УДК [553.411.068.5:622]:551.462.32

В.Г.Кузьмин, М.В.Никитин

ПЕРСПЕКТИВЫ И ПРОБЛЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗОЛОТОНОСНЫХ РОССЫПЕЙ АРКТИЧЕСКИХ ШЕЛЬФОВЫХ ОБЛАСТЕЙ РОССИИ

Изученность россыпной золотоносности арктических шельфовых областей России позволяет выделить основные геолого-промышленные типы россыпей и определить их ресурсоемкость.

Для россыпей прибрежно-морского генезиса остро стоит проблема извлечения тонкого золота для опробования и эксплуатации, которая успешно решается путем использования современных отечественных обогатительных аппаратов.

Высокая экономическая эффективность эксплуатации погребенных россыпей на прибрежно-морских равнинах, мелководном шельфе и на островах из-под ледников может быть достигнута путем применения разработанной в России скважинной гидротехнологии добычи.

Actual study of gold-bearing placers in the Russian arctic shelf areas allows to settle out their geologic-commercial types and determine their recourecfullness. For the sea-coastal genesis placers there are problems connected with extraction of the fine gold particles during exploratory sand sampling and exploitation, but they are solved successfully with ucage of the domestic modern processing equipment. High economic efficiency of mining of the blind placers situated in coastal flatland, on shallow sea shelf, as well as on islands covered with glaciers, could be achieved by the way of well-drilling hydraulic output - techniques elaborated in Russia.

В минерально-сырьевом потенциале арктических шельфовых областей России ведущая роль принадлежит нефти и газу. При этом значительную ценность представляют известные месторождения золота и олова, а в перспективе - весьма вероятные россыпи алмазов.

Ввиду сложившейся в данное время экономической ситуации, объем золотодобычи России ежегодно снижается, несмотря на стабильную цену золота на мировом рынке. При этом в отличие от золотодобычи зарубежья в России 90 % золота добывается из россыпей и только 10 % из золоторудных и комплексных месторождений. Пересчет балансовых запасов россыпного золота страны с учетом условий "рыночной" экономики, выполненный в ЦНИГРИ [3], показал потерю их значительной части (от 30 до 70 % в зависимости от технологии добычи) за счет перевода в разряд забалансовых. Следовательно, если не изменить действующую систему налогообложения золотодобывающих предприятий, то объем золотодобычи резко снизится.

Казалось бы, в данной обстановке золото шельфа и побережий Арктики малопривлекательно для инвесторов, однако на основе реальных отечественных инженерно-технологических разработок эффективных способов гравитационного извлечения россыпного золота (мелкого и тонкого гранулометрических классов) и скважинной технологии отработки погребенных россыпей на суше и акватории можно начать разработку перспективных инвестиционных проектов по золотодобыче в Арктике, не дожидаясь подготавливаемых позитивных изменений налогообложения.

Среди арктических шельфовых областей России россыпи морского, смешанного аллювиально-морского и аллювиального генезиса установлены в пределах трех золотоносных провинций: Восточно-Чукотской (побережье Анадырского залива, Золотогорский район), Центрально-Чукотской (Валькарайская низменность, Рывеемский рудно-россыпной узел) и Таймыро-Североземельской (Североземельско-Челюскинская шельфовая зона, о.Большевик, п-ов Челюскин).

Наиболее простые морфогенетические типы золотоносных россыпных проявлений выявлены на побережье Анадырского залива, где на 64-километровом отрезке находятся четыре золотоносных участка протяженностью от 9 до 19 км. Золото связано с современными песчано-гравийно-галечными образованиями морских пляжей и кос. Шлиховые ореолы

весового золота прослежены также по результатам донного опробования в акватории залива на расстоянии до 30 км от берега.

Наиболее детально изучено, но не доведено до стадии оконтуривания промышленных россыпных тел проявление в основании косы Русская Кошка. Протяженность золотоносного участка 13 км, ширина продуктивной части пляжа достигает в отлив 40 м при протяженности 2100 м и средней мощности пласта 3,5 м со средними содержаниями металла 4-9 г/м^3 (по данным производственного "рядового" опробования с промывкой проб в лотке). Средние массовые содержания золота не превышают, по этим же данным, 0,2-0,6 г/м^3 при максимальной мощности косовых отложений 8 м. Гранулометрический состав золота по массе, определенный при лотковом опробовании, следующий:

Класс, мм	-0,8 + 0,4	-0,4 + 0,2	-0,2
Содержание, %	42	40	8

Однако при извлечении золота из малообъемных технологических проб в Ленинградском горном институте с применением лабораторного обогатительного оборудования было установлено преобладание в отложениях косы мелкого (0,2 мм) золота. При этом средние содержания металла 5 г/м^3, полученные при лотковом опробовании, при специализированной обработке технологических проб возросли до 24,5 г/м^3.

Золото ассоциирует с гранат-гематит-ильменитовой шлихоминералогической ассоциацией, выход тяжелой фракции шлиха составляет десятки килограммов на кубический метр. Наиболее высокие содержания установлены в красных гранатовых песках, образующих в теле косы линзовидные прослои.

Россыпные проявления сформировались в активной волноприбойной зоне за счет перемыва промежуточных коллекторов золота, представленных на приморской равнине палеоген-неогеновыми и четвертичными морскими и паралическими формациями при суммарной мощности кайнозойских образований до 200 м.

Ресурсы Золотогорской группы морских пляжевых россыпных проявлений, оцененные с достоверностью категорий (Р2+Р3), не превышают 600 кг золота, что ставит их в разряд мелких объектов. Для сравнения отметим, что на несколько порядков масштабнее проявлено пляжевое и связанное с донными осадками акватории золото у побережья Аляски в районе Нома, где характер отложений промежуточных коллекторов золота близок золотогорскому типу, однако коренные источники золота значительно богаче и сосредоточены в прибрежной зоне. В настоящее время продолжается экономически эффективная эксплуатация подводных россыпей золота в районе Нома с помощью морской драги "Бима", оснащенной радиальными отсадочными машинами Кливленда, извлекающими полностью золото с размером частиц до 40 мкм.

В арктической шельфовой области России наиболее детально разведаны россыпи уникального по запасам золота Рывеемского рудно-россыпного узла в северо-западной части равнины Валькарайской низменности. Интенсивную эксплуатацию россыпей выполняет прииск Полярный, связанный с морским портом г.Певек грейдерными дорогами. Вся площадь рудно-россыпного узла опоискована и разведана по плотной сети буровых линий, расстояния между протяженными (10-15 км) разведочными профилями 200-400 м, а между поисковыми 1,5-3 км. Значительная часть россыпей изучена в процессе их отработки.

В контурах полигонов среди вскрытых коренных пород плотика, как правило, фиксируется палеогеновая золотоносная остаточная кора выветривания и прожилково-жильное штокверковое прокварцевание с содержаниями золота 5-10 г/т и выше. Рывеемская группа россыпей выделяется в особый тип россыпей ближайшего сноса, сформированных практически над коренными источниками. Выполненная нами "увязка" россыпных полей, связанных с зонами разуплотнения предполагаемых региональных разломов, показывает, что свыше 90 % россыпных тел размещены в пределах линеаментов северо-восточного, северо-западного и субмеридионального направлений (см. рисунок). Северо-западная зона разломов имеет коленообразный изгиб, что указывает на ее смещение зоной разломов субмеридионального про-

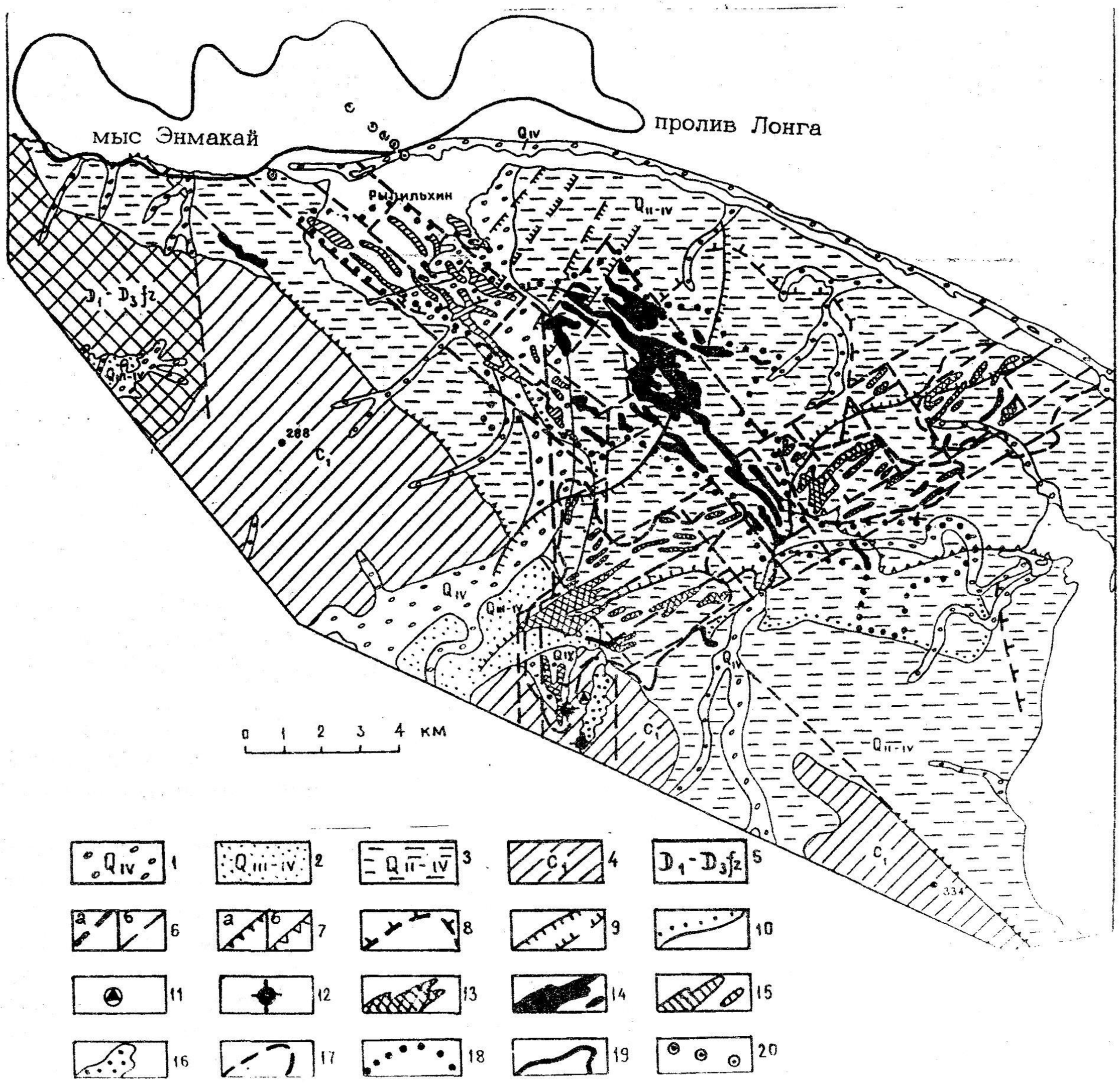


Схема золотоносности Рывеемского рудно-россыпного узла (по материалам Шмидтовской ГРЭ, 1978)

1 - аллювиальные галечники и пески речных пойм, морские песчано-гравийные отложения кос, пересыпей, пляжей; 2 - галечники, пески, илы первой надпойменной террасы; аллювиальные и морские песчано-гравийные отложения; 3 - аллювиальные и морские песчано-гравийные отложения Валькарайской низменности; 4 - известняки, глинистые сланцы, филлиты, песчаники; 5 - песчаники, филлиты, глинистые сланцы, известняки; 6 - предполагаемые разрывные нарушения (*а* - рудоконтролирующие, *б* - выраженные в рельефе неотектоническими уступами); 7 - абразионные уступы (*а* - активные, *б* - отмершие); 8 - контуры погребенных локальных впадин P_3-N_1; 9 - слабовыраженные эрозионные врезы; 10 - граница погребенной абразионной поверхности Q_1; 11 - месторождения золота в зонах кварцевого прожилкования; 12 - месторождения золота в кварцевых жилах; 13 - аллювиальные россыпи; 14 - прибрежно-морские россыпи; 15 - аллювиально-морские россыпи; 16 - элювиально-делювиальная россыпь; 17 - контуры россыпных полей, связанных с аллювиальными отложениями; 18 - контур россыпного поля, связанного с морскими отложениями; 19 - шлиховой ореол золота на акватории и побережье; 20 - скважины с весовыми содержаниями золота на акватории и побережье

стирания. Основные ресурсы россыпного золота приурочены к структуре сочленения разнонаправленных линеаментов.

Если сопоставить распределение металлоносности со структурно-тектонической позицией участка, то можно сделать предположение, что участки рудолокализации в зонах повышенной проницаемости возникли в результате внедрения скрытого на глубине

магматического тела изометричной в плане формы с параметрами примерно 10 х 10 км^2 или же с выступом блока фундамента.

На рассматриваемой золотоносной части Валькарайской низменности в основании чехла рыхлых образований фрагментарно проявлены, как отмечалось, вскрытые буровыми скважинами пестроцветные коры химического выветривания палеогенового возраста (кэнигтунская свита) и конгломераты. Золотоносность несмещенной коры химического выветривания принципиально доказана связью с ней россыпи руч. Светлого. Выше по разрезу отмечаются золотоносные отложения рыпильхинской свиты (P_3-N_1), перекрытые аллювиальными отложениями, переходящими фациально в пляжевые галечники и гравийники рывеемской свиты (N_1-N_2). Плиоцен-плейстоценовые золотоносные образования (N_2-Q_2, энмакайская свита) представлены преимущественно морскими отложенияни. Они перекрыты флювиогляциальными отложениями, переходящими в аллювиально-морские, и валунными глинами крестовской свиты (Q_2), которые выше по разрезу сменяются валькарайскими слоями (Q_3), представленными аллювиальными, лагунными и морскими отложениями. Разрез рыхлых отложений завершают нерасчлененные поздние плейстоцен-голоценовые аллювиальные, озерно-аллювиальные, озерно-болотные и морские отложения.

В погребенном рельефе рассматриваемой части Валькарайской низменности выделены локальные впадины, тяготеющие к флангам лагун. Возраст впадин, судя по выполняющим их рыхлым образованиям, палеоген-ранненеогеновый. Кроме того, в пределах низменности установлена граница погребенной абразионной поверхности раннеплейстоценового возраста и граница современного распространения погребенных континентальных отложений позднего неогена - раннего плейстоцена. Хорошо изучен погребенный рельеф долин рек Рывеема и Пра-Рывеема, а также слабо выраженные эрозионные врезы на золотоносной площади от абразионного уступа, отделяющего предгорья от Валькарайской низменности, до побережья (см. рисунок).

Во всем рудно-россыпном узле четко выделяются два россыпных поля. Наиболее протяженное (19 км) северо-западное фиксируется абразионными уступами и имеет ширину 2-3 км. С ним связаны многочисленные россыпи прибрежно-морского генезиса, перемытые на северном фланге в районе лагуны Рыпильхин р.Рывеем. В юго-восточном направлении пле насыщено россыпями, занимающими секущее положение по отношению к слабо выраженным погребенным эрозионным врезам. На участке совмещения с северо-восточным россыпным полем в контуре погребенного отрезка долины Пра-Рывеема россыпи северо-западного поля продолжают сохранять секущее положение, т.е. ориентированы вкрест долины.

Северо-восточное россыпное поле протяженностью 16 км и шириною около 4 км связано с правой погребенной террасой Пра-Рывеема. Для него характерно дискретное размещение аллювиальных россыпей. Выделяются три россыпных участка: юго-западный, центральный и северо-восточный. Последний прерывается береговой линией пролива Лонга и, по данным опробования акватории морскими геологами, имеет продолжение под водами пролива. Под водами лагуны Рыпильхин разведана погребенная аллювиально-морская россыпь.

Центральный участок характеризуется совмещенностью в пространстве россыпей морских и аллювиальных северо-западной и северо-восточной ориентировки соответственно. Юго-западный участок имеет наиболее сложные контуры в плане, так как на его площади россыпи, согласные с простиранием северо-восточной зоны, сопровождаются субмеридиональными россыпями еще одной ориентированной на север зоны разломов.

Если исходить из обоснованного предположения, что морские, аллювиально-морские и аллювиальные россыпи практически не смещены относительно коренных источников, за счет которых они образовались, то положение в пространстве рудно-россыпных полей указывает на ведущее значение в локализации оруденения структурно-тектонического фактора. Разломы, подновленные на неотектоническом этапе и выраженные уступами рельефа, имеют те же направления, что и рудолокализующие.

В рассматриваемой группе россыпей северо-восточное поле получило название Долинное, а северо-западное - Прибрежное, что отражает генезис слагающих их россыпных тел.

Наиболее богатая часть Долинного россыпного поля приурочена к древним эрозионным врезам в плотик, а на стадии боковой эрозии были сформированы россыпи Террасовая-2, Нижний, Восточные 1 и 2.В энмакайское время (N_2-Q_2) первые две значительно затронуты переработкой морем, а часть Восточных к этому времени была перекрыта лагунно-аллювиальными образованиями рыпильхинской свиты с сохранением первоначальных контуров. Месторождения второго россыпного поля относятся по генезису к морским и аллювиально-морским.

Весьма пологий наклон ступенчатой в основании приморской равнины в сторону акватории способствовал тому, что первоначальное высвобождение золота из глинистой коры выветривания Прибрежного рудного поля осуществлялось при трансгрессивном цикле на малых морских глубинах, что обеспечивало взмучивание рыхлых образований при умеренной на обширном мелководье волновой деятельности.

В рывеемском рудно-россыпном узле выполнен значительный объем геологоразведочных работ на коренное золото, что позволило выявить рудопроявления и месторождения золото-кварцевого формационного типа. Проведены также исследования по определению ресурсов тонкого золота (0,3 мм), содержания которого в россыпных телах не превышают первых сотен миллиграммов на кубический метр, но за счет уникальных по масштабам запасов всего узла количество тонкого золота достигает десятков тонн.

В Таймыро-Североземельской золотоносной провинции россыпи изучены до уровня основных геолого-промышленных типов с определением их ресурсоемкости в Североземельско-Челюскинской шельфовой зоне, обособившейся в среднемезозойский период формирования рифтогенной структуры в современных контурах пролива Вилькицкого.

На о.Большевик основные ресурсы золота связаны с аллювиальными россыпями речных долин, размещенными в верхнем ярусе рельефа на возвышенной денудационной равнине. Все средние по запасам долинные россыпи сменяются в дистальном направлении россыпями речных каньонов.

В юго-западной части острова на приморской равнине установлена более древняя, по сравнению с аллювиальными россыпями, прибрежно-морская россыпь Водораздельная. Она сформировалась за счет размыва кор химического выветривания и более молодых, начиная с палеогена, образований, являющихся промежуточными коллекторами золота.Еще более древняя аналогичного типа Унгинская полихронно-полигенная россыпь выявлена на приморской равнине в северо-восточной части п-ова Челюскин. Ее формирование началось с перемыва золотоносных юрских выветрелых конгломератов и возобновлялась неоднократно вплоть до позднечетвертичного времени. Обе россыпи отличаются компактностью , повышенными содержаниями в них мелкого золота, трудной промывистостью песков. Запасы их сопоставимы с аллювиальными россыпями о.Большевик.

В пределах п-ова Челюскин не установлены аллювиальные россыпи верхнего яруса рельефа, характерные для о.Большевик. Это связано, очевидно, с тем, что денудационная равнина полуострова расчленена рифтогенными грабен-структурами на мелкие блоки. Поскольку цокольное основание днищ этих грабенов расположено на гипсометрическом уровне цоколя приморской равнины или ниже, в них неоднократно ингрессировало море. Поэтому с ними связаны смешанные аллювиально-морские многопластовые россыпи. Для этих россыпей характерны более низкие средние содержания золота, хотя суммарный его ресурс может быть весьма значительным, присутствие 10 % и более мелкого золота, плохая промывистость песков. При формировании этих россыпей золото заимствовано из позднетриасово-юрских кор выветривания и юрских выветрелых конгломератов.

В северо-западной части п-ова Челюскин в районе бух.Паландера и на акватории пролива Вилькицкого выявлено россыпепроявление в современных образованиях морского пляжа среди переотложенных глин коры выветривания [1]. Весовые содержания золота, представленного частицами тонкого гранулометрического класса, обнаружены, в частности, среди илисто-глинистых отложений палеолагуны. Спектр ожидаемых на полуострове

погребенных россыпей может быть расширен с учетом площадей, благоприятных для размещения месторождений рывеемского типа.

В Североземельско-Челюскинской шельфовой зоне выполнены специализированные исследования по определению содержания в россыпях тонкого золота с применением современных малогабаритных обогатительных аппаратов. Если в аллювиальных предканьонных россыпях о.Большевик количество тонкого золота, как правило, менее 1 %, то в россыпях речных каньонов оно возрастает до 4 %. При этом присутствующие в россыпи каньона р.Студеной минералы платиновой группы представлены только зернами размером 0,3 мм. Гораздо более высоки содержания тонкого золота в россыпях аллювиально-морского и морского генезиса. Полученные при их среднеобъемном опробовании данные позволили надежно обосновать коэффициент намыва за счет доизвлечения тонкого золота, равный 3, что позволяет корректировать ресурсы россыпного золота, рассчитанные исходя из его более крупных гранулометрических классов.

Проблема опробования и извлечения тонкого золота из россыпей прибрежно-морского генезиса, в которых оно нередко превалирует, судя по зарубежным данным, имеет планетарное значение. Поскольку в СССР разрабатывались в основном аллювиальные россыпи, представленные более крупным золотом, задачи опробования решались с использованием лотков, обогатительных аппаратов типа "Проба-2М", "ПОУ-3,6," реже винтовых сепараторов. При извлечении золота применялись драги и различные модификации "Промприборов" с покрытием шлюзов резиновыми ковриками. В настоящее время возможно извлечение 90 % и более тонкого золота с помощью новейших отечественных обогатительных гравитационных аппаратов: отсадочных машин, виброцентробежных сепараторов, шлюзов с виброподвижной панелью, концентрационных столов.

Перспективы освоения погребенных прибрежно-морских россыпей открылись в связи с внедрением скважинной технологии добычи. Непременным условием ее применения является отсутствие в металлоносных песках валунов размером свыше 20 см и мощность торфов от первых до многих десятков метров. Эффективный радиус размыва песков скважинными управляемыми форсунками под давлением воды 20-40 атм и выше в затопленном забое составляет 3-5 м, в незатопленном 5-10 м, в условиях мерзлоты от 10-15 до 20-25 м. Технологические возможности позволяют отрабатывать пласты мощностью не менее 0,3 м [4]. Производительность одной скважины, поставляющей на поверхность пульпу с частицами полезного ископаемого, составляет 15-90 т/ч (твердого). Капитальные вложения в строительство горно-добывающего предприятия, по сравнению с шахтой глубиной 50-300 м, в 3-5 раз меньше.

Особенно привлекательна с коммерческих позиций скважинная добыча из погребенных россыпей на арктическом мелководном шельфе, на приморских равнинах и из подледниковых куполов [2]. Срок строительства рудника скважинной гидродобычи меньше нормативных сроков строительства шахт в 5-10 раз, карьеров в 3-5 раз. Однако скважинная технология не применима на россыпях, в песках которых присутствуют валуны размером больше 20 см. Это существенное ограничение распространяется на большинство аллювиальных и в значительной мере на аллювиально-морские россыпи. Среди морских россыпей многие отвечают требованиям скважинной гидротехнологии по валунистости и экологии, поэтому одной из важнейших задач морских геологов на современном этапе является оценка ресурсов погребенных россыпей, пригодных для скважинной добычи, обоснование геологической части инвестиционных проектов на подготовленные к эксплуатации месторождения и разработка принципов лицензирования перспективных площадей на шельфе и палеошельфе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Кузьмин В.Г., Ушаков В.И., Гавриш А.В.* Россыпи северо-восточной части Таймыро-Североземельской складчатой области // Россыпи складчатых (орогенных) областей: Тез. докл. / АН СССР. Бишкек, 1991. С.61-63.

2. *Кузьмин В.Г., Гавриш А.В., Шульга Ю.Д.* Особенности процессов водноледникового рассеяния и вторичной аккумуляции тяжелых минералов на островах и шельфе Северной Земли // Десятая конференция

"Поиски и разведка в областях материковых оледенений" / Ин-т горного дела и металлургии. Комитет РФ по геологии и использованию недр. СПб, 1994. С.92-94.

3. *Натоцинский В.И., Беневольский Б.И., Потоцинский В.И.* Методика и основные результаты экспрессной переоценки россыпных месторождений золота в новых условиях хозяйствования // Экспрессная геолого-экономическая переоценка сырьевой базы россыпного золота России: Тез. докл. юбилейных научных чтений / Центр. науч.-исслед. геол-разв. ин-т. М., 1995. С.79-89.

4. *Тигунов Л.П.* Скважинная технология добычи на месторождениях россыпей и металлоносных кор выветривания // Тез. докл. 10-го международного совещания "Россыпи и месторождения кор выветривания - объект инвестиций на современном этапе" / Ин-т геол. рудн. месторождений, петрогр., минералогии и геохимии РАН. М., 1994. С.209-210.