© О.Н. Голованова, 2007

УДК 65.011.12:622.33

О.Н. Голованова

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ НА КОНТИНЕНТАЛЬНОМ ШЕЛЬФЕ РОССЫПНЫХ ПОЛИГОНОВ, ПЕРЕКРЫТЫХ СО ДНА ВСКРЫШНЫМИ ПОРОДАМИ

На Всероссийской конференции «Минерально-сырьевая база территории России и ее континентального шельфа в условиях глобализации мировой экономики», прошедшей в феврале 2002 г., приводились сведения, что в отечественных месторождениях средние содержания главных полезных компонентов, как правило, значительно ниже, чем за рубежом (например, свинца в 1,8-5 раз, цинка в 1,3-5, меди в 1,2-1,5 раза, железные руды содержат 35 % железа против 50 % за рубежом, марганцевые – 20 % марганца против 40-50 %) [Материалы..., 2002]. Вследствие низкого качества и сложности технологии обогащения до 70 % запасов титана вряд ли будут вовлечены в отработку в обозримом будущем. Сходное состояние отмечается и по редким металлам. Многие месторождения расположены в удалении от основных транспортных магистралей и в суровых климатических условиях, что ложится дополнительным бременем затрат на низкосортные руды. В докладе Министерства природных ресурсов РФ констатируется сокращение разведанной сырьевой базы: доля условно-рентабельных запасов по большинству полезных ископаемых снизилась до 50 % объема разведанных запасов. Миф о «крупной» сырьевой базе рухнул.

В связи с выше изложенным возникает весьма распространенная точка зрения, что российские реформы обесценили отечественную минерально-сырьевую базу, созданную в советское время. Однако в настоящее время сформировалась другая точка зрения, что это в советское время была создана минерально-сырьевая база, которая сегодня не вписывается в мировые стандарты рыночной экономики. Не вдаваясь в структуру затрат на промышленное освоение месторождений, которые, конечно же, выше зарубежных хотя бы только из-за удаленности большинства от основных транспортных магистралей и суровых климатических условий в России, обратим внимание на соотношения средних содержаний в рудах, являющихся геологическим мерилом экономической эффективности. Так, в России более половины разведанных запасов месторождений коренного золота имеют средние содержания до 6 г/т, в то время как за рубежом более 60 % разведанных запасов месторождений имеют средние содержания более 10 г/т. Такую разницу никак нельзя поставить в вину рыночным реформам.

Существует мнение, что такие различия имеют «рукотворную» природу и возникли из-за неодинаковых подходов к промышленной оценке месторождений у нас и за рубежом. В советское

время геологи и горняки руководствовались рядом инструктивных методик, утвержденных Госпланом СССР и ГКЗ СССР, обязательным для выполнения всеми организациями. Существовали требования по срокам обеспеченности проектируемых предприятий разведанными запасами, по соотношению запасов разных категорий, устанавливались нормативные уровни рентабельности для золота от 8 до 15 %. На практике же допускались значительные отклонения от этих требований; в результате на балансе оказывались низкорентабельные запасы даже по социалистическим меркам хозяйствования.

Геологическая продукция, месторождения и запасы в недрах считались промышленной продукцией, поэтому для геологии, как для всякой отрасли, правительство устанавливало ежегодные и пятилетние плановые показатели, главным из которых был прирост запасов промышленных категорий на каждую пятилетку. Ориентированная на рост потребления и рост народонаселения, геология, восполняющая убыль запасов из недр и накапливающая запасы для увеличения добычи золота в перспективе, обязана была равномерно с нарастанием выпускать продукцию. По сути геология, имеющая дело с недрами, была приравнена к любой другой отрасли промышленности, базирующейся на действующих предприятиях. Но этого делать было нельзя.

В арсенал доказательства промышленной ценности бедных месторождений принималось все: минимальные сроки строительства предприятий и сооружений инфраструктуры, прогрессивные технологические схемы горных работ и обогащения, и еще многое, что не было характерно для социализма, но служило идеологическим репером. Но главным аргументом была информация о том, что, дескать, руды с низкими содержаниями золота отрабатываются эффективно не только за рубежом, но и у нас.

Исходя из сложившейся ситуации, возникает необходимость в увеличение минерально-сырьевой базы России и в освоении все более бедных руд, к тому же залегающие в наиболее сложных горно-геологических условиях. Наука ведет широкий поиск новых источников минерального сырья. Одним из таких наиболее перспективных направлений является освоение минеральных ресурсов Мирового Океана.

Недра океана, его дно богаты залежами полезных ископаемых. На континентальном шельфе находятся прибрежные россыпные месторождения - золото, платина; встречаются и драгоценные камни - рубины, алмазы, сапфиры, изумруды. Например, вблизи Намибии идут подводные разработки алмазного гравия уже с 1962 года.

На шельфе и частично материковом склоне Океана расположены большие месторождения фосфоритов, которые можно использовать в качестве удобрений, причём запасов хватит на ближайшие несколько сот лет. Самый же интересный вид минерального сырья Мирового океана - это знаменитые железомарганцевые конкреции, которыми покрыты громадные по площади подводные равнины. Конкреции представляют собой своеобразный «коктейль» из металлов: туда входят медь, кобальт, никель, титан, ванадий, но, конечно же, больше всего железа и марганца. Места их расположения общеизвестны, но результаты промышленной разработки пока ещё очень скромны.

Появление нового научного направления — комплексного исследования глубинного строения континентальной

коры с помощью сверхглубокого бурения — стало прорывом в технологии освоения.

У России самый обширный в мире шельф. Его площадь — около 6 миллионов квадратных километров, то есть почти 20 процентов от общей площади континентального шельфа Мирового океана. Только в конце XX века началось его серьезное освоение. Так появился новый регион добычи полезных ископаемых. Данные геологической разведки Новой Земли позволяют оптимистично оценить перспективы минерально-сырьевого потенциала этого региона: здесь обнаружены марганец, полиметаллы, золото.

На западе шельфа Татарского пролива сотрудники Института геологии Сибирского отделения РАН открыли крупную провинцию титаномагнетитовых россыпей (содержание вкрапников — 2—6 процентов), которая образовалась путем размыва вулканических пород и протянулась вдоль побережья Татарского пролива на 700 километров от устья реки Амур на севере до мыса Туманный на юге и интенсивно размыта в прибрежной зоне. При дезинтеграции кубического километра таких пород освобождается 50 миллионов тонн титаномагнетита. Судя по геологическим данным, за последние восемь тысяч лет на западном побережье Татарского пролива разрушилось около 50 кубических километров вулканитов, в результате в прибрежную зону пролива поступило не менее 2,5 млрд т титаномагнетита. По косвенным оценкам, общие прогнозные ресурсы титаномагнетитового концентрата составляют около 0,5 миллиарда тонн. Концентрат представляет собой комплексную руду железа, ванадия и титана. Его содержание в песках россыпей — 5—20 процентов.

Сибирские геологи детально изучили коренные источники россыпей на побережье южной части Татарского пролива от мыса Туманный до мыса Сюркум протяженностью 350 километров. До глубины 20 м здесь обнаружено пять участков подводных россыпей с общими запасами титаномагнетитового концентрата — около 40 млн т. Выявлено еще несколько перспективных участков. Вероятно наличие россыпей на глубинах более 20 м. Содержание титаномагнетитового концентрата в песках россыпей — 5—20 процентов.

Говоря о богатствах шельфа, отметим, что некоторое время назад успешно завершила свою работу национальная экспедиция «Транс-Арктика-2000», определившая внешние границы континентального шельфа Российской Федерации в Северном Ледовитом океане. Геологические данные, полученные в ходе исследовательских работ, дают России право претендовать на водное пространство океана далеко за пределами ее 200-мильной пограничной полосы.

Одним из направлений современного развития горной промыш-ленности является наращивание ми-нерально-сырьевой базы и рацио-нальное использование ресурсов. Основой рационального использо-вания минерального ресурсов Ми-рового Океана и, в первую очередь, шельфа является создание технологии их разработки и определение требований к качеству полезного ископаемого в недрах. Установление кондиционных требований к пескам, разрабатываемых по технологии подводной добычи россыпных месторождений на шельфе, позволяет оконтурить месторождения и полигоны в пределах металлосодержащих донных отложений.

Проведение горных работ в морской среде создает условия для разработки

месторождений шельфа высокомобильными техническими средствами, совмещающими на одном или нескольких судах типа ПлавГОК добычные, обогатительные устройства и соцжилбыткомплекс. Это обеспечивает их эффективное использование на совокупности россыпных образований, которые могут быть расположены даже за пределами одной акватории. Возможности формирование таких технологических решений и преимущества технологий подводной добычи полезных ископаемых на континентальном шельфе определяет новый подход к выбору контура месторождений.

Исходя из вышеизложенного возникает проблема исследования основных особенностей подводной геотехнологии на россыпях шельфа и установления основных принципов оконтуривания месторождения для отработки плавучим горнообогатительным комплексом. Как известно, на суше часть россыпи, отведенная под разработку отдельной плавучей машиной – драгой, называют полигоном. По аналогии россыпь или часть ее, отведенная под отработку плавучим горнообогатительным комплексом, также следует называть полигоном. Совокупность полигонов образует морское россыпное месторождение, отрабатываемое плавучим горнобоготительным комплексом. Полигоны, включаемые в состав место-рождения, могут находиться в пределах одного или нескольких морей, которые образуют регион, или в пределах группы морей, называемые суб-регионом шельфа (например, моря шельфа Северо-востока, Арктики, Дальнего Востока и т.д.).

Оконтуривание полигонов осуществляется по кондиционным требованиям, при этом максимальное использование потенциала недр соответствует наиболее интенсивному использованию таких технических средств, как морской горнодобывающий флот. Стоимость флота в особенности для арктического шельфа в значительной мере определяется необходимостью обеспечения его существования, что может окупиться при разработке месторождений с крупными запасами. Выявление таких месторождений с единичным генезисом, как показывает отечественная и мировая практика, весьма редкий случай. Поэтому необходимо было создать такую технологию, которая при использовании единой флотилии позволила отрабатывать отдельные россыпи различного генезиса, как последовательно разрабатываемые полигоны одного предприятия. Это, в принципе и определяет цель и основную задачу исследования.

Основной целью исследования является создание основы формирования совокупности полигонов на россыпном месторождении континентального шельфа и подводной геотехнлогии для разработки высокомобильным ПлавГОКами, что обеспечит эффективное освоение потенциала недр при расположении отдельных россыпей как в одной, так и в различных морских аквато-риях.

Основанная идея решения проблемы заключается в том, что особенности структур плавучих горнообогатительных комплексов, сформированных с учетом гидрометеорологических и горногеологических условий рудоносных акваторий континентального шельфа, позволяют представлять промышленное месторождение на россыпях континентального шельфа как совокупность отдельных полигонов – отдельных скоплений песков, расположенных в пределах как одного, как и нескольких морей.

Основные направления исследования решения проблемы:

Выделение и установление области возможных генетических типов месторождений и генетических типов образования промышленных объектов. При этом запасы россыпного месторождения на континентальном шельфе, отрабатываемого ПлавГОКом, равны запасам полигонов на этом месторождении. При этом запасы полигона Vi должны быть больше при расположении их в одной акватории

$$Vi \geq \frac{c_{\min}}{EK} \cdot T \cdot Q_2^2 \cdot P ,$$

и в пределах морского региона

$$Vi \geq \frac{c_{\min}}{EK} \cdot T \cdot Q_2^2 \cdot (P + \frac{L}{\upsilon}),$$

где $c_{\min}$ - минимальное промышленное содержание; К – стоимость ПлавГОКов производительностью Q_2 м3/час при сезоне эксплуатации Т час; Р – время консервации и расконсервации ПлавГОК при перегоне, ч; L – удаленность одной акватории от другой, км; υ – скорость перемещения ПлавГОК с одного полигона на другой, км/ч.

Исследование и установление особенностей оценки вскрыши при подводной добыче и учет этих особенностей при оценке эксплуатационных затрат в зависимости от глубины. При оконтуривании полигона по глубине коэффициентом приведенной вскрыши учитывается как геометрическое соотношение объемов вскрышных пород и полезного ископаемого, так и глубина залегания полезного ископаемого от уреза моря.

$$K_в = \frac{H_в}{H_{п.и.}} \cdot \left[1 + a \cdot (H + \frac{H_в}{2} - H_1)\right],$$

где $H_в$ – мощность вскрышных пород; $H_{п.и.}$ – мощность полезного ископаемого; Н – глубина моря; H_1 – минимальная глубина выемки; а – коэффициент, зависящий от региона шельфа.

Коэффициент приведенной вскры-ши возрастает с увеличением глубины залегания вскрышного слоя от уреза моря.

При определении минимального промышленного содержания показателя добычи и переработки принимаются как средневзвешенные значения на весь сезон эксплуатации при волнении моря до 4-5 баллов. При этом промежутку времени с волнением определенной интенсивности соответствует значение, равное показателю при среднеинтегральном значении угла крена судна.

Провести исследования предполагается на основе уже ранее разработанных научных положений и открытий. К настоящему моменту исследователями в области подводной геотехнологии была проделана следующая научная работа:

- обосновано понятие морского промышленного месторождения, как совокупности полигонов на россыпях различного генезиса, располагаемых в различных акваториях, которое в себя включает определений критерий оценки качества их песков и взаимосвязи между объемом песков полигона и его положением в пределах месторождения;
- разработана модель стратегии освоения полигонов на шельфе на основе взаимосвязей между характеристиками запасов полигонов и горно-обогатительной флотилии;
- разработана типизация морских промышленных месторождений на континентальном шельфе, выявлены их параметры и перспективные генетические типы для формирования сырьевой базы подводной геотехнологии;
- установлены принципы формирования структур комплексной, предложены новые структуры механизации с придонным обогащением и закономерности для определения основных размещений судов горнодобывающей флотилии в зависимости от

параметров полигонов в гидродинамики водных масс в их пределах;

- установлены принципы вскрытия рабочих горизонтов полигонов выбора положения подводных траншей в зависимости от гидродинамики водных масс, что позволило предложить новые способы полигонов;
- установлено, что при оконтуривании полигонов по глубине учитывать наличие толщи морских вод, разработаны зависимости учета глубины залегания пород вскрыш при использовании коэффициента приведенной вскрыши.

Все выше перечисленных направления способствуют созданию методики формирования совокупности полигонов на россыпях континентального шельфа оконтуривания россыпей.

Научное значение работы заключается в разработке принципов совокупности полигонов па россыпных месторождениях континентального шельфа и технологии отработки совокупности полигонов плавучей горно-обогатительной флотилией.

Практическое значение работы состоит в разработке: способов вскрытия рабочих горизонтов полигонов при различной гидродинамики водных масс и методике расчетов размеров подводных траншей; структур комплексной механизации подводной геотехнологии и методики расчета главных размерений судов горно-обогатительной флотилии, а также методики определения качества готовой продукции, получаемой на ПлавГОКе при различных волнениях моря; методики формирования совокупности полигонов на россыпях континентального шельфа и расчета кондиционных требований на их оконтуривание.

Выше перечисленные методики предназначены для использования при проектировании кондиций на оконтуривание промышленных запасов на шельфе, технологии и структур комплексной механизации подводной геотехнологии на полигонах шельфа. Одним из направлений дальнейшего исследования будут не только изучение генезиса россыпных месторождений и влияние глубины добычи на экономическую эффективность добычи в целом, но и изучение преимуществ и недостатков комплексов для добычи полезного ископаемого с морского дна и их прямое влияние на эффективность отработки месторождений. А также будет сделана попытка экономически оценить недостатки технических решений. Ограниченные возможности по добыче полезного ископаемого, сложность конструкции, требовательность к рельефу дна, ограниченная производительность, зачастую увеличивают трудоемкость добычи; что приводит к большим потерям полезного ископаемого, отсутствие маневренности предполагает сильное разубоживание.

Технико-экономическая оценка месторождений является одним из самых важных факторов оценки месторождения в условиях сложившихся рыночных отношений особенно это актуально сейчас в нашей стране, поскольку на данном этапе практически все месторождения разрабатываются частными инвесторами, в том числе и иностранными. Необходимо пересмотреть подход к оконтуриванию запасов месторождений, а также способы и методы оценки принимаемых технологических решений при разработке месторождений со сложными условиями залегания не только в рамках новых открытий и достижений отечественной горной науки, но и изучить и применить международные стандарты оценки месторождений такого рода. ГИАБ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Айнемер А.И., Коншин Г.И.* Россыпи шельфовых зон мирового океана. – Л.: Недра,1982.
2. *Технология* добычи полезных ископаемых со дна озер, морей и океанов / Г.А. Нурок, Ю.В. Бубис, Н.Г. Кафидов, Б.М. Одоева и др. – М., Недра, 1979.
3. *Бубис Ю.В.* Состояние работ по созданию научных основ морского горного дела и роль академика В.В.Ржевского в их становлении // Вопросы теории открытых горных работ. - М.: издательство МГГУ,1994.

Коротко об авторах

Голованова О.Н. – аспирантка, кафедра «Технология, механизация и организация открытых горных работ» (ТО) Московский государственный горный университет.

Д И С С Е Р Т А Ц И И

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	*Название работы*	*Специальность*	*Ученая степень*
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
ВОРОЖЕЙКИНА Наталья Вячеславовна	Эколого-экономическая оценка мер по снижению последствий чрезвычайных ситуаций при использовании городского подземного пространства	08.00.05	к.э.н.