

SOLID

GROUND

#1 2019

ЖУРНАЛ КОМПАНИИ
SANDVIK MINING AND ROCK TECHNOLOGY

Австралия:

**Вдохновение для
автоматизации**

Буровой инструмент Sandvik:

**Скачок
производительности**

Обзор:

**Шахтерские
мифы и легенды**

Мексика:

Рудник Пинос-Альтос компании Agnico

Сочетаем лучшее

Уважаемые читатели,

В ЭТОМ ВЫПУСКЕ ЖУРНАЛА *Solid Ground* много говорится о безопасности, эффективности, производительности и автоматизации. Эти темы по-прежнему остаются для нас главными, поскольку именно они задают вектор развития в нашей отрасли. Я очень рад возглавить компанию Sandvik Mining and Rock Technology в должности президента и буду способствовать ее дальнейшему развитию. Мы по-прежнему будем уделять основное внимание потребностям заказчиков и повышать производительность путем внедрения инноваций, непрерывных разработок и совершенствования продукции. В данном выпуске вы найдете много подтверждений этому.

Мы стремимся к лидерству в отрасли и с этой целью развиваем такие направления, как автоматизация и цифровые технологии. Поэтому в декабре мы организовали двухдневную конференцию в Чили, чтобы наши заказчики смогли рассказать о том, чего им удалось достичь за счет внедрения новейших технологий Sandvik. Кроме того, они дистанционно посетили производственные площадки по всему миру в режиме реального времени. Раскрывая тему дальше, предлагаем вам прочитать статью о положительном влиянии, которое автоматизация и цифровизация оказали на одно из крупнейших в мире предприятий по добыче цинка: австралийский рудник Леди-Лоретта компании Glencore.

Тем не менее, нам важны не только продукты и технологии. В основе всего, что мы делаем, лежат инновации и рациональное использование ресурсов — в том числе в основе стратегии кредитования заказчиков: мы предлагаем гибкие и конкурентоспособные финансовые решения, направленные на удовлетворение потребностей наших заказчиков в условиях переменчивого делового климата.

Кроме того, мы изучаем мир вокруг и укрепляем нашу организацию за счет приобретения других компаний, чьи предложения дополняют наши — или за счет сотрудничества с ними. К числу таких компаний относятся, например, мировой лидер в области беспроводной IoT-сети для подземной горной промышленности Newtrax, а также производитель подземного шахтного аккумуляторного оборудования Artisan Vehicle Systems.

И на каждом этапе нашего пути главным приоритетом для нас является безопасность. Поэтому мы гордимся тем, что участвуем в инициативе Международного совета по горному делу и металлам, которая называется «Инновации для создания чистого и безопасного автотранспорта». Ее основные направления:

- Совершенствование технологии взаимодействия автотранспорта с целью снижения количества столкновений
- Ускорение снижения объема выбросов твердых частиц дизельными двигателями
- Сокращение энергозатрат и выбросов парниковых газов.

То, что важно для вас, важно и для нас. Мы — это то, что мы создаем для своих заказчиков.



ХЕНРИК АГЕР,
ПРЕЗИДЕНТ, SANDVIK MINING
AND ROCK TECHNOLOGY



НОВОСТИ SANDVIK

Наша конференция в Чили.....5

ФИНАНСОВЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ЗАКАЗЧИКОВ

Гибкое кредитование6

ПРОФИЛЬ

Уникальный актив8

ЦИНКОВЫЙ РУДНИК ЛЕДИ-ЛОРЕТТА КОМПАНИИ GLENCORE

Новейший парк оборудования для Леди-Лоретты10

БУРОВОЙ ИНСТРУМЕНТ SANDVIK

Скачок производительности.....16

ЗОЛОТОЙ РУДНИК ПИНОС-АЛЬТОС КОМПАНИИ AGNICO EAGLE

Идеальная работа.....20

БУРОВЫЕ УСТАНОВКИ СЕРИИ SANDVIK 400i

Первые в своем классе.....26

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ

Вперед и вниз.....30

УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ

Мы обеспечиваем безопасность друг друга..33

ОБЗОР

Что скрывается во тьме36

НОМЕНКЛАТУРА ПРОДУКЦИИ

Навстречу эффективности38

SOLIDGROUND — это журнал компании Sandvik Mining and Rock Technology (Kungsbron 1, SE-111 22, Stockholm, Sweden), посвященный вопросам бизнеса и технологий. Телефон: +46 (0)845 61100. *Solid Ground* выпускается дважды в год в версиях для России, Англии, Испании, Китая, Польши, Португалии, Индонезии, США и Франции. Журнал распространяется бесплатно среди клиентов Sandvik Mining and Rock Technology. Издатель: Spoon Publishing, Стокгольм, Швеция. ISSN 2000-2874.

Главный редактор, несущий ответственность согласно издательскому законодательству Швеции: Жанетт Свенссон. **Руководитель проектов:** Эрик Гурли. **Редактор:** Жан-Поль Смолл. **Редактор разделов:** Майкл Миллер. **Арт-директор:** Эрик Вестин. **Межязыковая координация:** Луиза Хольпп. **Подготовка к печати:** Маркус Дальстедт. **Обложка:** Самир Суда. **Редакция:** Мари Бродин, Эрик Гурли, Конни Раск, Джанет Свенссон.

Материалы, поступившие без запроса, не принимаются. Все материалы из публикаций могут быть использованы только после получения разрешения. За разрешением следует обращаться к заведующему редакцией *Solid Ground*. Авторские материалы и мнения, опубликованные в *Solid Ground* могут не отражать позиции Sandvik Mining and Rock Technology и издателя.

Торговые марки Sandvik Alpha, AutoMine, OptiMine, Rammer и Ranger принадлежат группе компаний Sandvik Group в Швеции и/или других странах.

По вопросам распространения обращайтесь по электронной почте: solidground@sandvik.com Интернет: solidground.sandvik.

Журнал *Solid Ground* выпускается в информационных целях. Представленные в нем сведения имеют общий характер и не должны рассматриваться как рекомендации или основание для принятия решений или конкретных действий. Sandvik Mining and Rock Technology не несет ответственности за прямые, косвенные, последующие и случайные убытки, возникшие в результате использования сведений из журнала *Solid Ground*.

Sandvik обрабатывает личные данные в соответствии с Общим регламентом по защите данных ЕС (GDPR). Информация о защите данных находится на www.home.sandvik/privacy. Чтобы внести изменения в подписку или прекратить подписку, пожалуйста, напишите на solidground@sandvik.com.



СОДЕРЖАНИЕ 1.19



09

Воздух под землей.



26

Обновление серии Sandvik 400i.



20

Безопасность на первом месте без ущерба производительности.



16

Новый буровой инструмент для любых задач.



30

Будущее подвальной добычи полезных ископаемых.

Надежность, эффективность, интеллект

▶ Sandvik представляет второй погрузчик серии i, Sandvik LH621i, который расширяет линейку интеллектуальной техники. Благодаря высокой грузоподъемности погрузчик идеально подходит для быстрого освоения крупных подземных месторождений, демонстрируя оптимальную производительность в паре с недавно представленной моделью самосвала TH663i.

Мощный гидропривод ковша и высокая скорость перемещения позволяют быстро очистить забой, что положительно сказывается на скорости проходки. Прочная конструкция Sandvik LH621i разрабатывалась с учётом повышенной безопасности операторов и обслуживающего персонала, поэтому все компоненты обладают увеличенным сроком службы, что также помогает значительно снизить издержки. Для быстрой диагностики технического состояния и выявления возможных неисправностей Sandvik LH621i комплектуется интеллектуальной системой управления и бортовой системой мониторинга, совместимой с приложением My Sandvik Digital Services Knowledge Box.

Буровые станки xSeries готовы начать работу

▶ Дизельные буровые станки xSeries для бурения взрывных скважин унаследовали надёжность конструкции своих предшественников, но обладают дополнительными интеллектуальными системами и обеспечивают максимальное удобство работы оператора благодаря продуманной эргономике модернизированной кабины. Станки xSeries просты в освоении, эксплуатации и обслуживании, а это значит, что при необходимости заказчики смогут легко перейти на использование машин этой серии. Гармоничное сочетание надёжности и технологических возможностей позволяет бурить скважины безопасно и более точно. Некоторые преимущества станков xSeries:

- Графический интерфейс пользователя с сенсорным экраном.
- Система управления компрессором Compressor Management System Lite с электронным управлением.
- Замки на мачте позволяют отказаться от резки и сварки, что упрощает замену.
- Поворотное сиденье оператора со встроенными электрогидравлическими органами управления облегчает эксплуатацию и обеспечивает улучшенный обзор.

«Разрабатывая станки xSeries, мы учли отзывы наших заказчиков и гордимся этим пополнением нашей линейки», — говорит Дэйв Шелхаммер, президент дивизиона Станки для вращательного бурения Sandvik Mining and Rock Technology.



Новые возможности

▶ Следуя пожеланиям заказчиков, Sandvik Mining and Rock Technology расширила линейку буровых установок с выносным гидроперфоратором, представив модели Ranger™ DXR без кабины оператора. Буровые установки нового поколения созданы для более безопасного решения самых трудоёмких задач.

Новые установки Ranger DX600R и Ranger DX800R подходят для применения в строительной отрасли, на карьерах и открытых разработках. Они обладают преимуществами стандарт-

ных буровых установок серии Ranger DX, при этом площадь обустройства при ведении буровых работ варьирует от стандартных 17,6 кв. метров до опциональных 26,4 кв. метров. Буровые установки Ranger DXR имеют более легкую и подвижную конструкцию. Они великолепно работают на непрочных уступах и откосах, характерных для строительства автомобильных и железных дорог, бурения под свайные опоры, траншейных работ и прокладки магистралей.



Передовые решения в области электрооборудования

▶ Sandvik приобрела частную компанию Artisan Vehicle Systems, занимающуюся производством аккумуляторной подземной техники. Основная продукция компании Artisan — аккумуляторные батареи, электродвигатели, силовая электроника, программное обеспечение и системы управления. Ее подземные погрузчики и самосвалы оснащены высокомоощными, исключительно надёжными и испытанными на практике аккумуляторными силовыми агрегатами. Artisan — лидер рынка: большая часть аккумуляторных транспортных средств, работающих на подземной добыче, выпущены именно этим производителем. Компания станет

подразделением в составе дивизиона погрузочно-доставочного оборудования Sandvik Mining and Rock Technology.

«Я рад, что стратегически важное приобретение Artisan произошло практически сразу же после того, как в 2018 году в финском городе Турку был открыт ультрасовременный центр инноваций и разработок в области аккумуляторных технологий Sandvik», — отмечает Матс Эрикссон, президент дивизиона погрузочно-доставочного оборудования Sandvik Mining and Rock Technology. — Этот важный шаг позволит стать ближе к нашей цели — стать лидерами рынка решений для аккумуляторных транспортных средств».

Rammer — уникальный бренд

▶ В прошлом году Rammer отметил свое сорокалетие. В этом году была обновлена и усовершенствована линейка гидромолотов Excellence, которые производятся под этим брендом. Одной из главных особенностей линейки Excellence является специально разработанное устройство дистанционного контроля Rammer RD3 — первое устройство такого рода, установленное на гидромолоте. Для контроля работы оборудования RD3 задействует сервис MyFleet Telematics. Теперь нет необходимости идти на рабочую площадку, чтобы собрать данные. Таким образом, это устройство идеально и для дилеров, и для компаний, занимающихся арендой оборудования, и для операторов. Облачный принцип работы сервиса позволяет отслеживать работу гидромолотов с помощью Google Maps.

Инновационное устройство RD3 и обновленная линейка Excellence — это разработки Rammer, которые отвечают потребностям заказчиков. Возможность поворота и замены нижней втулки инструмента на рабочей площадке увеличивает срок службы и уменьшает эксплуатационные расходы. Для дополнительного увеличения срока службы инструмента, стопорных пальцев и втулок используются два стопорных пальца для инструмента.



Путь вперед — Through the Rock

▶ В Сантьяго (Чили) компания Sandvik Mining and Rock Technology организовала двухдневную конференцию Digitalization in Mining — Through the Rock, на которую прибыли более 200 лидеров горнодобывающей отрасли Латинской Америки. Основными темами конференции стали передовые горные технологии и цифровизация в области горных работ.

В первый день выступали представители горнодобывающих компаний из Северной и Южной Америки, а также компаний — лидеров в области горных технологий, оптимизации процессов и автоматизации. Докладчики подробно рассказали о преимуществах, полученных за счет

внедрения новых технологий, а также о том, какой перестройки мышления это потребовало.

На второй день участники отправились на предприятие Sandvik в Сантьяго, где дистанционно познакомились с рабочими площадками заказчиков Sandvik, разбросанными по всему миру.

«Цифровизация помогает компаниям расти и оптимизировать свою работу, — говорит Патрисио Апабласа, вице-президент территории продаж страны Андского региона и Южного конуса Sandvik Mining and Rock Technology. — Наши партнеры приняли участие в конференции, так как понимают, насколько важны цифровые технологии для жизнеспособности их рудников в будущем».

Внедрение цифровых технологий

▶ В 2019 году Sandvik Mining and Rock Technology осуществит поставку цифровой платформы OptiMine на рудник Синдесар-Курд компании Hindustan Zinc. Система обладает широким набором функций для контроля подземных работ в коротких интервалах. В их число входят функция мониторинга OptiMine, функция определения местоположения и визуализации рудника, а также функции планирования и управления задачами, в том числе OptiMine Analytics.

«Благодаря OptiMine мы сможем планировать, включать в график и контролировать все работы в реальном времени, — перечисляет преимущества Сунил Дугал, председатель совета директоров Hindustan Zinc. — Это даст нам значительное улучшение финансовых показателей, позволит повысить производительность и устранить узкие места. Мы сможем измерять и контролировать ключевые аспекты эффективности в реальном времени, превентивно реагируя на возможные проблемы и предотвращая их появление».

ЦИТАТА

Сочетание решений Sandvik с архитектурой Nokia DAC, готовой к использованию сетей 5G, дало превосходные результаты. Мы намерены продолжить сотрудничество, цель которого — разработка технологий, оптимально соответствующих условиям применения, зачастую очень суровым.

Стефан Литенс, руководитель отдела цифровой автоматизации Nokia, о подписании соглашения, направленного на дальнейшую разработку решений для частных сетей LTE и сетей 5G.

Интеграция ради инноваций

▶ Компания Newtrax, мировой лидер в области беспроводной IoT-сети для подземной разработки месторождений, объединила усилия с Sandvik Mining and Rock Technology, чтобы расширить свой ассортимент цифровых решений.

Разработанная Sandvik цифровая платформа OptiMine, работающая независимо от производителя оригинального оборудования, будет объединена с созданной Newtrax системой беспроводного «интернета вещей». Это даст возможность получать из одного источника все важные данные, на основании которых будет осуществляться анализ в реальном времени и составление прогнозов с целью улучшения работы.

«Мы очень хотим, чтобы результат нашего сотрудничества с Sandvik помог нашим заказчикам быстрее и эффективнее достигать ключевых целей в области цифровизации рудников», — подчеркнул Александр Сервинка, председатель совета директоров Newtrax.

Гибкое кредитование

В современном мире у потребителей есть разнообразные возможности, которые не обязательно предполагают владение продуктом для конкретного применения. Но в любом случае остается вопрос: покупка, лизинг, совместное пользование или шеринг — что из этого наиболее привлекательно для потребителя? Sandvik Mining and Rock Technology предлагает клиентам гибкие и конкурентоспособные финансовые решения в изменчивом деловом климате.

Текст: ТУРКА КУЛМАЛА Фото: SANDVIK

Для большинства клиентов закупка горнодобывающего и строительного оборудования — это ответственное решение о капиталовложениях, которое неизбежно вызывает серьезные вопросы: А есть ли в этом необходимость? Как можно снизить затраты? В такой ситуации не удивительно, что кредитование уже давно стало важной составляющей сервиса, предоставляемого Sandvik.

Бьорн ван ден Берг, директор глобальной службы кредитования клиентов Sandvik, говорит, что в настоящее время компания обеспечивает внутреннее кредитование 25

процентов всех продаж оборудования.

«Клиентам выгодно кредитовать инвестиции за счет поставщика оборудования, — говорит ван ден Берг. — Во-первых, мы знаем наши машины, тогда как сторонние финансовые организации не обладают таким козырем. Кроме того, нам знакома специфика бизнеса наших клиентов. Например, мы понимаем, что рудник не может генерировать какой-либо существенный доход до



Чарльз Уотсон
Финансовый директор FMR

начала добычи, и можем предложить подходящие решения, особенно на этапе проходки».

Так, когда австралийская компания FMR Investments закупила парк оборудования Sandvik для модернизации своего рудника Элоиз, она предпочла взять кредит именно у Sandvik.

«В свое время мы были подрядной организацией по подземным горнодобывающим работам, — рассказывает Чарльз Уотсон, финансовый директор FMR. — Но с приобретением первых пяти самосвалов Sandvik для рудника Элоиз мы оказались в новой для себя ситуации. Это было наше первое приобретение в долг после продажи подрядного бизнеса, а контакт с прежними кредиторами был потерян. Не все кредитные организации знакомы с нюансами кредитования подземного оборудования, поэтому неудивительно, что конкурентоспособную ставку мы получили именно от Sandvik».

Идея взять кредит у Sandvik, а не у обычной кредитной организации, оказалась крайне выигрышной для FMR. «Sandvik знает свое оборудова-

КРЕДИТОВАНИЕ ЗАКАЗЧИКОВ SANDVIK — ПРЕИМУЩЕСТВА ДЛЯ ЗАКАЗЧИКОВ

- Sandvik обладает знаниями в горнодобывающей и строительной отраслях и разбирается в денежных потоках и бизнес-циклах.
- Когда поставщик предоставляет кредит на покупку своего оборудования, это значит, что заказчику не придется тратить время на обращение в сторонние организации, а также он сможет одновременно получить и другие услуги.
- Широкий выбор решений — от классической модели собственности до модели «оплата по факту использования», индивидуальные и гибкие графики платежей.
- Финансовые предложения Sandvik учитывают специфику вашего оборудования и его применения.
- Компания Sandvik имеет представительства по всему миру и повсюду готова предложить свои услуги, в том числе решения для поставщиков и экспортные кредиты — ценнейшее преимущество для глобальных компаний и международных проектов.

ние, — продолжает Уотсон. — Соответственно, она имеет представление о нашем бизнесе и нашей работе и этим отличается от банка, который может понять нас, а может и не понять. Предложение Sandvik действительно очень ценно, и потому в этой ситуации выигрывают обе стороны. Ставка была конкурентоспособной, и процесс прошел гладко. Предлагая клиенту такую услугу, вы приносите ему огромную пользу».

Sandvik стремится помочь рудникам, подрядчикам и строительным организациям улучшить их финансовые показатели. Для этого компания предлагает самые разные решения: от традиционной покупки до модели «оплата по факту использования». Кроме того, компания упростила организационную сторону кредитования. Прежде за кредитование клиентов отвечала Sandvik Group, а с 2017 года этим занимается Sandvik Mining and Rock Technology. Иными словами, кредитование стало ближе к «передовой линии» продаж.

ЧТОБЫ УДОВЛЕТВОРЯТЬ РАЗЛИЧНЫЕ запросы заказчиков, Sandvik разработала три финансовых продукта — по сути, это три разных удобных способа разделения собственности, сопутствующих рисков и выгод. При кредитовании под залог активов кредитуемое оборудование служит гарантийным обеспечением, и клиент является полноправным собственником машины. Лизинг — это форма финансирования, при которой право собственности на оборудование принадлежит Sandvik, а заказчик арендует оборудование. Он становится владельцем лишь по окончании срока аренды. При операционной аренде оборудование остается в собственности Sandvik как в юридическом, так и в финансовом смысле, и клиент платит только за его использование. По окончании срока аренды оборудование возвращается к Sandvik.

В зависимости от типа оборудования, отрасли, в которой работает клиент, а также географического региона можно выбрать то или иное финансовое решение. В областях, где не подходит ни один из имеющихся



При покупке парка нового оборудования для рудника Элоиз австралийская компания FMR Investments предпочла кредитование у Sandvik.

Не все кредитные организации знакомы с нюансами кредитования подземного оборудования, поэтому неудивительно, что конкурентоспособную ставку мы получили именно от Sandvik.

вариантов, Sandvik Group может предложить услуги по кредитованию экспорта.

«Также мы можем объединять кредитование с другими видами услуг, необходимых клиенту, например, с контрактами на сервисное обслуживание, — говорит ван ден Берг. — Кроме того, если кредитование предоставляем мы, это значит, что заказчики могут использовать имеющиеся у них банковские кредитные линии для других целей».

ПРОЦЕСС ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ в Sandvik прост и эффективен. Как правило, в течение 24 часов после получения запроса предоставляется примерное предложение, включающее в себя ограниченный объем исходных данных об оборудовании, срок кредитования и сумму авансового платежа. Разумеется, окончательное предложение клиент получает только после анализа бухгалтерской отчетности, подтвержденной аудиторским заключением.

Общий кредитный риск включает в себя три основных компонента: риски, связанные со страной, клиентом и оборудованием. Единой процедуры оценки рисков не существует, для каждого клиента используется индивидуальный подход. Необходимо оценивать любые перекрестные взаимодействия, которые могут по-разному влиять на результат в каждом отдельном случае. Например, повышенный риск, связанный со страной или оборудованием, бывает приемлем в случае финансово сильного клиента. Это позволяет Sandvik сопровождать заказчиков высшего уровня в странах, где сложно получить кредит.

«Если кредитование покупки нового или отремонтированного оборудования Sandvik по той или иной причине затруднительно, мы можем скорректировать решение с учетом конкретных потребностей клиента и тем самым обеспечить дополнительные преимущества для его бизнеса», — отмечает ван ден Берг. ■

Видео

УНИКАЛЬНЫЙ АКТИВ

В 2015 году Джим Галлахер стал президентом и генеральным директором канадской горнодобывающей компании North American Palladium — и с тех пор добился значительного роста показателей коммерческой деятельности предприятия Лак-дез-Иль на севере провинции Онтарио. Он рассказал *Solid Ground* о том, каким он видит применение новых методов и технологий по снижению эксплуатационных затрат при одновременном повышении итоговой прибыли.

В: ЧТО САМОЕ СЛОЖНОЕ В УПРАВЛЕНИИ NORTH AMERICAN PALLADIUM?

North American Palladium (NAP) — это уникальный актив, поскольку палладий, как правило, является побочным продуктом при производстве других металлов. Мы — единственный специализированный производитель палладия в мире.

Принадлежащий NAP рудник Лак-дез-Иль имеет очень крупное вертикальное рудное тело, которое отрабатывается самообрушением. Сложность в том, что содержание полезных ископаемых в рудном теле достаточно низкое, поэтому нам приходится добывать большой объем. Мы смогли увеличить наш эксплуатационный запас за счет повышения производительности и снижения эксплуатационных расходов. Важную роль в этом сыграли технологии.

В: В ЧЕМ СПЕЦИФИКА ВАШЕГО ПОДХОДА?

Был фундаментально изменен используемый NAP способ добычи. Теперь мы применяем вариант метода подэтажного обрушения, вместо взрывных скважин — подэтажное обрушение. Аналогов в мире крайне мало.

В: КАК ТЕХНОЛОГИИ ПОВЛИЯЛИ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ?

Мы используем данные в реальном времени для контроля трендов и поиска областей, требую-

щих улучшения. Помимо этого, недавно мы внедрили технологии управления и автоматизации в режиме реального времени. Благодаря автоматизации мы можем увеличить продолжительность рабочего дня до 21 часа, что на 15–20 % выше, чем сейчас, при эксплуатации в ручном режиме. Это существенно влияет на себестоимость единицы продукции и на итоговый результат.

В: КАК SANDVIK ПОМОГЛА ВАМ ИЗМЕНИТЬ ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ?

Несколько лет назад мы приступили к обновлению парка оборудования и начали искать партнера в области технологий. Просто «покупать железо» стало не актуально. Новое оборудование должно было уже содержать в себе технологии, позволяющие реализовать нашу долгосрочную бизнес-стратегию. Поэтому нас заинтересовал подход Sandvik к автоматизации, а также технологии аккумуляторной техники и автоматизированной транспортировки под уклоном. Мы увидели здесь необычайно широкие возможности. Для максимально быстрого результата требовалось тесное сотрудничество. Работая на руднике Лак-дез-Иль, обе стороны — Sandvik и NAP — продемонстрировали огромную заинтересованность. И тот энтузиазм, с которым люди участвуют во внедрении новой технологии, важнее всего. ■

Эксперт

Карен Хадсон-Эдвардс, профессор кафедры рационального недропользования в горнодобывающей отрасли Эксетерского университета (Великобритания).



ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ВОЗДУХА в подземных условиях — одна из наиболее острых проблем, стоящих сегодня перед горнодобывающими компаниями. Рудник Борден компании Goldcorp в Канаде должен стать первым в мире полностью электрическим рудником. Там будет использоваться оборудование Sandvik Mining and Rock Technology, помогающее минимизировать уровень выбросов под землей. Тем не менее, предстоит еще многое сделать, чтобы снизить риски для здоровья, связанные с низким качеством воздуха. Корреспондент *Solid Ground* встретился с Карен Хадсон-Эдвардс, профессором кафедры рационального недропользования в горнодобывающей отрасли Эксетерского университета, чтобы узнать ее мнение о том, как можно улучшить воздух глубоко под землей.

В: ЧЕМ ГРОЗИТ ПЛОХОЕ КАЧЕСТВО ВОЗДУХА ПОД ЗЕМЛЕЙ?

О: Низкое качество воздуха под землей,

которое обусловлено наличием тепла, влаги, пыли, токсичных, горючих, радиоактивных и удушающих газов, может привести к различным проблемам со здоровьем. Это потеря концентрации, тепловая перегрузка, раздражение дыхательных путей и отравление, а также такие заболевания, как пневмокониоз, фиброз, силикоз, антракоз и рак легких.

В: ЧТО ПРЕПЯТСТВУЕТ ПОДАЧЕ КАЧЕСТВЕННОГО ВОЗДУХА В ПОДЗЕМНУЮ СРЕДУ?

О: Одна из основных трудностей — этот процесс должен быть максимально эффективным с экономической точки зрения. Чтобы решить эту задачу, владельцы рудников должны хорошо понимать, какие загрязняющие вещества потенциально генерируются и в каком количестве, каков требуемый объем и скорость воздуха. Это особенно касается случаев, когда добыча уходит вглубь, поскольку геотермический градиент увеличивается, и системы вентиляции должны подавать больший объем воздуха или охлаждения на большее расстояние.

В: КАКИЕ ОПАСНЫЕ ФАКТОРЫ, СВЯЗАННЫЕ С ВЕНТИЛЯЦИЕЙ, СИЛЬНЕЕ ВСЕГО ВЛИЯЮТ НА КАЧЕСТВО ВОЗДУХА ПОД ЗЕМЛЕЙ?

О: Проблемы в работе систем вентиляции часто могут стать причиной пожара или выброса газа. При нарушении электроснабжения, приводящем к отключению систем, возникает риск нехватки кислорода и скапливания токсичных газов, губительных для работающих под землей людей. В элементах систем вентиляции может накапливаться и перемещаться подземная пыль. Также она может образовываться в результате коррозии этих элементов, их износа или реакции с загрязненным воздухом.

В: КАК СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОМОГАЮТ УЛУЧШИТЬ СОСТОЯНИЕ ВОЗДУХА ПОД ЗЕМЛЕЙ?

О: Компьютерные технологии играют все большую роль в любом аспекте подземных горнодобывающих работ, включая вентиляцию. Например, системы вентиляции по требованию (ВПТ) способны обеспечивать качественной и эффективной вентиляцией те выработки, в которых ведутся работы, снижая объем подачи воздуха или просто не вентилируя те, где работ нет. Управление работой ВПТ осуществляется с помощью шахтных датчиков, передающих данные о

качестве воздуха, местонахождении персонала и других факторах на централизованные компьютерные системы, которые, в свою очередь, регулируют процесс вентиляции. В результате обеспечивается надлежащая подача воздуха рабочим, а затраты уменьшаются. В числе других инноваций можно упомянуть теплообменную вентиляцию, которая в настоящее время используется на руднике Крейтон компании Vale в Онтарио, и гидравлические системы охлаждения сжатым воздухом для глубоких шахт.

В: ЧТО МОЖНО СДЕЛАТЬ ДЛЯ ТОГО, ЧТОБЫ РАБОТНИКИ МИНИМАЛЬНО ПОДВЕРГАЛИСЬ ВОЗДЕЙСТВИЮ СОДЕРЖАЩИХСЯ В ВОЗДУХЕ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ?

О: Для устранения или минимизации объема содержащихся в воздухе загрязнений и обеспечения постоянной подачи свежего воздуха обязательно применение современных систем подавления, вентиляции или вытяжки. В идеале они должны отвечать требованиям законодательства, установленных практических норм и планов по регулированию и снижению воздействия загрязняющих веществ на работников, занятых в подземной добыче ископаемых. С целью снижения уровня выбросов дизельных двигателей все шире используются электромобили с питанием от аккумуляторов и мобильные машины с дистанционным управлением. Они обладают многочисленными преимуществами, среди которых — уменьшение выбросов, затрат, уровней нагрева, шума и вибрации.

В: СУЩЕСТВУЕТ ЛИ УСТРОЙСТВО, ПРЕДСТАВЛЯЮЩЕЕ СОБОЙ СОВРЕМЕННУЮ ВЕРСИЮ «КАНАРЕЙКИ В ШАХТЕ»?

О: Вместо канареек в шахтах сегодня используются интеллектуальные технологии. Они служат для мониторинга, обнаружения, управления и передачи информации о концентрациях газов в воздухе. При этом они работают круглосуточно на дистанционном управлении. Выбор таких технологий широк и постоянно растет. В качестве примера вспомним беспроводные сенсорные сети, системы радиочастотной идентификации, интеллектуальные сети, мобильные датчики и облачные вычисления. «Интернет вещей» объединяет многие из этих технологий в сети с дистанционным управлением. ■

АБСОЛЮТНО НОВЫЙ ПАРК ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ РУДНИКА ЛЕДИ-ЛОРЕТТА

МАУНТ-АЙЗА, КВИНСЛЕНД. Рудник Леди-Лоретта компании Glencore, где добывается цинковая руда высшего сорта, недавно возобновил свою работу. Автоматизация и мониторинг оборудования превзошли все ожидания компании Redpath Australia.

ТЕКСТ: ЭРИК ГУРЛИ ФОТО: АДАМ ЛЯХ

В ДЕКАБРЕ 2017 ГОДА GLENCORE ЗАКЛЮЧИЛА С REDPATH Australia договор подряда для рудника Леди-Лоретта, охватывающий все подземные и наземные работы, а также связанные с ними вопросы административно-хозяйственного управления. Область ответственности Redpath простирается от дробления извлеченной руды и ее погрузки на автопоезда для перевозки на обогатительную фабрику Glencore в Маунт-Айза до управления поселком и стрижки газонов.

Redpath также несет полную правовую ответственность за эксплуатацию рудника — уникальный случай для подрядчика, роль которого обычно ограничена сооружением уклона или проходкой и добычей.

ТАКОЙ ШИРОКИЙ РАЗМАХ деятельности заинтересовал Джона МакКинстри, который возглавил работу Redpath по проекту Леди-Лоретта. За

30 лет карьеры МакКинстри уже приходилось управлять рудниками, расположенными в Австралии и Северной Америке.

«Для Redpath эксплуатация рудника — это увлекательная задача, — говорит МакКинстри, руководитель работ на Леди-Лоретта. — Как правило, подрядчик занимается разработкой месторождения и/или добычей руды либо выполнением какой-то специальной задачи. Здесь у нас значительно более широкий круг обязанностей. Вся инфраструктура уже есть, так что перед подрядчиком встанут иные вопросы. Кроме того, договор на весь срок эксплуатации рудника необычен сам по себе. Большинство рудников претерпевает изменения по мере разработки и обнаружения новых запасов руды, но в данном случае рудное тело уже околонушено очень четко».

В течение нескольких месяцев с момента заключения договора Redpath

произвела повторный ввод рудника в эксплуатацию. Первый этап разработки начался в марте 2018 года. Объем добычи быстро увеличился, и к июлю 2018 года Redpath удалось достичь плановых показателей, установленных Glencore. Ежемесячная добыча возросла до 100 000 тонн, а полная плановая производительность составляет 133 000 тонн в месяц.

СРОК ДЕЙСТВИЯ ДОГОВОРА позволил Redpath вложить средства в абсолютно новый парк оборудования для рудника Леди-Лоретта.

«Мы с самого начала хотели не просто достичь поставленных целей, но и превзойти их. Поэтому мы решили использовать новую ультрасовременную технологию, позволяющую свести к минимуму эксплуатационные расходы и обеспечить максимальную производительность. Ведь впереди у нас еще много времени





На руднике Леди-Лоретта работают два погрузчика LH621 с системой AutoMine Lite, благодаря чему Redpath удается сохранять производительность при пересменках.

РУДНИК ЛЕДИ-ЛОРЕТТА

Месторождение высококачественной цинковой руды Леди-Лоретта расположено в 110 километрах к северо-западу от города Маунт-Айза. Добыча началась в 2013 году. В 2015 году на руднике были начаты ремонтные работы, а в марте 2018 года эксплуатация возобновилась. Штат Redpath на руднике насчитывает 227 работников. При номинальном годовом объеме добычи руды 1,6 миллиона тонн рудник Леди-Лоретта будет давать примерно 160 000 тонн цинка в год в течение оставшихся шести лет срока службы.

для того, чтобы полностью использовать ресурс оборудования и амортизировать активы», — рассказывает МакКинстри.

После начала эксплуатации две проходческие буровые установки Sandvik DD421 с раздельными телескопическими податчиками 10/16 футов превзошли все ожидания. Redpath смогла последовательно довести проходку до 400 метров в месяц, используя одну установку

Sandvik DD421. Вторая служила в качестве запасной на случай ремонта.

«С самого начала установки работают просто великолепно, — отмечает МакКинстри. — С первого дня нам неизменно удается сделать больше, чем мы планировали».

РУДУ УДАЛЯЮТ НА четырех погрузчиках Sandvik LH621. Два из них классическим образом работают на проходке, добыче и погрузке руды на самосвалы в ручном режиме, а два других оснащены системой AutoMine Lite для дистанционного управления.

«Думаю, что на данный момент многие считают LH621 наиболее подходящим погрузчиком для крупномасштабных работ, — говорит МакКинстри. — Это большая машина. И это эффективная машина, очень удобная для операторов. А если на ней к тому же установлена AutoMine, то она способна показать себя с самой лучшей стороны при решении множества задач».

У Redpath была простая причина для внедрения автоматизированной

погрузки: желание скомпенсировать потери производительности при каждой пересменке.

«Между взрывом и возвращением в забой проходит много времени, — поясняет МакКинстри. Если мы можем управлять машинами с поверхности земли при пересменке, это экономит нам пару часов в день для продуктивной работы. Кроме того, AutoMine работает как часы, без каких-либо отклонений. Каждый раз срабатывает идеально».

РЕДПАТН ОДНОВРЕМЕННО ВЕДЕТ

работы на трех участках, что позволяет оптимизировать процесс погрузки.

«Мы можем двигаться от камеры, где работы завершены, в следующую, а также одновременно осуществлять дистанционное управление в камере из диспетчерской под землей или с поверхности, укладывать породу в камеру перегрузки и в то же время загружать самосвалы рудой», — говорит Рейф Хорсингтон, главный инженер-электрик на руднике Леди-Лоретта.

**И это поможет нам
удержать цены на
низкой отметке, а
производительность
— на высокой.**



Это эффективная машина, очень удобная для операторов. А если на ней к тому же установлена AutoMine, то она способна показать себя с самой лучшей стороны.

Оператор Тони Росвалл точно управляет откаткой руды в рудоспуск из удобной дистанционной диспетчерской в близлежащем штреке. Он по достоинству оценил картографические возможности AutoMine.

«Система показывает, в каком месте камеры ты находишься, — объясняет Росвалл. — На месте, если вокруг хотя бы немного пыли, можно потерять ориентацию. А с помощью AutoMine можно увидеть свое местоположение, оценить расстояние до стен и понять, под каким углом ты стоишь. Есть уровень, чтобы в случае чего оперативно понять: «Так, еще немного, и я опрокинусь». Система помогает быстро исправить ситуацию. Очень хорошо».

На руднике функционирует сеть Wi-Fi, благодаря чему Redpath смогла внедрить автоматизированную загрузку с поверхности. У подрядчика также появилась возможность осуществлять контроль и управление парком оборудования в реальном времени: за это отвечает система My Sandvik Productivity — облачная версия OptiMine Monitoring.

В Австралии OptiMine начала использоваться в 2014 году и быстро стала фактически «золотым стандартом» систем контроля оборудования. Мобильная система контроля парка оборудования My Sandvik Productivity позволяет Redpath следить за состоянием оборудования в режиме онлайн и быстрее реагировать на любые возникающие проблемы.

СИСТЕМА ОБЕСПЕЧИВАЕТ ПОСТУПЛЕНИЕ подробных, полностью обработанных данных с каждого подключенного погрузчика. Информация выгружается в зоне действия Wi-Fi на любой компьютер или планшет.

Контроль состояния техники помогает Шейну Тимоти, руководителю работ по сервисному обслуживанию Redpath на руднике Леди-Лоретта, и его коллективу улучшить планирование профилактического техобслуживания. My Sandvik Productivity также выявляет в поведении работников тенденции, способные привести к повреждению оборудования или сокращению срока службы компонентов, и предлагает соответствующие темы обучения.

В 2017 году Glencore заключила с Redpath договор подряда на проведение наземных и подземных работ на руднике Леди-Лоретта на весь срок его эксплуатации.





Оператор Тони Росвалл ценит картографические возможности AutoMine, а также повышенный уровень безопасности, который обеспечивается благодаря дистанционному управлению погрузчиком.



REDPATH

С момента своего основания в 1962 году Redpath Group занимается предоставлением комплексных услуг в области горных работ более чем в 30 странах. В число предложений Redpath входят строительство подземных сооружений, устройство шахтных стволов и восстанавливающих выработок, подрядные услуги, восходящая выемка, проходка, инженерно-техническое обеспечение и разнообразные специальные услуги. Штат компании насчитывает более 6100 работников по всему миру. Региональные отделения расположены в Австралии, Канаде, Чили, Германии, Индонезии, Монголии, Южной Африке, Соединенных Штатах Америки и Замбии.

«Система отображает коды неисправностей и аварийных сигналов и «рассказывает», что они означают, — объясняет Тимоти. — Например, поступил сигнал о неисправности тормозов. Можно навести курсор на пиктограммы, и система сообщит, что, вероятно, оператор одновременно нажимает педали тормоза и газа, а это недопустимо за исключением тех случаев, когда движение осуществляется с очень низкой скоростью».

МакКинстри считает, что если операторы будут действовать более

обдуманно, хорошо понимать свое оборудование и пределы его возможностей, то простое станет меньше.

«Мы надеемся, что, получая обратную связь, операторы при необходимости изменят свое поведение при управлении машиной, — говорит МакКинстри. — Если мы сможем достичь этого своевременно, то наверняка сумеем добиться и более высокого коэффициента использования оборудования».

По словам Тимоти, в системе контроля оборудования скрыт большой потенциал.

«Возможность переключаться между разными площадками, точно знать в любой момент, где находится тот или иной погрузчик, видеть, как наши операторы эксплуатируют оборудование, наблюдать, насколько эффективно оно работает, вносить небольшие исправления, если что-то идет не так, делиться знаниями с другими операторами — все это улучшит функционирование рудника в целом, — уверен Тимоти. — И это поможет нам удержать цены на низкой отметке, а производительность — на высокой». ■

СКАЧОК ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

В ближайшее время Sandvik приступит к выпуску новой линейки буровых инструментов для проходки туннелей и шахт. Новые коронки, инструментальные системы и сорта твердых сплавов позволяют повысить производительность буровых работ за счет увеличения скорости бурения и улучшения прямизны скважин. Кроме того, благодаря увеличению срока службы инструмента и повышению уровня безопасности снижаются расходы.

ТЕКСТ: **ТУРККА КУЛМАЛА** ФОТО: **SANDVIK**

БУРОВЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ И материалы, из которых они изготовлены — важная составляющая эффективности и производительности бурового станка наряду с пневматическим и гидравлическим оборудованием, двигателем и другими главными компонентами. Производимые Sandvik твердосплавные коронки всегда отличались неповторимыми особенностями: от твердосплавных порошков, используемых при производстве, до конструкции готовых изделий. Теперь компания представляет новые модели бурового инструмента.

«Мы хотели существенно повысить эффективность бурового инструмента при бурении выносным гидроперфоратором, — рассказывает Роберт

Грандин, руководитель производства бурового инструмента для подземных работ Sandvik Mining and Rock Technology — Традиционно считалось, что с точки зрения производительности нет особой разницы между сферическими и полубаллистическими штырями: максимум 5% или около того. Новые сорта сплавов и коронки позволяют достичь значительно лучших результатов».

В основе скачка производительности, о котором говорит Грандин, лежат три составляющих: два инновационных твердых сплава для штырей, новая конструкция коронки и усовершенствованная система Alpha.

Мы хотели существенно повысить эффективность бурового инструмента для бурения с гидроперфоратором.

PowerCarbide

НОВЫЕ ТИПЫ ТВЁРДОГО сплава - GC80 (градиентный) и SH70 (самоукрепляющийся) дополнили ассортимент премиальных сплавов Sandvik, объединённых общим названием - PowerCarbide.

Стандартный твёрдый сплав, такой как Sandvik XT48, обладает одинаковой твёрдостью и износостойкостью в каждой точке своего объёма, что может быть отражено линейной характеристикой. Новый градиентный сплав GC80 имеет твёрдый, износостойкий верхний слой и жёсткую сердцевину, благодаря чему показывает исключительную износостойкость в абразивных породах с высоким содержанием кварцита (SiO₂). В условиях с неабразивными породами преимущества будут незначительными, либо незаметны вовсе.

Самоукрепляющийся сплав SH70 благодаря эффекту закалки поверхности в первую очередь обладает повышенной устойчивостью к поломкам штырей. Эта характеристика также позволяет сохранять устойчивость к износу и поломкам даже по мере износа. Эффект укрепления наиболее проявляется в крепких однородных породах, т.е. там, где на материал воздействует большое давление. В слабой или раздробленной породе улучшения незначительны или отсутствуют.

Сплавы GC80 и SH70 представляют собой взаимодополняющие решения для различных горных условий: градиентный сплав работает лучше всего в абразивных породах с высоким содержанием кварцита, в то время как самоукрепляющийся SH70 повышает срок службы коронки при бурении крепких пород. Промышленные испытания показывают, что в сравнении со стандартными сплавами количество пробуренных коронкой метров может быть увеличено на 30%.

Снижение стоимости пробуренного метра является особо ощутимым преимуществом большего срока службы инструмента, что также увеличивает и безопасность труда, т.к. замена коронок производится реже. Уменьшается и объём заточных работ, поскольку интервал между заточками увеличивается на 20-30% в сравнении со стандартными сплавами.





Выступающая центральная часть коронки Speedy bit позволяет увеличить производительность и срок службы на 10%.

Коронка Speedy bit

СЛЕДУЮЩИМ ЗНАЧИМЫМ СОБЫТИЕМ стал выпуск новой коронки Speedy bit с запатентованной конструкцией выступающей центральной части и более остроконечными, полностью баллистическими штырями, увеличивающими глубину проникновения при каждом ударе и способными скалывать более крупные частицы породы. Говоря проще - полностью баллистические штыри увеличивают передачу энергии в породу, приводя к разрушению большего объёма породы на каждый киловатт энергии перфоратора.

Чтобы сбалансировать более агрессивную форму штырей и обеспечить возможность передачи большего количества энергии, потребовался и новый твёрдый сплав, который получился в результате оптимизации производственного цикла и дополнительного нового процесса закалки, который делает штыри более стойкими к износу.

Выступающий центр коронки позволяет расположить три центральных штыря над периферийными. Эти штыри в первую очередь контактируют с породой, как бы производя пилотное бурение, после чего периферийные штыри увеличивают диаметр шпура. Как результат - предельно быстрая коронка с увеличенным на 10% сроком службы и скоростью бурения, в сравнении со стандартными коронками.

Высокая скорость бурения сохраняется даже по мере износа, что делает данную коронку идеальной для случаев, когда снижение скорости бурения является критерием определения конца срока службы.

Более высокая скорость бурения достигается также за счёт особенности запатентованной конструкции, улучшающей промывку, и заключается в дополнительных канавках, благодаря которым может вымываться даже крупный буровой шлам, а также обеспечивается эффективная промывка фронтальной части. Углубление и расширение промывочных канавок увеличивает поток, позволяя вынести даже увеличенный объём крупных частиц, что позволяет сбалансировать более активное действие штырей коронки и избежать потерь энергии на перемалывание бурового шлама.

«Во время испытаний мы увидели, что использование Speedy bit позволяет сэкономить 15 минут времени на обуривание одного забоя, - говорит Роберт Грандин. - Поэтому, если буровая машина обуриывает 4 забоя в день, что является довольно обычной ситуацией, получается экономия одного часа времени в день. С учётом стоимости часа эксплуатации каждой машины экономия может составлять несколько сотен долларов в день на каждую буровую. Т.е. в масштабах года цифра может превысить 100 000 долларов на каждую машину».



Alpha 360

SANDVIK ТАКЖЕ ЗАПУСКАЕТ производство новой укрупнённой версии запатентованной системы Alpha 330, которая с 2004 года занимает лидирующее положение в сфере бурения шпуров диаметром 43 и 45 мм, благодаря большей скорости бурения, точности и лёгкости развинчивания коронок. Sandvik разработала новую систему бурового инструмента Alpha 360, поскольку в настоящее время наблюдается тенденция увеличения глубины и диаметра шпуров.

Ключевая особенность системы инструмента Alpha - более короткая резьбовая часть, что позволяет разместить критичный резьбовой участок полностью внутри юбки коронки. Вследствие уменьшения влияния рычажного усилия, изгибающего воздействия и защиты от износа, воздействие на резьбу значительно сокращается. Также более короткая резьба легче развинчивается.

Alpha 360 обладает всеми этими преимуществами и оптимизирован для бурения шпуров диаметром 48 и 51 мм, что делает его уникальным в данном сегменте. Новое решение благодаря меньшей нагрузке на резьбу позволяет увеличить срок службы буровых штанг на 100%. Точное забуривание и прямизна скважины обеспечивают лучшее качество шпуров. Быстрое и лёгкое развинчивание является дополнительным преимуществом.

«На текущий момент у нас уже есть опыт применения Alpha 360 на крупном строительном проекте в Скандинавии, - говорит Роберт Грандин. - Ранее срок службы буровых штанг составлял 2800 - 3000 м, теперь же нам удалось достичь срока службы до 6000 м. Неудивительно, что бурильщики теперь не хотят использовать какой-либо другой инструмент».

ПРЕИМУЩЕСТВА

- PowerCarbide GC80 и SH70 - новые инновационные твёрдые сплавы, часть семейства лучших сплавов Sandvik, обеспечивающих лучшую износостойкость в условиях абразивных и крепких пород.
- Коронки Speedy bit - коронки с более остроконечными штырями и выступающей центральной частью, что позволяет значительно увеличить скорость проходки.
- Alpha 360 - усиленная новая система бурового инструмента для бурения шпуров диаметром 48 и 51 мм. Обеспечивает более высокую продуктивность, лучшее качество шпура и увеличение срока службы.



ЗОЛОТОЙ РУДНИК ПИНОС-АЛЬТОС КОМПАНИИ AGNICO EAGLE





ИДЕАЛЬНАЯ РАБОТА

БАСАСЕАЧИ, МЕКСИКА. В самом сердце гигантской горной системы Западная Сьерра-Мадре, расположенной в Мексике, осуществляется уникальный проект отработки целика. Он позволяет обеспечить безопасность работников и решить непростые производственные задачи.

ТЕКСТ: ДЭВИД НИКЕЛЬ ФОТО: САМИР СУДА

Гибкость и точность работы Sandvik DL411 гарантируют, что деятельность рудника Пинос-Альтос ведется по графику и с минимальными рисками.



ХОТЯ САМ ГОРОД ЧИУАУА мало отличается от прочих современных мегаполисов, остальная часть крупнейшего в Мексике одноименного штата по большей части представляет собой пустыню. Неподалеку от городка Басасеачи в самой западной части Чиуауа есть несколько рудников, и среди них — Пинос-Альтос, принадлежащий компании Agnico Eagle. Басасеачи, известный своим грациозным водопадом, находится на самом севере мексиканского Медного каньона, знаменитого своей природной красотой.

Несмотря на расположение (на высоте почти 3000 метров над уровнем моря) и пустынный ландшафт остальной части штата, этот горный район утопает в зелени. «Пинос-Альтос» в переводе означает «высокие сосны», и это очень точное описание. Но горы не просто живописны — они скрывают в себе дорогостоящие металлы, которые уже несколько десятилетий играют главную роль в экономике Мексики.

Благодаря богатым запасам золота, серебра, цинка, меди и железа, имеющимся в Мексике, ее горнодобывающая отрасль вызывает неослабевающий интерес во всем мире. В отличие от многих других стран Латинской

РЕШЕНИЯ SANDVIK

Sandvik DL411 — это электрогидравлическая буровая установка, предназначенная для очистного бурения при отработке с самообрушением в подземных эксплуатационных выработках. Функция телеуправления позволяет обученному оператору управлять буровой установкой с безопасного расстояния в условиях повышенного риска обвала породы.

Agnico Eagle также использует анкероустановщики Sandvik. На Пинос-Альтос постоянно присутствуют три специалиста Sandvik, готовые при необходимости оказать непосредственную помощь, выполнить ремонтные работы и дать рекомендации.

Америки, ведущие горнодобывающие компании Мексики в 2017 году увеличили свои расходы. Перспективы довольно хорошие. Мексика является крупнейшим в мире производителем серебра и входит в десятку ведущих производителей золота. Недавно Мексиканская палата горнодобывающей отрасли назвала золото самым важным из добываемых в стране полезных ископаемых.

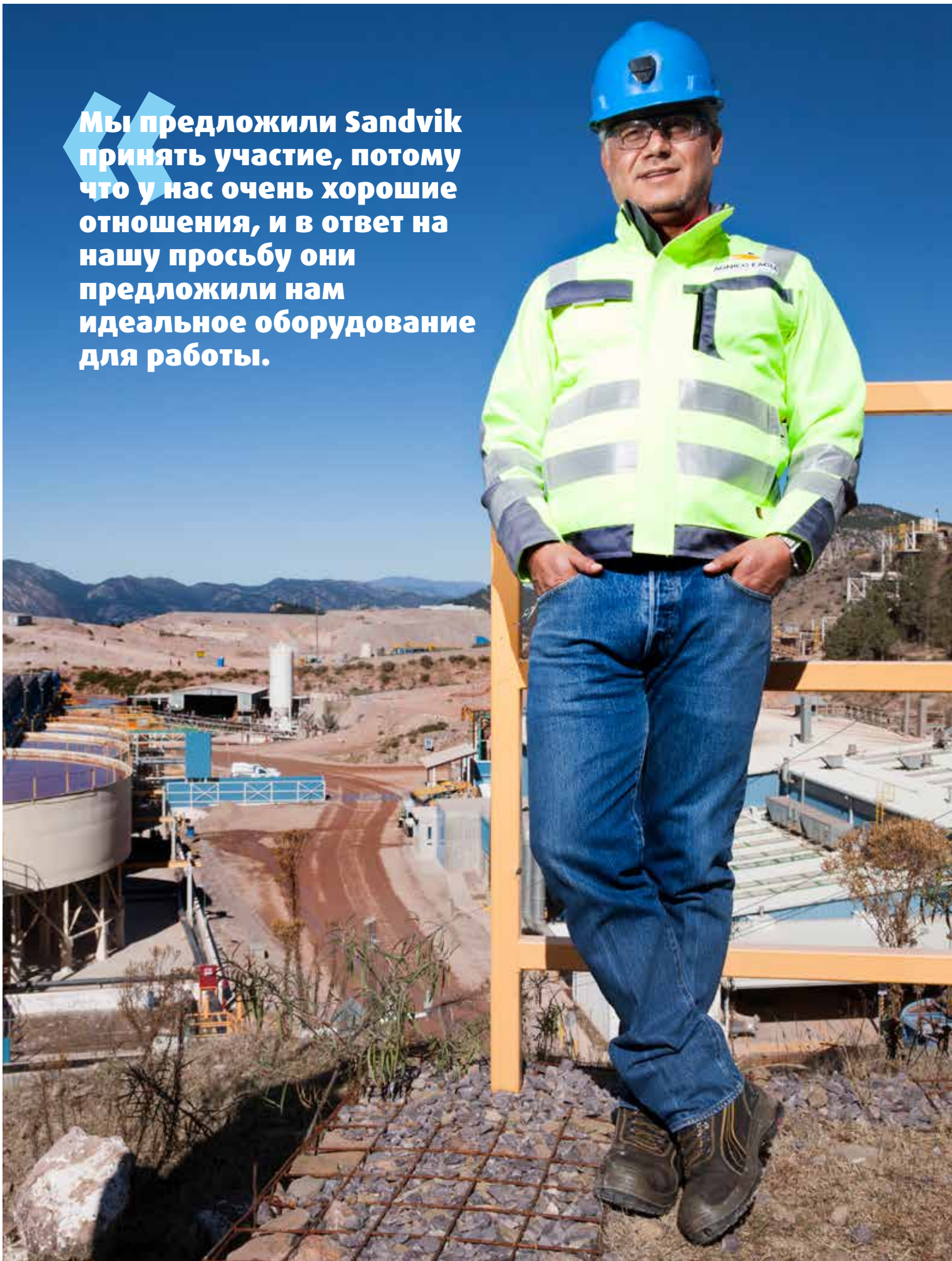
ХОТЯ AGNICO EAGLE работает на Пинос-Альтос с 2006 года, история горного дела в этой местности восходит к XVIII веку. Несмотря на наличие подтвержденных запасов,

масштаб проведенных ранее горных работ сегодня создает дополнительные сложности.

«Когда открытый карьер Санто-Ниньо достиг глубины 282 метра, экономические и геотехнические исследования показали, что лучше начать подземные работы, а не углублять карьер дальше», — рассказывает Фернандо Вьезкас, руководитель подземных работ на руднике Пинос-Альтос.

ПО МЕРЕ ПЕРЕХОДА ЗОЛОТОГО рудника от смешанных наземных и подземных работ к полностью подземной добыче появились новые ориентиры. Это

**Мы предложили Sandvik
принять участие, потому
что у нас очень хорошие
отношения, и в ответ на
нашу просьбу они
предложили нам
идеальное оборудование
для работы.**



обеспечение максимальной производительности, а также обработка потолочного целика с высоким содержанием полезных ископаемых без дополнительных рисков для работников. Целик находится между дном открытого карьера и верхним подземным штреком. Работа в таких условиях — серьезная проверка для коллектива, его технических знаний и практического опыта. Найти способ минимально рискованного извлечения целика было непросто — но с учетом количества и качества руды можно сказать, что затраченные силы и время окупились с лихвой. Для данного проекта и ведущихся подземных работ главным приоритетом стала безопасность.

«Мы провели анализ технической осуществимости, чтобы выяснить, можно ли извлекать руду из целика, не создавая угрозу для подземных работ и устойчивости откосов карьера», — говорит Марко Антонио Переа Гальегос, генеральный директор Пинос-Альтос.

ЭТО ПЕРВЫЙ ПРОЕКТ такого рода в Мексике. Анализ осуществимости и техническая часть получили одобрение со стороны Американской ассоциации механики горных пород — профессионального международно-

го научно-технического сообщества, осуществляющего взаимодействие между специалистами по механике горных пород и геомеханике, практиками и теоретиками.

«С Sandvik у нас очень хорошие отношения, они сразу откликнулись на нашу просьбу и предложили нам идеальное оборудование для работы, — рассказывает Гальегос. — Буровая установка с возможностью дистанционного управления Sandvik DL411 — это именно то, что нам нужно, чтобы выполнить стоящие перед нами производственные задачи. С уверенностью заявляю, что успехами на Пинос-Альтос мы во многом обязаны нашему долгосрочному сотрудничеству с Sandvik».

Хорошие отношения установились между работниками всех уровней. По словам Фреда Камуньеца, одного из нескольких операторов Sandvik DL411 на Пинос-Альтос, возникающие в работе сложности — «проверка на прочность» для любых отношений.

«Если в работе установки появляется какой-то сбой, мне достаточно просто вкратце описать его техническим специалистам Sandvik, и они сразу же устраняют его, — говорит он. — При этом за два года эксплуатации оборудования никаких крупных проблем с ним не было».

AGNICO EAGLE ОТВЕЧАЕТ за весь цикл горных работ, включая бурение, взрывные работы, выемку и засыпку. В настоящее время рудник производит около 5500 тонн руды в день. Обычно операторы осуществляют бурение по веерной схеме прямоугольными блоками размером 15 x 15 x 30 метров. Ввиду неустойчивости для поддержки выработок используется анкероустановщик Sandvik.

Выемка осуществляется в нижнем подэтаже под выемочной камерой, благодаря чему обеспечивается стабильный поток отбитой руды для погрузки. Отбойка в подэтажном штреке с глубокими скважинами позволяет повысить уровень безопасности и производительность. Цены при этом остаются на конкурентоспособном уровне по сравнению с наземными работами.

Из-за твердой трещиноватой породы на Пинос-Альтос нередко возникают затруднения. В таких непростых условиях широкие возможности Sandvik DL411 позволяют сэкономить много времени.

Установка бурит скважины диаметром от 64 до 115 мм и глубиной до 54 метров, а ее стрела может поворачиваться на 360 градусов и обладает широким углом наклона. Камуньец высоко ценит эту



Возможность дистанционного управления Sandvik DL411 обеспечивает исключительно высокий уровень безопасности.



Наличие высококачественной руды в потолочном целике на Пинос-Альтос делает необходимым использование Sandvik DL411.

вариативность.

«Мне нравится, что я могу управлять машиной и находясь рядом, и издалека, — говорит он. — Я работал и на других станках, но точная технология, лежащая в основе Sandvik DL411, намного превосходит все, с чем мне доводилось иметь дело прежде. У машины много датчиков, которые передают важную информацию в реальном времени, а при потере штанги не составляет труда оперативно найти ее и продолжить работу. Установка каждый день помогает мне самым лучшим образом выполнять свои обязанности».

Одной из особенностей Sandvik DL411 является режим дистанционного управления, обеспечивающий оператору полный контроль. При работе с блока дистанционного управления сохраняются все функциональные возможности. Включенная в сеть камера, которую можно разместить в удобном положении возле буровой установки, позволяет оператору наблюдать за его работой в реальном времени на мониторе.

НЕСМОТЯ НА ТО, что вероятность обрушения породы крайне мала, коллектив рудника Пинос-Альтос не хочет рисковать. Дистанционное управление Sandvik DL411 дает оператору и вспомогательному персоналу возможность избегать потенциальных проблем без ущерба для производительности.

Вся деятельность Пинос-Альтос проходит под знаком безопасности. Поскольку до рудника можно добраться только по извилистой горной дороге, где быстрое движение невозможно, работники живут неподалеку. Рудник организовал автобусное сообщение с соседними общинами, а также построил полнофункциональный поселок для внешнего персонала со всеми необходимыми службами.

На территории комплекса размещен временный офис Sandvik. Благодаря этому три инженера по сервисному обслуживанию имеют под рукой все, что нужно для быстрого и эффективного решения проблем, и могут работать в сравнительно комфортных условиях.

Марко Дельгадо — менеджер Sandvik по работе с ключевыми клиентами на севере Мексики.

«Путь сюда из Чиуауа занимает много времени, поэтому инженерам Sandvik важно иметь здесь офис, — говорит он. — Если после вызова придется ждать ремонтный персонал четыре часа, это серьезно повлияет на производительность. У инженеров Sandvik по сервисному обслуживанию сложились прекрасные отношения с операторами. Они — часть команды, работающей на Пинос-Альтос и объединенной общей целью. Кроме того, им оказывают поддержку организация в Чиуауа, наш главный национальный офис в Гвадалахаре и наши технические специалисты по всему миру».

Запасы золота на Пинос-Альтос составляют более 1 миллиона унций. И для Agnico Eagle, и для Sandvik перспективы работы здесь выглядят захватывающе. ■



AGNICO EAGLE

Agnico Eagle — канадская золотодобывающая компания, осуществляющая добычу в Канаде, Финляндии и Мексике, а также ведущая разведочные работы в США. Пинос-Альтос стал первым рудником компании в Мексике. В 2017 году на руднике было добыто 229 243 унции золота. В настоящее время на Пинос-Альтос работают 1200 сотрудников.



ПЕРВЫЕ В СВОЕМ КЛАССЕ

Приняв во внимание некоторые актуальные потребности и тенденции в области подземных горных работ, компания Sandvik Mining and Rock Technology начала выпуск модернизированных буровых установок серии 400i. Общим для всей линейки является удачное сочетание звукоизолированной конструкции и передовых решений в области автоматизации.

ТЕКСТ: ТУРККА КУЛМАЛА ФОТО: SANDVIK



Sandvik DL432i — это более быстрое и точное бурение благодаря передовой системе автоматизации и интеллектуальным системам управления бурением.

БУРОВЫЕ УСТАНОВКИ SANDVIK серии 400i

подходят для широкого спектра горных и строительных работ в выработках и тоннелях сечением 4 x 4 метра и более: подземное проходческое бурение, проходка тоннелей для подземного строительства, установка анкерной крепи для обеспечения безопасности крепления породы, очистное бурение.

«Разработка техники для этой линейки идет непрерывно, и мы хотим уделить особое внимание проблемам, связанным с производительностью, рентабельностью и рациональным использованием, с которыми горнодобывающая отрасль сталкивается сегодня, — рассказывает Юкка Наапури, менеджер по оборудованию для подземного бурения глубоких скважин Sandvik Mining and Rock Technology. — Кроме того, мы используем новые возможности, которые дают нам «большие данные» и автоматизация горных работ».

Sandvik начала выпуск первой машины серии 400i — проходческой установки Sandvik DD422i — в 2013 году. Далее была выпущена электрическая версия — Sandvik DD422iE. Теперь в линейку техники этого класса вошли установки для очистного бурения Sandvik DL432i и Sandvik DU412i, а также установка для бурения

ПРЕИМУЩЕСТВА

- Передовые решения для бурения с использованием гидроперфоратора, погружного пневмоударника (ИПН) и установки анкерной крепи.
- Новейшие компоненты для обеспечения отличных функциональных возможностей и производительности.
- Унификация компонентов всех буровых установок класса 400i для поддержки рентабельности и оптимизации логистики запчастей.
- Общие пользовательские интерфейсы и схемы управления для более быстрого обучения и эксплуатационной совместимости.
- Передовые решения в области автоматизации для телеуправления, сокращения простоев, повышения производительности и уровня безопасности.

под анкерную крепь Sandvik DS422i. Наряду с этим произошло обширное обновление системы автоматизации.

«Линейка техники серии 400i призвана улучшить три важнейших аспекта любого горного предприятия: безопасность, производительность и управленческие процессы, — говорит Наапури. — Для этого нужна встроенная интеллектуальная система, но тогда придется оперировать большим объемом поступающих данных и использовать их для оптимизации работы».

Все буровые установки серии 400i созданы на основе стандартизированных механических решений и общих компонентов. Они отличаются серьезными преимуществами в таких

аспектах, как обучение операторов, техобслуживание и логистика запчастей. Общие интерфейсы и единая структура просты в освоении, и операторы при необходимости могут легко начать работу с установкой другого типа.

SANDVIK DL432i: БУРОВАЯ УСТАНОВКА С ВЫНОСНЫМ ГИДРОПЕРФОРАТОРОМ ДЛЯ ОЧИСТНОГО БУРЕНИЯ

Sandvik DL432i — это первая полностью автоматическая установка для очистного бурения с внедренными цифровыми технологиями. Как и вся техника серии 400i, установка подключена к усовершенствованной системе автоматизации горных работ через систему управления парком оборудования AutoMine. Основная задача буровых установок с





Новая адаптивная воздушная система и бортовой дожимной компрессор позволяют повысить давление в воздушной системе с 4–7 до 28 бар.

гидроперфоратором — бурение скважин диаметром 64–102 мм и глубиной до 38 метров с помощью штанг T38, T45 и T51 с резьбой MF или труб диаметром 65 мм (T45) и 76 мм (ST58).

Sandvik DL432i улучшает результаты по трем ключевым критериям, которые остаются неизменными уже много лет: управление процессом, безопасность и производительность.

Новая буровая система отличается высокой производительностью и точным управлением процессом. Она включает в себя мощный перфоратор RD927L, хорошо зарекомендовавший себя буровой модуль, телескопическую стрелу с большой площадью охвата и систему управления бурением iSOLO. Вместе эти особенности помогают бурить более точные скважины нужной длины. Как результат — оптимальное извлечение руды при минимальном разубоживании. Еще одним преимуществом является оптимальная фрагментация, обеспечивающая эффективную погрузку и транспортировку материала.

Что касается безопасности, Sandvik DL432i отличается эргономичной кабиной с козырьком для защиты от падающих предметов и защиты при опрокидывании, великолепной устойчивостью несущей конструкции и доступными точками обслуживания на уровне почвы. Уровень шума в кабине при бурении был снижен до значений ниже 75 дБ(А).

Кроме того, Sandvik DL432i повышает производительность благодаря передовым системам автоматизации, а также интеллектуальной системе управления бурением, делающей его более быстрым и точным. «В число наших целей на будущее входят бурение по многовеерной схеме на основе навигации несущей части, дистанционная откатка и

позиционирование между веерами», — перечисляет Наапури.

SANDVIK DU412i: БУРОВАЯ УСТАНОВКА С ПОГРУЖНЫМ ПНЕВМОУДАРНИКОМ ДЛЯ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКИ МЕТОДАМИ САМООБРУШЕНИЯ

Sandvik DU412i — это буровая установка с погружным пневмоударником типа «In-The-Hole» (ITH), предназначенная для очистного бурения в подземных эксплуатационных выработках сечением 4 x 4 м и более. Установка оснащается пневмоударниками размером от 3 до 8 дюймов и буровыми трубами диаметром от 76 до 127 мм и позволяет бурить вертикальные или наклонные взрывные скважины круговым веером, а также отдельные или параллельные скважины диаметром от 90 до 216 мм. Наряду с традиционной разработкой и проходческим бурением Sandvik DU412i также можно использовать для проходки вспомогательных восстающих выработок или для разбуривания восходящих скважин диаметром до 30 дюймов.

Система сжатого воздуха Sandvik DU412i эффективна благодаря бортовому дожимному компрессору и новой высокофункциональной адаптивной системе управления, которая повышает обычное давление из воздушной системы рудника с 4–7 до 28 бар. Предусмотрено несколько размеров компрессора для адаптации к пневмоударникам различных размеров и специфике конкретного рудника.

Как определить, что лучше использовать — буровые установки с гидроперфоратором или погружным пневмоударником (ITH)? «Основными критериями, которые нужно учитывать, служат диаметр и глубина скважин. Буровые установки с гидроперфоратором обычно используются для скважин небольшого размера и небольшой глубины, в то время как буровая установка ITH дает возможность более точно бурить глубокие скважины, а также осуществлять бурение в сложных геологических условиях, — поясняет Наапури. — Плюс объем добычи: крупногабаритные буровые установки ITH обеспечивают более высокую производительность. Еще одним фактором является метод взрывных работ. Некоторые методы ориентированы на скважины большего диаметра. И, наконец, у людей бывают собственные традиционные предпочтения;

технология ITH появилась в Северной Америке и по-прежнему занимает там очень прочные позиции».

SANDVIK DS422i: ДЛЯ БЕЗОПАСНОГО И ЭФФЕКТИВНОГО КРЕПЛЕНИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

В отличие от Sandvik DL432i и Sandvik DU412i, используемых для бурения скважин, Sandvik DS422i предназначена для установки в стенах и кровле горных выработок стальной анкерной крепи, призванной предотвратить обрушение. За производительность машины отвечают высокочастотный перфоратор RD414 и новая система управления бурением Sandvik SICA, обеспечивающая высокую скорость бурения.

«Sandvik DS422i - это мощная и эргономичная установка для крепления горных выработок, оснащенная расширенными опциями автоматизации, в число которых входит цементный миксер, исключающий все ручные операции с мешками цемента, — говорит Ансси Коухиа, менеджер по установкам для бурения и крепления горных выработок. — Это производительная и безопасная машина, подходящая для тяжелых условий работы».

Полностью закрытая бортовая катушка вмещает 775 метров стандартного троса. Благодаря тщательной продуманной конструкции катушки и бункера для подачи цемента Sandvik DS422i обладает исключительно компактными внешними размерами, обеспечивающими безопасный зазор между машиной и стенами тоннеля. В результате заполнение цементом и смена стального троса осуществляются без вывода установки из рабочей зоны.

Другая важная особенность Sandvik DS422i — усовершенствованный механизм манипуляции стрелы. Его принцип заключается в следующем: оператор направляет буровой модуль на исходную точку, где необходимо установить первый анкер, и фиксирует стрелу по осям X, Y, Z. После этого буровой модуль перемещается в автоматическом режиме на следующую позицию для установки анкера.

Хорошим дополнением для установки являются пакеты автоматизации уровней Silver и Gold. На практике это выглядит так: оператор в ручном режиме устанавливает машину в нужное положение, а затем автоматическая система выполняет цикл бурения. Позиционирование труб для нагнетания цемента и подача цемента в скважину требуют ручного управления.



В число обновлений для проходческих установок Sandvik DD422i и Sandvik DD422iE входят новая система предотвращения пересечений скважин и полуавтоматический механизм замены коронок.

В автоматическом режиме выполняется бурение и перемешивание цемента, за счет чего исключается большинство работ, ради которых оператору пришлось бы покинуть кабину. Достаточно просто ввести водоцементное отношение и размер партии, а все остальное будет сделано в ходе автоматического процесса перемешивания цемента. Помимо безопасности оператора, это также позволяет улучшить консистенцию цементных смесей и качество анкерной крепи.

ОБНОВЛЕНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ: РАСШИРЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

Новое оборудование Sandvik серии 400i рассчитано на непрерывную круглосуточную эксплуатацию благодаря пакету обновлений системы автоматизации, выпущенному для проходческих буровых установок Sandvik DD422i и Sandvik DD422iE.

«Отраслевые проблемы, связанные с производительностью и рентабельностью, оставляют все меньше места для простоев, вызванных пересменками, взрывными работами и поломками системы вентиляции, — рассуждает Йоханнес Вяливаара, менеджер по проходческому буровому оборудованию для подземных работ. — Именно эти проблемы мы хотели решить, выпустив новый пакет обновлений».

В него входит новая система предотвращения пересечения скважин, которая основана на модели динамического перерасчета сетки бурения при автоматических перемещениях между скважинами. Система помогает заранее выявить потенциальную опасность пересечения и избежать ее, изменив траекторию движения. Это исключает и потенциальный ущерб оборудованию. Кроме того, производство не

прекращается даже в режиме работы без участия людей, что значительно повышает общую надежность автоматизированного бурения.

Запатентованный полуавтоматический механизм замены буровых коронок позволяет устранить один из ключевых факторов, ограничивающих производительность бурения: ручную замену коронок. Конструкция включает в себя систему полуавтоматического управления и устройство замены с держателем на 12-18 стандартных и 2 расширительных коронки. Держатель расположен под направляющими податчика.

«Благодаря этому повышается не только производительность, но и безопасность, — говорит Вяливаара. — Механизм замены коронок минимизирует риск травм щиколоток и коленей, поскольку оператору не требуется лишний раз выходить из кабины и возвращаться в нее, а также значительно уменьшает общее время на замену по сравнению с тем, сколько понадобилось бы при операции, проводимой в ручную».

Третьей ключевой составляющей пакета обновлений стала система телеуправления бурением: благодаря дистанционному контролю и управлению буровой установкой она обеспечивает бесперебойную работу, повышенный уровень безопасности и надежности. Система помогает оператору наиболее эффективно использовать оборудование, чтобы пробурить больше скважин без излишнего риска столкновений со стенами. Она также уменьшает время, которое оператор проводит в выработке, и повышает общий уровень безопасности при подземных проходческих работах — в частности, в геотехнически сложных зонах рудника.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

SANDVIK DL432i БУРОВАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ОЧИСТНОГО БУРЕНИЯ С ВЫНОСНЫМ ГИДРОПЕРФОРАТОРОМ

Мощность перфоратора: 27 кВт
Длина буровых штанг: 1220–1830 мм
Буровой инструмент: T38, T45, T51, ST58
Диаметр скважин: 64–102 мм
Макс. длина скважин: 38,1 м
Дизельный двигатель: Cummins QSB4.5, 119 кВт
Безопасная кабина: Защита при опрокидывании и защита от падающих предметов (ISO 3449)
Автоматизация: Автоматизированное бурение отдельных скважин и нескольких скважин круговым веером
Бурение с телеуправлением: Полное дистанционное управление
Вес при транспортировке: 26 500 кг

SANDVIK DU412i БУРОВАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ОЧИСТНОГО БУРЕНИЯ ПОГРУЖНЫМ ПНЕВМОУДАРНИКОМ (ITN)

Бортовой дожимной компрессор: До 34 м³/мин при давлении 28 бар
Длина буровых труб: 1220–1830 мм
Погружной пневмударник: 76–203 мм
Диаметр скважин: 90–216 мм
Макс. длина скважин: 62,2 м
Дизельный двигатель: Cummins QSB4.5, 119 кВт
Защитный козырек: Защита при опрокидывании и защита от падающих предметов (ISO 3449)
Автоматизация: Автоматизированное бурение отдельных скважин и нескольких скважин круговым веером
Бурение с телеуправлением: Полное дистанционное управление
Вес при транспортировке: 26 500 кг

SANDVIK DS422i БУРОВАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ АНКЕРНОЙ КРЕПИ

Гидравлический перфоратор: 14 кВт
Макс. длина скважин: 38 м
Макс. длина тросового анкера: 25 м
Диаметр скважин: 51 мм / 57 мм
Автоматизированный цементный бункер: 600 кг
Дизельный двигатель: Cummins QSB4.5, 119 кВт, Tier3
Безопасная кабина: Защита при опрокидывании и защита от падающих предметов (ISO 3449/3471)
Вес при транспортировке: 29 000 кг

«Очень удобно, что каждую из этих новых возможностей системы автоматизации можно выбрать в качестве самостоятельного решения или в любой комбинации, — отмечает Вяливаара. — Например, если на каком-то руднике не требуется дистанционное управление, можно ограничиться механизмом замены коронок, чтобы уменьшить риски для оператора».



ВПЕРЕД И ВНИЗ

На примере финансируемого ЕС проекта подводной добычи полезных ископаемых ¡VAMOS! хорошо видно: слаженное взаимодействие помогает выйти за рамки традиционного мышления и найти новаторский подход к старым проблемам.

Текст: ЖАН-ПОЛЬ СМОЛЛ Фото: САМИР СУДА



Прототип подводной горной машины сочетает в себе оригинальные ультрасовременные технологии для решения новых задач.

В кабине управления генерируется виртуально-реалистичное изображение подводных работ на основании данных, передаваемых в реальном времени.



«Горизонт 2020» с бюджетом 80 миллиардов евро. За созданием прототипа последовали эксплуатационные испытания на затопленном карьере Магкобар в Силвермайнсе (Ирландия).

«Здесь мы все доводим до предела возможностей», — рассказывает об испытаниях в ходе проекта iVAMOS! Пол Артур, руководитель проектов компании Soil Machine Dynamics (SMD). Работая над прототипом, SMD установила на своих предприятиях в Великобритании промышленное аппаратное обеспечение своих партнеров. «Мы вступаем на незнакомую территорию, но именно поэтому и понадобились испытания, именно поэтому мы здесь».

ЦЕЛЬЮ ВТОРОГО ИСПЫТАНИЯ было определить, что именно прототип способен сделать. «Наше первое испытание проходило в Ли-Мур на каолиновом руднике, и материал там был очень мягкий, — поясняет Дженни Рейнберд, руководитель проектных исследований BMT group, координатор проекта iVAMOS!. — В Силвермайнсе мы, среди прочего, хотели определить режущую способность машины, какое количество материала мы можем обработать, а также объемы резания. На этой площадке мы имеем дело со значительно более твердой породой».

Именно здесь Sandvik Mining and Rock Technology и внесла свой вклад в проект. Компания поставила для прототипа гусеничное шасси, задний стабилизатор, режущую стрелу, редуктор резания, двигатель и самый важный компонент — режущую головку.

«Мы осуществили поставку режущей головки MA620 мощностью 150 кВт с гидравлическим приводом. Это идеальный инструмент для резки прочных пород в своем классе мощности, — говорит Уве Рестнер, менеджер по проходческим

«ГОРИЗОНТ 2020»

«Горизонт 2020» представляет собой крупнейшую научно-исследовательскую и инновационную программу за всю историю ЕС с бюджетом почти 80 миллиардов евро, рассчитанным на семь лет (с 2014 по 2020 год), в дополнение к частным инвестициям, которые будут привлечены этим бюджетом. Цель программы — способствовать увеличению числа новых технических достижений, открытий и высококачественных продуктов за счет практического внедрения перспективных идей.

ОТКРЫТЫЙ КАРЬЕР МОЖЕТ оказаться затопленным по самым разным причинам: от отказа дренажной системы до заполнения грунтовыми водами. После затопления доступ к полезным ископаемым становится невозможным из-за очевидного препятствия — тысяч литров воды, преграждающих путь. Так было до сих пор.

В октябре 2018 года во время второго испытания в рамках проекта Viable Alternative Mine Operating System (обоснованная альтернативная система добычи полезных ископаемых или iVAMOS!) 16 европейских компаний, работающих над его реализацией, доказали, что препятствия преодолимы. Цель iVAMOS! заключалась в создании масштабированного прототипа подводной горной машины, способной продемонстрировать, что добыча полезных ископаемых в затопленных открытых карьерах не только возможна, но и экономически выгодна. Проект iVAMOS! является частью финансируемой ЕС программы

комбайнам и цифровизации в Sandvik Mining and Rock Technology. — В Силвермайнсе мы хотим проверить, как горная машина работает по твердым породам, чтобы оценить возможности нового оборудования в разных геологических условиях и получить полное представление о режущей способности прототипа».

ПО СЛОВАМ ВАЛЬТЕРА Риглера, технического специалиста Sandvik Mining and Rock Technology, Sandvik предоставила для испытаний резцы четырех типов с различными твердосплавными вставками. «Разные вставки нужны, чтобы проверить, как режущие органы работают под водой, ведь мы не знаем точно, чего ожидать», — говорит он.

Комплексная система является одновременно и сложной, и простой. Сложной из-за большого количества современных технологий, совместное использование которых нацелено на решение абсолютно новой задачи, а простой — потому что в

Мы вступаем на незнакомую территорию, но именно поэтому и понадобилось проведение испытаний.

конечном счете это все та же добыча полезных ископаемых открытым способом, только без некоторых привычных обстоятельств, таких как затраты на дренаж, взрывные работы, вибрация грунта, пыль или нахождение людей в карьере.

Процесс работы выглядит так: EVA — система, дополняющая горную машину — составляет карту подводного рудника. EVA — это уникальный робот, созданный специально для проекта iVAMOS! Институт системотехники и вычислительных систем (INESC TEC), находящийся в Португалии. Прототип срезает породу, а EVA непрерывно обновляет карту в реальном времени, двигаясь в автономном режиме по поверхности и под водой. Для передачи трехмерных изображений подводного пространства в кабину управления используются гидролокатор, камера и лазеры. Управление горной машиной осуществляется удаленно из кабины, расположенной на суше. Именно там генерируется виртуально-реалистичное изображение подводных работ на основе данных, передаваемых в реальном времени. Также кабина управления включает в себя человеко-машинный интерфейс, с помощью которого операторы устанавливают горную машину в положение резания.

ПОСЛЕ ТОГО КАК выбрана зона начала резания, четыре закрепленные на суше лебедки перемещают в нужное положение спуско-подъемное судно (LARV), которое перевозит добывающий станок по воде. Затем судно LARV, спроектированное и построенное нидерландской компанией Damen Dredging Equipment, опускает горную машину в воду на рабочий горизонт карьера. Теперь ее можно установить в положение для начала резания. Материал, извлеченный с рабочего горизонта карьера, подается на поверхность в дренажную систему на суше, где происходит осаждение пульпы.

Проект не обошелся без некоторых сложностей, и это вполне объяснимо с

Для проекта Sandvik осуществила поставку режущей головки MA620 мощностью 150 кВт с гидравлическим приводом.



учетом того, что свой вклад в разработку инновационного оборудования внесли 16 компаний из девяти стран. «Когда новое оборудование изготавливается из компонентов от нескольких поставщиков, нужно быть уверенным в полной совместимости, — отмечает Рестнер. Можно сказать, это была одна из наиболее сложных задач, но, как видите, все машины и оборудование работают, так что мы справились».

РЕЙНБЕРД СОГЛАСНА С ЭТИМ: «Все отлично сработались. Многие компоненты были изготовлены в разных местах, а сборку производили на рабочей площадке. Конечный результат — это действительно заслуга всей команды».

«Наше взаимодействие с Sandvik прошло более чем успешно, — говорит Рейнберд. — Компания поставила режущую головку, точно соответствующую конструкции горной машины. Кроме того, Sandvik приложила много усилий к тому, чтобы все компоненты оборудования идеально работали вместе. Это наш главный партнер

по работе над проектом, и мы остались очень довольны этим сотрудничеством».

Результаты, полученные в ходе проекта iVAMOS!, имеют значение не только для подводной добычи полезных ископаемых. Компоненты нового оборудования можно использовать по отдельности для различных задач, не связанных с горнодобывающими работами. По словам Рейнберд, «результаты исследований и новые технологии можно применять для картографирования, изучения проб воды и в оборонной промышленности, не говоря уже о подводных канализационных сетях или очистке подводных тоннелей».

ПРОЕКТ iVAMOS! ЗАВЕРШИЛСЯ в начале февраля 2019 года, и теперь все партнеры хотят, чтобы приложенные усилия принесли максимальную пользу. «Мы пришли к общему пониманию того, что нужно сделать, чтобы извлечь максимальную пользу из прототипа и начать его коммерческое применение», — говорит Рейнберд. ■

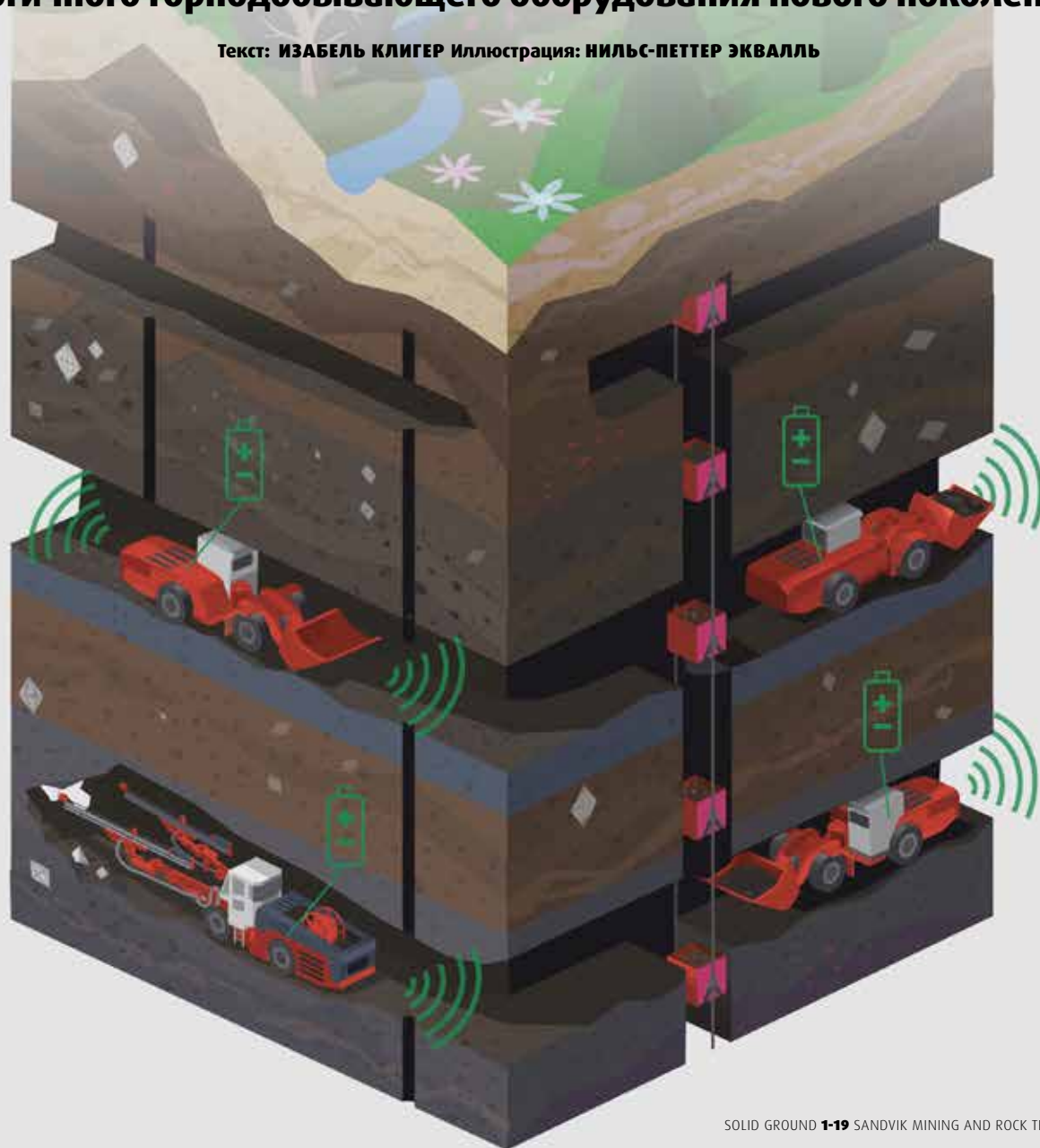
УЧАСТНИКИ ПРОЕКТА iVAMOS!

- BMT Group Limited – Великобритания
- Soil Machine Dynamics Limited – Великобритания
- Damen Dredging Equipment BV – Нидерланды
- INESC PORTO – Португалия
- Fugro EMU Limited – Великобритания
- Zentrum für Telematik e.V. – Германия
- Montanuniversität Leoben – Австрия
- MINERALIA – Португалия
- Marine Minerals Limited – Великобритания
- SANDVIK – Австрия
- GeoloskiZavodSlovenije – Словения
- CENTRO FUTURO – Испания
- European Federation of Geologists – Бельгия
- Trelleborg Ede B.V. – Нидерланды
- Federalni zavod za geologiju – Босния и Герцеговина
- Fondacijaza Obnovui Razvoj Regije Vares – Босния и Герцеговина

Мы обеспечиваем безопасность друг друга

Международный совет по горному делу и металлам, деятельность которого посвящена безопасной, добросовестной и рациональной добыче полезных ископаемых, сотрудничает с 27 ведущими мировыми горнодобывающими компаниями и производителями оригинального оборудования, а также более чем с 30 региональными и товарными ассоциациями. Недавно он принял программу «Инновации для создания чистого и безопасного автотранспорта», направленную на развитие экологичного горнодобывающего оборудования нового поколения.

Текст: ИЗАБЕЛЬ КЛИГЕР Иллюстрация: НИЛЬС-ПЕТТЕР ЭКВАЛЛЬ





ДОБЫЧА ИСКОПАЕМЫХ — деятельность, сопряженная со специфическими рисками, но благодаря совершенствованию техники безопасности и технологий эти риски из года в год значительно снижаются. Тем не менее, в 2017 году 22 % несчастных случаев со смертельным исходом на крупных рудниках пришлось на долю транспорта и передвижного оборудования. По частоте это вторая (после обрушения породы) причина гибели людей в отрасли.

Лидеры отрасли не оставили эти цифры без внимания, и осенью прошлого года на Международной конференции по вопросам добычи ископаемых и ресурсов в Мельбурне (Австралия) был представлен новый масштабный план мероприятий по повышению безопасности и экологической чистоты горнодобывающей техники.

Международный совет по горному делу и металлам (ICMM) неустанно ищет возможности решения основных проблем устойчивого развития, с которыми сталкивается отрасль. По-

следняя на данный момент инициатива организации — «Инновации для создания чистого и безопасного автотранспорта» (ICSV) — помогла объединить беспрецедентное число горнодобывающих компаний и поставщиков для решения трех общих задач. Это усовершенствование технологии взаимодействия транспортных средств с целью минимизации количества столкновений, ускорение снижения объема выбросов твердых частиц дизельными двигателями, а также сокращение энергозатрат и выбросов парниковых газов.

ПЯЙВИ КАУТИАЙНЕН, ДИРЕКТОР по техническому обеспечению Sandvik Mining and Rock Technology, объясняет уникальность программы «Инновации для создания чистого и безопасного автотранспорта»: она сплотила горнодобывающие предприятия и производителей оригинального оборудования для достижения грандиозных целей с применением новаторских подходов.

«Для нашей компании совершенно естественно поддерживать такую инициативу», — говорит Каутиайнен. По ее словам, поднятые в рамках ICSV вопросы настолько важны для будущего горной отрасли, что участие Sandvik было решенным вопросом с того самого момента, когда компанию пригласили подключиться к инициативе.

«Компании, которые при иных обстоятельствах видели бы друг в друге клиентов и поставщиков, а то и конкурентов, на этом форуме сидят за одним столом и обсуждают свои цели и планы», — добавляет Пяйви Каутиайнен. — Это показывает, насколько важна проблема обеспечения безопасности: конкуренты готовы совместно разрабатывать технологии, определяющие будущее отрасли».

ОПЕРАТИВНЫМ ЦЕНТРОМ ПРОГРАММЫ, который отвечает за планирование работы и реализацию мероприятий, стала руководящая группа. Кроме того, для реализации каждой из трех задач выбрана рабочая группа, осуществляющая надзор. Исполнительным органом программы, ответственным за принятие решений, является консультативный совет директоров.

Компания Sandvik гордится тем, что участвует в работе всех организационных уровней ICSV. Госпожа Каутиайнен представляет Sandvik в руководящем комитете, а в состав каждой рабочей группы входит как минимум один сотрудник компании. Хенрик Агер, президент Sandvik Mining and Rock Technology, является одним из шести членов авторитетного консультативного совета директоров.

«Программа пользуется поддержкой на уровне генеральных директоров всех горнодобывающих компаний и производителей оборудования, которые в ней участвуют, и это — одна из причин ее невероятной эффективности», — говорит Каутиайнен. Она подчеркивает, что для Sandvik большая честь быть в числе шести компаний (среди которых только три производителя оборудования), представленных в консультативном совете директоров.

«Мне кажется, это — свидетельство нашей прочной репутации в горнодобывающем секторе и признание за Sandvik Mining and Rock Technology статуса пионера в таких ключевых технологических сферах, как автоматизация и снижение уровня выбросов», — говорит она.

О ПРОГРАММЕ «ИННОВАЦИИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЧИСТОГО И БЕЗОПАСНОГО АВТОТРАНСПОРТА» (ICSV).

ICSV объединяет 27 ведущих мировых горнодобывающих компаний и некоторых наиболее известных поставщиков грузового транспорта и горного оборудования. Цель программы — стимулировать инновации в сфере разработки шахтного автотранспорта нового поколения. В рамках программы ставятся следующие задачи:

- К 2040 году внедрить автотранспорт для открытых горных работ, не производящий выбросы парниковых газов.
- К 2025 году минимизировать вредное экологическое воздействие выхлопных газов дизельных двигателей.
- К 2025 году внедрить технологии, помогающие исключить столкновения горной техники.

ИНИЦИАТИВА ICSV не случайно реализуется именно сейчас. Проблемы рационального использования ресурсов и охраны окружающей среды никогда раньше не стояли столь остро на международной политической повестке, и, кроме того, сейчас они совпали с крупными технологическими сдвигами в сферах цифровизации и автоматизации. Именно благодаря технологическому росту такие производители оборудования, как Sandvik, смогут улучшить продукцию, чтобы успешно реализовать задачи ICSV.

ЧТО КАСАЕТСЯ АВТОМАТИЗАЦИИ: одна из основных целей программы — поддержка инновационной технологии предотвращения столкновений шахтного автотранспорта, с перспективой ее внедрения к 2025 году. Sandvik уже разработала технологию, обеспечивающую автоматизацию целой шахты, и в настоящее время предлагает самые передовые в отрасли системы автоматизации и дистанционного управления. Система AutoMine охватывает все аспекты автоматизации: от автономной эксплуатации отдельных установок до автоматического управления парком

машин.

В деле сокращения выбросов инициатива ICSV предполагает параллельное решение двух задач. К 2025 году должно быть минимизировано вредное воздействие выхлопных газов дизельных двигателей на окружающую среду, а к 2040 году планируется внедрение автотранспорта для открытых горных работ, не производящего выбросов парниковых газов. Sandvik находится в процессе разработки горного оборудования и транспортных средств нового поколения с питанием от аккумуляторов. Целью на будущее заявлено достижение нулевого уровня выбросов углерода и твердых частиц.

«Программа ICSV позволяет нам работать с заказчиками, демонстрируя им результаты нашей научно-исследовательской работы, и узнавать из первых рук, что нужно предприятиям отрасли сейчас и что потребуется в будущем», — говорит Каутиайнен.

Первая официальная встреча консультативной группы директоров ICSV состоялась в октябре 2018 года, а в

Мне кажется, это — свидетельство нашей прочной репутации в горнодобывающем секторе.

январе 2019 года три рабочие группы уже начали свою деятельность. На следующем этапе они собрались для более детального планирования и реализации программы.

«Я убеждена в том, что работа, которую мы делаем, пойдет на пользу всему горнодобывающему сектору, а не только участникам ICMM, — считает Каутиайнен. — Хотя оборудование Sandvik — это лишь один компонент, обеспечивающий эксплуатацию шахты, мы должны вносить свой вклад, работать с горнодобывающими предприятиями над реализацией совместных задач и создавать экологически чистую и безопасную горнодобывающую технику будущего». ■

О КОНСУЛЬТАТИВНОЙ ГРУППЕ ДИРЕКТОРОВ

Руководство программой ICSV осуществляет консультативный совет директоров, в состав которого входят шесть человек, трое из которых представляют компании-участницы ICMM, а остальные трое — поставщиков, принимающих участие в работе совета. Члены консультативного совета директоров:

- Эндрю Маккензи (генеральный директор BHP)
- Дэвид Гарофало (генеральный директор Goldcorp)
- Ник Холланд (генеральный директор Gold Fields)
- Дениз Джонсон (руководитель группы «Ресурсодобывающие отрасли» в компании Caterpillar)
- Макс Морияма (руководитель горнодобывающего подразделения в компании Komatsu Ltd)
- Хенрик Агер (президент Sandvik Mining and Rock Technology)

Что скрывается во тьме

Шахтеры — суеверный народ. Это и неудивительно, учитывая характер их работы: она всегда была связана с темнотой и опасностью, порождавшими множество зловещих историй о том, что таится в подземной тьме. Вот некоторые из наиболее распространенных легенд горняков со всего мира, отголоски которых все еще доходят до нас.

Рыжие женщины (США и Великобритания)



Одна из легенд, возникших в годы Золотой лихорадки середины XIX века в Америке и уходящая корнями в Корнуолл — это суеверие о рыжеволосых женщинах. Во многих культурах существует поверье, что присутствие женщины в шахте или рядом с ней приносит несчастье. Скорее всего, это исторически связано с тем, что женщины спускались в шахту только при сильных бедствиях. Увидеть по пути на шахту рыжую женщину было особо плохой приметой, поскольку она считалась предвестницей неминуемой смерти. Неизвестно, почему именно рыжих воспринимали как плохое предзнаменование, но, видимо, неслучайно аналогичное суеверие в отношении рыжеволосых людей можно найти и в морском фольклоре. ■



Эль-Тьо (Боливия)



В некоторых частях света горное дело все еще может быть опасным. Считается, что шахты в районе Потоси (Боливия) за три столетия колониальной добычи ископаемых унесли жизни 9 миллионов человек. В наше время условия стали лучше, но риски полностью не устранены. Поэтому рабочие молятся Эль-Тьо (дядюшке), господину подземного мира. Согласно верованиям, этот дух-демон любит сладкое, алкоголь, сигареты и листья коки. Люди, ищущие защиты Эль-Тьо, делают соответствующие подношения на алтарях с его изображением. ■

Кобольд (Германия)



Кобольд — это эльф из средневековых мифов германских народов, доживший до наших дней в немецком фольклоре. Кобольды обычно невидимы, но могут принимать облик животного, куклы, человека или огня, хотя чаще всего их изображают в виде человекоподобных существ размером с маленького ребенка. Кобольды, живущие в домах людей, носят крестьянскую одежду и часто селятся в куклах. Те, что обитают в шахтах, горбаты и уродливы, а те, что на кораблях, курят трубки и одеваются как моряки. Кобольды из рудников — наименее дружелюбные из всех. Это злобные и вспыльчивые подземные обитатели, проводящие жизнь за добычей драгоценных металлов. В честь них был назван элемент кобальт: средневековые рудокопы считали, что именно эти вредоносные эльфы повинны в том, что мышьяковые кобальтовые руды ядовиты и загрязняют другие добываемые минералы. ■



Нокеры или томминокеры (Корнуолл)



Томминокеры — это слово, пожалуй, известно в основном благодаря одноименному фантастическому роману Стивена Кинга об инопланетянах, оказавшихся погребенными под землей, но в шахтерском деле оно имеет другое значение. Слово «нокер» (от англ. knock — «стук») или «томминокер» появилось в Корнуолле. Тамашние суеверные шахтеры были убеждены, что в шахтах живут гоблины. Люди думали, что эти сверхъестественные существа стучат в стены шахты, чтобы предупредить о том, что что-то случится. Этот стук обычно считали предвестником надвигающейся гибели. Но некоторые оптимистичные рудокопы полагали, что он сулит богатство. Корнуольские шахтеры, отправившиеся искать счастья в Америке, привезли на новое место и свой фольклор. Вера в маленьких человечков сохранилась там и в XX веке, хотя последующие поколения американских шахтеров считали, что нокеры — это не гоблины, а души погибших коллег. ■

Навстречу эффективности

Sandvik Mining and Rock Technology поставляет самые разнообразные изделия, программное обеспечение и услуги. Мы не только понимаем специфику вашего бизнеса и сложные задачи, которые вам приходится решать — мы имеем все необходимое для того, чтобы помочь вам увеличить производительность. Перед вами стоит конкретная задача? У нас найдется решение, которое обеспечит максимально безопасное и эффективное выполнение работ под землей и на земле.

БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ (БТ и ООС)

Наша цель — обеспечить нулевой уровень травматизма для персонала, а также свести к минимуму отрицательное воздействие на окружающую среду. Принципы БТ и ООС лежат в основе всей деятельности Sandvik, в особенности при разработке новой продукции. Мы стремимся поставлять заказчикам самый безопасный продукт на рынке. Вся наша продукция — от системы управления компрессором, снижающей уровень выбросов вредных веществ буровыми станками для открытых горных работ, до систем противопожарной защиты — нацелена на минимизацию воздействия на окружающую среду и уменьшение рисков для здоровья и безопасности при проведении горных работ.



ОРИГИНАЛЬНЫЕ ЗАПАСНЫЕ ЧАСТИ И СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Приоритет отсутствию простоев. В отрасли, в которой час простоя грозит обернуться многотысячными убытками, запасные части и техническое обслуживание Sandvik 365 могут сэкономить миллионы. Вас ждут круглосуточное обслуживание, квалифицированные инженеры и оригинальные запасные части, поставляемые по требованию. Вы сможете прогнозировать производительность, а значит, и рентабельность. Мы не только поставляем лучшее в отрасли буровое и строительное оборудование, но и предлагаем полный спектр решений по послепродажному обслуживанию, обеспечивающих дополнительные преимущества для вашего предприятия. Оригинальные запасные части продлят срок службы вашего оборудования.



БУРЕНИЕ С ПОВЕРХНОСТИ

Мощность и точность. Оборудование Sandvik для бурения с поверхности хорошо известно своей долговечностью, надежностью и высокой производительностью. Уже несколько десятилетий наши буровые станки с гидроперфоратором и с погружным пневмоударником, а также станки для пространственного бурения породы добычи блочного камня обеспечивают низкую совокупную стоимость владения при проведении открытых горных и строительных работ. Мы специализируемся на проектировании такого оборудования для открытых горных работ, которое сочетает в себе высокую мощность и точность, а также улучшает безопасность и производительность труда оператора.



ПОДЗЕМНОЕ БУРЕНИЕ

Экспертное бурение. Подземные буровые станки Sandvik спроектированы для достижения максимальной производительности при выполнении горных работ и проходке туннелей. Они оснащены высокопроизводительным гидравлическим перфоратором и отличаются хорошей эргономикой, эффективностью и надежностью. Особое внимание при разработке всех наших буровых станков и перфораторов уделяется сокращению эксплуатационных затрат и обеспечению низкой стоимости жизненного цикла. Линейка наших буровых станков включает в себя как простые и надежные модели, так и автоматизированные комплексы, обеспечивающие высочайшую производительность.



КОМБАЙНЫ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ

Только вперед. Оборудование Sandvik для непрерывной выемки и проходки тоннелей дает оператору полный контроль над машинами и процессом механического разрушения горной массы. Оптимизированная технология проходки и конструкция машин позволяют обеспечить высокую производительность, низкие совокупные затраты и увеличить срок службы.



ПОГРУЗОЧНО-ДОСТАВОЧНЫЕ МАШИНЫ

Надежные погрузчики и самосвалы Sandvik характеризуются высокой безопасностью, производительностью и надежностью при работе в самых сложных условиях. Эти эргономичные, долговечные, компактные и исключительно маневренные машины отличаются необычайно высокой для их размеров грузоподъемностью и обеспечивают низкую себестоимость работ.



ДРОБИЛЬНЫЕ И СОРТИРОВОЧНЫЕ УСТАНОВКИ

Снизить по максимуму.

Дробильно-сортировочное оборудование Sandvik спроектировано так, чтобы обеспечивать высокую производительность в шахтах, на открытых рудниках и в строительных проектах. Sandvik предлагает современные решения для стационарных и передвижных установок любого класса дробления. Мы можем модернизировать существующее оборудование, поставить готовые комплексные решения и произвести установку «под ключ». Мы также поставляем отдельные дробилки и грохота, комплектующие и расходные материалы. Наши решения гарантируют надежность и универсальность при выполнении любых задач, будь то дробление множества тонн твердой породы или сортировка сыпучих материалов на разные фракции.



ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ РАБОТ ПО СНОСУ

Бить сильнее. Оборудованию Sandvik для разрушения и сноса по плечу самые сложные задачи. За счет высокоэффективной энергии ударного разрушения или дробящего усилия наши машины могут успешно справиться с любой работой. В числе других преимуществ — высокий коэффициент удельной мощности на единицу веса и простые схемы соединений. В нашем ассортименте представлены высокоточные инструменты от стреловой установки для разрушения горной породы до гидромолота для сноса сооружений.



АВТОМАТИЗАЦИЯ ГОРНЫХ РАБОТ НА РУДНИКЕ

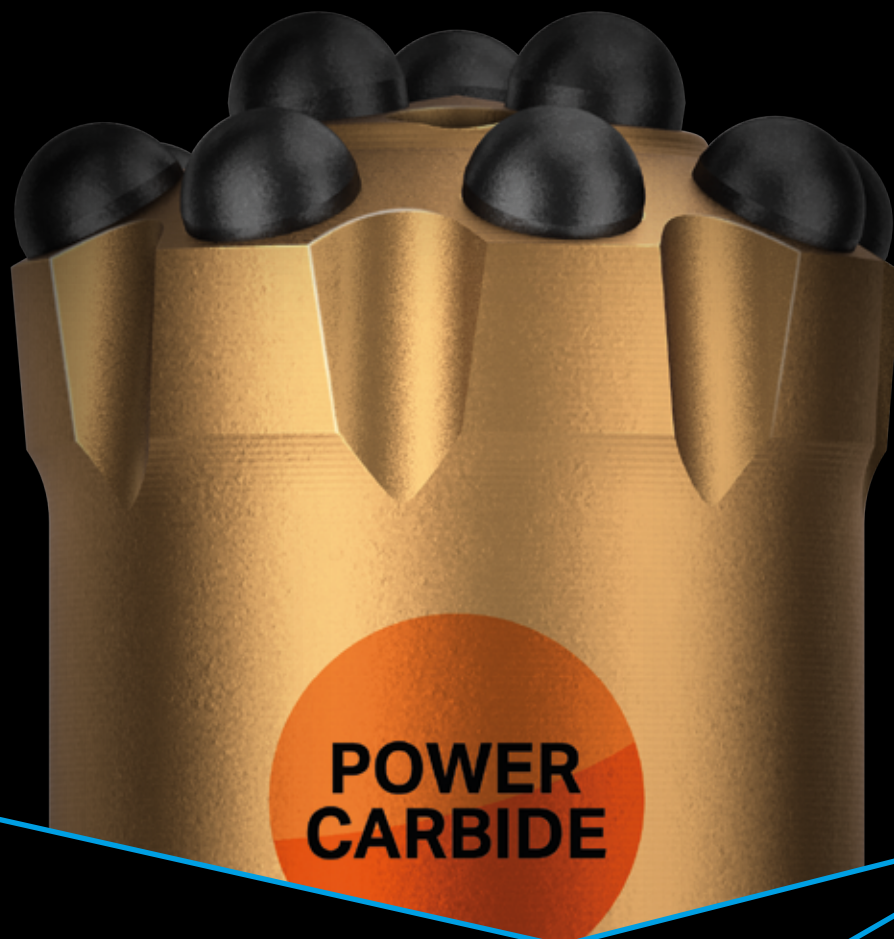
Полный контроль. Направление AutoMine охватывает все аспекты автоматизации, позволяя управлять как одной единицей, так и всем парком оборудования. Из комфортабельной и безопасной диспетчерской операторы могут одновременно контролировать перемещения погрузчиков, самосвалов и буровых установок, работающих без оператора. Средства дистанционного мониторинга и управления процессами позволяют руководителям непосредственно взаимодействовать с оборудованием и операторами, где бы они ни находились.



БУРОВОЙ ИНСТРУМЕНТ

Глубокое влияние. Sandvik предлагает самую широкую в мире линейку оборудования для ведения геологоразведочных работ, буровые установки, станки для проходки восстающих выработок, комбайны для механической резки, комбайны для добычи твердых полезных ископаемых, туннелепроходческие машины, траншейные экскаваторы, технику для выравнивания и планировки дорожного покрытия. Мы являемся одним из мировых лидеров в области технологий изготовления инструментов из стали и твердых сплавов. Продукция Sandvik произвела революцию в сфере бурения, а наши передовые системы управления функциями машин гарантируют резкое увеличение производительности.





ПРИБЫЛЬ ВНУТРИ

В линейке PowerCarbide собраны наши самые лучшие марки твердых сплавов, которые помогут вам улучшить производственные показатели и увеличить доходность вашего бизнеса.

