
Л.Б.Николаева

Медная индустрия Чили – платформа для развития инноваций

Статья посвящена одной из ведущих отраслей чилийской экономики — медной промышленности. Сегодня эта отрасль рассматривается в качестве платформы для развития инноваций и являет собой пример генерации и продвижения передовых технологий, способствуя диверсификации экспорта и распространению знаний на другие отрасли хозяйства страны. Автор предлагает рассмотреть, как целенаправленная политика по внедрению инноваций в горнодобывающей промышленности может позволить конвертировать сравнительные преимущества — наличие медных ресурсов — в конкурентные.

Ключевые слова: Чили, медная промышленность, инновации, горный кластер, CODELCO.

DOI: 10.31857/S0044748X0001469-4

ЦИФРЫ И ФАКТЫ

Медную промышленность Чили можно смело назвать «витриной» инновационного развития горнодобывающих отраслей Латинской Америки. Эта отрасль занимает ключевое место в экономике Чили — основного обладателя мировых запасов руды «красного металла» (30% мировых запасов). За последние десять лет производство меди в рудах и концентратах здесь колебалось на уровне 5,3-5,8 млн т в год, черновой меди — 1,3-1,4 млн т, объем производства рафинированной меди снизился с 3,1 в 2008 г. до 2,4 млн т в 2017 г. Это означает, что доля Чили в мировом производстве рудничной меди выросла с 16% в 90-х годах до 27% в настоящее время, в 2008—2009 гг. она составляла 34%. Доля в мировом производстве черной и рафинированной меди — 8% и 11%, соответственно. Доля же Чили в экспорте меди составляет 32% от общемирового и в 2017 г. распределилась следующим образом: в рудах и концентратах — 34%, черновой меди — 52%, рафинированной — 28%. Всего за рубеж в 2017 г. было продано 5,7 млн т, из которых 2,3 млн т — катодная медь, почти 3 млн т — медный концентрат и 0,4 — черновая медь. Падение мировых цен на этот металл с 2011 г. и ряд иных факторов сказа-

Людмила Борисовна Николаева — кандидат экономических наук, ведущий научный сотрудник Центра экономических исследований ИЛА РАН (nlb2008@yandex.ru).

лись на снижении доли медной промышленности в 2017 г. в сумме налоговых поступлений в казну с 20,7% (12,9% от Национальной медной корпорации (Corporación Nacional del Cobre, CODELCO) и 7,8% от десяти ведущих частных компаний) в 2010 г. до 4,6% (2,4% и 2,2%, соответственно), доли меди в общем экспорте — с 56,1% в 2010 г. (63,5% все металлы) до 49,6% (56,4% все металлы), вклада отрасли в ВВП — с 15% в 2010 г. до 9% (в текущих ценах)¹.

Медная отрасль стала основной сферой вложений зарубежных инвесторов. В 2017 г. Чили входила в топ-10 наиболее инвестиционно привлекательных горнодобывающих юрисдикций мира и была первой по этому показателю в Латинской Америке². Около 33% притока прямых иностранных инвестиций в эту страну было направлено на проекты горнодобычи³. На медном рынке страны присутствуют такие международные гиганты, как «BHP Billiton», «Glencore», «Anglo-American» и другие.

Высокие и устойчивые доходы в отрасли в течение длительного времени позволяли рассчитывать на стабильные инвестиции и не сильно волноваться на предмет инноваций и контроля затрат. Сегодня ситуация изменилась. Медная промышленность Чили, как и большинство горнодобывающих отраслей мира, сталкивается с рядом проблем, в частности, с труднодоступным, глубоким залеганием руд, как правило с большим содержанием примесей. Согласно исследованию, проведенному Чилийской комиссией по меди (Comisión Chilena del Cobre, Cochilco), с 2005 г. стоимость производства меди ежегодно увеличивалась в среднем на 10%. В том же году производство одного фунта меди стоило 90 центов, а в 2014 г. уже достигло 217 центов за фунт⁴. К этому стоит добавить нехватку воды, необходимой для процесса производства меди, рост затрат на энергию и топливо, связанными с необходимостью транспортировки на большие расстояния, потребность в больших площадях для отходов (хвостов), более строгие требования по защите окружающей среды, безопасности и т.д., что также ведет к увеличению эксплуатационных расходов.

Стоит отметить и высокую волатильность цен на медь, которая с 2011 г. имеет тенденцию к снижению и заставила заморозить ряд проектов. Небольшой рост цен в 2017 г. и в середине 2018 г. вновь сменил траекторию. Многие эксперты отмечают, что начатая США торговая война с Китаем — основными торговыми партнерами Чили — может привести к дальнейшему снижению цены на «красный металл», учитывая, что 42% экспортируемой Чили меди в 2017 г. направлялось в Китай (57% всей экспортируемой черновой меди, 41% — рудничной и 42% — рафинированной) и 9,3% — в США⁵.

К тому же производительность труда горнодобывающих компаний Чили по-прежнему уступает медным компаниям Австралии, Канады и США, которые могут быть на 63% эффективнее⁶. Преодолеть этот разрыв и решить отмеченные проблемы предполагается путем использования новых технологических решений и других инноваций. Экс-президент Чили Рикардо Лагос (2000—2006 гг.) в свое время предложил формулу для чилийской медной индустрии: 30/30/30, где 30% — доля в мировом производстве меди, 30% — доля в мировых запасах меди и 30% — доля от всех мировых расходов на инновации для горной промышленности⁷.

Пока же, по данным Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), на научные исследования и разработки Чили тратит меньше, чем многие страны этой организации — примерно 0,38% ВВП,

тогда как Голландия — 2%, Южная Корея — 2,7%, в среднем страны ОЭСР — 2,4%. И это деньги не только на развитие технологий в медной промышленности, а во всех отраслях хозяйства страны⁸. Далекое не все компании могут позволить себе переходить на новые технологии и на современное оборудование, проводить научно-исследовательскую работу. Это — прерогатива крупных государственных компаний либо частных предприятий, пользующихся господдержкой, либо зарубежных ТНК. На малых и средних предприятиях зачастую работают устаревшие машины и оборудование, используются технологии «вчерашнего дня».

РАБОТА НА БУДУЩЕЕ

В настоящее время медная индустрия в Чили рассматривается как платформа для развития технологических инноваций и технологического рывка, а также их распространения в другие отрасли хозяйства страны.

Наличие горного кластера, координирующей роли Фонда Чили (Fundación Chile), политики локализации и включения в глобальные цепочки создания стоимости, а также растущая заинтересованность государства внедрять и распространять лучшие практики (*buenas prácticas*) обеспечивает фундамент для конвертации сравнительного преимущества — наличие богатых запасов меди — в конкурентное.

Основной формой взаимодействия субъектов с целью генерации и актуализации знаний в горнодобывающей промышленности стал Горный кластер. Он возник, когда работающая на территории Чили международная добывающая компания «BHP Billiton», а затем и крупнейшая чилийская государственная компания CODELCO поняли срочность повышения производительности труда в процессе добычи и что одним из факторов повышения производительности являются поставщики, особенно локальные. Кластер сформировался на основе инициированной BHP и CODELCO Программы поставщиков мирового уровня (Programa de Proveedores de Clase Mundial, PPCM). Она позволяла горнодобывающим компаниям решать конкретные производственные задачи, поставщикам — испытывать и генерировать технологические инновации. Исследование Фонда Чили показало, что участники программы получили лучшие результаты, чем в среднем по отрасли: выше доля экспортных сделок, большее число специалистов с высшим образованием, выше способность внедрения инноваций. Однако число поставщиков мирового уровня пока невелико — 65 (2015 г.). Программа по развитию отрасли до 2035 г. «Горная добыча: платформа будущего Чили» (*Minería: Una Plataforma de Futuro para Chile*) предусматривает их увеличение до 250⁹. Сейчас же в Чили всего около 5000 предприятий — поставщиков товаров и услуг для горной промышленности, из них только треть проводят экспортные операции, доля которых в общем объеме продаж весьма невысока. На пять предприятий приходится 61% всех экспортных продаж¹⁰.

Поставщики оборудования, технологий и услуг для горнодобывающей промышленности (Mining Equipment, Technology and Services, METS) приобрели особую значимость, став самостоятельным динамично развивающимся сегментом рынка. К METS относятся фирмы по предоставлению услуг (техническое обслуживание специализированного оборудования и компонентов), программного обеспечения, консалтинг, инженерные ус-



Самый большой в мире открытый медный рудник Чукикамата: длина — 4,5 км, ширина — 3,5 км, глубина — почти 1 км

луги и т.д. «Инновации — это не только новые машины и оборудование, это — поиск и разработка интеллектуальных решений для управления и оптимизации рабочих процессов на предприятиях добывающей промышленности (т.е. изменений в самом способе добычи), в том числе широкое оснащение новейшими системами проектирования, измерения, решения задач визуализации и т.д., сопровождающееся повышением уровня квалификации занятого на производстве персонала. При этом первое и второе находятся в тесной взаимозависимости, подстегивая или мотивируя к дальнейшему совершенствованию друг друга. И если первое, как правило, — прерогатива зарубежных поставщиков, то в нише адаптации и совершенствования технологий, рационального недропользования и оптимизации операционных затрат вполне есть место латиноамериканским предприятиям»¹¹. Надо заметить, что определенное число местных поставщиков Чили, с которыми горнодобывающие компании могут взаимодействовать, уже в состоянии предложить сложные инновационные решения.

Среди таких компаний можно отметить «Mining&Heavy Industry Robotics» (MIRS), которая работает не только на территории Чили (офисы в г. Сантьяго, Антофагасте и Каламе), но и в Перу, и в США, и занимается разработкой и обеспечением роботизированными системами, специально предназначенными для переработки породы при производстве медного концентрата, в том числе способными классифицировать минералы по размеру. Это и «Aguamarina Biominería» — чилийская биотехнологическая компания, имеющая десятилетний опыт работы в горнодобывающей промышленности, продукция и услуги которой продаются в Австралии, Чили, США, Перу, Уругвае. В текущем десятилетии в компании разработали и продали технологии биовыщелачивания (использование микроорганизмов для извлечения меди из низкосортных руд). Их разработка «BioSeal» — специфический раствор с бактериями, вызывающий «биоцементирование», позволяет свести к минимуму появление пыли — одной из самых больших проблем горнодобычи. Это новаторское решение, изначально предназначенное для горнодобывающей отрасли, в дальнейшем получило распро-

странение при строительстве дорог и укреплении склонов. К компаниям мирового уровня можно отнести и «Vizutire», занимающуюся решением проблем с шинами OTR (Off-The-Road), очень актуальной для работы тяжелого грузового транспорта при транспортировке руды в процессе добычи, а именно — инновационную методику определения и



Такие грузовики работают на медных месторождениях

и оценки повреждения и износа шин с точностью 99%. Это и «Ingepro», которая разрабатывает новые решения очистки сточных вод, жидких промышленных отходов, получения питьевой и промышленных вод, гидравлических процессов для извлечения взвешенных твердых частиц для крупномасштабной добычи — принципиально важная разработка для Чили, которая сталкивается с ограничениями в доступе к континентальной воде и сильно зависима от систем восстановления и повторного использования водных ресурсов.

Так сложилось, что, будучи мировым лидером по производству меди в мире, Чили так и не удалось встроиться в цепочки по производству машин и оборудования для горнодобывающей отрасли. Доля чилийских компаний на рынке машин и оборудования, деталей и запчастей, услуг по обслуживанию техники весьма скромная — менее 10%. Политике локализации, т.е. когда один из этапов по производству машин и оборудования для добывающей индустрии располагается на территории страны добычи, стали уделять должное внимание только недавно. Пока же, согласно данным Катастра горного оборудования (Catastro de Equipamiento Minero) 2013—2014, 52% всех грузовиков произведены компаниями «Caterpillar», 44% — «Komatsu» и около 4% — «Liebherr»¹². Техника этих мировых производителей позволяет сократить потребление топлива, уменьшить время простоя, повысить безопасность труда. К приобретению машин, как правило, «привязаны» соглашения сервисного обслуживания. Для горнодобывающей отрасли это важный момент, т.к. уровень износа машин здесь очень высокий.

Чили опирается на опыт других стран. Она пытается идти по пути Австралии, которая использовала горнодобывающую отрасль в качестве драйвера для развития высокотехнологичных услуг. В 2005 г. в Чили принят закон, который устанавливал особый налог на добычу минерального сырья. 5% операционной прибыли горнодобывающих предприятий теперь должно быть направлено на развитие высоких технологий и наукоемких производств. Принятие подобного закона, когда получаемые средства шли не на текущие расходы, не на социальные выплаты, а на развитие экономического потенциала государства, а точнее, на развитие технологий и создание «ноу-хау», в свое время позволило горнодобывающей Финляндии превратиться из экспортера сырья в экспортера на мировой рынок машин и оборудования для горнодобывающей промышленности. В Чили полученные финансовые ресурсы направляются в фонд по развитию науки и передовых

технологий, на подготовку высокопрофессиональных специалистов для малых и средних предприятий в различных отраслях экономики — от горнодобычи до сельского хозяйства. Медная индустрия — основной источник пополнения Независимых фондов Чили (Fondos Soberanos de Chile). Доходы от экспорта меди дают возможность чилийскому правительству аккумулировать и перераспределять ресурсы на исследования в других областях.

В механизме стимулирования инноваций важна роль государства. В его задачи входит не только помогать в получении и распространении знаний через университеты и национальные исследовательские лаборатории, но и способствовать мобилизации ресурсов, чтобы эти знания «дошли» до производственных секторов. В этом смысле государство играет роль лидера в процессе промышленного развития, определяя стратегические приоритетные сферы, добиваясь взаимодействия частного и государственного секторов. Государственные структуры — Национальная комиссия по научно-технологическим исследованиям (Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica, CONICYT) и Чилийское агентство экономического развития (Corporación de Fomento de la Producción, CORFO), а точнее одна из его структур — управление по инновациям (InnovaChile), а также государственная компания CODELCO сыграли важную роль в финансировании НИР в горнодобывающей отрасли.

В развитии РПСМ появилась Программа открытых инноваций в горном деле (Programa Innovación Abierta en Minería, PIAM), которая, однако, требовала координации взаимодействия между различными компонентами этой сложной архитектуры для перехода к «умной» добыче (minería inteligente). Организацией, которая является связующим звеном между разными агентами, занимается выбором поставщиков, выявляет слабые места проектов и определяет стратегию в целом, выполняя функции «технологического брокера», стал Фонд Чили.

При поддержке Министерства горнодобывающей промышленности (Ministerio de Minería) и CORFO Фонд Чили стал координатором инициативы «От меди до инноваций: дорожная карта технологического развития на 2015—2035» («Desde el cobre a la innovación: Roadmap tecnológico 2015—2035»). В программе выделены основные направления, требующие новых технологических решений: обогащение, отходы добычи (хвосты) и переработки меди, плавка и рафинирование, управление и планирование, концентрация минералов (сортность), гидрометаллургия, а также разведка и новые ниши использования меди¹³. И хотя парадигма открытых инноваций определяется соотношением спроса и предложения, иметь список основных задач и направлений, требующих технологического обновления, зафиксированных в «дорожной карте технологического развития» представляется весьма важным ориентиром для предпринимателей.

Большие усилия предпринимает Чили для организации региональной «диалоговой площадки» по проблемам развития горнодобывающей отрасли региона. Объектом дискуссий становятся такие темы, как дефицит и высокая стоимость энергии и воды, сведение к минимуму ущерба окружающей среде. С целью анализа ситуации и поиска решений по этим и другим вопросам, оценки будущего развития технологических инноваций и их влияния на сокращение затрат и повышение производительности труда, обмена опытом и информацией, определения основных направлений, по которым будут развиваться технологические инновации в горнодобыче в

ближайшие годы, в августе 2015 г. в Чили прошел Первый латиноамериканский саммит по вопросам инноваций в горной промышленности, организованный «BNAmericas» при поддержке министерства горной промышленности и Национального горнорудного общества (Sociedad Nacional de Minería, SONAMI). На саммите было подчеркнуто, что решение многих проблем связано с автоматизацией производства, которая реализуется путем широкого внедрения информационных технологий, телекоммуникаций и робототехники. Другой важный вопрос, требующий решения на международном уровне, — это стандартизация. Установить стандарты и гарантировать, что разное оборудование сможет слаженно работать — одна из основных проблем, с которыми может столкнуться сектор на пути перехода к «цифровой эре». В этой связи в рамках Стратегической программы «умной промышленности» (Programa Estratégico de Industrias Inteligentes), разработанной CORFO совместно с частными предпринимателями, академическими и исследовательскими центрами и правительством, была выдвинута инициатива о создании Международной организации стандартов для совместимости в горнодобывающей промышленности (Organización Internacional de Estándares para la Interoperabilidad en Minería).

CODELCO. ВОПЛОЩЕНИЕ ИДЕЙ

Исследования и технологические инновации стали прерогативой национальной горнорудной компании CODELCO, которая присутствует на всех этапах — от разведки, добычи, переработки до реализации меди. Эта государственная компания производит 33% меди в стране (или 10% мирового производства), остальные 67% приходится на частные компании¹⁴.

Собственный научно-исследовательский институт (Instituto de Innovación de Minería y Metalurgia, IM2) был создан в 1998 г., большая часть команды которого сформировалась из ученых Центра исследований горной промышленности и металлургии (Centro de Investigación Minera y Metalúrgica, ICMM). В основные темы исследований IM2 вошли разведка, очистка и обогащение минералов, выплавка металлов, устойчивое развитие.

В 2016 г., опираясь на опыт, знания и навыки трех дочерних компаний: IM2, «BioSigma» и CODELCO Lab было создано специализированное подразделение технологического развития CODELCO Tech. Этот шаг соответствовал цели перехода к модели «открытых инноваций», которая объединяет и продвигает достижения производителей, поставщиков, университетов, исследовательских центров и других организаций. Сегодня CODELCO Tech — глобальный инновационный центр, отвечающий за разработку технологических решений исходя из проблем, определяемых корпорацией. Усилия этого «интеллектуального» подразделения направлены на организацию «умной добычи», постепенному переходу на «стандарт Промышленной революции 4.0». CODELCO с 2014 г. придерживается стратегии перехода на безлюдное производство, максимальное использование системы M2M* (machine-to-machine), технологий «Big Data» (суперкомпьютера для оперативной обработки большого объема данных), возможностей Ин-

* M2M — общее название технологий, позволяющих машинам обмениваться информацией и передавать команды «от машины к машине».

тернета и «облачных» вычислений (Cloud Computing), которые позволили значительно продвинуться в вопросах эффективной организации контроля и управления, моделирования, мониторинга, дистанционной поддержки и организации процессов от буровзрывных работ до транспортировки. Это особенно важно для видов деятельности, связанной с высокими рисками и физически трудновыполнимых. Использование этих достижений позволило повысить производительность и безопасность процессов, снизить риски и давление на окружающую среду, оставаться CODELCO конкурентоспособной компанией мирового уровня.

В зоне внимания CODELCO Tech находятся и вопросы подготовки кадров, проведение конкурсов среди инженерных факультетов вузов для выявления новых идей для решения задач повышения производительности и конкурентоспособности в горнодобывающей промышленности, программы стипендий, грантов. Проблема подготовки специалистов для отрасли стоит очень остро. В основу организации системы подготовки кадров для горнодобывающей промышленности Чилийская горная академия (Chile Mining Academy), по сути, взяла модель Сетевой академии Cisco (Cisco Networking Academy (CNA)). Навыки, полученные в академии можно применять и в других отраслях, не имеющих отношения к добыче полезных ископаемых. Программа предусматривает вебконтент, тестирование в онлайн режиме, мониторинг студентов и др. Постоянное взаимодействие с добывающими компаниями, как чилийскими, так и международными, — основной принцип, позволяющий студентам освоить производственный процесс.

CODELCO, всячески поддерживая национальную сеть поставщиков, развивает тесные контакты с зарубежными фирмами, создала альянсы для продвижения инноваций и новых технологий с «Outokumpu» (Финляндия), DBT (Германия), «Honeywell», NTT (Япония), немецкой «Kuka Robot Group» и другими. Компания ежегодно инвестирует около 100 млн долл. на разработки новейших технологий, стремясь обеспечить «первоклассность» горнодобывающих операций и идти в ногу с последними достижениями в горном деле¹⁵. Инновационная стратегия CODELCO включает в себя приобретение и адаптацию существующих технологий, разработку новых решений для каждого из восьми горнодобывающих блоков — «Andina», «Chuquicamata», «El Teniente», «Gabriela Mistral», «Ministro Hales», «Radomiro Tomic», «Salvador» и «Ventanas».

Программа цифровой трансформации (El programa de Transformación Digital), которая уже реализуется на многих месторождениях, предполагает использование роботизированных дистанционно управляемых самосвалов с заранее заданным маршрутом, организацию единого операционного центра, позволяющего удаленно управлять всеми видами деятельности и контролировать их в реальном времени. Первый автономный транспортный парк был испытан на месторождении «Gabriela Mistral» в 2008 г., новые полуавтоматические LHD (Left Hand Drive cars and trucks) грузовики используются на месторождении «El Teniente». Интегрированный операционный центр позволяет управлять процессом и контролировать его на этом месторождении из г. Ранкагуа. Аналогичные центры дистанционного управления уже работают на месторождениях «Ministro Hales» и «Chuquicamata». Использование передовой техники и «Big Data» дают возможность на основе трехмерного сканирования, а также комбинированных сенсорных системы осуществ-

лять оценку параметров месторождения, моделировать процесс добычи, тем самым существенно оптимизировать затраты.

Компания CODELCO — лидер по числу патентов и инновационных разработок среди всех горнодобывающих компаний Чили. С 1975 г. она подала 270 заявок на патенты на изобретения, из которых 167 предоставлены¹⁶. Компания имеет патенты на изобретения в 12 странах: США, Мексике, Бразилии, Перу, Австралии, Аргентине, ЮАР, Японии, Таиланде, Филиппинах, Замбии, Китае. В 2017 г. компания реструктурировала Управление инноваций (Gerencia de Innovación) и создало на его основе Корпоративное управление инновациями и технологиями (Gerencia Corporativa de Innovación y Tecnología). Важным стратегическим направлением выбрано устойчивое развитие, где особая роль отводится технологиям, минимизирующим негативное воздействие на окружающую среду. За последние 15 лет эмиссия парниковых газов от добычи минералов в Чили ежегодно увеличивалась примерно на 5,3%¹⁷. Более низкие сорта руд, рост производства, увеличение расстояний для транспортировки с мест добычи и пр. вели к росту потребления энергии и топлива и, соответственно, выбросов в атмосферу CO₂.

Другой актуальной проблемой остается обеспеченность отрасли водой. С 2010 г. потребление континентальной воды и энергии в медной промышленности постоянно росло¹⁸. К 2020 г. планируется 10-процентное сокращение потребления пресной воды на тонну металла¹⁹. В новых проектах уже предполагается использование освобожденной от солей морской воды, а также систем очистки шахтных и карьерных вод для повторно-последовательного их использования.

Руководствуясь стратегическими задачами, CODELCO развивает новые направления «коммерциализации» меди, стремясь сохранить и расширить доступ к рынкам, найти и продвигать новые сферы применения этого металла. Медная индустрия постепенно проникает в такие отрасли, как рыбная, сельское хозяйство, производство одежды, спальных принадлежностей и пр. Например, CODELCO совместно с технологическим консорциумом «EcoSea Farming», а также в партнерстве с Международной медной ассоциацией (Asociación Internacional del Cobre), Университетом Концепсьон (Universidad de Concepción), Католическим университетом Вальпараисо (Universidad Católica de Valparaíso), предприятием «Sitecna» и Фондом Чили разработали революционную систему медных клеток (садков) для разведения рыбы²⁰. При их использовании отсутствует «эффект обрастания» моллюсками и водорослями, что снижает частоту обслуживания и продлевает срок службы сетей. Благодаря бактерицидным свойствам меди создается более здоровая окружающая среда, что может уменьшить зависимость от использования антибиотиков для борьбы с болезнями. Механическая прочность и устойчивость не позволяют хищникам проникать в сети, предотвращают «утечку» рыб. Такие сети на 100% подлежат вторичной переработке, снижая издержки производства и материально-технического обеспечения процесса разведения рыбы.

CODELCO совместно с деревообрабатывающей компанией «Arauco» начали выпуск и применение меламина — специального покрытия для мебели с использованием антимикробных свойств меди. Это новая линия, созданная на основе технологии InCorper®, — исключительно чилийская разработка. Этот уникальный продукт, который возможно напылять на металлы, позволяет на 99% защитить поверхность мебели от вирусов, бактерий, грибов и плесени²¹.

В начале 2015 г. CODELCO Lab. совместно с фирмой «Biogénesis Animal Health» выпустила инновационный продукт для применения в животноводстве — гель на основе меди. Использование этого геля-протектора позволяет снизить заболеваемость маститом, снижая вероятность проникновения патогенных микроорганизмов в молочную железу при доении коров²². Бактерицидные свойства меди уже довольно широко используются для пошива одежды для работников специальных служб, в том числе для шахтеров.

Похвастаться своими достижениями по итогам 2017 г. может горный кластер «Антофагаста» (Cluster Minero de Antofagasta). Здесь была создана лаборатория и завод по выделению наночастиц меди промышленного уровня, причем со стопроцентным использованием материалов и технологий, разработанных в Чили. Полученные наночастицы могут быть использованы в различных сферах — фармацевтической промышленности, производстве промышленных красок, биомедицине, микроэлектронике и ряде других²³. До этого медные наночастицы получали в университетах и некоторых исследовательских центрах, но их объем не покрывал растущий спрос, особенно в таких высокотехнологичных отраслях, как биомедицина и микроэлектроника.

Развитие и внедрение инноваций в такой столь важной для экономики страны отрасли, как медная промышленность, имеет особое значение для получения конкурентных преимуществ как в периоды экономической неустойчивости, так и в стадии роста, для сохранения лидирующих позиций на мировом рынке меди. Факторы роста, на которые прежде опиралась горная промышленность, сегодня уже не жизнеспособны. Новый век предъявляет новые требования, заставляет искать новые решения. Несмотря на многочисленные проблемы, медная отрасль Чили, в которой выстроена органичная система взаимодействия между компаниями, университетами и правительством, продемонстрировала способность к генерации знаний, разработке, передаче и распространению инновационных решений.

ИСТОЧНИКИ И ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

¹ Cochilco. Anuario de Estadísticas del Cobre y Otros Minerales 1998-2017. T. 2.2, 13.2, 7, 26.2, 30.2, 78, 80, 82, 94, 95. — Available at: <https://www.cochilco.cl/Paginas/Estadisticas/Publicaciones/Anuario.aspx> (accessed 10.08.2018).

² Ashle y Stedman and Kenneth P. Green. Fraser Institute Annual Survey of Mining Companies 2017. 2018, p. 11. — Available at: <https://www.fraserinstitute.org/sites/default/files/survey-of-mining-companies-2017.pdf> (accessed 11.07.2018).

³ Cochilco. Anuario de Estadísticas del Cobre y Otros Minerales 1998-2017. T. 27. — Available at: <https://www.cochilco.cl/Paginas/Estadisticas/Publicaciones/Anuario.aspx> (accessed 10.08.2018).

⁴ Innovación Minera: El caso CODELCO. 24 enero, 2018 — Available at: <https://gerens.pe/blog/innovacion-minera-chile/> (accessed 21.06.2018).

⁵ Cochilco. Anuario de Estadísticas del Cobre y Otros Minerales 1998-2017. T. 16.2, 17.2, 18.2, 19.2. — Available at: <https://www.cochilco.cl/Paginas/Estadisticas/Publicaciones/Anuario.aspx> (accessed 10.08.2018).

⁶ Telemetría se suma a tecnologías que mejoran costos y productividad de la minería del cobre. — Available at: <http://www.mch.cl/2018/01/17/telemetria-se-suma-tecnologias-mejoran-costos-productividad-la-mineria-del-cobre/> (accessed 15.07.2018).

- ⁷ Ricardo Lagos en la XIX Cena CESCO, 15 de abril de 2015. — Available at: <http://www.cescoweb.com/wp-content/uploads/2015/06/Discurso-Ricardo-Lagos-Español.pdf> (accessed 27.12.2016).
- ⁸ M. S u r j a n. ¿Y en Chile cuándo haremos innovación con el cobre? Mayo 2016. — Available at: <http://www.portalminero.com/pages/viewpage.action?pageId=112920240> (accessed 02.06.2018).
- ⁹ Desde el cobre a la innovación. Roadmap Tecnológico 2015—2035. Coordinado por Fundación Chile. Santiago, 2016, p. 103.
- ¹⁰ Ibid., p. 352.
- ¹¹ L. B. N i k o l á e v a. La innovación en la industria extractiva. La experiencia de Brasil. — Iberoamérica. № 3, 2017, p. 56.
- ¹² Camiones mineros. Gigantes en tamaño y relevancia. Noviembre 2014, p. 128. — Available at: <https://www.dii.uchile.cl/wp-content/uploads/2014/11/REVISTA-MINERIA-CHILENA-Camiones-mineros-gigantes-en-tamaño-y-relevancia.pdf> (accessed 11.08.2018).
- ¹³ Innovación Abierta: transitando hacia una minería más inteligente y competitiva. Fundación Chile. — Available at: <https://fch.cl/innovacion-abierta-transitando-hacia-una-mineria-mas-inteligente-competitiva/> (accessed 15.08.2018).
- ¹⁴ Рассчитано по данным: Cochilco. Anuario de Estadísticas del Cobre y Otros Metales 1998-2017. — Available at: <https://www.cochilco.cl/Paginas/Estadisticas/Publicaciones/Anuario.aspx> (accessed 17.07.2018).
- ¹⁵ Innovación Minera: El caso CODELCO. Enero 24, 2018. — Available at: <https://gerens.pe/blog/innovacion-minera-chile/> (accessed 27.07.2018).
- ¹⁶ CODELCO. Memoria anual 2017, p. 91.
- ¹⁷ Desde el cobre a la innovación. Roadmap Tecnológico 2015-2035. Coordinado por Fundación Chile. Santiago, 2016, p. 184.
- ¹⁸ Cochilco. Anuario de Estadísticas del Cobre y Otros Metales 1998-2017 – T. 32, 34. — Available at: <https://www.cochilco.cl/Paginas/Estadisticas/Publicaciones/Anuario.aspx> (accessed 10.08.2018).
- ¹⁹ Available at: https://www.codelco.com/medio-ambiente/prontus_codelco/2016-04-08/113222.html (Accessed 27.06.2018).
- ²⁰ Available at: https://www.codelco.com/presentan-innovador-modelo-de-negocios-de-jaulas-de-cobre/prontus_codelco/2011-04-02/222030.html (accessed 20.11.2017).
- ²¹ Available at: https://www.codelco.com/en-el-ano-de-la-innovacion-codelco-y-arauco-lanzan-al-mercado-melamina/prontus_codelco/2013-10-28/142434.html (accessed 26.06.2017).
- ²² Available at: https://www.codelco.com/cobre-bactericida-llega-a-la-industria-lechera/prontus_codelco/2015-01-15/125321.html (accessed 22.11.2017).
- ²³ Available at: <http://www.portalminero.com/pages/viewpage.action?pageId=144905307> (accessed 22.04.2018).

Liudmila B. Nikolaeva (nlb2008@yandex.ru)

Ph.D. (Economics), Lead Researcher of Institute of Latin America of Russian Academy of Sciences (ILA RAS)

Copper industry in Chile is a platform for innovation development

Abstract. This article is dedicated to one of the leading sectors of Chilean economy - copper industry. Today this industry is treated as a platform for development of innovations, it is a good example of creation and promotion of advanced technologies, contributing to diversification of export and expansion of knowledge to other industries inside the country. Author proposes to study how targeting policy on integration of innovations into mining industry can convert comparative advantages of copper resource existence into competitive.

Key words: Chile, copper industry, innovation, mining cluster, CODELCO.