей промышленности в производстве сырья для высокотехнологичных материалов. *Горная промышленность*. 2015;(5):24–28. Режим доступа: <https://mining-media.ru/ru/article/newtech/9339-problemy-informatsionnogo-obespecheniya-ispolzovaniya-otkhodov-gornodobyvayushchej-promyshlennosti-v-proizvodstve-syrya-dlya-vysokotekhnologichnykh-materialov>

References

- Golik V.I., Komashchenko V.I., Stradanchenko S.G., Maslennikov S.A. Increasing the completeness of subsurface usage by the deep recycling of coal concentration. *Gornyi Zhurnal*. 2012;(9): 91–95. (In Russ.) Available at: <https://www.rudmet.ru/journal/949/article/14860/>
- Ermishina E.B., Razorenov Yu.I., Cheldieva Z.K., Khetagurova T.G. A promising direction for the survival of mining enterprises in a crisis. In: Khasheva Z.M. (ed.) *Socio-economic problems of the development of the southern macroregion*. Krasnodar: Southern Institute of Management; 2017, pp. 55–63. (In Russ.) Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29719462>
- Razorenov Yu.I., Golik V.I., Kulikov M.M. *Economics and management of the mining industry* Novocherkassk: Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI); 2010. 251 p. (In Russ.) Available at: <https://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-ekonomika-i-menedzhment-gornoy-promyshlennosti.pdf>
- Golik V.I., Pagiev K.Kh., Gabaraev O.Z. *Energy-saving ore mining technologies*. Vladikavkaz: Rukhs; 1995. 375 p. (In Russ.)
- Golik V.I., Ermolenko A.A., Lazovsky V.F. *Organizational and economic problems of using the natural resources of the Southern federal district*. Krasnodar: Southern Institute of Management; 2008. 323 p. (In Russ.)
- Golik V.I., Ismailov T.T. *Array state management*. Moscow: Mir; 2005. 374 p. (In Russ.)
- Dzaparov B.Kh., Kharebov G.Z., Stas V.P., Stas P.P. Research of drymixtures based on production waste for underground construction. *Sukhie stroitelnye smesi*. 2020;(1):35–38. (In Russ.)
- Mokhova S.S., Mokhov I.A., Urumova F.M. Priority tasks of technological renewal of the Russian economy. In: *Problems and Ways of Social and Economic Development: City, Region, Country, World*. St Petersburg: Leningrad State University named after A.S. Pushkin; 2019, pp. 64–70. (In Russ.)
- Sheshpari M. A Review of Underground Mine Backfilling Methods with Emphasis on Cemented Paste Backfill. *Electronic Journal of Geotechnical Engineering*. 2015;20(13):5183–5208. Available at: <http://ejge.com/2015/Ppr2015.0455ma.pdf>
- Jang H., Topal E., Kawamura Y. Decision support system of unplanned dilution and ore-loss in underground stoping operations using a neuro-fuzzy system. *Applied Soft Computing Journal*. 2015;32:1–12. DOI: 10.1016/j.asoc.2015.03.043.
- Doifode S. K., Matani A. G. Effective Industrial Waste Utilization Technologies towards Cleaner Environment. *International Journal of Chemical and Physical Sciences*. 2015;4(Special Issue. NCSC):536–540.
- Golik V.I., Doolin A.N., Komissarova M.A., Doolin R.A. Evaluating the effectiveness of utilization of mining waste. *International Business Management*. 2015;9(6):1119–1123. Available at: <http://docsdrive.com/pdfs/medwelljournals/ibm/2015/1119-1123.pdf>
- Golik V.I., Razorenov Yu.I., Stradanchenko S.G., Khasheva Z.M. Principles and economic efficiency of ore mining technology combination. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesurov = Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Geo Assets Engineering*. 2015;326(7):6–14. (In Russ.) Available at: <http://izvestiya.tpu.ru/archive/article/view/1599>
- Rylnikova M.V., Emelyanenko E.A. Pre-requisites for ecology-balanced cycle of comprehensive copper-pyrite ore development. *Gornyi Zhurnal*. 2015;(11):36–41. (In Russ.) DOI: 10.17580/gzh.2015.11.08.
- Komashchenko V.I. Environmental-economic expediency of utilizing mining-industrial wastes for their converting. *Izvestiya Tulkogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o Zemle = Izvestiya Tula State University. Sciences of Earth*. 2015;(4):23–30. (In Russ.)
- Lyashenko V.I., Franchuk V.P., Kisly B.P. Reengineering of technical-and-technological structure of uranium mine. *Gornyi Zhurnal*. 2015;(1):26–32. (In Russ.) DOI: 10.17580/gzh.2015.01.05.
- Meskh B., Pleshko M., Buligin Yu., Alekseenko L., Moлев M. Ensuring safe operation and assessment of the state of underground structures using acoustic resonance flaw detection. In: *IOP Conference Series: Earth and Environment Science*. 2017, pp. 012217. (In Russ.)
- Gavrishev S.E., Kornilov S.N., Pytalov I.A., Gaponova I.V. Enhancing mine production efficiency through waste management. *Gornyi Zhurnal*. 2017;(12):46–51. (In Russ.) DOI: 10.17580/gzh.2017.12.09.
- Malyshev Yu.N., Titova A.V., Cherkasov S.V., Sterligov B.V. Infaware issues for mining wastes management for high-tech materials production. *Gornaya promyshlennost = Russian Mining Industry*. 2015;(5):24–28. (In Russ.) Available at: <https://mining-media.ru/ru/article/newtech/9339-problemy-informatsionnogo-obespecheniya-ispolzovaniya-otkhodov-gornodobyvayushchej-promyshlennosti-v-proizvodstve-syrya-dlya-vysokotekhnologichnykh-materialov>

Информация об авторе

Титова Ася Владимировна – доктор технических наук, заместитель директора по развитию, Государственный геологический музей им. В.И. Вернадского Российской академии наук, г. Москва, Российская Федерация; e-mail: vikt_s@mail.ru
Голки Владимир Иванович – доктор технических наук, профессор кафедры горного дела, Северо-Кавказский государственный технологический университет, г. Владикавказ, Российская Федерация; e-mail: vi.golik@mail.ru

Информация о статье

Поступила в редакцию: 12.11.2020
 Поступила после рецензирования: 22.11.2020
 Принята к публикации: 29.11.2020

Information about the author

Asya V. Titova – Doctor of Technical Sciences, Deputy Director on Development, Vernadsky State Geological Museum of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation; e-mail: vikt_s@mail.ru
Vladimir I. Golik – Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Mining, North-Caucasus State University of Technology, Vladikavkaz, Russian Federation; e-mail: vi.golik@mail.ru

Article info:

Received: 12.11.2020
 Revised: 22.11.2020
 Accepted: 29.11.2020



Messe München

Объединяя опыт по всему миру

НАШИ РЕШЕНИЯ, ВАШ УСПЕХ.

25 – 28 мая 2021

Крокус Экспо, Москва

РЕКЛАМА



МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА
СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ
И ТЕХНОЛОГИЙ

www.bauma-ctt.ru

bauma CTT RUSSIA*

*РОССИЯ

Уважаемый читатель!



Предлагаемая серия статей (Горная промышленность, №5 и №6, 2020) – это несколько параграфов из 9-го тома собрания сочинений Тарасова Петра Ивановича – посвящена идее «Ускоренного освоения Северных и Арктических территорий, а также Дальнего Востока РФ за счет строительства транспортных коридоров».

Тарасов Петр Иванович – кандидат технических наук, заместитель директора по научной работе ООО «Перспектива-М», действительный член Академии горных наук

Одним из способов смягчения проблем, связанных с окружающей средой и безопасностью, с большим объемом отходов горных пород, хранящихся в горнодобывающих регионах, является использование этого материала в строительстве в качестве заменителя горных пород и земляной массы.

Данная серия статей посвящена проблемам строительства транспортных коридоров, включающего в том числе: разработку карьеров; ликвидацию отвалов пустых пород; строительство автомобильных и железных дорог; разработку и изготовление специальных средств на различных видах движителей и с применением энергосиловых установок на энергоносителях, имеющихся в Северных и Арктических территориях РФ. Конечно, при этом наши разработки должны быть экономически обоснованы, безопасны и технически обеспечены союзным государством Россия-Беларусь. Заказчиком является Россия, имеющая значительные запасы отходов в основном от горнодобывающей промышленности в разных регионах страны, большую потребность в строительстве железных дорог – 15 тыс. км и автомобильных дорог – 100–200 тыс. км.

Разработки не требуют значительных перевозок строителей, так как транспортные коридоры будут проектироваться в основном в регионах, где разрабатываются полезные ископаемые.

Потенциальная экологическая угроза отходов, образующихся при добыче полезных ископаемых, наряду с растущим осознанием необходимости адекватной обработки отходов горнодобывающей промышленности, привели к повышению важности данного направления исследований.

При этом Беларусь имеет возможность обеспечить эти работы горной и транспортной техникой.

Следует отметить, эта работа позволяет одновременно участвовать в выполнении нескольких государственных программ.

Немаловажное значение имеет также тот факт, что работы по строительству транспортных коридоров (ТК) можно начинать в любое время, так как в настоящее время в России и Белоруссии для этого имеется практически все, а именно:

1. В отвалах карьеров Урала, Архангельской области, Кольского полуострова, в Западной Якутии и других регионах имеется достаточное количество горной массы для ряда ТК «Белкомура» Уральского транспортного хода, Якутского транспортного коридора.

2. На Севере Урала и в Южной Якутии имеется целый ряд месторождений железной руды, вскрышу которых можно использовать для строительства ТК.

Отходы добычи полезных ископаемых, особенно в виде пустых пород и хвостов, могут иметь серьезные социальные и экологические последствия. Существует необходимость в комплексных долгосрочных стратегиях по преобразованию горнодобывающей промышленности для перехода к нулевому экологическому следу.

Тарасову Петру Ивановичу – 75 лет

10 ноября 2020 г. исполнилось 75 лет ведущему ученому в области горного автотранспорта, действительному члену Академии горных наук Тарасову Петру Ивановичу.

После окончания Карагандинского политехнического института в 1969 г. по специальности автомобильный транспорт Петр Иванович был распределен на Тишинский рудник Лениногорского полиметаллического комбината, где практически ознакомился с транспортными проблемами открытых горных работ.

Дальнейшее изучение данной проблемы продолжил в ИГД МЧМ СССР (ныне ИГД УрО РАН). Проводил экспериментальные работы в условиях Урала, Украины, Западной Якутии, Кольского полуострова и Средней Азии, посетив более 80 горнорудных предприятий страны.

Знакомство с различными карьерами, разрабатываемыми в СССР и России, а также в странах Средиземноморского бассейна, Европы, Азии, Африки, Индии, привело к необходимости идеи разработать транспортные средства для быстрого и экономичного преодоления крутых уклонов в карьерах, а также значительных расстояний на поверхности (до 200 и более км).

Свои научные достижения и результаты Петр Иванович изложил более чем в 250 научных статьях и 8 монографиях, 20 патентах и изобретениях, том числе и с соавторами.

Тарасова Петра Ивановича отличают внутреннее благородство, широкий кругозор и эрудиция. Большая часть научных достижений Петра Ивановича связана с проведением инициативных работ. Его трудовой путь является примером бескорыстного служения горной науке.

Горнопромышленная и научно-техническая общественность, поздравляя Петра Ивановича с юбилеем, выражает слова признательности и благодарности за плодотворное творческое сотрудничество, желает крепкого здоровья, долгих лет жизни, благополучия и счастья.

Горнопромышленная и научно-техническая общественность, друзья и коллеги

Социально-экономическая эффективность реализации проекта по использованию отвалов вскрышных пород для нужд транспортного строительства на территориях нового освоения

П.И. Тарасов¹, М.Б. Петров²✉

¹ООО «Перспектива-М», г. Екатеринбург, Российская Федерация

²Институт экономики Уральского отделения РАН, г. Екатеринбург, Российская Федерация

✉michpetrov@mail.ru

Резюме: Целью работы является показать адаптированную для крупного комплексного проекта горнотранспортной тематики методику оценки экономической эффективности. В статье изложены источники социально-экономической эффективности реализации проекта по использованию отвалов вскрышных пород для потребностей транспортного строительства на территориях нового освоения. Для оценки столь масштабного и комплексного проекта недостаточно опираться на универсальную общепроектную методологию, необходимы адаптация и специализация методик. В частности, возникают межотраслевые и косвенные эффекты, для реализации которых потребуются адекватная организационно-экономическая схема проекта. Сделан вывод о том, что полная оценка экономической эффективности возможна лишь с позиции всей национальной экономики с учетом не только прямых, но и косвенных, включая нетранспортные, эффектов. Однако основа принятия проекта к детальной проработке состоит в сравнении стоимости балластного материала в конкретной точке проектируемого участка сетевой инфраструктуры освоения территории, доставляемого туда из отвалов горнорудных карьеров, и добываемого из притрассовых карьеров традиционным способом.

Ключевые слова: эффективность комплексного проекта, сравнение затрат, утилизация отвалов, проектирование и строительство железных дорог

Благодарности: Статья подготовлена при поддержке гранта РФФИ (проект 20-510-00023 Бел_а).

Для цитирования: Тарасов П.И., Петров М.Б. Социально-экономическая эффективность реализации проекта по использованию отвалов вскрышных пород для нужд транспортного строительства на территориях нового освоения. *Горная промышленность*. 2020;(6):120–125. DOI: 10.30686/1609-9192-2020-6-120-125.

Social and Economic Efficiency of Project to Use Overburden Dumps for Transport Construction in New Development Areas

P.I. Tarasov¹, M.B. Petrov²✉

¹Perspektiva-M'LLC, Ekaterinburg, Russian Federation

²Institute of Economics of the Urals Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russian Federation

✉michpetrov@mail.ru

Abstract: The objective of the paper is to demonstrate a cost efficiency assessment methodology adapted to a major integrated mining and transport project. The sources of social and economic efficiency of the project to use overburden dumps for the needs of transport construction in the areas of new development are stated in the article. In order to assess such a large-scale and complex project, it is not enough to rely on a universal general project methodology; the methods must be adapted and customized. In particular, cross-sectoral and indirect effects arise that will require an adequate organizational and economic scheme for the project to be implemented. It has been concluded that a complex assessment of economic efficiency is only possible with the view of the entire national economy, taking into account not only direct but also indirect, including non-transport, effects. However, the basis for accepting the project for a detailed study is to compare the cost of the ballast material delivered to a specific point in the project network infrastructure of the development territory from the dumps of the mining pits and from the roadside pits, i.e. following the traditional method.

Keywords: efficiency of a complex project, cost comparison, disposal of dumps, design and construction of railways

Acknowledgements: The paper was prepared with support from the Russian Foundation for Basic Research (Project No. 20-510-00023 Bel_a).

For citation: Tarasov P.I., Petrov M.B. Social and Economic Efficiency of Project to Use Overburden Dumps for Transport Construction in New Development Areas. *Gornaya promyshlennost = Russian Mining Industry*. 2020;(6):120–125. (In Russ.) DOI: 10.30686/1609-9192-2020-6-120-125.

Введение

Ускорение развития производительных сил страны и осуществляемая в этих целях национальная стратегия создают дополнительные потребности в производственной инфраструктуре. Ее основу составляют транспортные и энергетические сети. Важнейшие особенности их развития – необходимость опережающего строительства, освоение при этом новых территорий, потребность в больших объемах материалов для строительства их объектов, значительные временные лаги в цикле «проектирование – строительство – эксплуатация». В настоящей статье приводятся некоторые результаты технико-экономических исследований варианта обеспечения такого рода строек твердыми материалами под основания и фундаменты, при котором в полезное использование вовлекаются отходы горно-металлургического производства, в частности, накопленные отвалы вскрышных пород рудных месторождений Урала.

В последнее десятилетие в силу появившихся экономических возможностей Российская Федерация вновь возвратилась к идее крупномасштабного транспортного строительства. В Стратегии развития железнодорожного транспорта Российской Федерации до 2030 года [1] назван ряд крупных транспортных проектов, которые связаны с Уральским макрорегионом: «Обская – Полуночное (Урал промышленный – Урал Полярный («УП-УП»)), «Белое море – Коми – Урал» (Бел-КомУр), Северо-Сибирская железнодорожная магистраль (СевСиб), активно сооружаемый уже с 2017 г. Северный широтный ход (Салехард – Надым). Проектирование столь крупных магистральных железнодорожных линий неизбежно потребует строительства сотен километров ответвлений, которые позволят обеспечить железнодорожным транспортом многие пока труднодоступные населенные и производственные (в частности, добывающие полезные ископаемые) пункты. В рамках нацпроекта «Безопасные и качественные автодороги» на территориях, по которым будут проходить указанные выше новые железные дороги, намечено строительство более двух тысяч километров новых автомобильных дорог. Все эти транспортные объекты под свое сооружение требуют огромных масс твердых пород. В зависимости от класса дороги и горно-геологических условий ее сооружения на один километр призмы полотна отсыпаемой трассы требуется от 10 до 100 тыс. м³ щебня или замещающих его твердых материалов.

Вблизи новых транспортных коммуникаций сооружаются и энергетические. Под пикеты установки опор линий электропередачи также требуются огромные массы твердой породы.

Транспортные и энергетические коммуникации должны проходить через территории с самой различной несущей способностью грунтов, преодолевая как горно-скальные участки, так и низменности, в том числе переобводненные, заболоченные. Чередование территорий по типу поверхности вдоль дальних трасс выступает своеобразной закономерностью в процессе планирования их прокладки. Действительно, логика наращивания ресурсно-технологического потенциала страны диктует вовлечение в разработку месторождений высоких кондиций. Как прогнозные ресурсы, так и доказанные запасы полезных ископаемых могут располагаться в отдаленных, северных и восточных регионах. Добытую – обогащенную или переработанную массу необходимо транспортировать к промышленным центрам дальнейшей переработки, к морским и речным портам, в освоённые регионы. Удаление на все большие расстояния зон добычи природных ресурсов означает рост

транспортного плеча перевозок, что, в свою очередь, ведет к возрастанию потребности в преодолении неблагоприятных для прохождения коммуникациями пространств, росту их доли относительно общей протяженности сетей.

Такое положение наблюдается как в регионах Урала и прилегающих к нему территорий, так и на севере Европейской части России и в Сибири. Наши исследования мы проводим на Урале, полагая при этом, что выводы применимы и к любым другим регионам. Урал – и исторически, и в перспективе – служит специфическим регионом срединного типа, где сконцентрированы старопромышленные районы и размещены инфраструктурные узлы, обслуживающие хозяйственное освоение более восточных регионов России. Такая роль Урала сказывалась на формировании своеобразной конфигурации транспортной сети и утяжеленной структуры производительных сил. Большую роль в структуре транспортной сети Урала и Зауралья сыграло освоение за последние 60–70 лет Западно-Сибирского нефтегазового комплекса.

Транспортные и энергетические коммуникации регионов Урала

Горная система Урала отделяет территорию Русской платформы от Западно-Сибирской плиты, образующей огромную заболоченную низменность, сложенную осадочными породами с дефицитом твердых пород, пригодных под основания и фундаменты сооружений. Традиционная технология строительства дорог предполагает на стадии подготовки работ вскрытие притрассовых карьеров для обеспечения твердыми породами отсыпаемой трассы. Карьеры могут создаваться с шагом 30–200 км. Расстояние перевозки строительного камня для этих целей растет с продвижением дорожного строительства на северо-восток. Как следствие, доля строительных грузов в транспортном железнодорожном потоке по железной дороге Тюмень – Тобольск является наибольшей. К восточной границе Свердловской области приурочены последние, наиболее удаленные на восток от Уральского хребта рудопроявления. Далее – исключительно осадочные породы с необходимостью завоза на эти территории строительного камня.

«Большой горнотранспортный проект», обсуждаемый на страницах журнала в рамках серии статей, в числе других результатов предполагает организацию транспортных потоков нового типа, которые со временем должны занять свое место в интегрированной транспортно-логистической системе страны и ее макрорегионов. В последнее время в значительных объемах строятся автомобильные дороги, постепенно увеличивается объем строительства новых железных дорог. Оценивая дальнейшее развитие сети железных дорог страны, мы исходим из Генеральной схемы развития железных дорог России на период до 2030 (с перспективой до 2035) года, имеющихся проектных предложений и выполненных обоснований по отдельным линиям. Многие из них вошли в Комплексный инвестиционный проект регионов Урало-Сибирского макрорегиона «Уральская магистраль» [2], подготовленный в качестве плана реализации утвержденной в 2019 г. Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 г.

Анализ всех имеющихся материалов по транспортному потенциалу Урала в отношении освоения Арктики позволяет сделать также важнейший вывод по приоритетности транспортных проектов, связывающих Урал с Арктикой. На полярных, арктических и смежных территориях Большого

Урала целесообразно приоритетное формирование симметричной по отношению к Уралу региональной портовой инфраструктуры и связывание ее с крупными региональными центрами. Внутренний транспортный потенциал Большого Урала для освоения Арктики определяется развитием транспортных сообщений между индустриальной частью уральского макрорегиона и территориями нового освоения, в первую очередь северными и полярными.

В этом аспекте в Ямало-Ненецком автономном округе стратегически важно обустройство портов Харасавэй и Сабетта на полуострове Ямал и порт Усть-Кара на побережье Югорского полуострова. Эти порты следует развивать как многофункциональные с возможностью железнодорожно-водной перевалки в них наливных, насыпных и контейнерных грузов как экспортно-импортных, так и предназначенных для освоения Арктики [3]. Система этих портов, связанных с внутриконтинентальной инфраструктурой, и развитие на их основе ключевых геостратегических осей межрегионального сотрудничества будут формировать Западно-Уральский и Восточно-Уральский арктические транспортные коридоры, обеспечивающие связь с промышленными центрами Урала и прилегающими к нему регионами [1; 4].



Из приведенных задач развития сети видно, что не только объекты транспортной сети, но и значительная часть других строек будет дислоцирована на северных, полярных и арктических территориях, то есть опять-таки с неизбежным прохождением низменностей, заболоченных и переобводненных земель, где требуемые для нужд строительства большие объемы твердых пород часто являются крайне дефицитными.

На сегодня наиболее массовым родом груза, возимого по Свердловской железной дороге с Урала в Тюменскую область, является щебень, отгружаемый как товарный продукт рядом горнодобывающих предприятий.

Себестоимость тонны породы в сложившейся практике ее получения в Тюменской области обходится строительству от 700–1000 руб. за тонну до 5–6 тыс. руб. за тонну и более. При этом годовая потребность только на отсыпку полотна линейных участков – более 10 млн т в год. Если обеспечение дальнепривозными балластными материалами за счет отходов горно-металлургического производства по стоимости не превысит этого уровня затрат, следует искать схемы такого обеспечения и обосновывать их эффективность.

Для отгружающих балласт предприятий эффект таких операций – в освобождении хранилищ и отвалов, снижении платежей за землю, удешевлении дальнейших вскрышных работ и снижении себестоимости добываемого горного сырья и отгружаемой товарной продукции.

Организация и экономическая оценка использования горной массы для строительства сетей инфраструктуры

Особенности организации и экономической оценки использования горной массы для нужд строительства сетей инфраструктуры

1. Ограниченная распространенность при чрезвычайно высоких запасах отходов в отвалах;
2. Потенциально высокая конкурентоспособность отгрузки с крупных и крупнейших горных предприятий по сравнению с теми, где промышленная добыча основного минерала в качестве руды уже завершена, и где добыча и поставка строительного камня стали основной деятельностью;
3. Возможные ограничения отгрузки по условиям ограничений и исчерпания пропускной и провозной способности задействованных полигонов железной дороги;
4. Существенная прямая зависимость эффективности операций от их объема, наличие явного порога эффективности для принимающей стороны;
5. Возникновение заинтересованности отгружающего предприятия при росте объема отгрузки и возможности прогнозировать скорость высвобождения отвалов для получения реальной экономии затрат;
6. Существенность экологической эффективности сокращения отвалов;
7. Потенциальная возможность возвращения земель из-под отвалов в свободные земли резерва, в том числе земли лесного фонда;
8. Распределенность эффективности между участниками соглашений об использовании и перевозках отходов.

Наконец, следует подчеркнуть, при разработке проектов вовлечения отходов горно-металлургического производства необходимо исходить из приоритета народнохозяйственных оценок и подходов. В терминах официальных методических рекомендаций по экономической оценке проектов это означает, что полная оценка экономической эффективности возможна с позиции всей национальной экономики. Именно на уровне национальной экономики проявляется вся интегральная эффективность таких операций, в том числе косвенные эффекты, а также экологические и социальные. Коммерческая (локальная) эффективность участников проекта будет носить принципиально неполный характер. Решающее значение для реализации таких проектов будет иметь инициатива ведущей стороны проектного пула, проектостроителя. Ввиду отмеченных особенностей предпочтительно, чтобы инициаторами проектных соглашений выступали сами горнодобывающие корпорации. На сегодня созрели предпосылки для успешного продвижения инициативы Евраз-холдинга по построению организационно-технической и технико-экономической схемы, которая позволит отгружать отходы горной массы на месторождении в Качканаре, где за десятки лет добычи титаномагнетита скопились сотни миллионов тонн вскрышных пород.

В перспективе, планируя горные разработки и оценивая

масштабы вскрыши и характер образуемых отвалов пухлой породы, целесообразно уже на стадии проектирования новых горнопромышленных объектов выбирать схемы ее утилизации. Тогда проект по добыче полезных ископаемых будет включать в себя и одновременный вывоз породы к местам, где она востребована для строительных нужд. Соответственно, и в результаты, и в затраты проекта будут заложены соответствующие дополнительные элементы, причем интегральный показатель эффективности разработки месторождения в результате такого комбинирования будет выше, чем без него. Такую безотходную схему добычи, видимо, можно считать целевой. Все компоненты ее эффективности будут достигаться в совместном режиме. Источники ее эффективности – ценность целевого элемента, экономия операционных издержек его добычи, снижение экологических и иных рисков проекта, эффективная утилизация отходов с возможностью ее оптимизации [5] в процессе совместного планирования более широкого круга видов экономической деятельности и достижения их более рациональной сопряженности.

Задачей данной серии статей является обоснование предложений по эффективному развозу и полезному использованию в транспортном строительстве уже накопленных пород. Важной предпосылкой решения этой задачи становится прогнозируемое сейчас ускорение реализации транспортных проектов на обширных территориях с приоритетом организации транспортных коридоров. Понятие коридора [5] включает в себя как формирование наиболее грузонапряженных и оснащенных магистралей, так и концентрацию на участках прохождения линейных сооружений двух-трех видов транспорта, что экономит общую площадь полосы отвода и позволяет вести одновременную ее отсыпку, концентрируя грузопотоки балластных материалов и снижая их суммарную потребность. Накопленные в отвалах породы могут использоваться внутри корпорации или корпоративной группы при сооружении строительно-хозяйственных дорог для собственных нужд и освоении новых месторождений, сооружении новых обогатительных предприятий. В частности, могут разрабатываться проекты легких железных дорог колеи 1520 мм и дорог для автопоездов.

Методически расчет экономического эффекта для целей настоящего доклада базируется на общепринятом понимании сущности экономического эффекта как превышения стоимостной оценки совокупности полезных результатов над стоимостной оценкой интегральных затрат с учетом фактора времени [4; 6–8]. В случае существенной инвестиционной составляющей абсолютный экономический эффект выражает его стандартный показатель чистого дисконтированного дохода (NPV), а относительный эффект – показатели внутренней нормы дохода (IRR), рентабельности инвестиций (PI), а также срок окупаемости для каждого из инвесторов.

Коммерческая (финансовая) эффективность отгрузки горной массы из отвалов Качканара определена, во-первых, для холдинга «Евраз». Во-вторых, для гипотетического заказчика строительства магистральных и станционных железнодорожных линий, который использует эту горную массу для отсыпки призмы полотна. Объекты получения горной массы в целях общего анализа не закреплены в конкретных точках, а рассмотрены как распределенные, с построением функции затрат по перевозке, приему и использованию получаемой из отвалов Качканара горной массы в зависимости от дальности ее перевозки. Для оце-

нок также принято, что погрузка будет вестись на путях Евраз-холдинга его средствами и за его счет.

В таком случае для Евраз-холдинга полезный результат учтен в виде снижения заполненности старых отвалов, а в перспективе – высвобождения части занятых ими площадей. Это дает постепенное снижение некоторых статей производственных затрат, в более отдаленной перспективе – платы за ресурсы. Более достоверная оценка этих результатов возможна при полевых обследованиях. Однако ясно, что затраты на отгрузку породы носят текущий характер, а результаты – отложенный.

Для организации-получателя полезный результат принят по нижней границе себестоимости балласта, а затраты состоят из фрахта вагонов и тарифа. На рис. 1 дана карта-схема транспортных коридоров, рассматриваемых на перспективу в утвержденных документах, для строительства которых может быть применена горная масса из отвалов Качканара. Оценочные расчеты показывают, что порог эффективной дальности отгрузки вскрышных пород карьеров Среднего Урала (Качканар) образует широкий диапазон – от 350 км до 1600 км в зависимости от территории назначения такой отгрузки для строительства там объектов инфраструктуры. Наиболее заболоченные и бедные доступными твердыми породами для отсыпки оснований и фундаментов территории требуют дальнепривозных балластных материалов. Урало-Сибирский макрорегион характеризуется как наличием богатых источников таких материалов в отвалах горного Урала, так и низменностей, в том числе в северных и арктических широтах Ханты-Мансийского и Ямало-Ненецкого автономных округов.

Таким образом, определяются достоверные эффекты для отправителей пород из отвалов и для их получателей. Народнохозяйственный экономический эффект в отличие от суммы этих двух коммерческих не включает в себя экономиящуюся плату за землю Евраз-холдинга, но включает

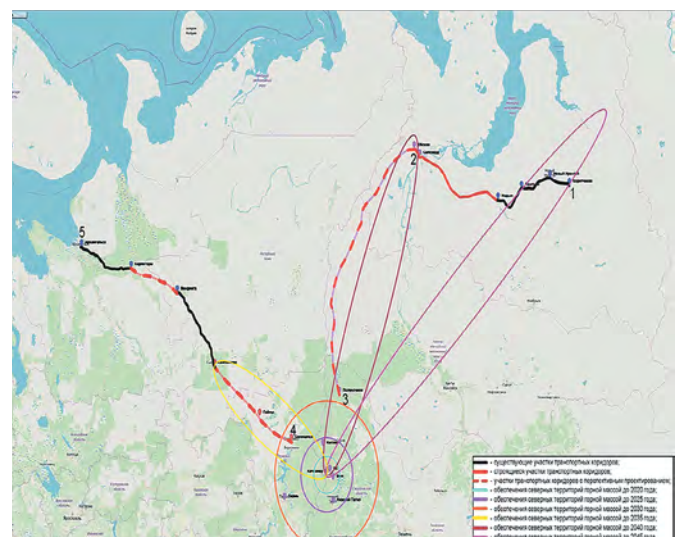
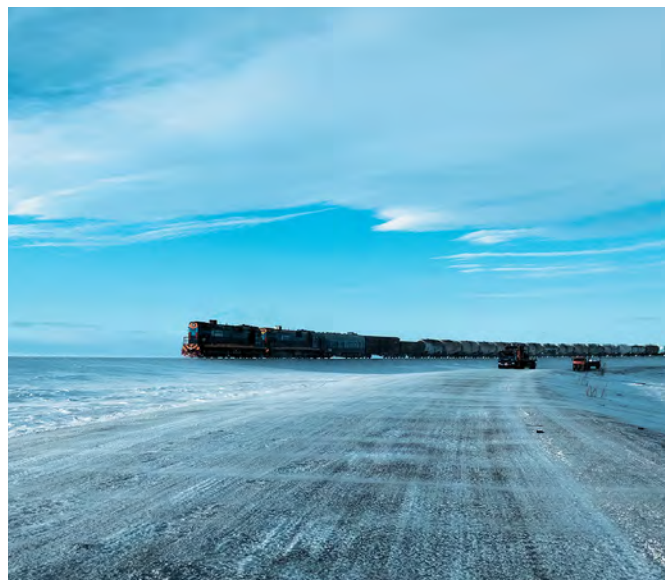


Рис. 1
Карта-схема новых железных дорог по отношению к источнику горной массы Качканара:
1 – Северный широтный ход;
2 – линия Полуночное – Обская;
3 – БелКомУр

Fig. 1
Schematic map of new railways in relation to the Kachkanar source of rock materials:
1 – Northern Latitudinal Railway; 2 – Polunochnoe - Ob'skaya railway line;
3 – Belkomur Railway



результат возврата в будущем части площади отвалов в государственный лесной фонд.

Из-за сложности оценки результатов отложенного характера при априори полезном характере вывоза отвалов и предположении об отдаленности срока их опорожнения, на первом этапе работы рекомендуется пренебречь учетом таких результатов. Тогда задача оценки становится по смыслу обратной задаче управления запасами, при этом может рассматриваться как однопериодная (текущая, без существенных инвестиций), а также как задача затратной эффективности. В таком случае основной результирующий показатель – приведенная себестоимость балластного материала в точке назначения в пределах допустимых по технико-экономическим условиям минимальных объемов, а также – возникающая у строителей железных дорог суммарная экономия на притрассовые карьеры.

Перспективной задачей комплексных технико-экономических исследований является выбор схемы освоения новых рудных месторождений горно-металлургическим холдингом в целях обеспечения качественным сырьем технологических цепочек производства конечной продукции. Так, вдоль Урала к северу от Качканара учтены многие малые и средние железорудные, марганцевые и иные месторождения для получения металлургического сырья. Имеются также прогнозные ресурсы пока еще недостаточной категории геологической изученности на более крупные и в перспективе эффективные залежи. Эти соображения принимались во внимание в обосновывающих материалах проекта «Урал промышленный – Урал Полярный» (в более поздних документах объект фигурирует как новая железнодорожная линия Полуночное – Обская, протяженностью 813 км).

Однако наметилось значительное отставание темпов железнодорожного строительства от ранее прогнозируемых. Яркое свидетельство тому – ввод в эксплуатацию за 2019 г. новых железных дорог общего пользования суммарной эксплуатационной длиной 320 км. Безусловно, за этой скромной цифрой стоит более определенная временная расстановка приоритетов развития сети. Согласно национальному проекту «Комплексный план модернизации и расширения магистральной инфраструктуры» на период до 2024 г. и Стратегии развития железнодорожного транспорта РФ до 2030 г. первоочередные задачи связаны

с модернизацией, реконструкцией и усилением действующих участков, а не с созданием новых. В этих условиях инициатива и возможности крупнейших горнорудных корпораций могли бы позволить параллельно осваивать новые проектно-технологические схемы создания транспортной инфраструктуры для технологических нужд. Транспортные подходы к интересным для целей отраслевых и межотраслевых корпораций и холдингов месторождениям возможно создавать путем сооружения легких железных дорог с применением для их подготовки собственной горной массы. Такие проекты будут создавать интересные дополнительные нетранспортные эффекты, поскольку будут машиноёмкими, потребуют освоения промышленностью выпуска новых видов оборудования. Комплексное обоснование столь масштабных решений одновременно ставит перед наукой и практикой управления развитием новые методические вопросы, поскольку потребуются определение границ системы отчета затрат, результатов, оценки эффектов, адекватное всей совокупности взаимосвязанных последствий таких решений.

Новой исследовательской и проектной задачей для оптимизации развития межотраслевых экономических систем станет обоснование целостной стратегии крупной горнодобывающей корпорации, в рамках которой достигались бы как минимизация отходов добычи основного компонента, так и разумная диверсификация, основанная на задействовании уникальных возможностей, связанных с межотраслевыми проектами.

Выводы

Коммерческая (локальная) эффективность участников горнотранспортного проекта имеет принципиально неполный характер. Полная оценка экономической эффективности возможна лишь с позиции всей национальной экономики. Предлагается экономическую оценку проектов по утилизации горной массы вскрышных пород осуществлять для двух этапов – первоначального, предусматривающего переработку уже накопленных отвалов, и перспективного (целевого), имплементирующего полезное использование вскрышных пород в процессе их появления в экономической системе самого горнопромышленного холдинга.

Список литературы

1. Арошидзе А.А. Экономическая оценка влияния обеспеченности и интенсивности использования железнодорожного транспорта на социально-экономическое развитие территорий. *Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения*. 2015;(4):55–61. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24988286&>
2. Петров М.Б. (ред.) *Проблемы инфраструктурного обеспечения пространственного социально-экономического развития макрорегионов*. Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН; 2019.
3. Филиппова Н.А., Ефименко Д.Б., Ледовский А.А. Обеспечение эффективности транспортных процессов в районах Крайнего Севера. *Мир транспорта*. 2018;16(4):150–159. Режим доступа: <https://mirtr.elpub.ru/jour/article/view/1499/1775>
4. Мачерет Д.А. Инновационное развитие транспортных систем открытого доступа. *Мир транспорта*. 2012;(1):78–83. Режим доступа: <https://mirtr.elpub.ru/jour/article/view/597/946>
5. Суспицын С.А.; Кулешов В.В. (ред.) *Методы и модели координации долгосрочных решений в системе «национальная экономика – регионы»*. Новосибирск: Изд-во ИЭОПП СО РАН; 2017. 295 с.
6. Polyakova I., Borisova A. Assessment of the railway transport effect for the social-and-economic development of the region. *E3S Web of Conferences*. 2019;135:04052. DOI: 10.1051/e3sconf/201913504052.
7. Ходос Е.В., Гребеник В.В. Анализ инвестиционной деятельности на железнодорожном транспорте Российской Федерации. В: *Государство и бизнес. Экосистема цифровой экономики: материалы 11 Междунар. науч.-практ. конф., Санкт-Петербург, 24–26 апреля 2019 г.* СПб.: РАНХиГС, Северо-Западный институт управления; 2019. С. 164–167. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38062959> Khodos E.V., Grebenik V.V. The analysis of investment activities on railway transport in the Russian Federation.
8. Ивантер В.В. (ред.) *Структурно-инвестиционная политика в целях обеспечения экономического роста в России*. М.: Научный консультант; 2017. 196 с. Режим доступа: <http://stolypinsky.club/wp-content/uploads/2017/08/Strukturno-investitsionnaya-politika.pdf>

References

1. Aroshidze A.A. Economic assessment of the impact of security and intensity of railway transport use on the socio-economic development of territories. *Vestnik Sibirskego gosudarstvennogo universiteta putei soobshcheniya*. 2015;(4):55–61. (In Russ.) Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24988286&>
2. Petrov M.B. (ed.) *Problems of infrastructural support for spatial socio-economic development of macro-regions*. Ekaterinburg: Institute of Economics of the Ural branch of the Russian Academy of Sciences; 2019. (In Russ.)
3. Filippova N.A., Efimenko D.B., Ledovsky A.A. Efficiency of transport processes in the far north. *Mir transporta = World of Transport and Transportation*. 2018;16(4):150–159. (In Russ.) Available at: <https://mirtr.elpub.ru/jour/article/view/1499/1775>
4. Macheret D.A. Innovative development of transport systems of common access. *Mir transporta = World of Transport and Transportation*. 2012;(1):78–83. (In Russ.) Available at: <https://mirtr.elpub.ru/jour/article/view/597/946>
5. Suspitsyn S.A.; Kuleshov V.V. (ed.) *Methods and models of coordination of long – Term solutions in the system “national economy – regions”*. Novosibirsk: IEPP SB RAS; 2017. 295 p. (In Russ.)
6. Polyakova I., Borisova A. Assessment of the railway transport effect for the social-and-economic development of the region. *E3S Web of Conferences*. 2019;135:04052. DOI: 10.1051/e3sconf/201913504052.
7. Khodos E.V., Grebenik V.V. The analysis of investment activities on railway transport in the Russian Federation. In: *Government and Business. Digital Economy Ecosystem: Proceedings of the 11th International Scientific and Practical Conference, St. Petersburg, April 24–26, 2019*, St. Petersburg: North-West Institute of Management, RANEPa; 2019, pp. 164–167. (In Russ.) Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38062959>
8. Ivanter V.V. (ed.) *Structural-investment policy to ensure economic growth in Russia*. Moscow: Nauchnyi konsultant; 2017. 196 p. Available at: <http://stolypinsky.club/wp-content/uploads/2017/08/Strukturno-investitsionnaya-politika.pdf>

Информация об авторе

Тарасов Петр Иванович – кандидат технических наук, заместитель директора по научной работе, ООО «Перспектива-М», действительный член Академии горных наук, г. Екатеринбург, Российская Федерация; e-mail: tp6005@mail.ru

Петров Михаил Борисович – доктор технических наук, руководитель Центра развития и размещения производительных сил Института экономики Уральского отделения РАН, г. Екатеринбург, Российская Федерация; e-mail: michpetrov@mail.ru

Информация о статье

Поступила в редакцию: 15.09.2020

Поступила после рецензирования: 25.09.2020

Принята к публикации: 01.10.2020

Information about the author

Petr I. Tarasov – full member of the Russian Academy of Mining, Candidate of Science (Engineering), Deputy Director for Science, ‘Perspektiva-M’ LLC, Ekaterinburg, Russian Federation; e-mail: tp6005@mail.ru

Mikhail B. Petrov – Doctor of Engineering, Head of the Centre for the Development and Allocation of Labour Forces at the Institute of Economics of the Urals Branch of RAS, Ekaterinburg, Russian Federation; e-mail: michpetrov@mail.ru

Article info:

Received: 15.09.2020

Revised: 25.09.2020

Accepted: 01.10.2020

Перспективы строительства и модернизации железных дорог на Урале и прилегающих территориях в свете документов стратегического планирования России

П.И. Тарасов¹, М.Б. Петров²✉

¹ООО «Перспектива-М», г. Екатеринбург, Российская Федерация

²Институт экономики Уральского отделения РАН, г. Екатеринбург, Российская Федерация

✉michpetrov@mail.ru

Резюме: Цель настоящей работы – представить обзор ситуации и комплексную оценку тенденций в сфере развития железнодорожной транспортной сети Большого Урала. Несмотря на то, что стратегия развития железнодорожного транспорта выделена в отдельный документ стратегического управления, сохраняется чрезмерно высокая неопределенность в среднесрочных перспективах развития его сети, а многие перспективные объекты, попадавшие в поле зрения проектных инициатив в последние годы, были из него на неопределенное время. В статье предлагается взгляд на эти процессы на основе тенденций, потребностей и возможностей, имеющихся на территориях Большого Урала. На основе выполненного стратегического анализа развития железнодорожной транспортной сети обоснованы предложения по проведению ранжирования проектных инициатив макрорегиональной территории. Сделан вывод о том, что наиболее устойчивыми в условиях значительной сценарной неопределенности и накопившихся задержек в развитии железнодорожной транспортной сети крупными проектами по строительству железных дорог макротерритории Большого Урала представляются Северный широтный ход, БклКомУр, линия Обская – Полуночное, а также Северо-Сибирская магистраль на ее Уральском участке.

Ключевые слова: национальные стратегии развития, железнодорожная транспортная сеть, макротерритория Большого Урала, важнейшие проектные инициативы

Благодарности: Статья подготовлена при поддержке гранта РФФИ (проект № 20-010-00724).

Для цитирования: Тарасов П.И., Петров М.Б. Перспективы строительства и модернизации железных дорог на Урале и прилегающих территориях в свете документов стратегического планирования России. *Горная промышленность*. 2020;(6):126–131. DOI: 10.30686/1609-9192-2020-6-126-131.

Prospects for Construction and Upgrading of Railways in the Urals and Adjacent Territories in Relation to Russian Strategic Planning Documents

P.I. Tarasov¹, M.B. Petrov²✉

¹Perspektiva-M'LLC, Ekaterinburg, Russian Federation

²Institute of Economics of the Urals Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russian Federation

✉michpetrov@mail.ru

Abstract: The purpose of this study is to provide an overview of the situation and a comprehensive assessment of trends in the development of railway network in the Greater Urals. Although the development strategy of the railway transport is defined in a separate document for strategic management, there still remains an excessively high level of uncertainty regarding the medium-term prospects for the network development, and many of the prospective facilities that used to be within the scope of project initiatives in recent years have been withdrawn from it for an indefinite period. The article reviews these processes based on the trends, needs and opportunities available in the Greater Urals. Based on the performed strategic analysis of the railway transport network development some proposals are made on ranking of project initiatives in this macro-regional territory. A conclusion is made that the Northern Latitudinal Railway, the Belkomur Railway, Obskaya-Polunochnoe railway line as well as the North-Siberian Railway in its Urals section are the most sustainable projects in conditions of significant uncertainties and accumulated delays in development of the railway transport network.

Keywords: national strategies of developments, railway transport network, macro-territory of the Greater Urals, major project initiatives

Acknowledgements: The paper was prepared with support from the Russian Foundation for Basic Research (Project No. 20-010-00724).

For citation: Tarasov P.I., Petrov M.B. Prospects for Construction and Upgrading of Railways in the Urals and Adjacent Territories in Relation to Russian Strategic Planning Documents. *Gornaya promyshlennost = Russian Mining Industry*. 2020;(6):126–131. (In Russ.) DOI: 10.30686/1609-9192-2020-6-126-131.

Введение

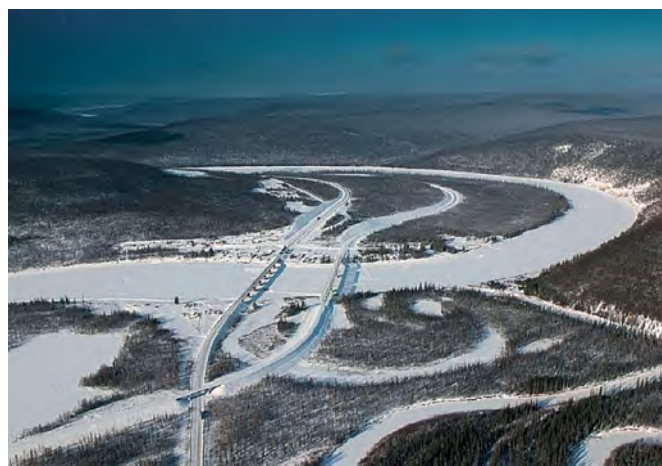
Развитие систем транспорта и в том числе строительство новых железнодорожных линий и модернизация действующих становятся одними из важнейших приоритетов развития производительных сил России. На период 2019–2024 гг. в стране предусмотрена реализация масштабных национальных проектов. Один из них – Комплексный план модернизации и расширения магистральной инфраструктуры¹ – является наиболее дорогостоящим. Его бюджет превышает 6,3 трлн руб. Большая его часть направляется на реализацию транспортной части плана, состоящей из девяти федеральных проектов, три из которых направлены непосредственно на развитие инфраструктуры железнодорожного транспорта.

В качестве важнейших целей развития железнодорожной транспортной сети определены ускорение товародвижения (прирост объемов грузов до 15 млн т), рост подвижности населения путем гарантированного обеспечения безопасного и бесперебойного двухпутного движения. Главные же цели – содействие кооперации, в основном за счет создания условий для ускорения прохождения контейнеропотока по Транссибирской (с учетом Байкало-Амурской) магистрали до 7 суток и строительства сети транспортно-логистических центров, а также усиление подходов к морским портам Азово-Черноморского, Балтийского и Тихоокеанского бассейнов.

На первый взгляд, Урал и прилегающие у нему макротерритории затронуты этими крупнейшими и неотложными задачами в сравнительно небольшой степени. Главным образом, через снятие ограничений пропускной способности по большим широтным и меридиональным магистралям – прообразам будущей сети транспортных коридоров. Однако необходимо принимать во внимание, что сегодня основные вложения направляются в развитие в соответствии с нацпроектами, разработанными на период до 2024 г. В отношении железнодорожного транспорта это относительно малый временной горизонт. В системе документов стратегического планирования наряду с нацпроектами приняты и действуют долгосрочные стратегии. В отношении транспорта это – Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 г.² и Стратегия развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 г.³ На их усиление и актуализацию объективно работает и принятая в 2019 г. Стратегия пространственного развития в Российской Федерации на период до 2025 г.⁴

Стратегия развития железнодорожного транспорта Российской Федерации

Основным стратегическим документом, в котором определена наиболее долгосрочная перспектива развития железнодорожной транспортной сети, остается на сегодня Стратегия развития железнодорожного транспорта РФ до 2030 г. [1]. В нее заложен комплекс мероприятий по строительству и модернизации железных дорог, модернизации и введению новых стандартов подвижного состава, железнодорожной инфраструктуры. Реализация Стратегии развития железнодорожного транспорта запланирована в



два этапа: I этап – с 2019 по 2024 г., II этап – с 2025 по 2035 г. Как видим, I этап совпадает с периодом реализации национального проекта, а мероприятия, намеченные в нацпроекте, нацелены на то, чтобы максимально использовать существующие мощности транспортной сети за счет их модернизации и реконструкции, ликвидации узких мест. Значительная часть мероприятий первого этапа находится уже в стадии реализации. Так, в соответствии со Стратегией уже построена Амуро-Якутская магистраль (в указанный в Стратегии период введен участок Томмот – Нижний Бестях (правобережье Лены, вблизи г. Якутска), участок Прохоровка – Журавка – Батайск на Юго-Восточной и Северо-Кавказской железных дорогах, участок Паюта – Бованенково на Ямале. Ведутся работы по сооружению линии Кызыл – Курагино и по строительству Северного широтного хода на его западном участке Салехард – Надым – Пангоды. Ряд строек отложены. В первую очередь, это линия вдоль восточного склона Уральского хребта Полуночное – Обская. В целом приходится констатировать некоторое отставание развития сети от первоначально намеченных сроков и тенденцию к переносу объектов нового строительства на более поздние периоды. Здесь сказывается влияние на развитие транспортных систем неопределенности будущего [2].

При этом высокими темпами растут показатели транспортной работы и в первую очередь грузооборот на железных дорогах России (табл. 1).

Из табл. 1 видно, что индекс роста грузооборота резко опережает таковой по объему перевезенных грузов, то есть имеет место устойчивый рост дальности перевозок при интенсивном замещении железнодорожных перевозок автотранспортными на короткопробежных и мест-



¹ План утвержден распоряжением Правительства Российской Федерации от 30 сентября 2018 г. № 2101-р.

² Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 г. Утв. 22.11.2008 г., № 1734-р с изм. От 12.05.2018 г., № 893-р.

³ Распоряжение Правительства РФ от 17.06.2008 N 877-р «О Стратегии развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года» (вместе с «Планом мероприятий по реализации в 2008 - 2015 годах Стратегии»)

⁴ Стратегия пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года. Утв. 13.02.2019 г., № 207-р; План реализации Стратегии... Утв. 27.12.2019 г., № 3227-р.

Таблица 1
Основные показатели развития железнодорожного транспорта России (по состоянию на 1 сентября 2020 г.)

Table 1
Key indicators of railway transport development in Russia (as of September 01, 2020)

Показатели по годам	1970	1980	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2018
Длина путей общего пользования, тыс. км	78	83	87	87	86	85	86	86	87
Из них электрифицированных, тыс. км	24	31	37	39	41	43	43	43	44
Длина путей необщего пользования, тыс. км	58	66	73	64	53	...	38	32	35
Перевезено грузов, млрд т	1,65	2,05	2,14	1,03	1,05	1,27	1,31	1,33	1,41
Грузооборот, трлн т*км	1,67	2,32	2,52	1,21	1,37	1,86	2,01	2,31	2,60
Перевезено пассажиров, млрд	2,50	2,97	3,14	1,83	1,42	1,34	0,95	1,02	1,16
Пассажирооборот, млрд пассажиро-км	191	227	274	192	167	172	139	121	130

Составлено по данным http://www.yestravel.ru/world/railways_rank_order

ных маршрутах. Объем коммерческих перевозок грузов в 2010–2019 гг. увеличился на 3,2%, грузооборот – на 21,4%. Значительный рост среднего расстояния перевозки 1 т груза наблюдался после 2010 г., в результате чего темпы роста грузооборота опережали темпы роста промышленного производства, что негативно сказывалось на транспортномощности экономики. Одним из основных факторов, определивших данную динамику, является увеличение в структуре перевозимых грузов доли массовых грузов, перевозимых железнодорожным транспортом в экспортном сообщении. Особенно высокой была динамика добычи и транспортировки угля.

В 2018 г. железные дороги России вышли на исторически максимальный показатель грузооборота. Вместе с тем около 10 000 км пути функционирует в режиме жёсткой перегрузки и требуется срочная модернизация⁵. В то же время продолжает расти неравномерность загрузки сети – при исчерпании провозных и пропускных способностей Транссиба, переходов через Урал, крупнейших транспортных узлов (на Свердловской железной дороге это прежде всего Тюменский и Пермский узлы) растет и доля в эксплуатационной длине железнодорожной сети малодейственных линий. Этот факт представляется ключевым в оценке причин медленного развертывания широкомащтабного транспортного строительства. Действительно, как видно из табл. 1, эксплуатационная длина железнодорожных путей общего пользования в России за период с 1970 по 2018 г. возросла лишь с 78 до 87 тыс. км, причем этот рост был получен еще в советское время, к 1990 г.

В течение второго этапа реализации Стратегии развития железнодорожного транспорта России должен быть осуществлен переход к форсированному развитию транспортной системы России, что на железнодорожной сети в первую очередь должно означать ее расширение при резком увеличении темпов ввода новых линий. Совокупность мероприятий модернизации и масштабного нового строи-

тельства создаст инфраструктурные условия для развития новых «точек» экономического роста в стране, выхода технологического и технического развития железнодорожного транспорта на мировой уровень [3]. Полное выполнение принятой Стратегии даст рост эксплуатационной длины железных дорог России до величины 145–150 тыс. км. В Стратегии подчеркивается роль железных дорог в рамках задач укрепления экономического суверенитета, национальной безопасности и обороноспособности страны, снижения совокупных транспортных издержек экономики. Не случайно именно для железнодорожного транспорта принята отдельная Стратегия, которая действует наряду с Транспортной стратегией РФ до 2030 г.

Реализация специфических транспортных функций

Очевидно, что важнейшим направлением сопряжения названных и других стратегий, затрагивающих магистральный транспорт в долгосрочном аспекте, является эффективное задействование геоэкономического потенциала огромных по площади территорий внутренних, в частности, срединных регионов страны, что позволит им реализовать специфический аспект воспроизводственной роли в хозяйстве страны и через это заложить на таких территориях базисные условия для жизни людей. Выборочное направленное заселение новых территорий, вовлечение их в систему расселения и размещения производительных сил – основа возрастания связанности всей территории страны и ее макрорегионов. Особая роль территорий нового освоения в системе национального воспроизводства реализуется за счет активизации их интеграционной и транзитной функций. Эти две функции удастся активизировать за счет перехода к форсированному наращиванию железнодорожной транспортной сети, связанному с сооружением новых линий различной длины и назначения.

Интеграционная функция проявляется в вовлечении ресурсов территорий нового освоения в воспроизводственные контуры страны и регионов путем размещения на новых территориях производств, для которых там складываются лучшие, или даже уникальные, естественные условия. К таковым можно отнести наличие на таких территориях полезных ископаемых, чистой воды, энергоресурсов, биоресурсов. Лишь специально создаваемые в промышленно развитых регионах виды техники и технологий для их эффективного использования на территориях нового освоения сделают освоение новых ресурсов эффективным.

Транзитная функция срединных регионов осуществима через прокладку по их территориям высоко оснащенных транспортных мультимодальных коридоров для пропуска внутринационального и международного транзита, которые должны со временем получить развитый веер транспортных коммуникаций для реализации своей интеграционной и транзитной роли.

Одной из наиболее характерных макротерриторий России, где совмещаются названные функции территорий нового освоения и преимущества освоенных [4], промышленно развитых, является макротерритория Большого Урала, понимаемая как совокупность всех частей Урала, Приуралья и Зауралья, включая выходы в Арктику, на арктическое побережье на севере и выходы в Центральную Азию и далее в крупнейшие азиатские государства на юге [5–7]. При этом макротерритория Большого Урала относительно на небольшое расстояние удалена от освоенной и заселенной Европейской части России, практически соседствуя с ней.

⁵ По сообщению главы ОАО «РЖД» О. Белозерова. – Интерфакс (4 июня 2019). Дата обращения 25 августа 2020.

Сказанное дает нам основание полагать, что реализация специфических транспортных функций, достигаемых за счет роста протяженности сети, целиком применима к задачам развития Большого Урала.

К сожалению, даже на относительно непродолжительных перспективных периодах отмечается существенная варьируемость реальных приростов сети по отношению к намеченным. Поэтому столь велика роль реализуемого сценария, обуславливающего действующую совокупность внешних факторов развития транспортной системы и особенно ее сети.

Сценарии развития транспортной системы

С учетом сценарных условий прогноза социально-экономического развития РФ на долгосрочный период до 2035 г. в Стратегии разработаны три сценарных варианта развития транспортной системы на период до 2035 г. – базовый, целевой и консервативный.

В соответствии с минимальным вариантом сценария к 2030 г. намечалось за весь период осуществления стратегии построить 15 730 км новых железнодорожных линий, в том числе:

- стратегических – 2586 км;
- социально значимых – 1262 км;
- грузообразующих – 4519 км;
- технологических – 6704 км;
- высокоскоростных – 659 км.

В соответствии с максимальным вариантом к 2030 г. необходимо построить 20 462 км новых железнодорожных линий, в том числе:

- стратегических – 4471 км;
- социально значимых – 1262 км;
- грузообразующих – 4606 км;
- технологических – 8595 км;
- высокоскоростных – 1528 км.

Кроме новых линий, большое значение отведено строительству вторых путей, электрификации и оснащению автоблокировкой. В частности, на Свердловской железной дороге эти мероприятия в наибольшей мере затрагивают линию Тюмень – Сургут, направление Пермь – Соликамск, а также сооружение северного обхода города Екатеринбурга.

На наш взгляд, несмотря на указание в Стратегии ряда макроэкономических параметров, характеризующих сценарии развития транспортной сети, сохраняется недостаточная сопряженность стратегий транспортного назначения с основными социально-экономическими и экономико-технологическими стратегиями⁶. В силу инерционного характера инфраструктурных проектов мы пока наблюдаем приоритетное отношение основного национального владельца сети – ОАО «РЖД» к тем из них, которые непосредственно входят в наиболее доходные грузовые, в первую очередь транзитные и экспортные коридоры. Поэтому можно говорить о существовании некоторого рассогласования идеологии общих утвержденных и реализуемых стратегий (Стратегии научно-технологического и Стратегии пространственного развития) и практикой выбора приоритетов строительства железных дорог. В этом смысле сценарная ситуация остается противоречивой. И по отношению к функционированию и развитию железнодорожного транспорта сохраняется коридор неопределенности между двумя соперничающими сценариями.



Сценарий, отдающий приоритет экспорту сырья и энергоносителей и, соответственно, допускающий сохранение ориентации на импорт наукоемкой потребительской и инвестиционной продукции, предполагает перераспределение транспортных ресурсов для усиления международных транзитных коридоров и глубоких транспортных вводов, обеспечивающих усиление связей ресурсных регионов страны с морскими портами и сухопутными границами.

Сценарий технологической модернизации связан с развитием специализированных производств и внутренней кооперацией. Высокоспециализированная производственная структура требует организации транспортной системы, выравнивающей транспортную доступность территорий, концентрацию грузопотоков на магистральных ходах в сочетании с интенсивным индивидуальным транспортным обслуживанием на ответвлениях и местных районах тяготения транспортных узлов.

Если продолжится спонтанная реализация первого сценария, это будет означать обострение сетевых диспропорций в развитии инфраструктуры железнодорожного транспорта. Доступ к любым новым ресурсным базам потребует более быстрого роста грузопредъявления по сравнению с экономическим ростом при нарастании неравномерности в развитии сети. Приоритет во вложениях будут получать участки с заранее гарантированной грузовой базой, а опорная сеть будет воспринимать грузопотоки с нарастающим напряжением, в связи с чем основная модернизация железных дорог будет затрагивать лишь грузонапряженные действующие участки.

В сложившихся условиях наиболее сбалансированная стратегия развития железнодорожной транспортной сети на территориях Большого Урала должна быть направлена на поддержку такой схемы развития сети, которая бы сочетала инициативы создания новых линий стратегического, грузообразующего и технологического назначения.

Линии стратегического назначения названы в материалах, утвержденных Стратегией и в Генеральной схеме⁷ развития железных дорог РФ на период до 2030 г. с перспективой до 2035 г. Карта-схема свода этих линий по максимальному варианту представлена на рис. 1. В их число в зоне Урала попали Северный широтный ход, линия Полуночное – Обская (ранее называемая «Урал промышленный – Урал Полярный»), линия БелКомУр (Белое море – Коми – Урал), обходы и узловы объекты для усиления и модернизации Транссибирской магистрали. Пример линии грузо-

⁶ Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации. Утв. Указом Президента РФ от 1.12.2016 г., № 642

⁷ Генеральная схема была разработана АО «Институт экономики и развития транспорта» ОАО «РЖД». Она была учтена в действующих редакциях Стратегий в сфере железнодорожного транспорта на период до 2030 г.



Рис. 1
Карта-схема стратегических линий, предусмотренных по максимальному варианту Генеральной схемой развития железных дорог РФ на период до 2030 г. с перспективой до 2035 г.

Fig. 1
Schematic map of strategic routes provided under the maximum scenario of the General Development Scheme of Railways in the Russian Federation for the period up to 2030 with a view to 2035

образующего назначения на Урале – участки для усиления направления Пермь – Соликамск. Технологические линии в основном представляют собой обходы узлов и подъезды к крупным грузовым терминалам.

Из этих примеров видно, что кроме объектов Транссибирской магистрали, крупные линии, намечаемые к сооружению, будут одновременно и стратегическими, и грузообразующими. Такое положение характерно не только для зоны Большого Урала, но и для многих перспективных для железнодорожного строительства регионов.

Кроме уже названных перспективных проектов, необходимо инициировать и скорейшим образом выполнить необходимые обосновывающие материалы в рамках как схемных, так и предпроектных работ, по формированию в перспективе сквозного Северо-Сибирского хода (СевСиб), который пройдет преимущественно в широтном направлении к северу от Транссибирской магистрали [8]. СевСиб в качестве стратегического транспортного коридора обеспечит транспортное обустройство так называемого северного широтного экономического пояса (Архангельск – Коми – Север Урала – Сибирь). Ответвления от СевСиб будут выполнять грузообразующую роль для железнодорожной транспортной системы России [9].

Совокупность названных перспективных магистралей будет направлена на решение следующих транспортно-экономических задач [8]:

1) Дальнейшее транспортное обустройство Западно-Сибирского нефтегазового комплекса и развитие его транспортных выходов на восточные регионы. На эту задачу в Стратегии развития железных дорог до 2030 г. направлены, в частности, проект Полярной железной дороги, ответвления по территории Тюменской области и предлагаемая новая магистраль СевСиб.

2) Освоение новых источников промышленного сырья и топлива на Севере – вдоль Уральского хребта, на Тимане, в Печорском регионе, а в последующем и на севере Сибирского региона – для его переработки на предприятиях промышленного пояса страны. Этому отвечает проект Полуночное – Обская и отдельные пионерные линии на Северном Урале и сопряженных территориях.

3) Организация магистральных транспортных связей по

большим северным диагоналям. Приоритетным примером такой диагонали может быть транспортное направление Урал – Северо-Запад для транспортировки в первую очередь на предприятия Урала угля и бокситов Тимано-Печорского региона и создания кратчайшего магистрального пути с Урала к портам Баренцева и Белого морей (проект БелКомУр). Это направление сыграет важную роль и для кратчайшего международного транзита из Северной Европы в страны Азии.

4) Долгосрочная системная задача – поэтапный переход от железнодорожной сети с преимущественно древовидной конфигурацией (односвязной сети) к большой транспортной решетке (многосвязной сети). Все локальные проекты развития без этого будут создавать дополнительную нагрузку на Транссиб при сохранении удлиненного плеча перевозок по потокам, зарождаемым в районах нового освоения. Формирование в перспективе северного сквозного широтного хода – СевСиб, сопрягаемого с транспортной сетью Северо-Запада страны, будет способствовать разгрузке Транссиба, его лимитирующих узлов и участков, спрямлению маршрутов перевозок массовых грузов. В конечном счете, новый широтный ход станет мощнейшим фактором размещения производства и пространственного развития России. При обосновании отдельных проектов эта системная задача должна всегда учитываться, поскольку большие проекты без учета их взаимодействия и вписания в существующую сеть неизбежно становятся конкурирующими как друг с другом, так и с основной сетью за ресурсы на развитие.

Эти транспортно-экономические задачи хорошо отражают отмеченные выше связывающую, транзитную и обеспечивающую роль Урала, то есть направлены на гармонизацию связей и подходы к новым ресурсам. Реализация такой комплексной роли Большого Урала на основе больших транспортных проектов полностью вписывается в закреплённые стратегическими документами перспективы стратегической модернизации. Стратегия развития транспортной системы должна гарантированно удовлетворять перспективные транспортные потребности, определяемые в конечном счете генеральной стратегией экономического развития, выступая по отношению к ней в качестве стратегии второго уровня. Поэтому на развитие транспортных систем должны проектироваться сценарии, закладываемые в социально-экономическую стратегию России. Основной диапазон стратегического выбора здесь – от инерционно-сырьевого к модернизационному. И, учитывая, что большие транспортные проекты весьма инерционны, важно, чтобы сфера транспорта не была лимитирующей в реально осуществляемой национальной стратегии.

Выводы

В статье выполнен научно-аналитический обзор перспектив крупного железнодорожного строительства на Урале и прилегающих территориях на основе обобщения императивов действующих программно-стратегических документов и оценки тенденций развития железнодорожной транспортной системы. Сделан вывод о том, что наиболее устойчивыми в условиях значительной сценарной неопределенности и накопившихся задержек в развитии железнодорожной транспортной сети крупными проектами по строительству железных дорог рассматриваемой макротерритории России представляются Северный широтный ход, БклКомУр, линия Обская – Полуночное, а также Северо-Сибирская магистраль на ее Уральском участке.

Список литературы

1. Щербанин Ю.А. Некоторые проблемы развития железнодорожной инфраструктуры в России. *Проблемы прогнозирования*. 2012;(1):49–63. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18201554>
2. Мачерет Д.А. Неопределенность будущего как фундаментальная проблема долгосрочного развития транспорта. *Мир транспорта*. 2019;17(6):6–19. DOI: 10.30932/1992-3252-2019-17-06-19.
3. Поваров Г.В., Селезнёва А.В. Роль транспорта в экономике России. *Транспортное дело России*. 2015;(6):286–287. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25476126>
4. Поleshкина И.О. Полифункциональность транспортной системы северных регионов. *Мир транспорта*. 2018;16(2):104–116. DOI: 10.30932/1992-3252-2019-17-2-104-116.
5. Горбунов А.А. Железнодорожный транспорт в развитии регионов современной России: внутри- и внешнеполитические аспекты. *ПОИСК: Политика. Обществоведение. Искусство. Социология. Культура*. 2016;(3):116–126. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27207549>
6. Ayantoyinbo B.B., Ekundayo B.I. Inter-Sectorial Connectedness-The Analysis of the Transportation Sectors in Nigeria. *European Journal of Business and Innovation Research*. 2015;3(3):14–23.
7. Chen Z., Haynes K.E. Transportation infrastructure and economic growth in China: A meta-analysis. In: Shibusawa H., Sakurai K., Mizunoya T., Uchida S. (eds) *Socioeconomic Environmental Policies and Evaluations in Regional Science. New Frontiers in Regional Science: Asian Perspectives*. Singapore: Springer; 2017. Vol 24, pp. 339–357. DOI: 10.1007/978-981-10-0099-7_18.
8. Петров М.Б. Транспортные сети Большого Урала в формировании Урало-Арктического вектора развития. *Вестник Уральского государственного университета путей сообщения*. 2016;(4):103–112. DOI: 10.20291/2079-0392-2016-4-103-111.
9. Казарина В.В., Подвербный В.А. Принятие решения по выбору варианта трассы железнодорожной линии. *Мир транспорта*. 2019;17(3):140–151. DOI: 10.30932/1992-3252-2019-17-3-140-151.

References

1. Shcherbanin Y.A. Some problems of Russia's railway infrastructure. *Studies on Russian Economic Development*. 2012;23(1):37–47. DOI: 10.1134/S1075700712010108.
2. Macheret D.A. Uncertainty of the Future as a Fundamental Problem of the Long-Term Development of Transport. *Mir transporta = World of Transport and Transportation*. 2019;17(6):6–19. DOI: 10.30932/1992-3252-2019-17-06-19.
3. Povarov G.V., Selezneva A.V. The role of transport in the Russian economy. *Transportnoe delo Rossii = Transport Business of Russia*. 2015;(6):286–287. (In Russ.) Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25476126>
4. Poleshkina I.O. Polyfunctionality of the Transport System of Northern Regions. *Mir transporta = World of Transport and Transportation*. 2019;17(2):104–116. DOI: 10.30932/1992-3252-2019-17-2-104-116.
5. Gorbunov A.A. Rail transport in development of regions of modern Russia: internal and external political aspects. *POISK: Politika. Obshchestvovedenie. Iskusstvo. Sotsiologiya. Kultura = P.O.I.S.K (Policy. Social Science. Art. Sociology. Culture)*. 2016;(3):116–126. (In Russ.) Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27207549>
6. Ayantoyinbo B.B., Ekundayo B.I. Inter-Sectorial Connectedness-The Analysis of the Transportation Sectors in Nigeria. *European Journal of Business and Innovation Research*. 2015;3(3):14–23.
7. Chen Z., Haynes K.E. Transportation infrastructure and economic growth in China: A meta-analysis. In: Shibusawa H., Sakurai K., Mizunoya T., Uchida S. (eds) *Socioeconomic Environmental Policies and Evaluations in Regional Science. New Frontiers in Regional Science: Asian Perspectives*. Singapore: Springer; 2017. Vol 24, pp. 339–357. DOI: 10.1007/978-981-10-0099-7_18.
8. Petrov M.B. Greater Urals transport networks in the shaping of Urals-arctic development vector. *Vestnik Uralskogo gosudarstvennogo universiteta putei soobshcheniya = Herald of the Ural State University of Railway Transport*. 2016;(4):103–112. (In Russ.) DOI: 10.20291/2079-0392-2016-4-103-111.
9. Kazarina V.V., Podverbnyi V.A. Decision-Making on Choosing a Railway Line Option. *Mir transporta = World of Transport and Transportation*. 2019;17(3):140–151. (In Russ.) DOI: 10.30932/1992-3252-2019-17-3-140-151.

Информация об авторе

Тарасов Петр Иванович – кандидат технических наук, заместитель директора по научной работе, ООО «Перспектива-М», действительный член Академии горных наук, г. Екатеринбург, Российская Федерация; e-mail: tp6005@mail.ru

Петров Михаил Борисович – доктор технических наук, руководитель Центра развития и размещения производительных сил Института экономики Уральского отделения РАН, г. Екатеринбург, Российская Федерация; e-mail: michpetrov@mail.ru

Информация о статье

Поступила в редакцию: 15.09.2020

Поступила после рецензирования: 25.09.2020

Принята к публикации: 01.10.2020

Information about the author

Petr I. Tarasov – full member of the Russian Academy of Mining, Candidate of Science (Engineering), Deputy Director for Science, 'Perspektiva-M' LLC, Ekaterinburg, Russian Federation; e-mail: tp6005@mail.ru

Mikhail B. Petrov – Doctor of Engineering, Head of the Centre for the Development and Allocation of Labour Forces at the Institute of Economics of the Urals Branch of RAS, Ekaterinburg, Russian Federation; e-mail: michpetrov@mail.ru

Article info:

Received: 15.09.2020

Revised: 25.09.2020

Accepted: 01.10.2020

Автотехника для строительства транспортных коридоров

П.И. Тарасов¹✉, М.Л. Хазин², А.П. Тарасов¹, П.Л. Мариев³

¹ ООО «Перспектива-М», г. Екатеринбург, Российская Федерация

² Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Российская Федерация

³ независимый исследователь, г. Минск, Республика Беларусь

✉tp6005@mail.ru

Резюме: Цель работы: анализ перспектив автотехники для строительства транспортных коридоров и развития транспортной инфраструктуры арктических и северных территорий России. Методология проведения исследования: анализ существующей карьерной и дорожно-строительной автотехники, позволяющей проводить строительство транспортных коридоров в арктических и северных территориях России в условиях слабонесущих грунтов и бездорожья. Результаты: Для строительства транспортных коридоров в условиях арктических и северных территорий России предлагается разработать новые виды транспортных средств на базе автотехники БелАЗ для слабонесущих грунтов. Для производства и внедрения новых видов транспортных средств, прежде всего гусеничных транспортеров, троллейбусов, автомобилей и автопоездов, авторы предлагают организовать лизинг патентов и организовать встречу с возможными пользователями патентов для обсуждения предполагаемых путей финансирования и реализации новых видов техники. Выводы: предлагаемые новые виды транспорта позволят осуществить строительство транспортных коридоров в арктических и северных территориях России.

Ключевые слова: карьерный автосамосвал, дорожно-строительный автосамосвал, гусеничный транспортер, автопоезд, открытые горные работы, дизельное топливо, экология

Для цитирования: Тарасов П.И., Хазин М.Л., Тарасов А.П., Мариев П.Л. Автотехника для строительства транспортных коридоров. Горная промышленность. 2020;(6):132–136. DOI: 10.30686/1609-9192-2020-6-132-136.

Automotive Equipment for Construction of Transport Corridors

P.I. Tarasov¹✉, M.L. Khazin², A.P. Tarasov¹, P.L. Mariev³

¹ Perspektiva-M LLC, Ekaterinburg, Russian Federation

² Ural State Mining University, Ekaterinburg, Russian Federation

³ independent researcher, Minsk, Republic of Belarus

✉tp6005@mail.ru

Abstract: Research objective: analysis of potential application of automotive equipment in construction of transport corridors and development of transport infrastructure in the Arctic and Northern Territories of Russia. Research methodology: analysis of existing open-pit and road construction equipment that enables the construction of transport corridors in the Arctic and Northern Territories of Russia in conditions of weak soils and lack of proper roads. Research results: For the construction of transport corridors in the Arctic and Northern Territories of Russia, it is proposed to develop new types of vehicles based on BelAZ automotive equipment for soils with low carrying capacity. In order to manufacture and introduce new types of vehicles, especially tracked transport vehicles, trackless trolley trucks, cars and road trains, the authors suggest leasing of patents and arranging meetings with possible patent holders to discuss ways of financing and marketing new types of equipment. Conclusions: the proposed new types of vehicles will make it possible to build transport corridors in the Arctic and Northern Territories of Russia.

Keywords: open-pit dump truck, road construction dump truck, tracked transport vehicle, road train, surface mining, diesel fuel, ecology

For citation: Tarasov P.I., Khazin M.L., Tarasov A.P., Mariev P.L. Automotive Equipment for Construction of Transport Corridors. Gornaya promyshlennost = Russian Mining Industry. 2020;(6):132–136. (In Russ.) DOI: 10.30686/1609-9192-2020-6-132-136.

Введение

Транспортный комплекс во все времена играл и играет ключевую роль в социально-экономическом развитии, выполняя связующую и мультипликационную функцию пространственного освоения и выступая катализатором прогресса. В современных геоэкономических условиях развитие территорий арктической зоны Российской Федерации должно основываться на усилении экономического и геополитического присутствия государства в данном регионе, на развитии экспортного и транзитного потенциала, повышении конкурентоспособности и национальной безопасности экономики. Дальнейшее экономическое развитие России в XXI в. невозможно без расширенного освоения Арктики, но на новой качественной основе с соблюдением экологических приоритетов в связи с ее природно-климатическими особенностями, так как эта зона наиболее уязвима к различным видам загрязнений [1].

Основным фактором, препятствующим освоению региона, является технологическое и структурное отставание в развитии транспортной инфраструктуры и ее неравномерное распределение в арктических регионах России [2; 3]. Во многом это связано с особенностями погодно-климатических условий как России, так и других приарктических стран – экстремально низкие температуры, сильный снегопад, ветры и их взаимодействия [4], что значительно усложняет работу всех видов транспортных средств. Недостаточно развитая транспортная инфраструктура арктических территорий всех северных стран значительно затрудняет доставку грузов населению и запасных частей для промышленного оборудования [5].

Поэтому масштабному хозяйственному освоению Севера и арктической зоны России должно предшествовать создание современной транспортной инфраструктуры, формирование которой даст импульс к ускоренному и эффективному освоению тысяч крупных месторождений полезных ископаемых в арктических и северных территориях России [6].

Исследование и анализ проблемы

Создание современной транспортной инфраструктуры означает строительство новых транспортных магистралей. В процессе сооружения грунтовых насыпей предстоит переместить миллионы тонн грунта. Производительность предстоящих производственных процессов, трудоемкость и стоимость строительства определяются средствами транспорта и уровнем механизации работ.

Строительство транспортных магистралей является наиболее материалоемкой областью по использованию нерудных материалов и связано с перемещением значительных объемов земляной массы. Кроме того, стоимость выполнения земляных работ достаточно существенна, поэтому правильный выбор метода и средств механизации этих работ является необходимым условием их успешного выполнения.

При всем своем разнообразии вскрышные, карьерные и земляные работы состоят из одинаковых многократно повторяющихся операций: копания земляной (горной) массы, ее погрузке и транспортировании, выгрузке в отвал или укладке. Вследствие этого для производства вскрышных, карьерных и земляных работ используется однотипная техника: экскаваторы, бульдозеры, скреперы, автогрейдеры и автосамосвалы. Эта техника применяется в сельском хозяйстве, горной промышленности, при строительстве плотин и создании коммуникаций [7].

Особенностью строительства новых транспортных магистралей является то, что строительство будет осуществляться в условиях бездорожья, когда обычные дорожно-строительные автосамосвалы не могут использоваться. В таких условиях возможно использование только специализированной и внедорожной техники.

Результаты

Классические карьерные самосвалы предназначены для вывоза горной массы от глубоких экскаваторных забоев по дорогам с крутыми (до 20–25 %) подъемами (съездами), доля которых обычно составляет 70–85 % всего маршрута. Карьерный самосвал практически выполняет челночные рейсы на коротких расстояниях: забой карьера – приемный бункер обогатительной фабрики на борту карьера или промежуточный перегрузочный склад. Вследствие этого мощность двигателя карьерного самосвала, как правило, вдвое больше мощности, достаточной для перевозок по равнинным дорогам (рис. 1).

Достоинствами карьерного автотранспорта являются: большая грузоподъемность, высокая проходимость и возможность эксплуатации в самых разнообразных климатических, горно-геологических и дорожных условиях по дорогам со сложно-переменным профилем и большим числом крутых поворотов, по временным дорогам с плохим покрытием. Недостатком карьерного автотранспорта являются небольшие расстояния перевозки – от 1 до 5 км. Движение карьерных самосвалов по обычным дорогам недопустимо из-за больших осевых нагрузок и удельных давлений колес на поверхность дороги (рис. 2).

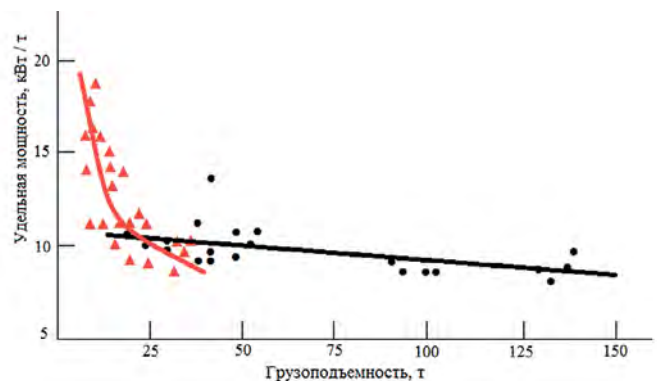


Рис. 1
Зависимость удельной мощности для дорожно-строительных (▲) и карьерных (●) автосамосвалов

Fig. 1
Correlation of power-to-weight ratio of road construction (▲) and open-pit (●) dump trucks

Дорожно-строительные автосамосвалы грузоподъемностью от 20 до 33 т широко и успешно используются для транспортирования земляной и горной массы в небольших строительных и угольных карьерах с подготовленными технологическими дорогами, а также при строительстве крупных ирригационных сооружений. Наибольшее распространение из них получили автосамосвалы на базе шасси грузовых автомобилей ЗИЛ, ГАЗ и КамАЗ, отличающиеся уменьшенной длиной, укороченной базой, формой грузового кузова, наличием подъемного механизма и надрамника грузового кузова. Достоинством дорожно-строительных автосамосвалов является возможность транспортирования грузов на большие расстояния, недостатком – низкая проходимость по бездорожью и пересеченной местности. В условиях транспортировки значительных

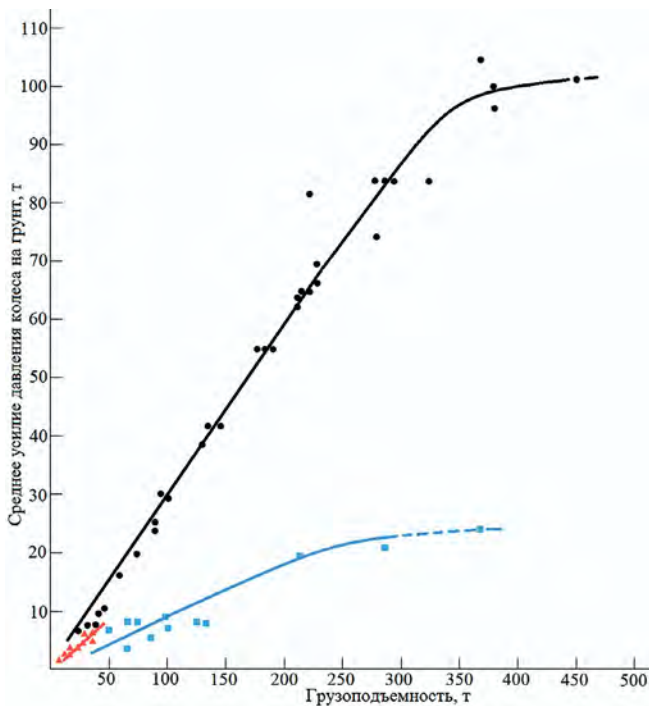


Рис. 2
Зависимость среднего давления колеса на грунт для дорожно-строительных (▲), карьерных (●) автосамосвалов и автопоездов (■)

Fig. 2
Correlation of average wheel ground pressure of road construction (▲), open-pit (●) dump trucks and road trains (■)

объемов горной (земляной) массы в условиях практического отсутствия дорог по достаточно равнинной местности использовать классические карьерные автосамосвалы экономически нецелесообразно, а дорожно-строительные – технически невозможно.

При строительстве транспортных коридоров из пустых пород отвалов, подразумевается разработка трех новых видов транспорта:

- 1) принципиально новые карьерные транспортные средства, позволяющие повысить производительность и экономичность горных работ;
- 2) принципиально новое горнотранспортное оборудование, например, с повышенной грузоподъемностью автопоездов до 300–400 т и более, с повышенной мощностью энергосиловых установок за счет использования других энергоносителей (электроэнергии, газа и др.);
- 3) разработка на базе большегрузного карьерного транспорта дорожно-строительной техники, позволяющей строить многослойные авто- и железные дороги высотой до 10 м (а в исключительных случаях и более).

При строительстве транспортных магистралей и, по возможности, сохранении экологии окружающей среды большое значение приобретает снижение себестоимости транспортирования земляной массы за счет сокращения расхода горюче-смазочных материалов, затраты на которые составляют 15–25 % общих затрат на эксплуатацию мощного внедорожного автотранспорта.

Для карьерного транспорта в основном используются дизельные двигатели, эксплуатация которых имеет известные проблемы [8]:

- 1) низкую скорость в грузовом направлении;
- 2) задымленность рабочей атмосферы карьера;
- 3) значительный расход дорогого дизельного топлива;
- 4) вредное воздействие выхлопных газов на здоровье людей;

5) большие затраты на хранение и транспортировку дизельного топлива в удаленные северные и арктические территории России.

Современная карьерная автотехника позволяет транспортировать горную массу на 5–15 км. Для транспортировки значительных объемов горной (земляной) массы на большие расстояния – 140–150 км и до 500 км – следует использовать многозвенные автопоезда (рис. 3) [9].



Рис. 3
Карьерный самосвалный автопоезд FAUN RTST PitHauler

Fig. 3
FAUN RTST PitHauler open-pit tipping road train

Многосекционные сочлененные карьерные автосамосвалы (автопоезда) имеют ряд важных преимуществ перед классическими двухосными тяжелыми машинами – это более гибкое использование с возможностью транспортировки горной массы на дальние расстояния с высокой средней скоростью. Грузоподъемность такого карьерного автосамосвала может регулироваться по требованию, с помощью подключения дополнительных самосвальных секций и даже путем сцепки дополнительного тягового агрегата, что позволяет наращивать грузоподъемность автопоезда до 200, 250 и 300 т полезной нагрузки.

Характерный для автопоездов принцип движения «коле-со-в-колесо» и применение специальных устройств гарантируют безопасное их движение под уклон, исключающий риск складывания прицепной части состава.

Следует особо отметить, что при движении колесного транспорта по слабонесущим грунтам значительное влияние на его скорость оказывает давление оси транспорта на грунт (см. рис. 2). И в этом плане использование автопоездов предпочтительнее, чем тяжелых жесткорамных самосвалов такой же грузоподъемности.

Кроме того, необходимо учитывать режим нагрузок на транспортные средства при разработке месторождений, обусловленный чередованием движения автомобиля в карьере под уклон и на подъем и по горизонтальным участкам после выезда из карьера. На каждом участке пути его движения требуется соответствующая мощность двигателя. Поэтому в условиях Арктики чередование подъемов и спусков с горизонтальными участками на трассах движения груженого и порожнего автомобилей предъявляет самые жесткие требования к прочности конструкции и надежности узлов и силовых агрегатов. Эти задачи успешно решаются при использовании автопоездов с «активными» осями, которые включаются в работу при возникновении необходимости повышения мощности двигателя автомобиля.

Не менее важную роль играет конструктивная особенность многозвенных автопоездов, состоящая в применении однотипных или унифицированных элементов в каждом звене.

Строительство постоянных автодорог для эксплуатации автопоездов позволит также обеспечить снижение стоимо-

сти и круглогодичность доставки оборудования и материалов на промышленную площадку карьера по сравнению с сезонной переброской по зимникам или вертолетами [9].

Положительный опыт эксплуатации многозвенных автопоездов Scania был получен в Удачинском ГОКе. Установлено [10], что работа автосамосвалов в составе карьерных автопоездов позволяет повысить эффективность работы автомобильного транспорта, значительно сократить протяженность трассы, уменьшить объем горно-капитальных работ и их стоимость, уменьшить капитальные затраты на транспорт и его эксплуатацию, улучшить экологическую обстановку в карьерах, а также увеличить глубину обработки карьера и отказаться от подземной разработки нижних горизонтов месторождения.

Многозвенные автопоезда могут принять активное участие в строительстве опытно-промышленных участков дорог. Двухгодичный опыт эксплуатации самосвалов Тонар-7502 в компании АЛРОСА на перевозке алмазосодержащей руды с плечом от 50 до 180 км (Верхне-Мунское месторождение) подтвердил возможность использования автопоездов для транспортировки горной массы на значительные расстояния при средней скорости 50–60 км/ч¹.

Для реального воплощения технологии возведения дорог из щебня, полученного при «разборке» старых отвалов, предстоит дополнительно освоить производство ряда специальных машин: автономных экскаваторов в северном исполнении, высокопроизводительных и мобильных дробильно-сортировочных комплексов, буровзрывных устройств. Предполагается их участие в «разборке» старых отвалов и последующей погрузке щебня на другие виды транспорта. Кроме этого, необходимо развить серийное производство судов на воздушной подушке, снегоболотоходов и других видов техники, обладающих амфибийными характеристиками, которые будут использоваться на ранних стадиях освоения месторождений для перевозки людей и оборудования, когда еще отсутствуют дороги. На следующем этапе, по завершении вскрытия и подготовки месторождения, в карьере можно повсеместно применять многозвенные автопоезда с активными осями. Уже после этого для объединения всех карьеров в единую дорожную сеть в условиях Арктики и северных территорий Западной Якутии станет актуальной задача строительства и использования облегченной железной дороги. В настоящее время эти виды транспорта не имеют аналогов в мировой практике.

При строительстве транспортных коридоров всю дорожно-строительную технику следует изготавливать на базе карьерной техники БелАЗа (погрузчики, отвалобработатели и др.). Например, в Белоруссии изготовлена экспериментальная модель многозвеньевого автопоезда. Под управлением всего одного водителя такой автопоезд может без проблем доставить около 100 т рудной породы

из карьера непосредственно на обогатительную фабрику, даже при условии, что она находится в 500 км².

Авторы на протяжении многих лет разрабатывают карьерный транспорт с учетом этих проблем. К настоящему времени у коллектива имеются новые разработки, которые позволяют уменьшить влияние этих негативных факторов. Имеются патенты на сборочные автосамосвалы, подготовлены патенты на магистральный автотранспорт для перевозки руды до обогатительной фабрики, а также транспорт с различными видами энергопитания.

Разработанные и подготовленные для публикации патенты имеют один существенный недостаток. В создании новой техники участвуют, кроме патентообладателя, как минимум:

- завод-изготовитель отдельных агрегатов;
- завод, осуществляющий общую сборку;
- горное предприятие, которое и получает основную выгоду, но не желает платить за НИР.

Поэтому авторы предлагают организовать лизинг патентов и организовать встречу с возможными пользователями патентов для обсуждения возможных путей финансирования и реализации новых видов техники.

У авторов имеется ряд предложений по коллективному софинансированию производства новых видов техники и внедрению разработанных патентов, которые распространяются прежде всего на гусеничные транспортеры, троллейбусы, автомобили и автопоезда:

- гусеничные транспортеры ГТ-80 и ГТ-100;
- троллейбусы АТ 50 – АТ 300;
- автосамосвалы с удельной мощностью до 8–9 кВт/т;
- карьерные автопоезда грузоподъемностью 600–700 т.

Все это распространяется на карьерный транспорт и транспорт, перевозящий горную массу от карьера до обогатительной фабрики (места доставки) при расстоянии транспортирования до 500 км. Однако, например, Токтомырское месторождение требует перевозки на расстояние до 2000 км.

На некоторых месторождениях Якутии ввиду отсутствия прямой дороги до места доставки горная масса перевозится окольным путем, различными видами транспорта, с неоднократной перегрузкой на расстояния до 5–6 тыс. км.

Выводы

Для строительства транспортных коридоров в условиях слабонесущих грунтов и бездорожья арктических и северных территорий России предлагается разработать новые виды транспортных средств на базе автотехники БелАЗ. Для производства и внедрения новых видов транспортных средств авторы предлагают организовать лизинг патентов и организовать встречу с возможными пользователями патентов для обсуждения предполагаемых путей финансирования и реализации новых видов техники.

¹ https://reis.zr.ru/article/avtomobili/gruzoviki/samosvalnyj_avtopoezd_na_shassi_volvo_fh16_8x4/

² <http://www.mirpricepov.ru/modern/statya37.php>

Список литературы

1. Белый О.В. Комплексные проблемы устойчивого развития транспортного комплекса Арктической зоны Российской Федерации. *Арктика: экология и экономика*. 2014;(3):4–8. Режим доступа: [http://arctica-ac.ru/docs/3\(15\)/004_008_АРКТИКА_3\(15\)_09_2014.pdf](http://arctica-ac.ru/docs/3(15)/004_008_АРКТИКА_3(15)_09_2014.pdf)
2. Киккас К.Н. Международные транспортные коридоры и Арктика. *МИР (Модернизация. Инновации. Развитие)*. 2016;6(3):178–184. Режим доступа: <https://www.mir-nauka.com/jour/article/viewFile/258/262>
3. Воронина Е.П. Транспортное освоение арктических территорий: стратегические задачи и анализ рисков. *Арктика: экология и экономика*. 2017;(3):61–68. DOI: 10.25283/2223-4594-2017-3-61-68.
4. Roh H.J., Sharma S., Sahu P.K. Modeling snow and cold effects for classified highway traffic volumes. *KSCE Journal of Civil Engineering*. 2016;20(4):1514–1525. DOI: 10.1007/s12205-015-0236-0.

5. Ayele Y.Z., Barabadi A., Barabady J. Dynamic spare parts transportation model for Arctic production facility. *International Journal of System Assurance Engineering and Management*. 2016;7(1):84–98. DOI: 10.1007/s13198-015-0379-x.
6. Андрианов В.А. Формирование транспортной инфраструктуры российского сектора Арктики в XXI веке. *Арктика и Север*. 2012;9:118–139. Режим доступа: http://www.arcticandnorth.ru/article_index_years.php?ELEMENT_ID=47260
7. Перепелкин М.Л., Мокрицкая Н.И., Ельникова Е.А. Состояние и перспективы развития машин для земляных работ. *Горная промышленность*. 2018;(6):70–71. DOI: 10.30686/1609-9192-2018-6-142-70-71.
8. Хазин М.Л., Тарасов П.И., Фурзиков В.В., Тарасов А.П. Эколого-экономическая оценка использования карьерных самосвалов. *Известия вузов. Горный журнал*. 2018;(7):85–94. DOI: 10.21440/0536-1028-2018-7-85-94.
9. Тарасов П.И., Зырянов И.В., Хазин М.Л. Новые специализированные виды транспортных средств для Арктики. *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)*. 2018;(3):136–147. DOI: 10.25018/0236-1493-2018-3-0-136-147.
10. Зырянов И.В., Павлов В.А., Кондратюк А.П., Моряков А.В., Альмяшев Р.К. Опыт промышленной эксплуатации многозвенных автопоездов SCANIA в Удачнинском ГОКе. *Горная промышленность*. 2014;(6):38–40. Режим доступа: <https://mining-media.ru/ru/article/transport/7796-opytno-promyshlennaya-ekspluatatsiya-mnogozvennykh-avtopoezdov-scania-v-udachninskom-goke>

References

1. Belyi O.V. Integrated problems of sustainable development of the transport complex in the Russian Arctic. *Arktika: ekologiya i ekonomika = Arctic: Ecology and Economy*. 2014;(3):4–8. (In Russ.) Available at: [http://arctica-ac.ru/docs/3\(15\)/004_008_ARKTIKA_3\(15\)_09_2014.pdf](http://arctica-ac.ru/docs/3(15)/004_008_ARKTIKA_3(15)_09_2014.pdf)
2. Kikkas K.N. International transport corridors and the Arctic. M.I.R. (*Modernization. Innovation. Research*). 2016;6(3):178–184. (In Russ.) Available at: <https://www.mir-nayka.com/jour/article/viewFile/258/262>
3. Voronina E. P. Transportation development of the Arctic land area: strategic goals and risk analysis. *Arktika: ekologiya i ekonomika = Arctic: Ecology and Economy*. 2017;(3):61–68. (In Russ.) DOI: 10.25283/2223-4594-2017-3-61-68.
4. Roh H.J., Sharma S., Sahu P.K. Modeling snow and cold effects for classified highway traffic volumes. *KSCE Journal of Civil Engineering*. 2016;20(4):1514–1525. DOI: 10.1007/s12205-015-0236-0.
5. Ayele Y.Z., Barabadi A., Barabady J. Dynamic spare parts transportation model for Arctic production facility. *International Journal of System Assurance Engineering and Management*. 2016;7(1):84–98. DOI: 10.1007/s13198-015-0379-x.
6. Andrianov V. A. Formation of the transport infrastructure of the Russian sector of the Arctic in the XXI century. *Arktika i Sever = Arctic and North*. 2012;9:118–139. (In Russ.) Available at: http://www.arcticandnorth.ru/article_index_years.php?ELEMENT_ID=47260
7. Perepelkin M.A., Mokritskaya N.I., Elnikova E.A. The state of the art and prospects of earthmoving machinery development. *Gornaya promyshlennost = Russian Mining Industry*. 2018;(6):70–71. (In Russ.) DOI: 10.30686/1609-9192-2018-6-142-70-71.
8. Khazin M.L., Tarasov P.I., Furzikov V.V., Tarasov A.P. Ecological and economic evaluation of open pit dump trucks use. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Gornyi zhurnal = News of the Higher Institutions. Mining Journal*. 2018;(7):85–94. (In Russ.) DOI: 10.21440/0536-1028-2018-7-85-94.
9. Tarasov P.I., Zyryanov I.V., Khazin M.L. New special-purpose transport for the Arctic. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2018;(3):136–147. (In Russ.) DOI: 10.25018/0236-1493-2018-3-0-136-147.
10. Zyryanov I.V., Pavlov V.A., Kondratyuk A.P., Moryakov A.V., Al'myashev R.K. Pilot operation of scania long haul trucks at the Udachninsky GOK. *Gornaya promyshlennost = Russian Mining Industry*. 2014;(6):38–40. (In Russ.) Available at: <https://mining-media.ru/ru/article/transport/7796-opytno-promyshlennaya-ekspluatatsiya-mnogozvennykh-avtopoezdov-scania-v-udachninskom-goke>

Информация об авторе

Тарасов Петр Иванович – кандидат технических наук, заместитель директора по научной работе, ООО «Перспектива-М», действительный член Академии горных наук, г. Екатеринбург, Российская Федерация; e-mail: tp6005@mail.ru

Хазин Марк Леонтьевич – доктор технических наук, профессор, Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Российская Федерация; e-mail: Khasin@ursmu.ru

Тарасов Александр Петрович – инженер, ООО «Перспектива-М», действительный член Академии горных наук, г. Екатеринбург, Российская Федерация; e-mail: tp6005@mail.ru

Мариев Павел Лукьянович – доктор технических наук, независимый исследователь, г. Минск, Республика Беларусь, e-mail: mariev@tut.by

Информация о статье

Поступила в редакцию: 01.10.2020

Поступила после рецензирования: 09.10.2020

Принята к публикации: 15.10.2020

Information about the author

Petr I. Tarasov – full member of the Russian Academy of Mining, Candidate of Science (Engineering), Deputy Director for Science, ‘Perspektiva-M’ LLC, Ekaterinburg, Russian Federation; e-mail: tp6005@mail.ru

Mark L. Khazin – Doctor of Engineering, Full Professor, Ural State Mining University, Ekaterinburg, Russian Federation; e-mail: Khasin@ursmu.ru

Aleksandr P. Tarasov – Engineer, ‘Perspektiva-M’ LLC, Ekaterinburg, Russian Federation; e-mail: tp6005@mail.ru

Pavel L. Mariev – Doctor of Engineering, independent researcher, Minsk, Republic of Belarus, e-mail: mariev@tut.by

Article info:

Received: 01.10.2020

Revised: 09.10.2020

Accepted: 15.10.2020

Динамика восстановления нарушенных земель горнодобывающей отрасли в соответствии с принципом самоорганизации природных систем и ее прогнозирование по спутниковым данным

С.П. Месяц✉, С.П. Остапенко

Горный институт Кольского научного центра Российской академии наук, г. Апатиты, Российская Федерация
✉s.mesyats@ksc.ru

Резюме: Экологические проблемы освоения месторождений минерального сырья в значительной степени связаны с необходимостью складирования отходов добычи и переработки, являющихся источником загрязнения природной среды. Большие площади складированных отходов рудообогатения определяют целесообразность применения спутниковых данных для мониторинга экологического состояния нарушенных земель с целью принятия обоснованных решений по восстановлению целостности природных ландшафтов, что имеет принципиальное значение для Арктических регионов. Цель исследований – выявление на основе спутниковых данных динамики формирования фитоценоза со структурой окружающего природного ландшафта при реализации технологии, разработанной в Горном институте Кольского научного центра РАН в соответствии с принципом самоорганизации природных систем в рамках эволюции системы «горная порода – биота» созданием сеяного без нанесения плодородного слоя злакового фитоценоза, обеспечивающего образование биологически активной среды. Анализ временного ряда спутниковых данных вегетационного индекса, характеризующего сукцессию сеяного злакового фитоценоза на откосах ограждающей дамбы складированных отходов обогащения Хибинской группы месторождений апатитсодержащих руд, свидетельствует об определяющем влиянии фитоценологических факторов на динамику восстановления природных экосистем. Геоботаническое исследование мониторингового полигона показало, что при переходе к лесной стадии сукцессии сеяного злакового фитоценоза наблюдается появление ярусной структуры и массовое подселение видов окружающего природного ландшафта, что согласуется с увеличением вегетационного индекса и позволяет прогнозировать динамику восстановления природных экосистем.

Ключевые слова: нарушенные земли, восстановление, складированные отходы рудообогатения, ограждающая дамба, сеяный злаковый фитоценоз, сукцессия, видовой состав растительного покрова, природный ландшафт, мониторинг, спутниковые данные, вегетационный индекс, индекс стресса влажности

Благодарности: Работа выполнена в рамках государственного задания № 0226-2019-0060 «Развитие методологии мониторинга природных экосистем при восстановлении нарушенных земель горнопромышленного комплекса в соответствии с концепцией естественного почвообразования созданием биологически активной среды».

Для цитирования: Месяц С.П., Остапенко С.П. Динамика восстановления нарушенных земель горнодобывающей отрасли в соответствии с принципом самоорганизации природных систем и ее прогнозирование по спутниковым данным. *Горная промышленность*. 2020;(6):137–142. DOI: 10.30686/1609-9192-2020-6-137-142.

Recovery Dynamics of Lands Disturbed by Mining Operations due to Self-Organizing Principle of Natural Systems and its Forecasting Using Satellite Data

S.P. Mesyats✉, S.P. Ostapenko

Mining Institute of the Kola Science Centre of the Russian Academy of Science, Apatity, Russian Federation
✉s.mesyats@ksc.ru

Abstract: Environmental issues associated with the development of mineral deposits are largely caused by the need to store mining and processing waste which becomes a source of environmental pollution. Large areas of dumped ore processing wastes determine the expediency of applying satellite data to monitor the environmental condition of the disturbed lands in order to make justified decisions on restoring the integrity of natural landscapes, which is crucial for the Arctic regions. The purpose of the research is to use the satellite data as the basis to reveal the dynamics of plant formation on the surrounding natural terrain when implementing the technology developed in the Mining Institute of the Kola Scientific Center of the Russian Academy of Sciences in accordance with the self-organizing principle of natural systems in the framework of the rock-biota system evolution. This is achieved by introducing a gramineous plant community without creating a fertile layer, which creates a biologically active environment. Analysis of the vegetation index obtained from a time series of the satellite data that characterizes the introduced vegetational change of the gramineous plant community on the bund wall slopes at the Khibiny group of apatite-containing ore deposits demonstrates the determinant influence of phytocoenotic factors on the recovery dynamics of natural ecosystems. A geobotanical study of the monitoring site has shown that in transition from the introduced gramineous to the forest stage of vegetational change, we observe a tier structure and large-scale resettlement of species from the adjacent natural areas, which is consistent with an increase in the vegetation index and allows to predict the dynamics of the natural ecosystem recovery.

Keywords: disturbed lands, ecological restoration, stockpiled ore processing waste, protective dam, sown cereal phytocenosis, succession, species composition of vegetation cover, monitoring, satellite data, vegetation index, moisture stress index

Acknowledgments: The study was carried out within the framework of the State Contract No. 0226-2019-0060 "Development of methodology for monitoring natural ecosystems during reclamation of lands disturbed by mining operations in compliance with the concept of natural soil formation through creation of a biologically active environment".

For citation: Mesyats S.P., Ostapenko S.P. The dynamics of restoration of disturbed lands in the mining industry in accordance with the self-organization principle of natural systems and its prediction by satellite data. *Gornaya promyshlennost = Russian Mining Industry*. 2020;(6):137–142. (In Russ.) DOI: 10.30686/1609-9192-2020-6-137-142.

Введение

Актуальность проблемы поддержания устойчивого состояния биосферы перманентно возрастает при снижении ее продуктивности на фоне роста производства и потребления ресурсов [1]. Проблема сохранения биосферы выводит на первое место необходимость сохранения и восстановления почвенной оболочки в свете современного знания ее роли в поддержании устойчивого состояния биосферы [2].

Анализ практики восстановления техногенно-нарушенных земель позволяет сделать вывод, что наиболее перспективный путь состоит в содействии регенерационным возможностям природной среды на основе изучения потенциала самовосстановления каждой конкретной природной системы [3].

В Горном институте КНЦ РАН разработана методология восстановления нарушенных земель горной отрасли в соответствии с принципом самоорганизации природных систем созданием биологически активной среды, обеспечивающей увеличение энергетического потенциала системообразующей функции биоты. Сеяный без нанесения плодородного слоя злаковый фитоценоз приводит к значительно более быстрому, чем при самозарастании, формированию биогеоценоза-аккумулятивного горизонта. В ходе мониторинга выделены три стадии сукцессии сеяного фитоценоза: луговая стадия, переход от луговой стадии к лесной, лесная стадия [4].

Изучение видового состава и биопродуктивности лесной стадии сукцессии сеяного фитоценоза, а также генетических характеристик формирующейся почвы свидетельствует о более быстром, чем при самозарастании, формировании фитоценоза со структурой окружающего природного ландшафта, что подтверждает правильность разработанной методологии, обеспечивающей восстановление природных экосистем в соответствии с принципом их самоорганизации [4].

Для исследования динамики восстановления природных экосистем, учитывая площадные характеристики нарушенных земель горной отрасли, перспективно использование дистанционных методов [5–7]. Современные средства программной обработки мультиспектральных спутниковых данных просты в освоении, методики их применения для ситуативного мониторинга территории представлены в сети Интернет [8–12]. Свободный доступ и оперативная публикация данных, перманентная спутниковая съемка, пространственный охват представляют возможность оценивать площадные параметры горнопромышленных объектов с высокой точностью, несмотря на невысокое по современным меркам пространственное разрешение ~10–30 м [6]. Выбор и комбинация спектральных каналов обеспечивают требуемое информационное наполнение спутниковых изображений, обусловленное особенностями взаимодействия солнечной радиации с подстилающей поверхностью [13].

Для характеристики растительного покрова по спутни-

ковым данным наиболее часто используется вегетационный индекс (NDVI – normalized difference vegetation index), нормированная разность в интенсивности красного и ближнего инфракрасного каналов спутникового изображения [14]. Как было показано ранее на примере складированных отходов обогащения бадделеит-апатит-магнетитовых руд, при формировании фитоценоза со структурой окружающего природного ландшафта в ходе сукцессии сеяного фитоценоза происходит увеличение вегетационного индекса [15].

Из индексов, используемых для оценки специфических признаков состояния формирующегося фитоценоза, представляет интерес индекс стресса влажности (MSI – moisture stress index), характеризующий содержание влаги в листьях растений. Экстремальные (менее 0,3 или более 3) значения индекса используются в качестве индикатора угнетения растительности, связанного с недостатком или переизбытком влаги, а наиболее благоприятным условиям вегетации отвечают значения от 0,3 до 2 [16]. Так, исследование по спутниковым данным фитоценоза, формируемого на ограждающей дамбе складированных отходов обогащения бадделеит-апатит-магнетитовых руд, показало значимую (более 20%), но остающуюся в пределах благоприятных условий вегетации, вариацию индекса стресса влажности растительного покрова нижних ярусов дамбы [15].

Цель исследований

Обоснование использования спутниковых данных для мониторинга экологического состояния нарушенных земель горной отрасли с целью принятия обоснованных решений по восстановлению целостности природных ландшафтов.

Характеристика объекта исследований

Тестовым объектом были определены складированные отходы рудообогащения, характеризующиеся наибольшим проявлением факторов, лимитирующих самозарастание (мелкодисперсность и бесструктурность субстрата, полное отсутствие органического вещества и элементов питания растений, низкая влагоемкость, подверженность ветровой и водной эрозии). В статье представлены данные по действующему хвостохранилищу, куда складированы отходы обогащения Хибинской группы месторождений апатит-содержащих руд, максимальная высота ограждающей дамбы на конечной отметке заполнения 200,0 м составит 89,4 м. Мониторинговый полигон находится на ограждающей дамбе северо-восточной экспозиции, где в течение 40 лет проводятся исследования сукцессии сеяного без нанесения плодородного слоя злакового фитоценоза. Характерные размеры полигона: длина составляет 1835 м, ширина бермы ~15 м, высота ~30 м (сдвоенные откосы) (рис. 1).

Работы по закреплению откосов ограждающей дамбы складированных отходов обогащения апатитсодержащих

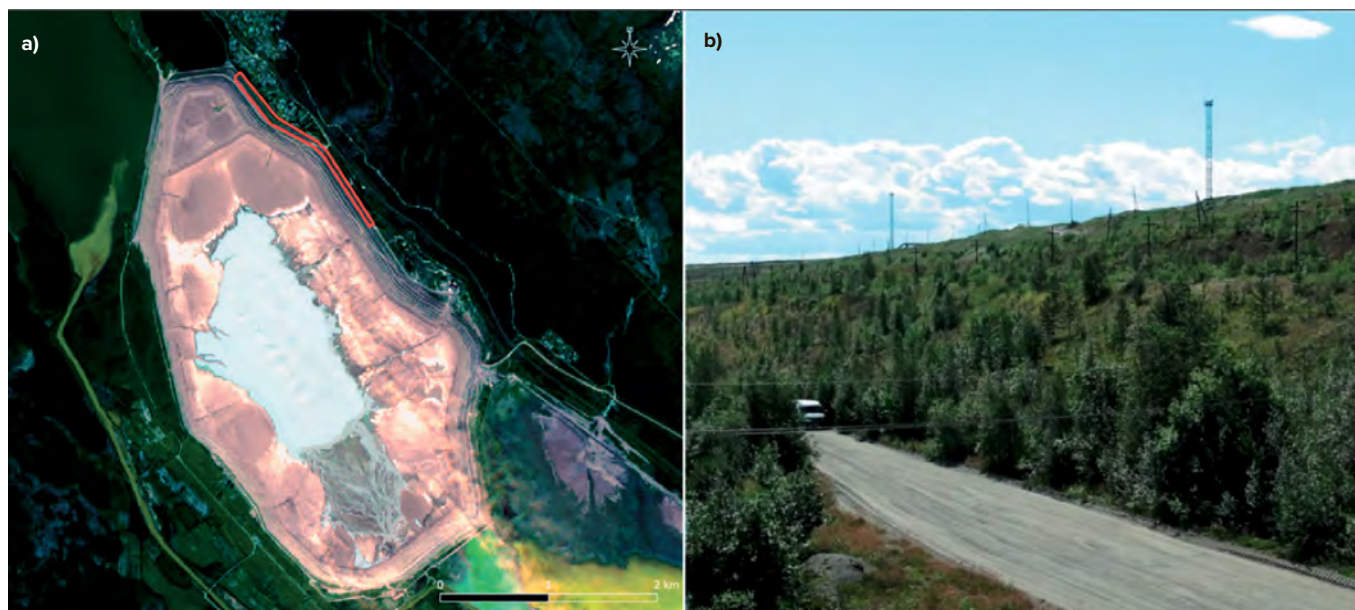


Рис. 1
а) – Спутниковое изображение складированных отходов обогащения Хибинской группы месторождений апатитосодержащих руд, выделен мониторинговый полигон на ограждающей дамбе;
б) – Формирование фитоценоза со структурой окружающего природного ландшафта в ходе лесной стадии сукцессии сеяного злакового фитоценоза на мониторинговом полигоне

Fig. 1
a) – A satellite image of the dumped processing wastes at the Khibiny group of apatite-containing ore deposits, the monitored dump at the bund wall is indicated;
b) – Formation of a plant community with the structure of the surrounding natural landscape during the forest stage of vegetational change of the introduced gramineous community at the monitored dump site

руд с целью пылеподавления созданием растительного покрова без нанесения плодородного слоя стартовали в начале 1980-х годов, что определяет точку отсчета временного ряда оценки фотосинтезирующей активности формирующегося фитоценоза по данным спутниковых наблюдений.

В соответствии с разработанной в Горном институте технологией многолетние злаки высеваются совместно с одолетней покровной культурой, обеспечивающей поступление большого количества растительных остатков для создания биологически активной среды с первого года. После посева мелкокапельным нанесением водной полимерной эмульсии создается полимерное покрытие, сразу же обеспечивающее прекращение ветровой и водной эрозии складированных отходов рудообогачения и улучшение экологического фона корнеобитаемых горизонтов [4].

Данные спутниковых наблюдений и их обработка

Для изучения динамики сукцессии сеяного злакового фитоценоза на ограждающей дамбе использовались мультиспектральные снимки Landsat, выполненные в 1984–2020 гг. в середине вегетационного периода (июль-август). Разрешение снимков в горизонтальной плоскости составляет ~30 м. Источник спутниковых данных – архив Национального космического агентства США (NASA)¹.

Исследование динамики сукцессии сеяного злакового фитоценоза проводилось по вегетационному индексу и индексу стресса влажности. Каждый пиксел спутникового изображения полигона рассматривался как мониторинговая площадка с индивидуальной спектральной характеристикой. Расстояние между центрами соседних мониторинговых площадок составляет в плане ~30 м. На спутниковом изображении мониторинговый полигон представлен 108 площадками, для каждой из которых рас-

считывались значения индексов по соотношению интенсивности спектральных каналов в диапазонах длин волн 0,63–0,69 мкм (канал B3), 0,76–0,90 мкм (канал B4), 1,55–1,75 мкм (канал B5) по следующим соотношениям: $NDVI = (B4 - B3) / (B4 + B3)$, $MSI = B5 / B4$, затем полученные значения индексов усреднялись по полигону. Относительная погрешность определения индексов не превышала 10%.

Обработка спутниковых данных, статистические расчеты проводились с использованием программы Erdas Imagine и некоммерческого программного обеспечения: геоинформационной системы QGIS и программной среды R².

Результаты и их обсуждение

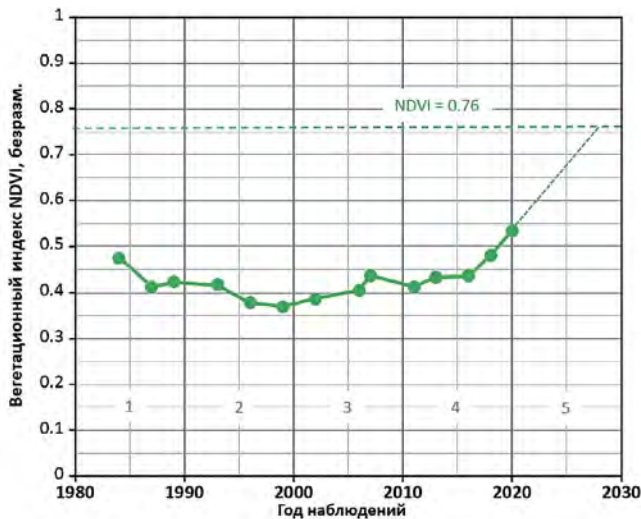
Временной ряд вегетационного индекса растительного покрова на мониторинговом полигоне и его характеристика на основании геоботанического описания в ходе наземных исследований приведены на рис. 2 и 3. Варьирование значений NDVI в пределах исследуемого временного ряда связано, в первую очередь, с изменением видового состава растительного покрова в ходе сукцессии сеяного злакового фитоценоза и определяется доминированием в нем растений различных жизненных форм (рис. 3).

Анализ данных многолетнего мониторинга состояния сеяного фитоценоза на основе геоботанических описаний показал, что сукцессия инициируется в начале второго десятилетия преимущественно опушечно-луговым многолетним разнотравьем. В течение первых 20 лет доминирующее положение принадлежит сеяным злаковым видам, образующим сообщество, характеризующееся сомкнутостью травостоя и устойчивой дерниной.

Со временем эдификаторная роль доминантов ослабляется – снижается ежегодная продукция, уменьшается ко-

¹ NASA EOSDIS Land Processes DAAC, USGS Earth Resources Observation and Science (EROS) Center, Sioux Falls, South Dakota. Available at: <https://lpdaac.usgs.gov> (Accessed: 20.09.2020).

² QGIS Development Team. QGIS Geographic Information System, Software Version 3.16.0. Open Source Geospatial Foundation Project. Available at: <http://qgis.osgeo.org> (Accessed: 06.07.2020); R Development Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2008. Available at: <http://www.R-project.org> (Accessed: 20.09.2020).



Обозначения:
 1 – первое десятилетие существования сеяного фитоценоза;
 2 – луговая стадия сукцессии сеяного фитоценоза, подселение опушечных злаковых;
 3, 4 – переход от луговой к лесной стадии сукцессии, формирование ярусной структуры;
 5 – лесная стадия сукцессии

Legend:
 1 – first decade of the plant community existence;
 2 – meadow stage of the introduced plant community vegetational change, resettlement of woodsides grasses;
 3, 4 – transition from meadow to the forest stage of the vegetational change, formation of the tier structure;
 5 – the forest stage in the vegetational change

Рис. 2
 Временной ряд вегетационного индекса (NDVI), характеризующий сукцессию сеяного злакового фитоценоза на мониторинговом полигоне (вегетационный индекс фитоценоза окружающего природного ландшафта 0,76)

Fig. 2
 Time series of the Normalised Difference Vegetation Index (NDVI), which characterizes the vegetational change of the gramineous plant community in the monitoring area (vegetation index of the plant community in the adjacent natural environment is 0.76)

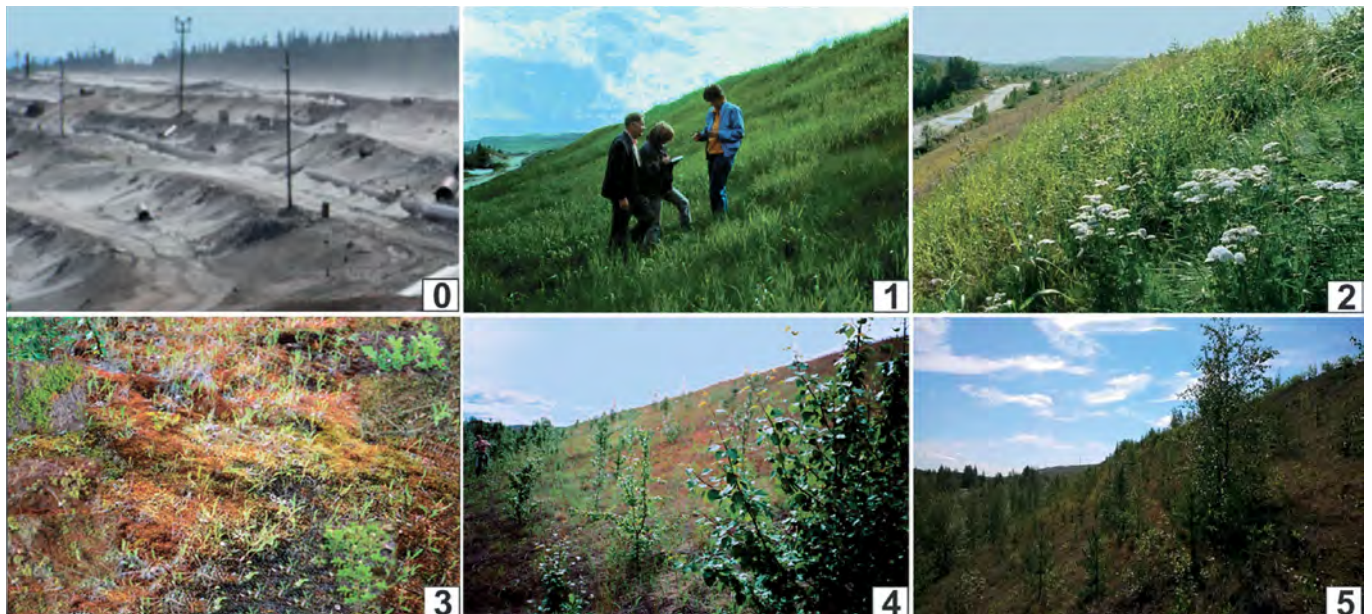
личество годового спада, происходит затухание дернового процесса, и создаются условия для конкуренции видов. В этот период содоминантами сеяных трав, кроме лугового разнотравья, становятся мхи. Первыми поселившимися мхами были эпилитные и эпигейные ксеромезофиты – виды преимущественно открытых сухих местообитаний. Наблюдается формирование ярусной структуры.

Активное подселение древесно-кустарниковых видов – последовательный этап восстановительной сукцессии, конечной целью которой является формирование фитоценоза со структурой окружающего природного ландшафта. В четвертом десятилетии увеличивается видовое разнообразие и встречаемость древесных видов. Сообщество развивается в направлении образования мелколиственного древостоя с участием хвойных в соответствии со струк-

турой растительного покрова окружающего ландшафта.

В целом, геоботаническое исследование лесной стадии сукцессии сеяного злакового фитоценоза на мониторинговом полигоне ограждающей дамбы складированных отходов рудообогатения показало, что во второй половине четвертого десятилетия зафиксировано 89 видов из 38 семейств, представленных в основном видами лесного массива предгорий Хибин и фитоценоза вдоль транспортных магистралей.

При переходе от луговой к лесной стадии сукцессии наблюдается увеличение вегетационного индекса. Формирование фитоценоза со структурой окружающего природного ландшафта характеризуется возрастанием вегетационного индекса. Так, в конце четвертого десятилетия проявляется тенденция его значительного увеличения, что



Обозначения:
 0 – до создания сеяного фитоценоза; 1 – первое десятилетие существования сеяного фитоценоза; 2 – луговая стадия сукцессии сеяного фитоценоза, подселение опушечных злаковых; 3, 4 – переход от луговой к лесной стадии сукцессии, формирование ярусной структуры; 5 – лесная стадия сукцессии

Legend:
 0 – before the introduced plant community; 1 – first decade of the introduced plant community existence; 2 – meadow stage of the plant community vegetational change, resettlement of woodsides grasses; 3, 4 – transition from meadow to the forest stage of the vegetational change, formation of the tier structure; 5 – the forest stage in the vegetational change

Рис. 3
 Этапы сукцессии сеяного злакового фитоценоза при восстановлении нарушенных земель горнодобывающей отрасли в соответствии с принципом самоорганизации природных систем созданием биологически активной среды (складированные отходы рудообогатения)

Fig. 3
 Stages in the vegetational change of the introduced gramineous community during rehabilitation of the lands disturbed by mining operations in accordance with the self-organizing principle of natural systems through creation of a biologically active environment (dumped ore process wastes)

позволяет прогнозировать выход индекса на значение, характерное для окружающей природной среды (рис. 2).

Сложный характер временного ряда индекса стресса влажности, характеризующего содержание влаги в листьях растений, кроме флуктуации климатических характеристик, также определяется изменением видового состава в ходе сукцессии сеяного злакового фитоценоза, хотя на протяжении практически всего мониторинга вариация индекса находится ниже области стресса влажности, характеризующейся значениями > 3 (рис. 4).

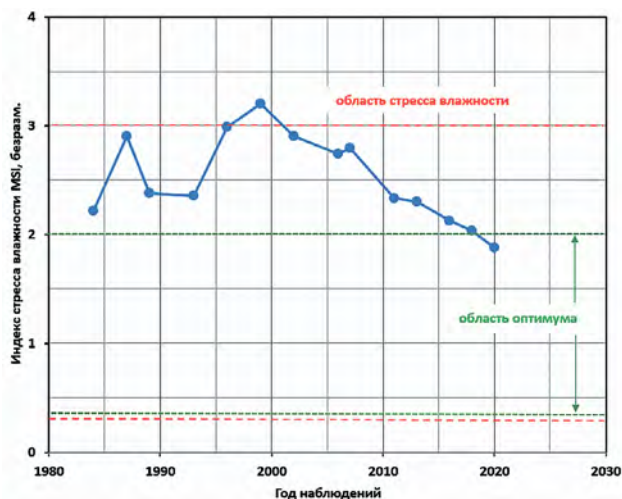


Рис. 4
Временной ряд индекса стресса влажности (MSI) растительного покрова

Fig. 4
Time series of the Moisture Stress Index (MSI) of vegetation cover at the monitored dump of ore process waste

На лесной стадии сукцессии сеяного злакового фитоценоза, характеризующейся формированием фитоценоза со структурой окружающего природного ландшафта, временной ряд индекса стресса влажности стремится к оптимуму (рис. 4).

В целом, формирование фитоценоза со структурой окружающего природного ландшафта в ходе сукцессии сеяного злакового фитоценоза характеризуется уменьшением значений индекса стресса влажности и его выходом в область оптимума, что соответствует возрастающему вегетационному индексу и свидетельствует о формировании благоприятных условий вегетации.

Таким образом, анализ наземных и спутниковых данных, полученных в ходе мониторинга, свидетельствует о влиянии фитоценологических факторов на динамику восстановления нарушенных земель в соответствии с принципом самоорганизации природных экосистем созданием биологически активной среды и позволяет прогнозировать динамику восстановления природных экосистем.

Выводы

Исследование эволюции системы «горная порода – биота» в конкретных климатических условиях с нулевого момента показало, что образование биологически активной среды в результате создания сеяного злакового фитоценоза без нанесения плодородного слоя под полимерным покрытием обеспечивает увеличение энергетического потенциала системообразующей функции биоты, что значительно увеличивает скорость формирования фитоценоза со структурой окружающего природного ландшафта в ходе сукцессии сеяного фитоценоза. Анализ временного ряда вегетационного индекса, характеризующего динамику восстановления нарушенных земель горной отрасли по спутниковым данным, позволяет прогнозировать динамику восстановления природных экосистем. Создание на первом этапе сеяного злакового фитоценоза без нанесения плодородного слоя решает задачу закрепления поверхности складированных отходов рудообогащения с целью прекращения ветровой и водной эрозии, повышения устойчивости гидротехнического сооружения, улучшения экологического состояния территории и, в конечном счете, восстановления природных экосистем.

Список литературы

1. Горшков В.Г., Макарьева А.М., Лосев К.С. В повестке дня – стратегия выживания человечества. *Вестник Российской академии наук*. 2006;76(4):309–314. Режим доступа: <https://www.bioticregulation.ru/common/pdf/vestn06-ru.pdf>
2. Ковда В.А. *Проблемы защиты почвенного покрова и биосферы планеты*. Пушино; 1989. 155 с.
3. Mel'nikov N.N., Mesyats S.P., Volkova E.Yu. Methodological approach to restoration of ecosystem functions in the industrial lands. *Journal of Mining Science*. 2016;52(2):410–416. DOI: 10.1134/S1062739116020586
4. Месяц С.П., Новожилова М.Ю., Румянцева Н.С., Волкова Е.Ю. Научное обоснование восстановления природных экосистем, нарушенных при освоении георесурсов. *Горный журнал*. 2019;(6):77–83. DOI: 10.17580/gzh.2019.06.11.
5. Bondur V.G., Vorobev V.E. Satellite monitoring of impact Arctic Regions. *Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics*. 2015;51(9):949–968. DOI: 10.1134/S0001433815090054.
6. Месяц С.П., Остапенко С.П. Перспектива использования данных спутниковых наблюдений для мониторинга воздействия складированных отходов горного производства на природную среду. *Горный журнал*. 2019;(6):72–76. DOI: 10.17580/gzh.2019.06.10.
7. Месяц С.П., Остапенко С.П. Оценка воздействия горнопромышленного комплекса Мурманской области на состояние растительного покрова по данным спутниковых наблюдений. *Горная промышленность*. 2019;(6):112–116. DOI: 10.30686/1609-9192-2019-6-148-112-116.
8. Steiniger S., Hay G.J. Free and open source geographic information tools for landscape ecology. *Ecological Informatics*. 2009;4(4):183–195. DOI: 10.1016/j.ecoinf.2009.07.004.
9. Bai Y.Q., Di L.P. Review of geospatial data systems' support of global change studies. *British Journal of Environment & Climate Change*. 2012;2(4):421–436. DOI: 10.9734/BJECC/2012/2726.
10. Lausch A., Schmidt A., Tischendorf L. Data mining and linked open data – New perspectives for data analysis in environmental research. *Ecological Modelling*. 2014;295:5–17. DOI: 10.1016/j.ecolmodel.2014.09.018.
11. Zhao P., Foerster T., Yue P. The Geoprocessing Web. *Computers & Geosciences*. 2012;47:3–12. DOI: 10.1016/j.cageo.2012.04.021.
12. Yang C., Raskin R., Goodchild M., Gahegan M. Geospatial Cyberinfrastructure: Past, present, and future. *Computers, Environment and Urban Systems*. 2010;34(4):264–277. DOI: 10.1016/j.compenvurbsys.2010.04.001.

13. Райкунов Г.Г. (ред.) *Гиперспектральное дистанционное зондирование в геологическом картировании*. М.: Физматлит; 2014. 136 с.
14. Yengoh G.T., Dent D., Olsson L., Tengberg A.E., Tucker III C.J. *Use of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) to Assess Land Degradation at Multiple Scales: Current Status, Future Trends, and Practical Considerations*. Springer; 2016. 110 p. DOI: 10.1007/978-3-319-24112-8.
15. Месяц С.П., Остапенко С.П. Методический подход к мониторингу восстановления нарушенных земель горнопромышленной отрасли по данным спутниковых наблюдений. *Горная промышленность*. 2018;(6):22–25. DOI: 10.30686/1609-9192-2018-6-142-72-75.
16. Hunt E.R., Rock B.N., Nobel P.S. Measurement of leaf relative water content by infrared reflectance. *Remote Sensing of Environment*. 1987;22:429–435. Available at: https://hrsl.ba.ars.usda.gov/ERHunt/hunt_rse1987.pdf

References

1. Gorshkov V.G., Makar'eva A.M., Losev K.S. A strategy for the survival of humanity is on the agenda. *Herald of the Russian Academy of Sciences*. 2006;76(2):139–143. DOI: 10.1134/S1019331606020055.
2. Kovda V.A. *Problems of vegetation cover and planet biosphere protection*. Pushchino; 1989. 155 p. (In Russ.)
3. Mel'nikov N.N., Mesyats S.P., Volkova E.Yu. Methodological approach to restoration of ecosystem functions in the industrial lands. *Journal of Mining Science*. 2016;52(2):410–416. DOI: 10.1134/S1062739116020586
4. Mesyats S.P., Novozhilova M.Yu., Rumyantseva N.S., Volkova E.Yu. Scientific substantiation of the natural ecosystems restoration disturbed during the development of georesources. *Gornyi Zhurnal*. 2019;(6):77–83. (In Russ.) DOI: 10.17580/gzh.2019.06.11.
5. Bondur V.G., Vorobev V.E. Satellite monitoring of impact Arctic Regions. *Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics*. 2015;51(9):949–968. DOI: 10.1134/S0001433815090054.
6. Mesyats S.P., Ostapenko S.P. The prospect of using satellite data to monitor the impact of mining waste on environment. *Gornyi Zhurnal*. 2019;(6):72–76. (In Russ.) DOI: 10.17580/gzh.2019.06.10.
7. Mesyats S.P., Ostapenko S.P. Assessment of impact from mining sector of Murmansk region on condition of vegetation cover using satellite observations. *Gornaya promyshlennost = Russian Mining Industry*. 2019;(6):112–116. (In Russ.) DOI: 10.30686/1609-9192-2019-6-148-112-116.
8. Steiniger S., Hay G.J. Free and open source geographic information tools for landscape ecology. *Ecological Informatics*. 2009;4(4):183–195. DOI: 10.1016/j.ecoinf.2009.07.004.
9. Bai Y.Q., Di L.P. Review of geospatial data systems' support of global change studies. *British Journal of Environment & Climate Change*. 2012;2(4):421–436. DOI: 10.9734/BJECC/2012/2726.
10. Lausch A., Schmidt A., Tischendorf L. Data mining and linked open data – New perspectives for data analysis in environmental research. *Ecological Modelling*. 2014;295:5–17. DOI: 10.1016/j.ecolmodel.2014.09.018.
11. Zhao P., Foerster T., Yue P. The Geoprocessing Web. *Computers & Geosciences*. 2012;47:3–12. DOI: 10.1016/j.cageo.2012.04.021.
12. Yang C., Raskin R., Goodchild M., Gahegan M. Geospatial Cyberinfrastructure: Past, present, and future. *Computers, Environment and Urban Systems*. 2010;34(4):264–277. DOI: 10.1016/j.compenvurbsys.2010.04.001.
13. Raikunov G.G. (ed.) *Hyperspectral remote sensing in geological mapping*. Moscow: Fizmatlit; 2014. 136 p. (In Russ.)
14. Yengoh G.T., Dent D., Olsson L., Tengberg A.E., Tucker III C.J. *Use of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) to Assess Land Degradation at Multiple Scales: Current Status, Future Trends, and Practical Considerations*. Springer; 2016. 110 p. DOI: 10.1007/978-3-319-24112-8.
15. Mesyats S.P., Ostapenko S.P. Methodological approach to the monitoring of the restoration of lands disturbed by the mining sector based on satellite data. *Gornaya promyshlennost = Russian Mining Industry*. 2018;(6):22–25. (In Russ.) DOI: 10.30686/1609-9192-2018-6-142-72-75.
16. Hunt E.R., Rock B.N., Nobel P.S. Measurement of leaf relative water content by infrared reflectance. *Remote Sensing of Environment*. 1987;22:429–435. Available at: https://hrsl.ba.ars.usda.gov/ERHunt/hunt_rse1987.pdf

Информация об авторе

Месяц Светлана Петровна – ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией, Горный институт Кольского научного центра Российской академии наук, г. Апатиты, Российская Федерация; e-mail: s.mesyats@ksc.ru

Остапенко Сергей Павлович – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, Горный институт Кольского научного центра Российской академии наук, г. Апатиты, Российская Федерация; e-mail: s.ostapenko@ksc.ru

Information about the author

Svetlana P. Mesyats – Leading Researcher, Head of Laboratory, Mining Institute of the Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences, Apatity, Russian Federation; e-mail: s.mesyats@ksc.ru

Sergey P. Ostapenko – Cand. Sci. (Eng.), Leading Researcher, Mining Institute of the Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences, Apatity, Russian Federation; e-mail: s.ostapenko@ksc.ru

Информация о статье

Поступила в редакцию: 12.11.2020
 Поступила после рецензирования: 23.11.2020
 Принята к публикации: 01.12.2020

Article info:

Received: 12.11.2020
 Revised: 23.11.2020
 Accepted: 01.12.2020

Развитие технологий снижения экологического риска при извлечении золота из упорных руд

Я. Ли¹, Л. Жуо², И.В. Шадрунова³✉, А.К. Эрмаматов¹, Т.В. Чекушина³

¹ Горнорудная компания «Full Gold Mining» (Фул Голд Майнинг), г. Бишкек, Республика Кыргызстан

² Научно-экологическая компания «Тая Цзинь-Синь», г. Бишкек, Республика Кыргызстан

³ Институт проблем комплексного освоения недр имени академика Н.В. Мельникова Российской академии наук, г. Москва, Российская Федерация

✉shadrunova_@mail.ru

Резюме: Задачей стран, входящих в Евразийский экономический союз, является поиск эффективных технологий получения золота из упорных руд с одновременным снижением экологической опасности производства. Для решения данной проблемы в Кыргызской Республике в процессе изучения альтернативных высокоэффективных реагентов для извлечения золота из золотосодержащих руд разного генезиса был разработан реагент «Цзинь-Синь» (комплекс солей). Совместными исследованиями Горнорудной компании «Full Gold Mining», Института проблем комплексного освоения недр имени академика Н.В. Мельникова РАН, Научно-экологической компании «Тая Цзинь-Синь» обоснована эффективность применения нового разработанного реагента «Цзинь-Синь». В статье приведены результаты апробации нового реагента на реальном горнопромышленном объекте.

Ключевые слова: упорные руды, золото, сульфидные руды, цианид, хвосты флотации, защита окружающей среды, экология, безопасность труда

Для цитирования: Ли Я., Жуо Л., Шадрунова И.В., Эрмаматов А.К., Чекушина Т.В. Развитие технологий снижения экологического риска при извлечении золота из упорных руд. *Горная промышленность*. 2020;(6):143–147. DOI: 10.30686/1609-9192-2020-6-143-147.

Development of Technologies to Reduce Environmental Risk in Extracting Gold from Refractory Ores

Ya. Li¹, L. Zhuo², I.V. Shadrunova³✉, A.K. Ermamatov¹, T.V. Chekushina³

¹ Full Gold Mining Company, Bishkek, Republic of Kyrgyzstan

² Tae Jin Xing Science and Environmental Technology Company, Bishkek, Republic of Kyrgyzstan

³ Institute of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

✉shadrunova_@mail.ru

Abstract: The task of the countries of the Eurasian Economic Union is to look for effective technologies to recover gold from refractory ores while reducing the environmental hazard of the operations. In order to solve this problem, the Jin Xing reactant (a salt complex) was developed in the Kyrgyz Republic in the course of studying alternative highly effective agents for gold recovery from gold-bearing ores of different genesis. Joint studies of the Full Gold Mining Company, the Institute of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources of the Russian Academy of Sciences and the Tae Jin Xing Science and Environmental Technology Company justified the application efficiency of the developed Jin Xing reactant. The paper presents the results of testing the new agent at a real mining operation.

Keywords: refractory ores, gold, sulfide ores, cyanide, flotation tailings, environmental protection, ecology, labor safety

For citation: Li Ya., Zhuo L., Shadrunova I.V., Ermamatov A.K., Chekushina T.V. Development of Technologies to Reduce Environmental Risk in Extracting Gold from Refractory Ores. *Gornaya promyshlennost = Russian Mining Industry*. 2020;(6): 143–147. (In Russ.) DOI: 10.30686/1609-9192-2020-6-143-147.

Введение

Традиционно в технологических операциях по извлечению золота из сульфидных руд используется цианид натрия, его концентрация в рабочем растворе колеблется от 0,01 до 0,05% цианида натрия. На производстве стараются использовать настолько низкие концентрации, насколько это возможно с точки зрения защиты окружающей среды, безопасности и экономики¹ [1; 2].

Сегодня в мире разрабатывают и используют множество технологий для снижения цианида в хвостах до безопасного уровня, минимизируя количество используемого химиката, удаляя его из отработанных вод, перерабатывая и применяя химические или биологические преобразования цианида в менее опасные вещества [3; 4].

Факты случайных утечек цианида в мире тщательно расследовались, что привело к многочисленным реформам в горнодобывающей и перерабатывающей промышленности, направленным на предотвращение подобных

¹ Minerals Council of Australia. Fact Sheet—Cyanide and its Use by the Minerals Industry. 2005.

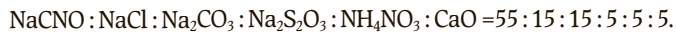
ситуаций в будущем. Одним из таких нововведений стало внедрение Международного кодекса использования цианида (International Cyanide Management Code), который предполагает разработку способов защиты поверхностных и грунтовых вод, создание систем сокращения уровня цианида в стоках и предупреждение утечек [5; 6].

Разработка альтернативных высокоэффективных реагентов для извлечения золота в Республике Кыргызстан

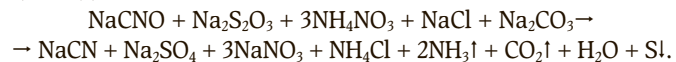
Для решения данной проблемы в Кыргызской Республике в процессе разработки альтернативных высокоэффективных реагентов для извлечения золота из золотосодержащих руд разного генезиса, в том числе техногенных, научно-экологической компанией «Тае Цзинь-Синь» (рис. 1) был разработан низкотоксичный реагент – комплекс солей, который по степени воздействия на человека относится к разряду умеренно опасных веществ. Реагент назван «Цзинь-Синь» и его предложено использовать на обоганительной фабрике месторождения «Иштамберды» (рис. 2).

Содержание золота в руде – 6,0 г/т. Производительность фабрики – 1500 т/сутки. Применяемая технология – флотационная, выход концентрата составляет 4,5% при извлечении 55%. Хвосты флотации первоначально планировалось подвергнуть кучному выщелачиванию с применением цианида в качестве растворителя золота, который для снижения экологического риска технологии был успешно заменен на реагент Цзинь-Синь. Параметры и режимы выщелачивания хвостов флотации представлены в табл. 1.

Цзинь-Синь – химическая смесь, состоящая из цианата натрия (основной компонент), хлорида натрия (хлористый натрий), карбоната натрия (кальцинированная сода), тисульфата натрия, нитрата аммония и оксида кальция в соотношении:



В результате протекания реакций проходит образование цианида по схеме:



Технологически NaCNO и Na₂S₂O₃ подвергаются внутреннему окислению и восстановлению и образуют цианид натрия, сульфаты и нитраты натрия, хлорид аммония, а также летучие газообразные вещества – аммиак и диоксид углерода, при этом сера выпадает в осадок. Образованный цианид натрия в водной среде подвергается гидролизу с образованием синильной кислоты, соответственно, оксид кальция в составе химической смеси играет роль так называемой «защитной щелочи», предотвращая гидролиз NaCN и выделение в газовую фазу высокотоксичного цианистого водорода HCN. С учетом этих положений процесс выщелачивания золота из руд реагентом Цзинь-Синь проводится строго в щелочной среде (pH = 10,5–11) с применением CaO и/или NaOH.

Показатели выщелачивания хвостов флотации использования реагента Цзинь-Синь и цианида при одинаковых условиях выщелачивания равнозначны, это дает основание утверждать, что использование низкотоксичного реагента Цзинь-Синь для выщелачивания золота из хвостов флотации вполне может заменить традиционный цианид.

Предприятием ОсОО «Full Gold Mining» была инициирована работа по испытанию степени токсичности нового реагента Цзинь-Синь в независимой организации – Институте биотехнологии НАН КР. Испытания проводились на 70 клинически здоровых, нормально развитых лаборатор-



Рис. 1
Офис научно-экологической компании «Тае Цзинь-Синь», КНР

Fig. 1
Office of the Tae Jin Xing Science and Environmental Technology Company, P.R.C



Рис. 2
Обоганительная фабрика месторождения «Иштамберды», Республика Кыргызстан

Fig. 2
Processing Plant at the Ishtamberdy deposit, Republic of Kyrgyzstan

Таблица 1
Параметры и режимы выщелачивания хвостов флотации

Table 1
Parameters and modes of flotation tailings leaching

Параметры и режимы	Показатели
Исходная крупность	80% класса –0,074 мм
Отношение Т : Ж	1 : 1,5
Расход извести (на 100%-ную активность)	2–3 кг/т
pH пульпы	10,5–11
Загрузка реагента Цзинь-Синь	1,0–1,5 кг/т
Время выщелачивания	6–12 ч
Число стадий выщелачивания	1
Расход воздуха в контактные чаны	0,03 м ³ /мин на 1 м ³ пульпы
Время сорбционного выщелачивания	36–42 ч
Число стадий сорбции	7
Содержание угля при сорбционном выщелачивании	30–40 кг/м ³ пульпы
Поток угля при загрузке регенерированного угля и выводе насыщенного угля из 1-го сорбционного чана	0,8–1,1 кг на 1 т хвостов флотации
Содержание золота в насыщенном угле	1,5–2,5 кг/т
Расход угля за счет механического износа	40 г/т хвостов флотации

ных белых мышах, живой массой 18–25 г по общепринятому в токсикологии методу Кербера. Полученные цифровые материалы обработаны математическим методом с использованием метода Кербера [7]. Средняя смертельная доза данного реагента (ЛД50) для белых мышей была зафиксирована на уровне 344,6 мг/кг, а абсолютная смертельная доза (ЛД100) составила 738,2 мг/кг. На основании экспериментальных данных был сделан вывод, что по «Классификации вредных веществ по степени опасности и функциональному воздействию на организм человека» изучаемый реагент Цзинь-Синь относится к разряду умеренно опасных веществ, т.е. в соответствии с ГОСТ 12.1.007–76. ССБТ «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности» данный реагент относится к третьему классу опасности.

Комплексное полупромышленное исследование реагента Цинь-Синь

Горнорудная компания «Full Gold Mining» провела комплексное полупромышленное исследование нового реагента Цинь-Синь для обогатительной фабрики на месторождении «Иштамберды». Предложенная принципиальная технологическая схема производства приведена на рис. 3.

Рациональный анализ показал, что золото в кварце составляет 22,71%, в сульфидных минералах – 76,01%, в сростках – 1,28%. При содержании 65% твердых частиц крупностью 0,045 мм в хвостах флотации, плотности пульпы 40%, расходе CaO 3,0 кг/т, времени контакта 2,0 ч, расходе Цзинь-Синь 1,0 кг/т и периоде выщелачивания 24 ч коэффициент извлечения золота в раствор достигает 62,12% от операции. Причем потери золота на 98,72% (от общего количества золота в кеках) находятся в виде микро- и нановключений.

Хвосты флотации плотностью 20% твердого перекачиваются насосом из контактного чана в отделение 1-й стадии обезвоживания гидрометаллургического цеха, где поступают в три камерных фильтр-пресса, в которых обезвоживаются до 80% твердого. Фильтрат самотеком возвращается в пруд-отстойник флотационной обогатительной фабрики, где очищается от твердых взвесей, и снова используется в циклах измельчения и флотации.

С целью максимально возможного сокращения или полного исключения сбросов сточных вод применяется система полного оборотного водоснабжения. Свежая вода используется только в случаях технической необходимости и для восполнения потерь (количество не превышает 8–12% от общего водопотребления), что позволит стабилизировать водные балансы в технологии.

Выщелачивание золота осуществляется реагентом Цинь-Синь. Сорбцию золота из пульпы осуществляют с применением активированного угля.

Аппаратурная схема процесса «уголь в пульпе» включает восемь агитаторов с механическим перемешиванием и непрерывно противоточным движением пульпы и угля. Пульпа хвостов флотации плотностью 40% насосом подается в чаны выщелачивания с реагентом Цинь-Синь, затем поступает в чаны сорбции с активированным углем.

Полная технологическая схема переработки насыщенного угля включает десорбцию золота раствором 5% NaOH при температуре 130–150 °С и давлении 400–450 кПа, кислотную обработку угля 3%-ной соляной кислотой до pH < 2, отмывку кислоты водой до pH 6–7, реактивацию угля при температуре не ниже 700 °С, грохочение реактивированного угля для отсева мелочи, фильтрацию товарного регенерата, электролитическое извлечение золота из товарного

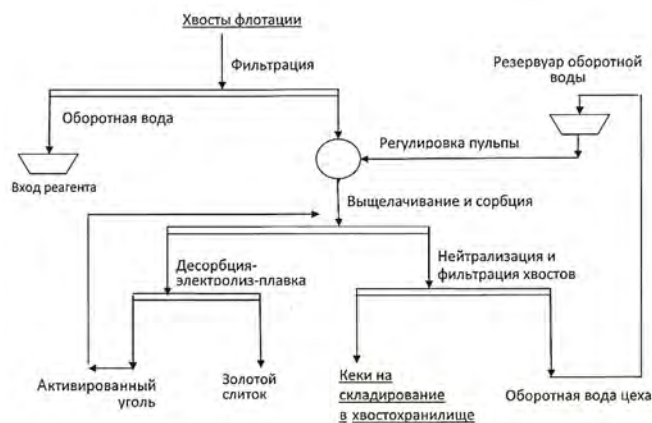


Рис. 3 Принципиальная схема переработки хвостов флотации

Fig. 3 Schematic processing diagram of flotation tailings

регенерата, обработку катодного осадка кислотой для удаления неблагородных металлов/серебра и извлечение серебра из кислого раствора (операция проводится при необходимости получения отдельных слитков золота и серебра), плавку катодного осадка на сплав Доре.

Процесс сорбции золота из выщелачивающего раствора осуществляется при pH 10,5–11 в присутствии ионов кальция, в порах активированного угля идет образование карбоната кальция, что приводит к снижению сорбционной емкости угля и ухудшению кинетики сорбции. Для восстановления сорбционных свойств угля производят кислотную обработку соляной кислотой до процесса десорбции золота, либо после десорбции. Увеличение содержания кальция в угле, подаваемом на десорбцию, с 1 до 5% приводит к повышению остаточного содержания золота в регенерированном угле в 2,5–5 раз.

Одним из недостатков активированных углей является их повышенная чувствительность к органическим соединениям, таким как флотационные реагенты. В результате отравления угля снижается кинетика сорбции и сорбционная емкость угля. Для восстановления активности угля проводят традиционные операции: производят высокотемпературную регенерацию (реактивацию) угля в печи без доступа воздуха; регенерацию угля ведут в горизонтальных вращающихся печах; уголь после реактивации разгружается в воду для закалки.

Переработка товарных золотосодержащих элюатов, полученных в процессе десорбции золота, осуществляется электролитическим методом. Катод – стальная вата, имеющая большую развернутую поверхность для улучшения кинетики осаждения золота. Аноды – чаще всего пластины или сетки из нержавеющей стали. Плавка осуществляется в индукционной печи с получением готового продукта – сплава Доре.

Процесс обезвоживания хвостов выщелачивания происходит аналогично процессу обезвоживания хвостов флотации. Максимальное обезвоживание конечных хвостов обеспечивает систему полного оборотного водоснабжения обогатительной фабрики и цеха гидрометаллургии с минимальным восполнением водопотребления. Содержание вредных веществ в конечных хвостах минимально из-за содержания влаги равной порядка 20%, что является положительным фактором для экологически безопасного захоронения хвостов.

Приготовление 20%-ного раствора реагента Цинь-Синь

происходит следующим образом: запуск вентиляции участка и агитатора чана растворения (Ø2000x2000); заполнение чана растворения свежей водой до уровня 50% и доведение pH раствора до 12–12,5 путем добавления расчетного количества 10% раствора NaOH или сухого реагента NaOH; последовательный подъем и разгрузка содержимого расчетного количества мешков с реагентом внутрь загрузочного бункера чана; доведение уровня заполнения до 80% свежей водой, перемешивание раствора в течение 1,5 ч и остановка агитатора; перекачка готового 20%-ного раствора с помощью насоса в чан хранения для дальнейшей подачи в чаны выщелачивания.

Основные исходные данные для расчета водного баланса выполнены Проектным институтом «Золото», г. Санменся. Произведен расчет расхода основных материалов и реагентов (табл. 2). Для работы цеха «СР» проектом предусмотрен отдельно стоящий расходный склад реагентов, время хранения реагентов составляет 30 дней. Объем баковой аппаратуры реагентного отделения с насосными станциями обеспечивает суточную потребность в реагентах.

Таблица 2
Расход основных материалов цеха гидрометаллургии

Table 2
Consumption of basic materials in the hydrometallurgical shop

Наименование	Удельный расход	Общий расход за год
Известь, кг	3,00	900 000
Реагент Цинь-Синь, кг	1,00	300 000
Активированный уголь, кг	0,04	9000
Конвейерная лента, м ²	0,05	15 000
Сетка на грохоты, кг	0,02	6000
Смазочные масла, кг	0,10	30 000
Фильтровальная ткань, кг	0,10	30 000
Запасные части насоса, кг	0,15	45 000
Электроэнергия, кВт.ч	30,88	926,28*10 ⁴

Химико-аналитическая лаборатория (рис. 4) находится вблизи от обогатительной фабрики, поэтому анализ проб и технологические испытания осуществляются в непрерывном режиме. Рабочие помещения лаборатории, в которых проводится анализ продуктов, содержащих реагент Цинь-Синь (пульпа сорбции выщелачивания, десорбент и т.п.), оборудованы принудительной приточно-вытяжной вентиляцией и местными отсосами из шкафов и других очагов газовыделений. Работы, связанные с выделением вредных для здоровья газов, паров, пыли, должны производиться в вытяжных шкафах, оборудованных надёжной вентиляцией.

В отделениях гидрометаллургического цеха, где применяется реагент Цинь-Синь, устанавливаются газоанализаторы, сигнализирующие о наличии в воздухе токсичных веществ в концентрациях, превышающих ПДК. За качеством выбрасываемого воздуха осуществляется постоянный контроль с отбором проб на рабочих местах. Предусматривается ежегодный обязательный профилактический медицинский осмотр всего персонала предприятия. Цех гидрометаллургии по санитарной классификации относится к I классу с размером санитарно-защитной зоны – 500 м².

Цианат натрия (основной компонент реагента Цинь-Синь) не входит в Перечень сильнодействующих ядовитых веществ, в отношении которых применяется порядок приобретения, сбыта и хранения, учета и перевозки, утвержденного постановлением Правительства Кыргызской Республики от 21.09.1999 № 513 «Об утверждении Инструкции о порядке приобретения, сбыта и хранения, учета и перевозки сильнодействующих ядовитых веществ в Кыргызской Республике». Тем не менее необходимо, чтобы перевозкой, обращением и переработкой реагента Цинь-Синь занимался обученный персонал с использованием сертифицированных средств, например, специальных контейнеров, размещение и сброс отходов в окружающую среду также подлежат жесткому мониторингу.

В случае обнаружения опасного воздействия вновь применяемых реагентов на человека или окружающую среду (выявляемых предварительно установленными специальными приборами – датчиками, сигнализаторами) техноло-



Рис. 4
Лаборатория оснащена высокотехнологичным оборудованием для экспресс-анализа

Fig. 4
The laboratory is equipped with hi-tech instruments for express analysis

² Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. Сан ПИН 2.2.1/2.1.1. 006-03.

гические процессы проводятся далее при соблюдении технологии и мер безопасности, аналогичных применяемым при извлечении золота способом цианирования.

Заключение

Все вышеперечисленное дает основание утверждать, что замена на обогатительной фабрике «Иштамберды»

традиционного цианида на разработанный реагент Цзинь-Синь является технологически обоснованным решением, возможность его широкого использования с максимально низкой угрозой для окружающей среды и минимальным негативным влиянием на жизнеобеспечение населения региона.

Список литературы

1. Tran T., Lee K., Fernando K. Halide as an alternative lixiviant for gold processing – an update. In: Young C.A., Twidwell L.G. Anderson C.G. (eds). *Cyanide: Social, Industrial and Economic Aspects. The Minerals. Metals and Materials Society*. Warrendale, PA, USA; 2001. P. 501–508.
2. Botz M.M. Overview of Cyanide Treatment Methods. *Mining Environmental Management*. 2001;(May):28–30. Available at: <http://chemistry.mdma.ch/hiveboard/rhodium/pdf/cyanide.destruction.overview.pdf>.
3. Емельянов Ю.Е., Богородский А.В., Баликов С.В., Епифоров А.В. Сопоставительная оценка вариантов переработки упорных флотоконцентратов. *Цветные металлы*. 2012;(8):10–12. Режим доступа: <https://www.rudmet.ru/journal/893/article/14069/>
4. Шадрунова И.В., Провалов С.А., Горлова О.Е., Фадеева Н.В. *Адаптация методов обогащения для доизвлечения золота из лежащих хвостов золотоизвлекательных фабрик*. М.: ИПКОН РАН; 2009. 196 с.
5. Anderson C.G. NSC Pressure Leaching: Industrial and Potential Application. In: *Hydrometallurgy 2008: Proceedings of the 6th International Symposium*. ALTA, Perth, West Australia, June 2008. Available at: https://www.researchgate.net/publication/288431014_NSC_Pressure_Leaching_Industrial_and_Potential_Applications
6. Adams M.D. Summary of gold plants and processes. In: Adams M.D., Wills B.A. (eds) *Advances in Gold Ore Processing*. Elsevier; 2005. Vol. 15. P. 994–1013.
7. Бельский М.Л. *Элементы количественной оценки фармакологического эффекта*. 2-е изд. Л.: Медгиз; 1963. 152 с.

References

1. Tran T., Lee K., Fernando K. Halide as an alternative lixiviant for gold processing – an update. In: Young C.A., Twidwell L.G. Anderson C.G. (eds). *Cyanide: Social, Industrial and Economic Aspects. The Minerals. Metals and Materials Society*. Warrendale, PA, USA; 2001. P. 501–508.
2. Botz M.M. Overview of Cyanide Treatment Methods. *Mining Environmental Management*. 2001;(May):28–30. Available at: <http://chemistry.mdma.ch/hiveboard/rhodium/pdf/cyanide.destruction.overview.pdf>.
3. Emelyanov Yu.E., Bogorodskiy A.V., Balikov S.V., Epiforov A.V. The assessment of options for processing refractory flotation concentrates. *Tsvetnye Metally*. 2012;(8):10–12. (In Russ.) Available at: <https://www.rudmet.ru/journal/893/article/14069/>
4. Shadrunova I.V., Provalov S.A., Gorlova O.E., Fadeeva N.V. *Concentration methods adaptation for gold extraction from stale waste of gold factory*. Moscow: Institute for Problems of Integrated Development of Subsoil of the Russian Academy of Sciences; 2009. 196 p. (In Russ.)
5. Anderson C.G. NSC Pressure Leaching: Industrial and Potential Application. In: *Hydrometallurgy 2008: Proceedings of the 6th International Symposium*. ALTA, Perth, West Australia, June 2008. Available at: https://www.researchgate.net/publication/288431014_NSC_Pressure_Leaching_Industrial_and_Potential_Applications
6. Adams M.D. Summary of gold plants and processes. In: Adams M.D., Wills B.A. (eds) *Advances in Gold Ore Processing*. Elsevier; 2005. Vol. 15. P. 994–1013.
7. Belenky M.L. *Elements of quantitative assessment of drug-induced effect*. 2nd ed. Leningrad: Medgiz; 1963. 152 p. (In Russ.)

Информация об авторе

Ли Яохуэй – президент горнорудной компании «FullGoldMining», (Фул Голд Майнинг), г. Бишкек, Республика Кыргызстан

Жуо Лянсай – президент научно-экологической компании «Тас Цзинь-Синь», г. Бишкек, Республика Кыргызстан

Шадрунова Ирина Владимировна – доктор технических наук, профессор, заведующий отделом горной экологии, главный научный сотрудник Института проблем комплексного освоения недр имени академика Н.В. Мельникова РАН, академик Евразийской горной академии, г. Москва, Российская Федерация

Эрмаматов Акылбек Куштарович – вице-президент по производству и инновационным технологиям горнорудной компании «Full Gold Mining» (Фул Голд Майнинг), г. Бишкек, Республика Кыргызстан

Чекушина Татьяна Владимировна – кандидат технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник Института проблем комплексного освоения недр имени академика Н.В. Мельникова РАН, г. Москва, Российская Федерация

Информация о статье

Поступила в редакцию: 20.10.2020

Поступила после рецензирования: 02.11.2020

Принята к публикации: 16.11.2020

Information about the author

Li Yaohui – President of Full Gold Mining Company, Bishkek, Republic of Kyrgyzstan

Zhuo Liangcai – President of Tae Jin Xing Science and Environmental Technology Company, Bishkek, Republic of Kyrgyzstan

Irina V. Shadrunova – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Mining Ecology, Chief Research Associate at the Institute of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources of RAS, Academician of the Eurasian Academy of Mining Sciences, Moscow, Russian Federation

Akylbek K. Ermamatov – Vice President for Production and Innovation Technologies, Full Gold Mining Company, Bishkek, Republic of Kyrgyzstan

Tatiana V. Chekushina – Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor, Leading Research Associate at the Institute of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources of RAS, Moscow, Russian Federation

Article info:

Received: 20.10.2020

Revised: 02.11.2020

Accepted: 16.11.2020

Сдвигение горных пород в районах тектонических разломов. Мероприятия по ведению горных работ и управлению горным давлением в районе Норильско-Хараелахского разлома

С.Г. Кириллов✉, З.Г. Уфатова, И.Ф. Хрущев, К.А. Баширов

Норильский государственный индустриальный институт, г. Норильск, Российская Федерация

✉postanovshik@bk.ru

Резюме: В статье описано состояние горного массива в границах горного отвода рудника «Скалистый». Установлено, что рудопородный массив в поле рудника, сохраняя удароопасность, обладает повышенной подвижностью в зоне влияния Норильско-Хараелахского разлома и связанной с этим высокой способностью к разрушениям в виде обрушений пород кровли. По результатам наблюдений по подземным профильным линиям сделан вывод, что сдвигение находится в начальной стадии. При этом максимальные оседания центральной части по профильной линии примерно в 3 раза выше (до 35 мм), чем на остальных участках. Это обусловлено непосредственным примыканием данной зоны к Норильско-Хараелахского разлома. Оценка степени удароопасности массива с помощью прибора «Прогноз-2», проводившаяся силами участков прогнозирования и предотвращения горных ударов рудника и Норильскшахтстроя, во всех случаях показала категорию удароопасности «Неопасно». Однако при развитии горных работ в сторону Норильско-Хараелахского разлома возможно ухудшение состояния горных выработок. Это может проявляться в виде отслоения кусков горной массы в боках передовых выработок защитного слоя в породах сильной и весьма сильной нарушенности. Кроме того, капитальные выработки, являющиеся одними из самых важных объектов на горизонте ведения очистных работ, эксплуатация которых будет осуществляться до конца отработки участка залежи, примыкающей к Норильско-Хараелахского разлома, будут поддерживаться в постепенно усложняющихся условиях. В статье описаны рекомендации по ведению горных работ в районе разлома с учетом сложившейся горно-геомеханической обстановки и перспективой её изменения.

Ключевые слова: горное дело, рудная залежь, Норильско-Хараелахский разлом, горное давление, тектоника, разлом, охрана подрабатываемых объектов, разгрузка, фронт очистных работ, зона опорного давления, нарушенность пород

Для цитирования: Кириллов С.Г., Уфатова З.Г., Хрущев И.Ф., Баширов К.А. Сдвигение горных пород в районах тектонических разломов. Мероприятия по ведению горных работ и управлению горным давлением в районе Норильско-Хараелахского разлома. *Горная промышленность*. 2020;(6):148–151. DOI: 10.30686/1609-9192-2020-6-148-151.

Rock Movement in Tectonic Zones. Mining Activities and Rock Pressure Management in the Norilsk-Kharaelakh Fault Area

S.G. Kirillov✉, Z.G. Ufatova, I.F. Khrushchev, K.A. Bashirov

Norilsk State Industrial Institute, Norilsk, Russian Federation

✉postanovshik@bk.ru

Abstract: The article describes the rock mass state within the boundaries of the Skalistiy mining allotment. The ore mass within the mine field was found to preserve its rock-bump hazard and show high mobility in the impact zone of the Norilsk-Kharaelakh Fault and the associated high failure potential manifested as roof cavings. Based on the monitoring results along underground profile lines, it was concluded that the displacement process is currently at its initial stage. Moreover, the maximum subsidence in the central part of the profile line is about 3 times higher (up to 35 mm) than in other areas. This is caused by immediate proximity of this zone to the Norilsk-Kharaelakh Fault. Assessment of the bump hazard level of this rock mass with the help of the Prognoz-2 instrument that was performed by the rock-bump forecasting and control teams of the mine and the Norilskshakhtstroy company, showed the 'Not Hazardous' category in all cases. However, the progress of mining operations towards the Norilsk-Kharaelakh Fault may lead to deterioration in the condition of mine workings. This can be manifested through rock exfoliation from the walls of the advance workings of the safety layer in highly and extremely faulted rocks. In addition, permanent workings, which are one of the most critical structures of the production level and which will be used until the development of the deposit area adjacent to the Norilsk-Kharaelakh Fault is completed, will be maintained in increasingly difficult conditions. The article describes recommendations for mining operations in the fault area with account for the current mining and geomechanical situation and the potential for its change.

Keywords: mining, ore deposit, Norilsk-Kharaelakh Fault, rock pressure, tectonics, fault, protection of under-mined facilities, rock burst prevention, extraction front, bearing pressure zone, Rock Quality Designation

For citation: Kirillov S.G., Ufatova Z.G., Khrushchev I.F., Bashirov K.A. Rock Movement in Tectonic Zones. Mining Activities and Rock Pressure Management in the Norilsk-Kharaelakh Fault Area. *Gornaya promyshlennost = Russian Mining Industry*. 2020; (6):148–151. DOI: 10.30686/1609-9192-2020-6-148-151.

Введение

Под воздействием силы тяжести вышележащих слоев горных пород, а также вследствие тектонических процессов в земной толще, горный массив постоянно находится в напряженном, но статичном состоянии [1]. В результате достижения предельных величин напряжений в массиве горных пород возникают разрывы и разломы, то есть нарушается сплошность массива, и образуется трещиноватость [2], которая является важной структурной особенностью горных пород, определяющей величины параметров процесса сдвижения. При этом следует различать крупные тектонические трещины (разрывные нарушения) протяженностью на сотни метров и мелкую трещиноватость [3]. В процессе строительства горных выработок в массиве равновесное состояние пород нарушается, а также, в виду того, что в шахтном поле рудника «Скалистый» расположен крупный тектонический разлом, отработка залежи полезных ископаемых требует разработки дополнительных мероприятий направленных на управление горным давлением [4].

Анализ горно-геомеханической обстановки поля рудника

Горный массив в границах горного отвода рудника «Скалистый», характеризуется сравнительно сильной нарушенностью интрузивных и осадочных пород, которая, как и напряженность массива, тесно связана с присутствием Норильско-Хараелахского разлома (НХР), являющегося крупной тектонической структурой регионального значения.

По ранее данному прогнозу¹ рудопородный массив в поле рудника «Скалистый», сохраняя удароопасность, обладает повышенной подвижностью в зоне влияния НХР и связанной с этим высокой способностью к разрушениям в виде обрушений пород кровли и отжима боков под действием статических нагрузок.

Анализ результатов наблюдений по подземным профильным линиям показал, что сдвигение находится в начальной стадии, при этом максимальные оседания центральной части по профильной линии на ВЗШ-2/3 (рис. 1) примерно в 3 раза выше (до 35 мм), чем на остальных участках. Это вполне закономерно, поскольку ВЗШ-2/3 расположен в створе с линией широтной разрезки над панелями 1–2 с наиболее развитыми пролетами подработки и непосредственно примыкает к НХР.

Наблюдениями на руднике установлен ряд случаев деформирования выработок, сопровождающихся нарушением крепи, чаще всего в виде отслоений набрызгбетона в боках выработки. Признаков динамических форм проявления горного давления в выработках не установлено.

Оценка степени удароопасности массива с помощью прибора «Прогноз-2», проводившаяся силами участков прогнозирования и предотвращения горных ударов (УПП-ГУ) рудника и Норильскшахтстроя, во всех случаях показала категорию удароопасности «Неопасно».

Проблема повышения эффективности поддержания очистных выработок и выработок подкровельного слоя при создании защитного перекрытия достаточно успешно решается за счет выбранных параметров систем разработки и профилактических мероприятий по разгрузке краевой зоны впереди очистных фронтов.

¹ Разработка рекомендаций по обеспечению устойчивости капитальных, разведочных, подготовительных, нарезных и очистных выработок на руднике «Скалистый». Этап 1.2. Выполнить анализ и оценку результатов исследований и разработать предварительные рекомендации по обеспечению устойчивости нарезных и очистных выработок на руднике «Скалистый». Отчет о НИР / ВНИМИ, рук. Смирнов В.А. (договор № ДН-218-03). СПб., 2003. 21с.

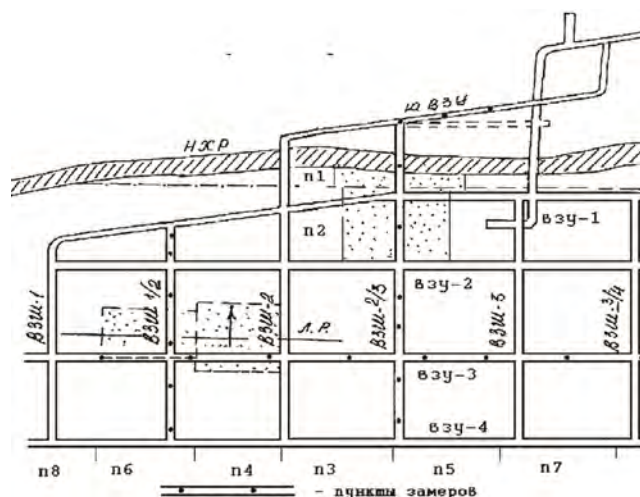


Рис. 1
Расположение профильных линий на гор. – 680 м

Fig. 1
Location of profile lines at the – 680 m Level

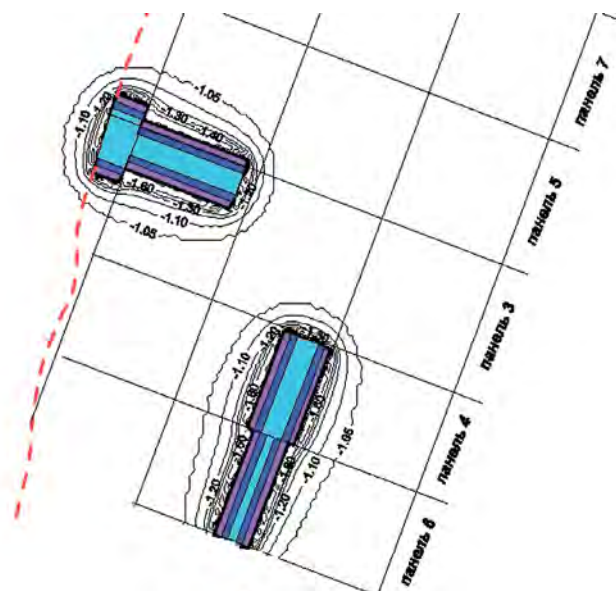


Рис. 2
Прогнозная карта напряженного состояния массива впереди фронтов очистных работ

Fig. 2
Predictive stress state map of the rock mass ahead of the extraction fronts

При увеличении пролетов выработанных пространств, влияния очистных работ на напряженное состояние массива впереди сближающихся широтного и меридионального фронтов по данным математического моделирования² не ожидается (рис. 2).

Зона повышенного горного давления впереди очистных забоев на уровне $\sigma_3/\gamma H > 1,2$ распространится на расстояние не более 20 м.

Вместе с тем возможно ухудшение состояния горных выработок в местах ведения горных работ, непосредственно примыкающих к НХР, вследствие резких пригрузок краевых зон впереди очистных работ за счет оседания блоков по активизируемым тектоническим нарушениям. Это может происходить в виде отслоения кусков горной массы

² Разработка рекомендаций по управлению геомеханическими процессами на рудниках «Скалистый» и «Комсомольский» с учетом блочного строения массива. Этап 2. Выполнить экспертную оценку геодинамической опасности отработки рудников «Скалистый» и «Комсомольский» с учетом геологических блоковых структур. Отчет о НИР / ВНИМИ, рук. Зубков В.В. (договор № ДН-026-04). СПб., 2005. 84 с.

в боках передовых выработок защитного слоя в породах сильной и весьма сильной нарушенности.

Кроме того, соединительный уклон (СУ), являющийся одним из самых важных объектов на горизонте ведения очистных работ (по плану развития очистных работ его эксплуатация предусмотрена до конца отработки первоочередного участка залежи С-1), в границах рабочих панелей будет поддерживаться в постепенно усложняющихся условиях. В наиболее сложных условиях будет находиться участок уклона, расположенный в торце панели 2, где формируется стационарная зона опорного давления (заштрихованная область на рис. 3) на фоне развитой тектонической нарушенности.

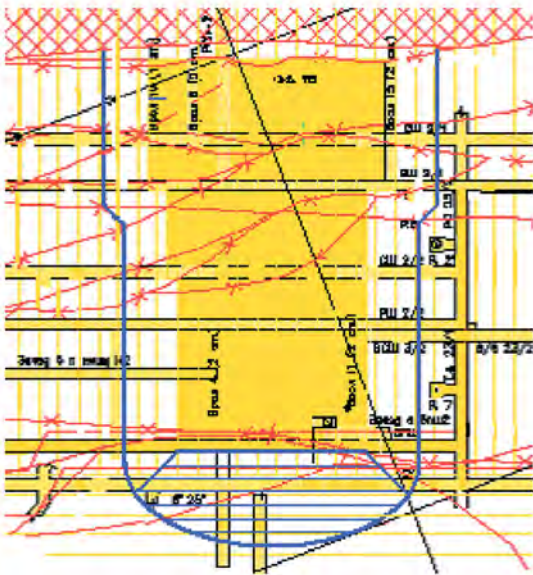


Рис. 2
Формирование зон опорного давления вблизи очистных работ панелей 1–2

Fig. 2
Formation of the bearing pressure zones near the Stopping Blocks 1 and 2

Результаты моделирования показали, что после оконтуривания предохранительного целика очистными работами панели 2 с запада в приконтурном массиве СУ появляются признаки деформирования пород в боках выработки³.

С течением времени процесс деформирования приконтурного массива продолжается за счет ползучести пород.

Анализ состояния горных работ и принятых проектных решений, геомеханической обстановки в целом по руднику позволяет сделать благоприятный прогноз.

Рекомендации по развитию очистных работ и управлению горным давлением

В сложившейся горно-геомеханической обстановке и с перспективой её изменения горные работы на первоочередном участке рудника рекомендуется вести в соответствии со следующими положениями.

1. Отработку богатых и «медистых» руд в панелях продолжать осуществлять по принятым системам разработки и порядкам выемки слоёв.
2. Выемку слоёв в восточном торце панели 2 сооружать с учетом необходимости разгрузки предохранительного

целика соединительного уклона. Создание торцевой защищенной зоны при отработке лент панели 2 осуществлять бурением скважин большого диаметра на глубину не менее ширины предохранительного целика.

3. В пределах панелей 4–6 опережающую разгрузку краевой части массива впереди фронта работ по защитному слою на западном и восточном флангах производить бурением разгрузочных шпуров (скважин) или камуфлетным взрыванием.

4. При подходе фронта очистных работ в подкровельном слое к подготовительным выработкам, параллельным фронту, на расстоянии 40 м предусматривать разгрузку их приконтурного массива бурением строчек разгрузочных шпуров в боках выработок.

5. При проходке выработок защитного слоя в породах и рудах слабой и средней нарушенности, приконтурную часть массива приводить в неудароопасное состояние с помощью камуфлетного взрывания зарядов ВВ или бурением строчек шпуров (скважин).

6. Очистные работы в основных слоях панели 1 вести тупиковыми заходками на все сечение или с предварительной проходкой разрезной выработки. Ширина очистных выработок в основных слоях определяется структурой и прочностными свойствами закладки в искусственной кровле. Высоту вертикальных рудных обнажений очистных выработок принимать с учетом нарушенности руд и пород, как это принято на руднике:

- для руд и пород слабой и средней нарушенности – до 10 м;
- для руд и пород сильной нарушенности – до 8 м;
- для руд и пород весьма сильной нарушенности – до 6 м.

При наличии по трассе выработок тектонических нарушений с зоной дробления более 0,5 м ширину очистных выработок принимать не более 8 м при высоте не более 6 м.

Ширину и высоту очистных выработок основных слоев в панелях 2, 4, 6 принимать в зависимости от нарушенности руд и пород, геологической характеристики вскрываемых тектонических нарушений, наличия ксенолитов в руде и т.п. в соответствии с «Регламентом технологических производственных процессов по применению камерной системы разработки с закладкой выработанного пространства твердеющими материалами и расположением очистных выработок в защищенных зонах при выемке сульфидных руд».

7. Учитывая состояние породы в главном шве НХР (полная дезинтеграция), необходимо до минимума сократить контакт горных выработок в панели 1 со швом. С этой целью при подходе к НХР выработкой рекомендуется оставлять около НХР целик шириной не менее 5 м.

8. Разгрузку предохранительного целика соединительного уклона в панелях 4–6 осуществлять последовательно по мере подхода к нему западного фронта очистных работ бурением разгрузочных скважин из передовых выработок при создании защитного перекрытия в панелях.

На маломощных участках залежи и в безрудных зонах разгрузку осуществлять бурением рядов скважин или шпуров в боках соединительного уклона.

Заключение

В заключение следует отметить, что, судя по полученным данным, шахтные исследования, связанные с инструментальными измерениями деформационного состояния массива, в настоящее время на руднике довольно ограничены. Это связано с выходом из строя многих станций различного типа, предусмотренных в ранее разработан-

³ Разработка рекомендаций по управлению геомеханическими процессами на рудниках «Скалистый» и «Комсомольский» с учетом блочного строения массива. Этап 2. Выполнить экспертную оценку геодинамической опасности отработки рудников «Скалистый» и «Комсомольский» с учетом геологических блоковых структур. Отчет о НИР / ВНИМИ, рук. Зубков В.В. (договор № ДН-026-04). СПб., 2005. – 84 с.

ных проектах наблюдений⁴. Для повышения качества и полноты шахтных исследований в рамках данной работы необходимо выполнить комплекс работ по поддержанию в рабочем состоянии сетей наблюдательных станций на откаточном, вент-закладочном горизонтах и оборудованию сети станций на горизонте ведения очистных работ по проекту наблюдений, разработанному в текущем году.

Работы должны быть направлены на реконструкцию сетей станций с учетом изменившейся горнотехнической обстановки, включая восстановление или ремонт вышедших из строя станций и оборудование новых в соответствии с дополнениями к проектам наблюдений.

В дальнейшем организация шахтных исследований представляется более эффективной в следующем виде:

– ВНИМИ осуществляет методическое обслуживание, поставку оборудования для наблюдательных станций и анализ результатов наблюдений на станциях;

– Центр геодинамической безопасности (ЦГБ) (бывшая ЛГД ГМОИЦ) осуществляет оборудование и обслужива-

ние наблюдательных станций (в части снятия замеров, первичной их обработки и ведения журналов инструментальных замеров), их восстановление в случае необходимости, а также регулярное обследование выработок с ведением журналов обследования; ЦГБ также предоставляет ВНИМИ (по запросу) данные отчетов сейсмостанции о сейсмособытиях на рудниках;

– УППГУ рудника осуществляет надзор: за состоянием наблюдательных станций, своевременным их восстановлением или выбраковкой (с уведомлением об этом ВНИМИ) и регулярным снятием замеров по наблюдательным станциям и линиям геометрического нивелирования; предоставляет ВНИМИ данные по динамическим проявлениям горного давления на участке отработки медистых руд и оценке удароопасности, полученные по принятой на руднике методике;

– ЦГБ совместно с УППГУ рудника проводят ежегодную ревизию сети наблюдательных станций и корректировку проекта наблюдений (с уведомлением об этом ВНИМИ).

Специализированная организация, выполняющая замеры по станциям геометрического нивелирования, предоставляет ВНИМИ копии данных после каждой съемки замеров.

Получение полных и достоверных данных должно привести к своевременному принятию мер по поддержанию горных выработок в безопасном состоянии, а применение рекомендаций, изложенных в статье, приведет к рациональному и безопасному освоению недр на участке тектонического разлома.

4 Научное сопровождение и корректировка текущих технических решений при отработке залежей богатых руд рудника «Скалистый». Этап 2.1. Оценить напряженно-деформированное состояние массива в поле рудника по данным исследований 2006 года и разработать предварительные рекомендации по ведению горных работ на 2007 год. Отчет о НИР / ВНИМИ, рук. Смирнов В.А. (договор № ДН-018-05). СПб., 2006. 32 с.; Исследование напряженно-деформированного состояния (НДС) массива и закономерности его изменения на руднике «Скалистый» и уточнить принятые в корректировке горной части технического проекта решения по управлению горным давлением, борьбе с горными ударами и креплению горных выработок. Этап 3. Разработка проекта оборудования полигонов для наблюдения за развитием горно-геомеханических процессов в капитальных и подготовительных выработках рудника. Отчет о НИР (Промежуточный) / ВНИМИ, рук. Смирнов В.А. (Х.д. № Д-272). СПб., 2002. – 51 с.

Список литературы

1. Ломоносов Г.Г. *Производственные процессы подземной разработки рудных месторождений*. М.: Горная книга; 2013. 512 с.
2. Ушаков И.Н. *Горная геометрия*. 4-е изд. М.: Недра; 1979. 440 с.
3. Акимов А.Г., Громов В.В., Бошенятов Е.В., Зеленцов С.Н., Кузнецова Е.И., Тяпин В.М., Файнштейн Ю.Б.; Яковлев Д.В. (ред.). *Геомеханические аспекты сдвижения горных пород при подземной разработке угольных и рудных месторождений*. СПб.: ВНИМИ; 2003. 166 с.
4. Городниченко В.И., Дмитриев А.П. *Основы горного дела*. М.: Горная книга; 2016. 464 с.

References

1. Akimov A.G., Gromov V.V., Boshenyatov E.V., Zelentsov S.N., Kuznetsova E.I., Tyapin V.M., Fainshtein Yu.B.; Yakovlev D.V. (ed.). *Geomechanical aspects of rock displacement during underground mining of coal and ore deposits*. St Petersburg: VNIMI; 2003. 166 p. (In Russ.)
2. Ushakov I.N. *Mining geometry*. 4th ed. Moscow: Nedra; 1979. 440 p. (In Russ.)
3. Lomonosov G.G. *Production processes in underground mining of ore deposits*. Moscow: Gornaya kniga; 2013. 512 p. (In Russ.)
4. Gorodnichenko V.I., Dmitriev A.P. *Basics of Mining Moscow*. Gornaya kniga; 2016. 464 p. (In Russ.)

Информация об авторе

Кириллов Сергей Геннадьевич – аспирант кафедры разработки месторождений полезных ископаемых, Норильский государственный индустриальный институт, г. Норильск, Российская Федерация; e-mail: postanovshik@bk.ru

Уфатова Зинаида Георгиевна – доцент кафедры разработки месторождений полезных ископаемых, Норильский государственный индустриальный институт, г. Норильск, Российская Федерация

Хрущев Игорь Фиделевич – аспирант кафедры разработки месторождений полезных ископаемых, Норильский государственный индустриальный институт, г. Норильск, Российская Федерация

Баширов Камрал Айюбович – аспирант кафедры разработки месторождений полезных ископаемых, Норильский государственный индустриальный институт, г. Норильск, Российская Федерация

Информация о статье

Поступила в редакцию: 02.11.2020

Поступила после рецензирования: 12.11.2020

Принята к публикации: 23.11.2020

Information about the author

Sergey G. Kirillov – Post-Graduate Student, Department of Mineral Deposit Development, Norilsk State Industrial Institute, Norilsk, Russian Federation; e-mail: postanovshik@bk.ru

Zinaida G. Ufatova – Associate Professor, Department of Mineral Deposit Development, Norilsk State Industrial Institute, Norilsk, Russian Federation

Igor F. Khrushchev – Post-Graduate Student, Department of Mineral Deposit Development, Norilsk State Industrial Institute, Norilsk, Russian Federation

Kamral A. Bashirov – Post-Graduate Student, Department of Mineral Deposit Development, Norilsk State Industrial Institute, Norilsk, Russian Federation

Article info:

Received: 02.11.2020

Revised: 12.11.2020

Accepted: 23.11.2020

GHH

SOLID AS A ROCK



**МОЩЬ.
ПРОЧНОСТЬ.
НАДЕЖНОСТЬ.**



www.ghhrocks.com



info@ghh-mining.ru



+7 495 268 09 12

Follow us on LinkedIn



ТЕХСТРОЙКОНТРАКТ

ЭКСКЛЮЗИВНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

McCloskey
INTERNATIONAL

НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ



McCLOSKEY INTERNATIONAL LTD. — ВЕДУЩИЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬ МОБИЛЬНОГО ДРОБИЛЬНО-СОРТИРОВОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ В СЕВЕРНОЙ АМЕРИКЕ. КОМПАНИЯ БЫЛА ОСНОВАНА В 1985 ГОДУ ПАСКАЛЕМ МакКЛОСКИ, КАК НЕБОЛЬШОЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ, НО УЖЕ К КОНЦУ 80-Х ГОДОВ РАЗРАБОТАЛА ЦЕЛЮЮ ЛИНЕЙКУ БАРАБАННЫХ ГРОХОТОВ И НАЧАЛА СОЗДАНИЕ СОБСТВЕННОЙ ДИЛЕРСКОЙ СЕТИ. В 2004 ГОДУ К УЖЕ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ ЛИНЕЙКЕ БАРАБАННЫХ ГРОХОТОВ ПРИБАВИЛОСЬ ПРОИЗВОДСТВО ВИБРАЦИОННЫХ ГРОХОТОВ, А ЗАТЕМ — ДРОБИЛОК.

СЕЙЧАС КОМПАНИЯ ВЫПУСКАЕТ МАШИНЫ НА БАЗЕ ЩЕКОВЫХ, РОТОРНЫХ, КОНУСНЫХ И ИНЕРЦИОННЫХ ДРОБИЛОК, ДВУХ И ТРЕХДЕКОВЫЕ ВИБРАЦИОННЫЕ ГРОХОТЫ, БАРАБАННЫЕ ГРОХОТЫ, ШТАБЕЛЕУКЛАДОЧНЫЕ КОНВЕЙЕРЫ. К ТОМУ ЖЕ В 2016 ГОДУ БЫЛА УЧРЕЖДЕНА ДОЧЕРНЯЯ КОМПАНИЯ, КОТОРАЯ СПЕЦИАЛИЗИРУЕТСЯ НА СИСТЕМАХ ПРОМЫВКИ МАТЕРИАЛА И ОЧИСТКИ ВОДЫ.

НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ С 2012 ГОДА РАБОТАЕТ УЖЕ БОЛЕЕ 200 МАШИН ПРОИЗВОДСТВА McCLOSKEY INTERNATIONAL LTD., С АПРЕЛЯ 2016 ГОДА ЭКСКЛЮЗИВНЫЕ ДИСТРИБЬЮТОРСКИЕ ПРАВА НА ПОСТАВКУ В РОССИЮ ТЕХНИКИ ДАННОГО БРЕНДА, А ТАКЖЕ ЕЕ ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ, ГАРАНТИЙНОГО И СЕРВИСНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ, ПОЛУЧИЛА КОМПАНИЯ «ТЕХСТРОЙКОНТРАКТ».

ЩЕКОВЫЕ ДРОБИЛКИ

МОДЕЛЬ	J35	J35R	J40V2	J45	J45R	J50V2
ЗЕВ КАМЕРЫ, мм	890 x 500	890 x 500	1016 x 610	1140 x 688	1140 x 688	1270 x 735
МАССА, т	23,8	28	34,6	43,9	49	64



РОТОРНЫЕ ДРОБИЛКИ

МОДЕЛЬ	I34	I34R	I44V3	I44RV3	I54V3	I54RV3
РАЗМЕР РОТОРА (Д x Ш), мм	820 x 900	820 x 900	1050 x 1100	1050 x 1100	1200 x 1335	1200 x 1335
МАССА, т	23,6	27,5	42	53,4	52,9	65,7



КОНУСНЫЕ ДРОБИЛКИ

МОДЕЛЬ	C2	C2R	C3	C3R	C4
ДИАМЕТР КОНУСА, мм	940	940	1120	1120	1320
МАССА, т	47	52	49	62	56



ВИБРАЦИОННЫЕ ГРОХОТЫ

МОДЕЛЬ	S80	S130 2D	S130 3D	S190 2D	S190 3D	S250 2D	S250 3D
РАЗМЕР СИТА, мм	1370 x 3050	1524 x 4270	1524 x 4270	1524 x 6100	1524 x 6100	1830 x 6710	1830 x 6710
КОЛИЧЕСТВО ДЕК	2	2	3	2	3	2	3



ГРОХОТЫ ПЕРВИЧНОЙ СОРТИРОВКИ

МОДЕЛЬ	КОМРАQ	R70	R105	R155	R230
РАЗМЕР СИТА	1200 x 2440	1220 x 2800	1370 x 3660	1524 x 4880	1830 x 6100
МОЩНОСТЬ ДВИГАТЕЛЯ, л.с.	49	100	100	130	225



САЙТ: tsc-drobilka.ru / ТЕЛЕФОН: 8 (800) 700-03-30