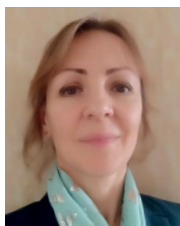


# Современные возможности повторной переработки техногенно-целиковых россыпных отложений



**С.Б. Кони́на** — операционный директор по России и СНГ, Royal IHC (Нидерланды)



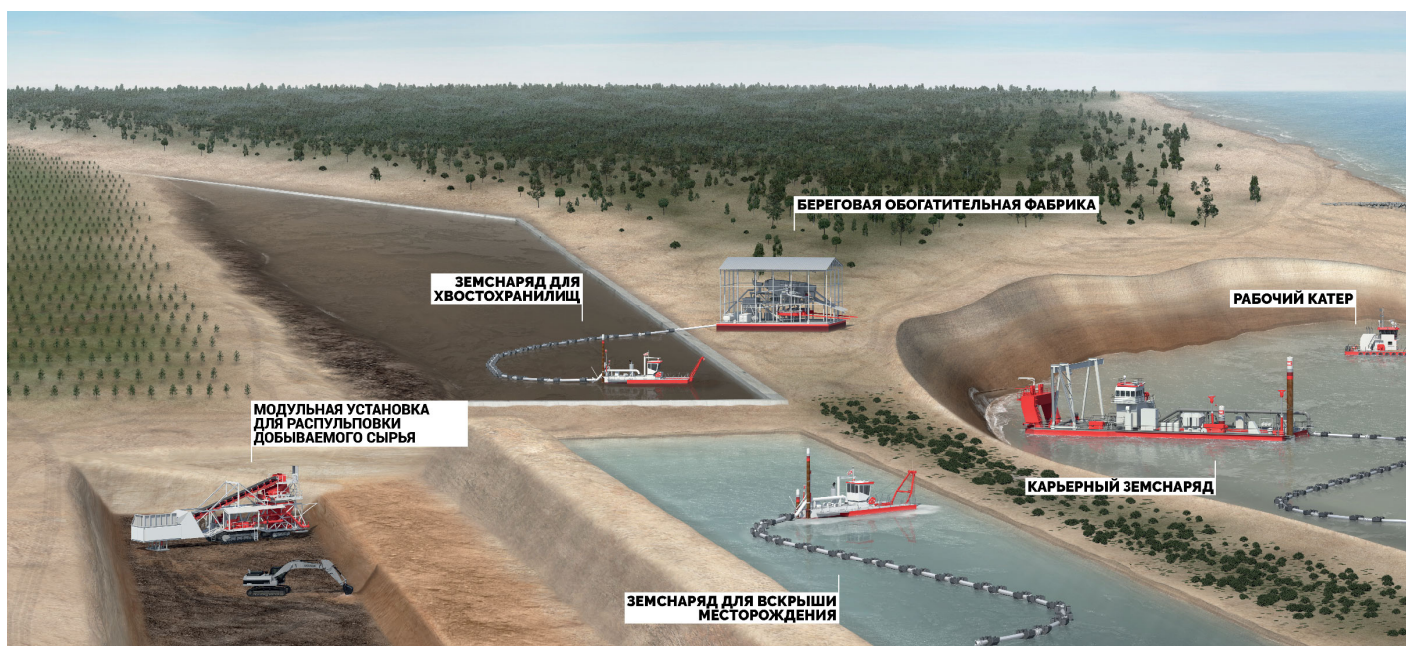
**М.И. Лесков** — директор по развитию, Группа ИГТ (Россия)

*Данная статья подготовлена на основе результатов совместных работ компаний Royal IHC (Нидерланды) и «Институт геотехнологий» (Россия) в направлении разработки и внедрения современных способов добычи и переработки россыпного и техногенного сырья различных полезных ископаемых, выполненных по заказам ряда российских добывающих компаний.*

## Исторический экскурс

История компании Royal IHC (далее по тексту — IHC) началась в 1642 году в Нидерландах. В XVII веке IHC, точнее ее предшественница, компания Smit, сформировалась как судостроительная компания. Еще в те далекие времена компания стала собирать и первые дражные суда. Сейчас, в XXI веке, когда работа всех процессов, узлов, агрегатов и аппаратов обеспечена энергией и автоматизирована, уже почти невозможно представить, что когда-то на самых первых драгах использовалась еще мускульная сила человека или животных, а также, позднее, сила ветра и пара.

Черпаковая драга, в том виде, в котором мы знаем ее сейчас, также является изобретением компании IHC (спектр ныне выпускаемого компанией оборудования см. на рис. 1). В XIX веке компания первой догадалась поставить черпаковую цепь на понтон и стала применять такие драги не только для дноуглубительных работ, но и для добычи полезных ископаемых, запустив, таким образом, серийное производство сначала паровых, а затем дизельных и электрических драг и землечерпалок. Три самые первые драги, поставленные на территорию России в 1904–1906 годах, были произведены IHC (тогда эта часть компании называлась



**Рис. 1.** Спектр оборудования, производимого компаниями Royal IHC

верфь «Конрад»). Известен интересный исторический факт — в 1887 году три драги «Конрад» (все 3 драги — с черпаками 80 литров) были проданы итальянским золотопромышленникам для добычи золота на реке По. Затем в 1906 году эти же драги в качестве бывшего в употреблении оборудования были проданы российским предпринимателям «из Сибири». Одна из таких драг была поставлена в Красноярский край, одна из них — в Амурскую область, и еще одна — в Иркутскую область, в регион Бодайбо. Следы двух последних теряются, кроме фотографий в местных краеведческих музеях, мало что можно найти в качестве их следов. А вот первая из упомянутых драг, хоть и выпущена еще в конце XIX века, успешно работает по настоящее время, причем, по отзывам производителей, работает лучше, чем несопоставимо более новые 80-литровые драги, получив за это у нынешних владельцев прозвище «черепашка Ниндзя» (см. рис. 4 на с. 32).

### ИНС сегодня

Компания Royal IHC долгое время была лидером и до сих пор остается производителем черпаковых драг. На сегодня она не только первая по разнообразию выпущенных конструкций, но и на сегодняшний день последняя и единственная из существующих на современном мировом рынке компаний, которая продолжает производить такие драги серийно. Большинство других производителей, включая и тех, кто производил драги в России, либо исчезли, либо перестали выпускать черпаковые драги серийно, во время как IHC не просто продолжает их производить, но и продолжает разрабатывать их новые конструкции. За всю свою долгую исто-

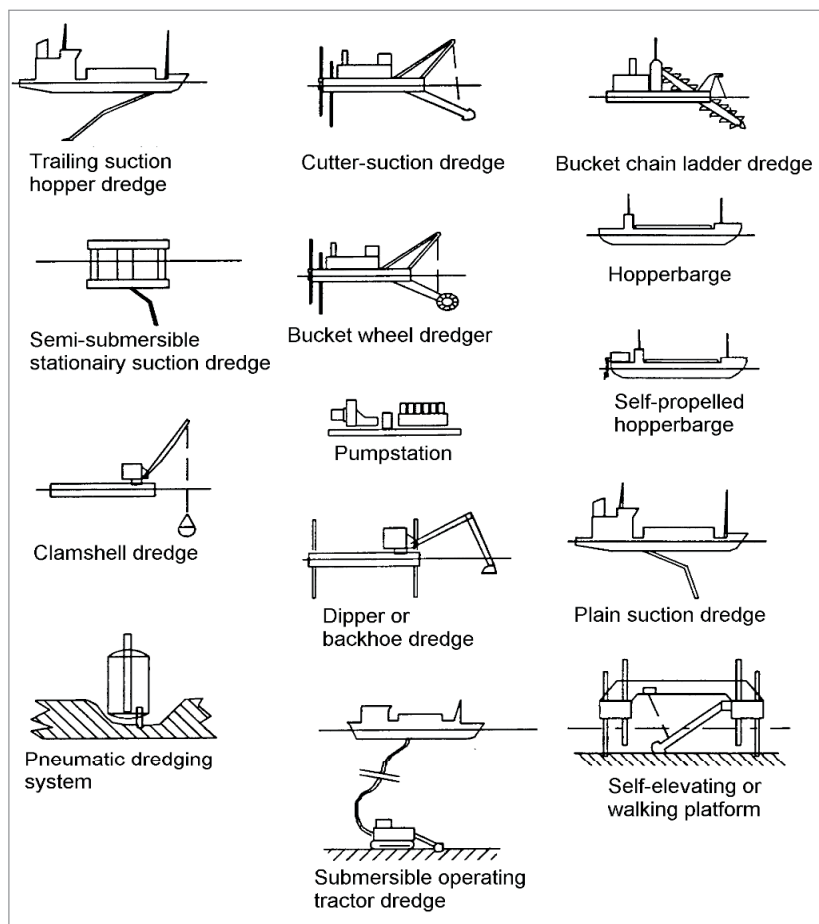
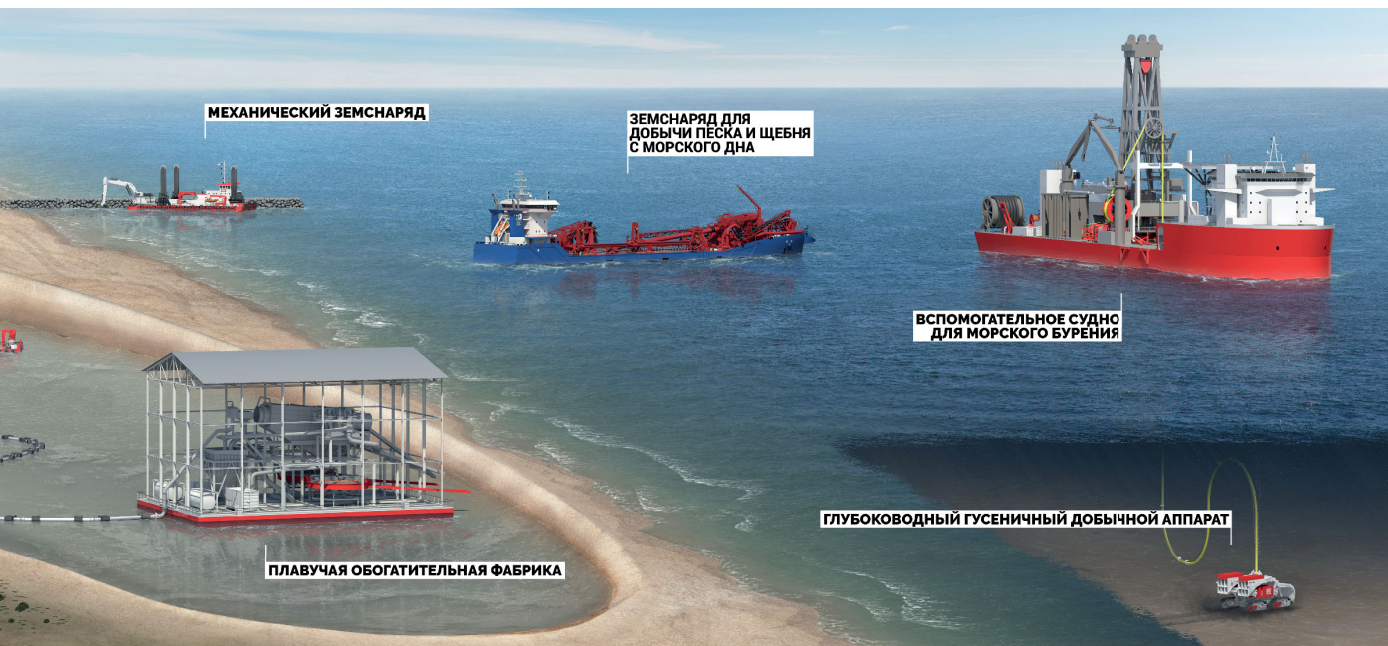


Рис. 2. Различные типы конструкций драгирующего оборудования, производимого IHC

рию компания произвела, во-первых, самые глубоко черпающие драги такого рода, во-вторых, — самые крупнолитражные драги. И то, и другое — это морские драги для отработки оловоносных россыпей в Юго-Восточной Азии. Тем не менее, этот большой и славный опыт продолжает использо-

ваться как для поддержания и реконструкции действующих драг, так и для разработки новых конструкций.

Для наших уважаемых читателей хотелось бы отдельно отметить, что среди производимых в настоящее время конструкций и разработок компа-



**ТЕХНОЛОГИИ**



**Рис. 3. Дражная добыча с применением земснарядов и плавучей фабрики**



**Рис. 4. «Черепашка Ниндзя» — драга ИHC выпуска XIX века в работе на одном из россыпных месторождений в России в XXI веке**

нии имеются 14 принципиально разных типов дражного оборудования (см. рис. 2, с. 31). Это и различного рода землечерпалки, роторные земснаряды (см. на рис. 3 пример использования таких земснарядов в комбинации с плавучей обогатительной фабрикой на доном из россыпных месторождений), бункерные саморазгружающиеся грунтозаборные земснаряды, грейферные драги, и, конечно же, различного вида черпаковые драги и иные устройства для работы на вскрыше и на добыче россыпных месторождений, для повторной отработки лежалых хвостов и иных техногенных месторождений, а также для глубоководной морской добычи твердых полезных ископаемых.

Будучи к настоящему моменту лидером в области производства гидромеханизированного (драгирующего) оборудования для добычи и транспортировки, компания ИHC энергично работает также над разработкой собственных видов распульповочного, дезинтегрирующего и обогатительного оборудования. Ещё в середине XX века компания разработала и во второй его половине стала энергично применять и внедрять различные решения на основе своей уникальной отсадочной машины. Изначально машина была выполнена

в виде полного неделимого круга, стоящего из трапециевидных секций. Впоследствии конструкция стала собираться из отдельных трапециевидных камер, которые могли собираться в полный круг из 12 камер, но могли устанавливаться по отдельности либо собираться в сектора, состоящие из меньшего, чем 12, числа камер. Важной особенностью такой конструкции стал, во-первых, единый гидромеханический привод на то количество секций, которое объединяется в единый агрегат, что заметно удешевило как сам агрегат, так и его обслуживание. Такие машины были разработаны как для наземных промывочных установок типа промприборов, в т.ч. выполненных в контейнерном формате, так и для установки на драги и на плавучие обогатительные установки, с таким расчетом, что камеры-сектора таких осадочных машин могут проще доставляться на место применения в виде отдельных модулей на соответствующей раме и далее монтироваться и использоваться как в наземном, так и в плавающем понтонном исполнении.

ИHC является одним из наиболее опытных разработчиков плавучих обогатительных установок, как на борту различных типов драг, так и на авто-

номном понтоне. Концепция размещения установок для переработки россыпного и техногенного сырья на отдельном самостоятельном понтоне или системе понтонов позволяет делать такие установки крупнее, обеспечивать их более развитой и эффективной обогатительной схемой и условиями работы, радикально менее чувствительными ко всем аспектам, которые влияют на установки на борту драг и связаны непосредственно с добычей: зашагиванием, кренами при маневрировании, рабочими вибрациями и т.п., что зачастую сильно вредит обычным обогатительным процессам на одном общем борту с добычным устройством.

Имея обширный опыт разработки такого оборудования, устройств и комплексов с его применением и широкого внедрения его по всему миру, компания ИHC продолжает вести большую исследовательскую и инженерную работу по совершенствованию и адаптации таких устройств к различным условиям своих клиентов, и по разработке технологий с их применением для тех или иных объектов, как вновь вводимых в строй и разрабатываемых с нуля, так и реконструированных, где к оптимизации процессов по ходу отработки месторождения, или даже после завершения такой отработки в её преддущем цикле требуется подходить с особым вниманием и тщательностью.

Для более интенсивной работы на крайне перспективном для себя рынке России и СНГ ИHC с 2018 г. подписала генеральное соглашение о сотрудничестве с известной российской Группой ИГТ (Институт геотехнологий), в составе которой работают хорошо знакомые с россыпной тематикой специалисты, обладающие обширным практическим опытом и связями в российской горной отрасли.

**Подходы к добыче**

О добычном аспекте хотелось бы поговорить поподробнее, особенно с учетом того, что ценовые тренды на целый ряд полезных ископаемых, добываемых из россыпей или из подобного им сырья, например, сырья старых рудных хвостохранилищ, последние годы растут. Рост цен, соответственно, вызывает повышение интереса как горных компаний, так и их инвесторов к возврату к таким проектам, к попыткам найти способ ввести их в строй быстро и достаточно бюджетно, с минимумом начальных вложений и с повышенной эффективностью.

Традиционно, как для россыпных, так зачастую и для техногенных объектов, даже если они в какой-то мере обводнены, выбирается стандартная схема добычи, включающая экскаваторы либо бульдозеры и погрузчики на выемке горной массы и самосвалы на транспор-

тировке. Объясняется такой выбор большим спектром вариантов доступной техники такого рода, широким выбором проектов-аналогов, наличием выбора подрядчиков на такие работы, что способно существенно снизить потребность таких проектов в стартовом финансировании. Однако при этом при принятии решения об этом порой упускается из внимания весь объем остающихся вопросов, которые необходимо решать с дорогами, их строительством и содержанием, с отводом воды из контура добычи, с наймом, размещением и содержанием персонала, обеспечивающего круглосуточную работу всего этого оборудования, а также его своевременное обслуживание и ремонт и проч., что в любом случае ложится дополнительными затратами на себестоимость единицы добываемого сырья. Заметим, что при транспортировке сухого сырья приходится транспортировать и сам транспорт, что повышает затраты и снижает эффективность такой транспортировки. Подчеркнем, зачастую, когда сырье исходно обводнено, компании стараются удалять воду, бороться с ней, а не использовать её.

Подход ИНС здесь противоположен. Если вода есть, её надо использовать, а не бороться с ней. И если вода есть, лучше транспортировать сырье по воде либо с помощью воды, чем, борясь с водой и неся на это затраты, транспортировать сухим способом, неся при этом ещё и дополнительные затраты на перемещение самого транспорта. При таком подходе в ряде случаев заменой целому парку горной техники со всем сопутствующим оборудованием, персоналом и затратами может стать всего одно добычное устройство с насосной станцией на борту, с пульповодом вместо дорожного серпантина и с 1–2 операторами вместо целого вахтового поселка. На этих принципах, в общем, и построены те подходы, которые далее будут рассмотрены несколько подробнее.

### Практические решения

В качестве примера проекта, где начата подготовка к масштабному применению названных подходов, приведем достаточно крупное техногенно-целиковое россыпное месторождение, которым владеет одна из крупных российских золотодобывающих компаний в Дальневосточной части России. Её название мы не приводим для того, чтобы многим из наших читателей легче было бы увидеть знакомые черты рассматриваемого месторождения и в своих собственных проектах.

Климатические условия в регионе его расположения, с продолжительной, холодной (с рядовыми температурами минус 25–30 °С, временами до минус 50 °С) и снежной зимой, снеготаянием в мае и с ледоставом на водоемах

в октябре, дают возможность вести добычу россыпного сырья открытым раздельным способом порядка 180–200 дней в сезон. В том же месте дражным способом можно вести добычу, соответственно, 210–240 дней. Надо заметить при этом, что это соотношение характерно как для других регионов, расположенных несколько севернее, с более низкими температурами, так и для менее холодных условий, чем местоположение данного месторождения. В любом случае сезон добычи и переработки открытым раздельным способом короче дражного приблизительно на 1 месяц, а порой и более, при этом, чем севернее и холоднее, тем разница больше. К преимуществам рассматриваемого проекта можно отнести относительное удобство расположения относительно предприятий-соседей и достаточно развитую инфраструктуру рядом с объектом. Естественно, это — неблизкое место, достаточно удаленное от портов и от крупных транспортных узлов, поэтому с завозом крупнотоннажного оборудования возникают понятные осложнения.

На данном объекте предприятие-владелец долгие годы использует, в основном, дражный способ. Исторически этот способ используется здесь многие десятилетия, как и на многих других площадях в России, где продолжают работать дражным способом. Нередко в таких случаях добыча примерно в одном и том же месте ведется заметно более полувека, нарабатаны большие объемы вторичной техногенной массы, т.е. это уже многократно перемытые «хвосты переработки хвостов». Иногда это 5–7 кратный повтор переработки с использованием разного типоразмера драг, разного обогащательного оборудования на них, но с повторной промывкой примерно того же объема. При этом такое повторное драгирование часто делается не валовой сплошной отработкой, а фрагментарными заходками по т.н. «переактивкам», т.е. по выделенным по совокупности факторов и выглядящим наиболее предпочтительными объемам для конкретных условий начала повторной отработки. Подобный подход обычно еще более усложняет общую картину состояния объекта и возможности планирования и организации дальнейших работ на нем.

Так же было и на описываемом объекте на начало обсуждения между его владельцем и ИНС. При этом для обсуждения владелец объекта предложил лишь частный вопрос восстановления и перезапуска в эксплуатацию одной конкретной единицы оборудования, планировавшейся в качестве дополнительного добычного инструмента для несущественного увеличения валовых показателей производства золота на объекте.

Встречное предложение ИНС в альянсе с ИГТ состояло в комплексном экспресс-обследовании всего объекта и всех аспектов работы на нем — от геологоразведочных работ (включая эксплоразведку) до добычи, переработки и шлиходоводки на данном объекте, с целью получения более полной картины как возможностей расширения и повышения эффективности производства золота на данном объекте, так и ограничений, способных повлиять на выбор вариантов развития этого производства.

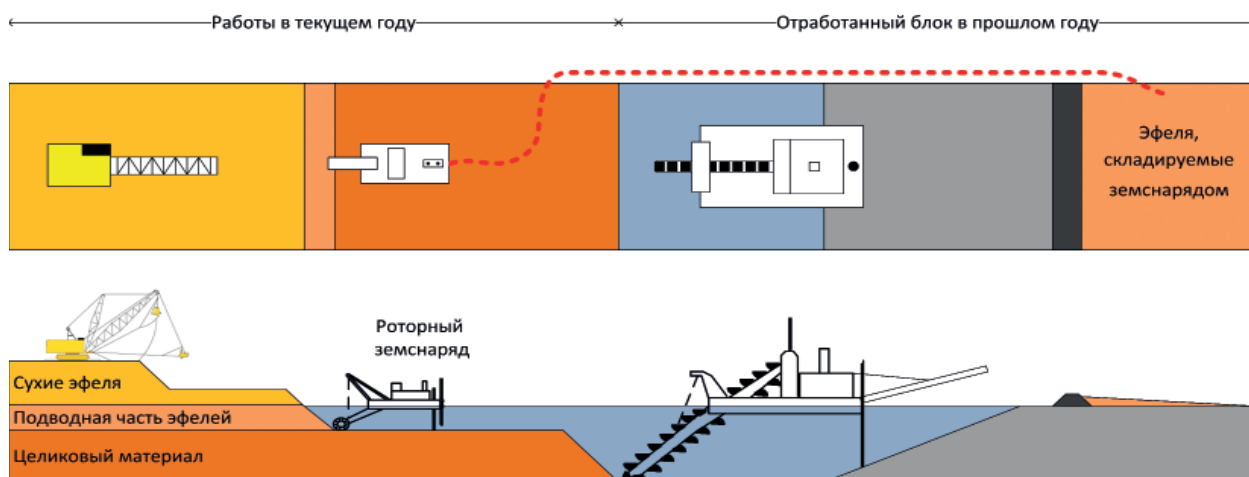
Выезд совместной группы специалистов ИНС с ИГТ на объект для начала такого обследования выявил наличие существенного объема вопросов, изначально не предлагавшихся заказчиком к обсуждению. В результате выполнения этого начального обследования в течение менее полутора месяцев была выполнена первая оценка возможных этапов развития производства на рассматриваемом месторождении, при этом три ближайших этапа предлагаемого развития обеспечивали кратный рост объемов производства по итогам каждого из этих этапов.

Кроме того, было произведено обследование как работающей, так и выведенной из эксплуатации техники и намечены предварительные шаги к модификации существующего оборудования, а также к возврату в строй неработающего оборудования, часть которого сама компания уже не предполагала возможным использовать. При этом обследование коснулось не только вопросов добычи и переработки, но и вопросов качества и количества запасов и перспектив изменения параметров сырьевой базы производства, так же с комментариями и предложениями по её доразведке и переоценке.

По итогам обсуждения полученных результатов с заказчиком было принято решение о выполнении вслед за этим углубленной оценки вариантов расширения и повышения эффективности производства применительно к двум первым этапам расширения, а также о приобретении для натуральных испытаний в реальных производственных условиях отсадочных машин конструкции ИНС, с установкой опытных модулей на борту одной из действующих драг.

Выполненные в течение четырех месяцев работы по углубленной оценке вариантов, а также последовавшие испытания отсадочных машин подтвердили первоначальные положительные предположения. Основными направлениями работы по развитию производства стали следующие комплексы мероприятий. ▶

**ТЕХНОЛОГИИ**



**Рис. 5. Варианты оптимизации дражной добычи с применением на вскрыше шагающих экскаваторов в сочетании с земснарядом**



**Рис. 6. Пример применения сочетания роторного земснаряда на вскрыше и черпаковой драги на добыче песков на одном из россыпных месторождений золота**

**Мероприятия по развитию сырьевой базы проекта**

Учитывая существенное время, прошедшее с момента постановки запасов обсуждаемого месторождения на баланс, а также специфику того, что учитывалось при их постановке (опробование проводилось лотком на «гравитационное» золото, т.е. даже не всё свободное золото оказалось учтено; не учитывалось золото в сростках, т.к. считалось, что «рентабельные технологии его извлечения отсутствуют», поэтому на баланс было поставлено примерно 60 % от общего фактического содержания золота в россыпи) специалисты ИНС совместно со специалистами ИГТ предложили программу ревизионно-заверочных работ, а также современный инструментарий для проведения этих работ и для последующего ведения эксплоразведки. В качестве основного инструмента для ведения ГРП, учитывая потребность в максимизации объема отбираемых проб с целью обеспечения их представительности, а также корректного позиционирования всех литологических разностей в разрезе, предложено использовать станки типа Sonic (высокоскоростное вибробурирование большим диаметром).

**Мероприятия по увеличению производительности**

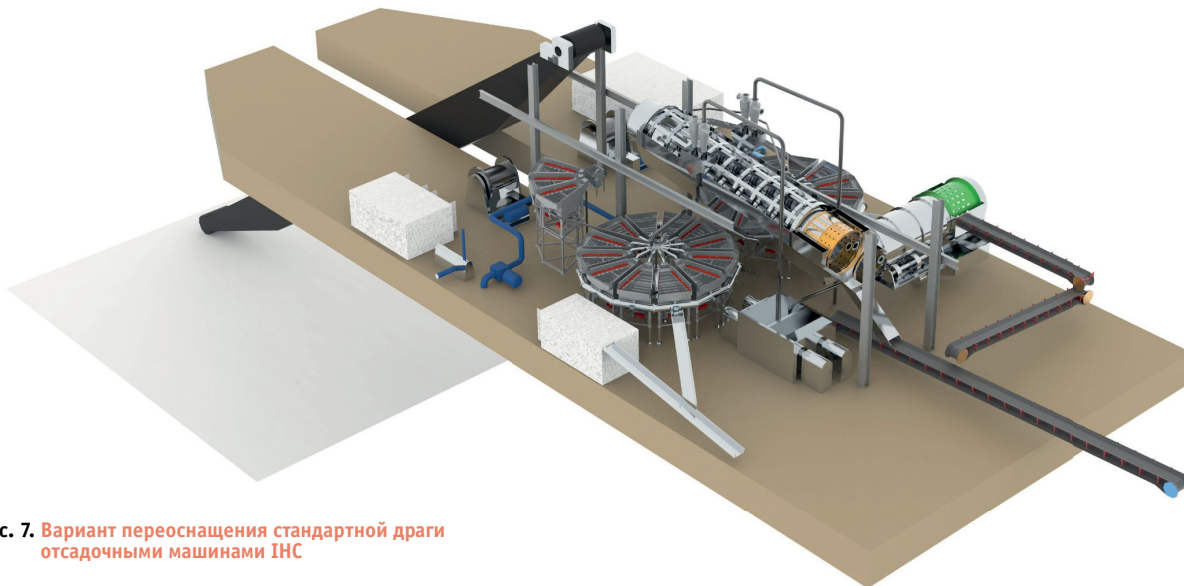
В ходе второго этапа работ совместная группа специалистов ИНС и ИГТ вновь посетила предприятие, детально оценила состояние всего имеющегося парка ключевой техники, проанализировала работу действующего оборудования, проанализировала информацию о результатах первоначальной геологоразведки, а также результаты эксплоразведочных работ. Были уточнены имеющиеся объемы песков и торфов, которые находятся внутри спроектированных дражных ходов, а также за пределами этих дражных ходов, с тем, чтобы учесть и исключить возможную двойную перевалку вскрыши.

Традиционно здесь, как и на многих иных предприятиях, периодически возникала потребность в повторной перевалке вскрыши, когда вскрыша, которая освобождает дражный ход для предстоящей плановой добычи, перемещается непосредственно рядом с ним и укладывается поверх находящегося рядом целиковых запасов. Впоследствии, когда доходит очередь до отработки

этой части запасов, этот ранее уложенный объем вскрыши вновь, вместе с торфами, которые лежат поверх этих запасов, перемещается в отработанный ранее смежный дражный ход, либо, если дистанция не позволяет такой организации работ, то эта вскрыша перемещается на запасы следующего очередного смежного хода.

Очевидно, что применение подобной тактики в отработке месторождения ведет к существенному ограничению эффективности, дополнительным расходам из-за многократной перевалки вскрыши, которая ложится на себестоимость добываемого грамма, который оплачивает все эти перемещения. Одной из первых целей анализа ИНС и ИГТ как раз и стала минимизация затрат и оптимизация существующей организации работ с этой целью. Нами была разработана и предложена концепция увеличения добычи предприятия с использованием существующего действующего оборудования на первом этапе примерно в 1,5–2 раза. Кроме того, было предложено на последующем, втором этапе, включить в планы использование имеющегося, но временно неработающего оборудования, с его восстановлением и реконструкцией, что позволило бы увеличить добычу еще примерно в 1,5–2 раза от новой базы. Дополнительно, в качестве третьего этапа развития, были предложены варианты приобретения нового возможного оборудования, приводящие к увеличению добычи ещё в 2 раза от уровня итогов второго этапа.

Данная концепция предусматривала отход от принятого принципа отработки «на массу» пласта техногенных песков вместе с пластом целиковых, с неоправданным понижением исходного содержания в питании обогатительной установки и с недочерпыванием до плотика (что ранее делалось, объясняя это недостатком производительности имеющих шагающих экскаваторов), пере-

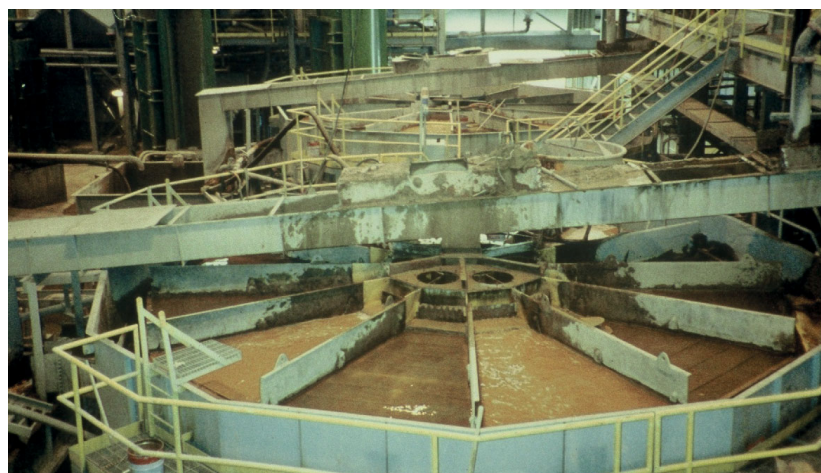


**Рис. 7. Вариант переоснащения стандартной драги отсадочными машинами ИНС**

ход на уборку вскрыши в два, а местами и в три яруса (самый верхний, при наличии достаточного объема сухого материала ранее выкуренных торфов, с применением стандартных комплексов «экскаватор-самосвал», далее — шагающим экскаватором, далее, при необходимости и возможности — роторным земснарядом), понижение уровня воды в забое, обеспечение работы драг на весь разрез до плотика и уборку всей вскрыши без необходимости повторной её перевалки впоследствии (см. схему предложенной организации работ на рис. 5 и аналогичный пример из практики ИНС на рис. 6).

Кроме того, концепция предусматривала переход на более интенсивную промывку песков, с установкой дополнительной контрольной операции дезинтеграции на неотмытых глинистых окатышах, а также модификацию обогатительной установки на борту драг, с отказом от открытого цикла обогащения (где на каждой обогатительной операции возникали отвальные хвосты), с переходом на замкнутый цикл (отвальные хвосты лишь на 1-й стадии отсадки) и обеспечением большего фронта отсадки и интенсификации её процесса за счет замены машин «ТРУД-12» на отсадочные машины ИНС, отличающиеся повышенной длиной отсадочной камеры, обеспечивающей большее число пульсаций по потоку, пониженный расход воды и, разработанные ИНС пилообразные колебания диафрагмы, обеспечивающие существенно более высокую уловистость машины и извлечение не только более мелкого и тонкого свободного золота, но и золота в сростках.

Для техногенных частей объекта, которые рентабельно вовлечь в повторную отработку, предложены варианты добычи земснарядом с переработкой на отдельно стоящей (на отдельном понтоне) обогатительной



**Рис. 8. Установка отсадочных машин ИНС на борту драги**

установкой, включающей развитую схему грохочения и гидравлической классификации, позволяющей убрать из процесса обогащения доминирующую часть добываемого объема и сконцентрироваться на более интенсивном обогащении лишь тонкой фракции эффелей прошлых лет, что позволяет одновременно сократить затраты на добычу и переработку, а также обеспечить более высокое извлечение золота.

Среди предложенных нами решений — реконструкция выведенной из эксплуатации драги 250 л с заменой стандартной дражной цепи на цепь на основе гусеничных цепей Caterpillar со съёмными черпаками: такая конструкция обладает меньшим весом и большей устойчивостью к нагрузкам и эффективностью, и позволяет реконструировать драгу на черпаки до 300 л с глубиной черпания до 20 (25) м, при этом стоимость реконструкции такой драги выходит, по нашим расчетам, примерно вдвое ниже, чем приобретение новой драги того же типоразмера (в стоимости такой реконструкции учитывалась замена

части секций понтона, демонтаж старого оборудования и металлоконструкций, замена черпаковой рамы, ВЧБ и НЧБ, а также всего дезинтегрирующего, классифицирующего и обогатительного оборудования, электротехнических изделий, привода и др.).

#### Внедрение. Первые успехи

В качестве ближайшего шага было предложено дооснастить одну из действующих драг, модифицировав процесс переработки на драге в 2 этапа, на первом из которых дополнительно к существующему оборудованию заказчика установить тестовые отсадочные модули ИНС. В качестве 1-го шага в 2019 году были установлены два трехкамерных модуля отсадочных машин ИНС для определения эффективности их работы в реальных условиях и сопоставления полученных показателей с существующей схемой. По итогам этого эксперимента, проведенного в течение сезона 2020 г., заказчик зафиксировал ощутимый и видимый эффект, вполне достаточный для того, чтобы компания приняла решение о переоснащении пооче- ▶

редно трех имеющихся драг на схему с заменой машин ТРУД-12 на основной отсадке и МОД-3 на перечистке на отсадочные машины ИНС на 1-й и 2-й стадиях отсадки (см. компьютерную визуализацию реконструкции на рис. 7 и пример аналогичной установки из опыта ИНС на рис. 8, с. 35), что давало возможность расширить фронт отсадки, получить дополнительное извлечение, в том числе за счет тонкого золота и золота в сросках, а также обеспечить замкнутый цикл, который ранее не удавалось сделать ввиду недостаточности площади отсадки.

Помимо этого, принято предложение ИНС установить дополнительный дезинтегратор на контрольной операции, но укомплектование этим аппаратом первой из трех драг отложено до момента переоснащения всех драг на новые отсадочные машины.

Решение о поочередном переоснащении драг предприятия, последовательно, одна за другой, принято с учетом того, что предприятие относительно небольшое и переоснащение всех драг в одно межсезонье, наряду с плановой подготовкой всех драг к сезону, не позволяют его технически ограниченные мощности.

Помимо названного, в планах также проработка варианта использования земснарядов роторного типа в качестве дополнительных мощностей по вскрыше, которая ограничена пока количеством шагающих экскаваторов и их мощностью (с учетом возраста этих единиц и их технического состояния), а также плечом требуемой транспортировки до места окончательного складирования хвостов прошлых лет. Земснаряд, вскрывая след за шагающим экскаватором более мощную подводную часть вскрыши, сможет перемещать дополнительные её объемы, находящиеся под водой и перекрывающие сейчас целиковые пески, за пределы дражного забоя на достаточное удаление, позволяющее складировать их единожды и не переваливать впоследствии по несколько раз. Такой подход повышает эффективность вскрышных работ, улучшает организацию водообмена и способствует существенному повышению качества воды в дражном забое, а также позволяет раньше приступить к поэтапной окончательной рекультивации складированной таким способом вскрыши.

Впоследствии, на основе этого опыта предполагается принять решение относительно того, на какую из операций, помимо вскрыши, могут быть установлены здесь очередные вновь приобретаемые земснаряды. Следует еще раз заметить, что помимо работы на вскрыше, есть место для

их работы на добыче, с возможностью, добывая пески земснарядом и перекачивая их насосом, установленным на нем, на отдельную плавучую перерабатывающую установку, оставлять хвосты позади плавучей фабрики в этом же забое. Решение об этом предполагает принять также последовательно: применив первый земснаряд, отработав его применение на вскрыше в условиях данного конкретного объекта, далее расширить область его применения, приобретая под новые задачи новые земснаряды уточненного типа, конструкции и размера.

Еще одно перспективное направление, которое также требует определенного тестирования на тех глубоких частях россыпи, где даже увеличенная глубина черпания черпаковой драги не позволит работать одним слоем на полную глубину, предполагается применить ещё один способ драгирования — грейферный.

Подобный вариант конструкции компании ИНС был успешно реализован на одном из проектов по добыче алмазов. Для этого был применен грейфер особой конструкции, позволившей одновременно и существенно снизить общий вес установки, обеспечить простоту в использовании при работе с большими глубинами, повысить усилие вырыва и обеспечить меньшую цикличность выемки. Его промышленному применению предшествовало опытное натурное тестирование. В обсуждаемом нами случае для данного проекта в России также ведутся переговоры с заказчиком, поддержавшим идею и заинтересовавшимся во внедрении этого у себя, относительно сроков и условий начала опытного тестирования такого аппарата в условиях реального производства.

Резюмируя, можно сказать, что в России имеется большое число сходных объектов, где полученный на данном проекте опыт может быть успешно репродуцирован полностью либо, по крайней мере, частично. Особенно это касается крупных техногенных или техногенно-целиковых объектов с запасами песков (или лежалых хвостов) свыше 5 млн м<sup>3</sup>.

### Извлеченные уроки и наши возможности

Комплекс работ, выполненных на рассматриваемом проекте совместными усилиями ИНС и ИГТ, позволил по их итогам прийти к следующим выводам:

1. Нахождению решения нестандартной задачи должно предшествовать углубленное обследование объекта работ с выработкой и сопоставлением различных сценариев решения такой задачи.
2. Поэтапное углубление изучения и уточнение расчетов позволяют

в итоге с максимальным темпом и минимальной ценой найти оптимальное и сбалансированное решение.

3. Решение сложной задачи вполне может быть поэтапным, от меньшего шага к большему, однако на каждом шаге (включая опытно-промышленное тестирование) достижим определенный производственный эффект, нарастающий от шага к шагу.
4. На большинстве техногенных и техногенно-целиковых россыпных объектов значительная часть средств может быть сэкономлена за счет рациональной организации вскрышных и добычных работ, а также за счет развитой подготовки песков, их эффективной дезинтеграции и классификации. Классификация вообще и грохочение в частности играют в данном случае не только роль подготовительных процессов, но и роль процессов обогащения, значительно (во многие разы) сокращая подлежащую дальнейшему обогащению горную массу и высвобождая существенные ресурсы для значительно более эффективного извлечения полезного компонента.
5. Максимальное использование имеющейся воды на обводненных объектах способно существенно снизить затраты на транспортировку и переработку сырья таких месторождений, при правильной организации работ и правильном подборе оборудования для каждого из видов этих работ.
6. Имеющийся у ряда российских компаний негативный опыт применения тех или иных видов оборудования для добычи (как земснаряды на драгировании) или переработки (как отсадочные машины на россыпях) чаще всего не связан непосредственно с оборудованием, а обусловлен неадекватным его выбором и использованием: подбор адекватных решений с привлечением профильных специалистов, имеющих релевантный опыт, позволяет найти наиболее приемлемые решения для конкретных условий.
7. ИНС и ИГТ с большим удовольствием рассмотрят возможные конкретные запросы с описанием реальных условий возможных задач и окажут всемерное содействие в получении доступа к опыту решений по проектам-аналогам. ♦

Авторы данной статьи будут рады ответить на вопросы читателей в этой связи — [s.konina@royalihc.com](mailto:s.konina@royalihc.com) и [m.leskov@igeotech.ru](mailto:m.leskov@igeotech.ru).