

# НАШ ПОДХОД: НАДЕЖНО И ТЕХНОЛОГИЧНО

## ИЗВЛЕЧЬ БОЛЬШЕ РОССЫПНОГО ЗОЛОТА ПОМОГУТ ИННОВАЦИИ ИНСТИТУТА ГОРНОГО ДЕЛА ДВО РАН

Сегодня в Хабаровском крае добычу цветных и благородных металлов, прежде всего – золота, ведут 43 предприятия. Из них около тридцати заняты в россыпной золотодобыче, которая в настоящее время характеризуется повсеместным усложнением горно-геологических условий: месторождения находятся не так доступно, увеличивается глубина залегания продуктивного пласта, золото мелкое, плохо извлекаемое. Ухудшение минерально-сырьевой базы стало ощущаться очень остро, хотя по россыпной добыче нет падения, а в некоторых районах есть даже рост, достигается это большим трудом.

Недропользователи вынуждены перерабатывать больше горной массы, то есть промывать уже не сотни тысяч, а миллионы кубометров песков. Не позволяют более эффективно осваивать месторождения и применение устаревших моделей промывочных приборов, некоторые эксплуатируются еще с 50-х годов. Тогда стоимость дизтоплива была минимальной, и старатели не брали во внимание такой показатель, как энергоемкость промывки. Главным было – сделать план!

В россыпной золотодобыче и технологию, и экономику предприятия определяет выбор промывочного прибора. Еще с советских времен здесь широко распространен элеваторный прибор ПГШ-50 (прибор гидравлический шлюзовой производительностью 50 м<sup>3</sup>/ч по твердому), которому для обогащения песков требуется большое количество воды. Прибор простой, артели делали

их сами. Ремонт – обычные сварные работы, на месте. И пока в россыпях было достаточное количество крупного золота, такое оборудование не требовало модернизации.

Но содержание золота постоянно падает, объемы промывки требуется увеличивать, а эти приборы не обеспечивают необходимую производительность. Элеваторные установки теперь узкое горлышко. И еще их минус – высокая энергоемкость: для обогащения 1 кубометра песка требуется почти 1 килограмм дизельного топлива.

И недропользователи стали смотреть в сторону более совершенных приборов. Зная этот запрос, мы за долгие годы объездили весь Дальний Восток. На промывочных приборах искали и устраняли слабые места; модернизировали, чтобы улучшить извлечение. Не все сразу получалось. Дорабатывали. Но в конечном итоге в нашей лаборатории россыпных месторождения был создан универсальный промывочный прибор ПБШ-100\*.

Решение проблем предприятия – как лечение: надо устранять не один симптом, а лечить комплексно. Сначала проводим аудит: смотрим приборы, технологию, какая вода, состав песков и т.п., какое там золото, как все взаимосвязано. В зависимости от этого рассчитываем параметры «бочки»: в частности, размер глухой и сеющей частей, размер щелей сита, шлюза – их длина и ширина, угол наклона выясняется опытным путем, на месторождении.

В чем универсальность нашего прибора? Его можно применить на многих

\*ПБШ-100 – прибор бочечный шлюзовой производительностью 100 м<sup>3</sup>/час.

месторождениях. Но каждая россыпь – уникальная, а принимаемые решения – индивидуальны. Например, если встречаются самородки, ставим самородкоуловитель – он домывает галечную фракцию, и у него есть отдельный маленький шлюз. В любом месте нужна адаптация прибора, инженерный и инновационный подход.

Сотрудничать с артелью старателей «Восток» мы начали в 2019 году – дорабатывали установки, землесосы, узлы. Затем, по их запросам или нашим предложениям, проводили модернизацию оборудования. Артель получала эффект, а мы заслужили кредит доверия. Как результат, мы изготовили и в сентябре 2022-го поставили им их первую «бочку».

Через полтора месяца звонят: удельный расход дизеля на куб промываемых песков у них снизился до 250–300 граммов, то есть почти в 2,5 раза! А ведь технологический процесс – перекачка воды и пульпы – самые энергозатратные. Но главное: наш ПБШ-100, грамотно нами подобранный, спроектированный и внедренный, обеспечил артели до 10 % прироста извлечения золота по сравнению с прежним элеватором.

“ Наш ПБШ-100 обеспечил артели до 10% прироста при извлечении золота ”

Отсюда вывод: если прибор, через который проходит 100% извлекаемого металла, – ахиллесова пята какого-то предприятия, надо ли на нем экономить? Ведь каждый рубль, вложенный в обогащение, окупается в десять раз!

В России несколько производителей предлагают такой тип промывочных приборов. Но кто-то старается делать попроще и дешевле, а наш подход – сделать надежно и технологично.

К примеру, улавливающий шлюз любит хорошо классифицированный по крупности материал, и это его недостаток. А чтобы в этом потоке и производительность дать, и качественно рассеять песок, чтобы с галечной фракцией ничего не потерять, даже мелкого золота, была разработана система грохочения и дезинтеграции. Расположили

ее в «бочке», что дало особый эффект. Материал там находится под механическим воздействием при вращении и разбивается еще струей воды, сформированной специальной форсункой. Форсунка – тоже наша разработка. Таким образом, грохота сокращают нагрузку на шлюза, и процесс извлечения золота идет намного эффективнее.

В работе прибора, как любого сложного механизма, много параметров. Надежность и результативность грохочения, эффективность распределения на шлюзах и равномерной подачи, возможность оперативной регулировки – все в целом дает ожидаемые показатели извлекаемости.

Сегодня мы полностью занимаемся перевооружением старейшей в крае артели старателей «Восток». Внедрив очередной бочечный прибор, они каждый раз убрали из работы два старых, менее производительных и эффективных. Растет извлечение, снижаются потери и затраты на топливо. Точно такие результаты получают и в артели старателей «Альфа», в Охотском РПК, где занимаются золотом, в артели «Голд Регион», работающей в Амурской области, – уже на десяти объектах поставлены наши «бочки».

В Магадане, на горнопромышленном форуме «Майнекс», в 2024 году, мы говорили: «Есть проблемы, на которые не повлиять, – те же законы про недра или лесовосстановление. А есть вопросы, которые вам никто не запрещает улучшать!» Но инновации, надо признать, внедряются тяжело.

Довольно часто бывает, что старое проще вырезать на металлолом, поставив новое. Однако недропользователи – люди консервативные. Особенно на северах, где промывочный сезон длится всего 3–4 месяца, и как артели остановить прибор хоть на день? Даже понимая, что теряют золото, работая по «старинке», опасаются затевать какие-либо перемены: вдруг что-то пойдет не так!

Так, может, надо съездить в артель, где уже сделали модернизацию, и перенять опыт у своих же товарищей?

В Хабаровском крае около 30 предприятий занимаются россыпным золотом. Из них реально добывающих свыше 100 кг будет около десятка. К примеру, у артели «Альфа» порядка 200 кг, килограммов по 400 дают «Ниман» и «Золото Керби». Из четырех тонн добытого в прошлом году россыпного золота половина приходится на две старательские артели – «Восток» и «Дальневосточные ресурсы».



**Владимир Сергеевич Алексеев** – заместитель директора ИГД ДВО РАН по научной и инновационной работе, кандидат технических наук



**Руслан Сергеевич Серий** – заведующий лабораторией разработки россыпных месторождений ИГД ДВО РАН, кандидат технических наук



Научные сотрудники лаборатории россыпных месторождений на сборке ПБШ-100

Если исходить из реальной добычи золота и брать по количеству предприятий в «золотом эквиваленте», наша лаборатория охватывает, наверное, 70% россыпной золотодобычи края. И лишь процентов десять от числа всех предприятий. В общем, имеются возможности для плодотворного сотрудничества горной науки с недропользователями.

Сформировать систему взаимодействия научных учреждений и производства – одна из главных задач, которую поставила новая «Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации», которую утвердил 28 февраля 2024 года своим Указом № 145 Президент РФ Владимир Путин. Государство должно выстроить такой механизм.

На любом промысловом оборудовании теряется золото, нет идеальных приборов. После отработки россыпей остаются отвалы – их называют техногенными месторождениями. Наличие золота в них 7-12%, и во всех отвалах по России, согласно различным литературным источникам, его содержится до 5000 тонн. Оценочно, в Хабаровском крае в отходах россыпей остается лежать порядка ста тонн золота.

Техногенные месторождения – это не только галечные и эфельные отвалы. Это и недоработанные целики, и недоразведанные участки. Это любое месторождение, где были отработки. При этом каждая россыпь имеет несколько этапов освоения. Могли отработать 2-3 блока, а недоразведанными остались 10 блоков. Нередко россыпь обрабатывается т.н. лентами прирезки, когда размеры техногенной россыпи прирастают за счет вовлечения в отработку бортов, ранее считавшихся не продуктивными. И еще раз идет отработка. И потом может и еще раз!

Техногенные отвалы представляют собой довольно значимый ресурс россыпной золотодобычи, особенно если учитывать содержание т.н. «невидимого золота» – свободное микро- и нанозолото, а также связанное с другими минералами. Наличие такого золота может значительно повысить и ресурс, и экономическую привлекательность

месторождения. Но как извлечь такое золото? Обычные гравитационные промприборы проблему не решат. Возникает запрос на технологию химической переработки.

Сейчас наша лаборатория выполняет большой проект по гранту Российского научного фонда. На примере россыпей Хабаровского края разрабатываем технологию комплексного извлечения ценных компонентов из россыпных месторождений. Технология основана на использовании традиционных гравитационных методов обогащения и физико-химических методов, применение которых при отработке россыпных месторождений довольно редкое явление.

“ Наши «бочки» поставлены на десяти объектах, среди них артели старателей «Восток», «Альфа», «Голд Регион» ”

Подразумевается получение коллективного концентрата гравитацией и его дообогащение физико-химическими методами. Мы уже разработали способ получения коллективного концентрата, опробовали его в лабораторных условиях. В этом году планируются промышленные испытания.

Лабораторные исследования мы проводим в центре коллективного пользования «Центр исследования минерального сырья», который входит в Хабаровский федеральный исследовательский центр ДВО РАН, где имеются все условия. Современные приборы позволяют проводить атомный, спектральный, химический анализ, а также производить все требуемые эксперименты. ■