

Пояснение к тематическим учебным занятиям по теме «Технические системы освоения и проведения ГРП в Мировом океане»

Презентация

Слайд 1

Общие подходы и стоимость программы исследования ресурсов океана.

Поиски и разведка во многом аналогичны океанографическим исследованиям, хотя они проводятся с прицелом на возможную разработку. Хотя производители работ по разведке полиметаллических конкреций доработали и модифицировали многие процедуры с учетом своих конкретных целей, основные методы и аспекты их работы непосредственно вытекают из таких хорошо развитых дисциплин, как геологическая, физическая и биологическая океанография.

Эти методы первоначально используются для выявления наилучших участков разработки и для картирования их границ. Такая деятельность, обычно, продолжается вплоть до последнего года перед началом добычи. После того как минеральные ресурсы нанесены на карту, те же методы используются в наиболее перспективных районах концентрации конкреций на морском дне для планирования фактической траектории, которой будет следовать добычное устройство. С учетом выводов, достигнутых в ходе проводившейся правительством Соединенных Штатов оценки экологического воздействия разработки морского дна. Юридическая и техническая комиссия определила, что эти мероприятия, как следует ожидать, не причинят серьезного экологического ущерба, по меньшей мере пока они не предусматривают драгирования.

Будут аналогичны промышленным системам, но будут функционировать в течение гораздо более коротких периодов времени. Поскольку эти испытания будут кратковременными, не ожидается, чтобы они причинили существенный экологический ущерб. Однако эти экспериментальные операции предоставят первую возможность для точной оценки экологического воздействия долгосрочной промышленной эксплуатации.

Для проведения морских работ разрабатываются специализированные научно-исследовательские суда. Например в Японии таких судов несколько и они продолжают строиться. На судах обычно представлена разнообразная исследовательская аппаратура, установки для бурения и драгирования дна, обслуживания подводных спускаемых аппаратов, системы складирования и обработки образцов. Все это достаточно дорогие работы они обычно осуществляются в виде международного сотрудничества.

Слайд 2

Подводные спускаемые аппараты разного типа. С манипулятором добывают образцы и описывают рудные проявления непосредственно на дне.

Слайд 3

Характеристики судов с буровым оборудованием

Слайд 4

Промышленная добыча

В течение последних двух десятилетий несколько частных и субсидируемых правительствами международных консорциумов вели разработку систем по добыче пол и металлических конкреций в глубоководных районах морского дна. Добыча конкреций будет отличаться от наземной разработки месторождений полезных ископаемых не только тем, что она предполагает подъем руды на высоту водной толщи 4500-5000 метров, но и в силу того,

что эти поверхностные залежи являются, в сущности, двухмерными и не имеют перекрывающих пород. Добыча конкреций больше напоминает сбор картофеля, чем производимые на суше операции по открытой разработке месторождений.

Добыча будет состоять в сборе конкреций с поверхности морского дна, которая представляет собой мелкогранулированные пелагические осадки (грязь), и подъеме их на поверхность океана, где они будут перегружаться на борт транспортных судов. Для выполнения этих двух задач испытываются многие стратегии - начиная от простых буксируемых драг и кончая самоходными, высокоманевренными системами. Поскольку экологические последствия этих различных систем, вероятно, будут неодинаковы, оценка воздействия будет варьироваться в зависимости от конкретного выбора технологии.

Уже проводятся мелкомасштабные испытания в глубоководных районах морского дна различных видов гидравлических систем, которые подбирают конкреции с использованием буксируемого или самоходного коллектора и затем поднимают их на поверхность с помощью простых гидравлических или пневматических систем подъема, а также непрерывной конвейерной системы, в рамках которой используется замкнутый конвейер драгируемых ковшей. Имеются планы создания и других, более изощренных систем, однако они еще не разработаны и не испытаны.

Представлена наиболее близкое к реальной отработке месторождение Солвара. Интересно роль разных компаний участвующих в этом проекте.

Слайд 5

Средства дистанционного обнаружения рудных тел на морском дне. Изучения в Атлантике проводит Английский институт океанографии из Саутгемпта.

Непосредственно на дно спускается дистанционный аппарат с манипуляторами для отбора проб. Не прямые средства – наблюдения со спутника за тепловым полем, анализ альтиметрии и гравитационного поля. Более непосредственные поиски гидрохимическими методами - плюма воды с низкой рН, повышенной температурой, повышением солености и содержаниями – S, Hg, As, Te и других халькофильных элементов. Список научных программ которые посвящены исследованию VMS.

Технологии разведки

Донный рельеф

Начиная с 30-х годов для изучения рельефа морского дна используются эхолоты (гидролокаторы). Обычные эхолоты излучают звуковые волны в широкоугольном конусе (40°) в направлении строго вниз от судна. Исходя из интервала времени между излучением звукового импульса и получением его отражения от морского дна, можно рассчитать глубину с учетом скорости распространения звука в воде (около 1500 м/с). С помощью последовательных замеров глубины по мере продвижения судна составляется профиль рельефа дна, соответствующего его траектории. Для точного картирования участка морского дна судно должно проходить параллельными курсами на одинаковом расстоянии.

В конце 70-х годов появились многолучевые гидролокаторы. Они излучают серию акустических сигналов узкими лучами (2°), конфигурация которых напоминает веер, расположенный перпендикулярно оси судна. Каждый излученный сигнал дает замер глубины, соответствующей различным точкам вниз и в стороны от направления движения судна. У современных многолучевых эхолотов (гидролокаторов бокового обзора) каждый пучок лучей (излучаемый каждые 130 метров) дает более 150 замеров, покрывая полосу шириной 20 километров при глубине 4000 метров.

Многие ранее не видимые особенности становятся теперь различимыми. Карта производится прямо на судне в течение 1 минуты, давая возможность «читать» в реальном масштабе

времени рельеф полосы дна. Смежные полосы легко совместить на компьютере. При максимальной погрешности Глобальной системы определения координат (ГСОК) порядка 1 метра получаемые карты не менее точны, чем самые лучшие топографические карты суши, составленные в масштабе 1:25 000. Производимая с поверхности съемка дополняется гидролокатором, буксируемым над морским дном на большой глубине.

Фотосъемка.

Активно используется для подсчета запасов ЖМК.

Большинство производителей разведочных работ пользуются свободно погружающимися устройствами, опускающимися на дно для взятия проб и проведения съемки и свободно всплывающими на поверхность. При каждом погружении они могут собирать несколько килограммов конкреций с участка площадью 0,25 м² и делать снимки, охватывающие 2-4 м. Сопоставляя эту информацию, можно произвести оценку плотности конкреций на дне в килограммах на квадратный метр.

Грейферы и камеры, прикрепленные к тросу, дают более точную информацию, но этот процесс медленнее. Недавние усовершенствования гидролокационной техники должны дать возможность разработать новые аппараты, которые будут точнее замерять плотность залегания конкреций.

Тогда станет возможным картировать плотность залегания конкреций на более обширных участках за более короткий срок.

Слайд 6

Техника для непосредственной добычи руд на дне. Единственный экземпляр разработанный в Корее добычного автономного комплекса и схема предполагаемого извлечения с глубины руды. Планируются работы на месторождение Солвара.

Пока известен один подобный проект - Solwara-1 в Папуа Новой Гвинее, владельцем которого является Nautilus Minerals. В числе акционеров компании - "Металлоинвест Алишера Усманова (21%), Anglo American (11,1%), Teck Resources (6,8%). Ресурсы Solwara-1 включают 870 тысяч тонн руды при среднем содержании 6,8% меди, 4,8 грамма золота и 23 грамма серебра на тонну, 0,4% цинка. Предполагаемые ресурсы составляют 1,3 миллиона тонн руды с содержанием 7,5% меди, 7,2 грамма золота и 37 граммов серебра на тонну, 0,8% цинка.

Морские добычные работы представляются реальными при наличии определенных условий, включающих в идеале:

- 1) высокую сортность обычных металлов и/или золота,
- 2) не слишком большую удаленность участка от суши
- 3) залегание участка на небольшой глубине, ненамного превышающей 2000 м (хотя имеется технология для ведения добычных работ и на больших глубинах).

Chemical Compositions of the Hydrothermal Vent Fluids

	Mid-Ocean Ridge	Back-Arc	Rainbow	Lost City	Sediment-Hosted	Seawater
T(°C)	≤ 405	278–334	365	≤ 91	100–315	2
pH(25°C)	2.8–4.5	< 1–5.0	2.8	10–11	5.1–5.9	8
Cl, mmol/kg	30.5–1245	255–790	750	548	412–668	545
Na, mmol/kg	10.6–983	210–590	553	479–485	315–560	464
Ca, mmol/kg	4.02–109	6.5–89	67	<30	160–257	10.2
K, mmol/kg	-1.17–58.7	10.5–79	20	-	13.5–49.2	10.1
Ba, mmol/kg	1.64–18.6	5.9–100	> 67	-	> 12	0.14
H ₂ S, mmol/kg	0–19.5	1.3–13.1	1	< 0.064	1.10–5.98	-
H ₂ , mmol/kg	0.0005–38	0.035–0.5	13	< 1–15	-	-
CO ₂ , mmol/kg	3.56–39.9	14.4–200	na	Bdl	-	2.36
CH ₄ , mmol/kg	0.007–2.58	.005–.06	0.13–2.2	1–2	-	-
Fe, μmol/kg	7–18700	13–2500	24000 - 0	-	180	-
Mn, μmol/kg	59–3300	12–7100	2250	-	10–236	-
Cu, μmol/kg	0–150	.003–34	140	-	< 0.02–1.1	-
Zn, μmol/kg	0–780	7.6–3000	160	-	0.1–140	-
Pb, μmol/kg	0.183–0.1630	0.036–3.900	0.148	-	< 0.02–0.652	-
Co, μmol/kg	0.02–1.43	-	13	< 0.005	-	-
Cd, μmol/kg	0–0.910	-	0.130	-	< 0.010–0.046	-
SO ₄ , mmol/kg	0	0	0	1–4	0	28
Mg, mmol/kg	0	0	0	<1	0	53

Ranges of chemical composition of the vent fluids (Margaret Tivey 2007)

При наличии этих условий разработка массивных сульфидов может стать экономически привлекательной, если учитывать, что весь добычный комплекс транспортабелен и может переноситься с одного *Разрез дымовой трубы сульфида* участка на другой. Тем самым (*Питер Херзи*) капиталовложения в добычные системы и суда не будут привязаны к какой-то одной точке, как это происходит на суше, где разработка месторождения в удаленном районе, включающая создание всей инфраструктуры, требует, как правило, существенных начальных инвестиций.

Добыча массивных сульфидов морского дна сосредоточится, скорее всего, на сравнительно небольших участках и ограничится в основном поверхностью и расположенными непосредственно под поверхностью недрами (открытая разработка): разработке подвергнутся сульфидные холмы и гидротермальные поля на морском дне и замещающие рудные тела в штокверковой зоне непосредственно под морским дном.

Слайд 7

Технологии разработки ЖМК предлагаемая английскими исследователями.

Ряд добычных агрегатов связанных трубопроводами для передачи материала в пункты сбора на дне. Затем по аэрлифту пульпа подается вверх в пункт поставки и сушки руды. Трубопроводы снабжены системами регулируемой плавучести.

Испытания технологического цикла на технических моделях составляющих системы было выполнено для подсчета затрат на каждом этапе и оценки сложности сопряжения узлов системы

Экономические расчеты показывают вклад каждого из этапов в затраты на добычу руда.

В таблице приведен список организаций и год работы разрабатывающих или занимающихся разведкой ЖМК.

Table 2.4: Previous nodule mining ventures and yield

Organization/Consortium name	Members	Year	Sampling Yield
India	NIOT (India) DOD (India)		
De Beers Marine			
Kennecott Consortium (KCON)	Sohio (USA) Rio Tinto Zinc Corporation (UK) British Petroleum (UK) Noranda Mines (Canada) Mitsubishi Group (Japan)	1974	
Ocean Mining Associates (OMA)	US Steel (USA) Union Miniere (Belgium) Sun Company (USA) Ente Nazionale Idrocarburi (Italy)	1974	500 tons
AFERNOD	CNEXO (FRA) Commissariat a l' Energie Atomique (FRA) Societe Metallurgique le Nickel (FRA) Chantiers de France-Dunkerque (FRA)	1974	
Deep Ocean Resources Development	Japan (C. Itoh and Co.) Japan (Marubeni Corporation) Japan (Mitsubishi Corporation) Japan (Mitsui and Co.) Japan (Nichimen Co.) Japan (Nissho Iwai Co.) Japan (Sumitomo Corporation) Japan (Mitsubishi Metal Corporation) Japan (Sumitomo Metal Mining Co.) National Institute for Resources and Environment (Japan) Deep Ocean Minerals Association (Japan) Technology Research Association of Ocean	1974	7.25 tons
Ocean Management Incorporated (OMI)	INCO (Canada) Metallgesellschaft AG (Germany) Preussag AG (Germany) Salzgitter AG (Germany) SEDCO (USA) Deep Ocean Mining Company (Japan)	1975	1000 tons
Ocean Minerals Company (OMCO)	Amoco Ocean Minerals Co. (USA) Lockheed Systems Co. (USA) Ocean Minerals Inc (USA) Billiton BV (NED) BKW Ocean Minerals BV (NED)	1977	
ISA Enterprise			
Yuzhmoregeologiya	Russia		
Organization/Consortium name	Members	Year	Sampling Yield
Inter Ocean Metals (IOM)	Bulgaria Cuba Czech Republic Poland Russian Federation Slovakia		
COMRA	China		
CRIMM	China		
KORDI	Korea		
KIGAM	Korea		
NOR	Nauru		
Tonga Offshore Mining (TOM)	Nautilus Minerals (Tonga)		
KSB	Germany		
OceanFLORE	IHC Merwede (NED) DEME (Belgium)	2011	

Средний состав ЖМК руды

Mn	29
Fe	6
Si	5
Al	3
Ni	1.4
Cu	1.3
Co	0.25

Average Concentration of Metals in Manganese Nodules from the Pacific, Atlantic and Indian Oceans (UN 2004)

Element	Atlantic	Pacific	Indian	World Ocean
Manganese (wt%)	13.25	20.10	15.25	18.60
Iron	16.97	11.40	14.23	12.40
Nickel	0.32	0.76	0.43	0.66
Copper	0.13	0.54	0.25	0.45
Cobalt	0.27	0.27	0.21	0.27
Zinc	0.12	0.16	0.15	0.12
Lead	0.14	0.08	0.10	0.09
Iridium	9.32	6.64	3.48	-
Uranium	9.32	6.64	3.48	-
Palladium (ppm)	5.11	72	8.76	-
Thorium	55.00	32.06	40.75	-
Gold (ppm)	14.82	3.27	3.59	-

Chemical Compositions of the Polymetallic Crusts

Range of Mean Concentration of Metals in Polymetallic Crusts from the Pacific, Atlantic and Indian Oceans (UN 2004)

Iron (wt%)	15.1 -22.9
Manganese	13.5- 26.3
Nickel (parts per million)	3,255- 5,716
Copper	713-1,075
Cobalt	3,006-7,888
Zinc	512-864
Barium	1,494-4,085
Molybdenum	334-569
Strontium	1,066-1,848
Cerium	696-1,684

Range of Mean Concentration of Metals in Polymetallic Crusts from the Pacific Atlantic and Indian Oceans (UN 2004)

Element	Mid-Ocean Ridges at Divergent Plate Boundaries	Volcanic Island Chains at Convergent Plate Boundaries
Lead (wt%)	0.1	0.4-11.8
Iron	26.4	6.2-13
Zinc	8.5	16.5-20.2
Copper	4.8	3.3-4.0
Barium	1.8	7.2-12.6
Arsenic(parts/Million)	235	845-17,500
Antimony(parts/Million)	46	106-6,710
Silver(parts/Million)	113	217-2,304
Gold	1.2	4.5-3.1

	Seawater	Lithosphere	Fe-Mn Crusts
Fe/Mn	1.2	57	0.7
Manganese	5.0×10^{-9}	0.095	23
Mn/seawater	--	1.9×10^7	4.6×10^9
Mn/lithosphere	--	--	242
Iron	6.0×10^{-9}	5.4	17
Fe/seawater	--	9.0×10^8	2.8×10^9
Fe/lithosphere	--	--	3.1
Cobalt	1.0×10^{-10}	2.5×10^{-3}	0.70
Co/seawater	--	2.5×10^6	7.0×10^8
Co/lithosphere	--	--	280
Nickel	5.0×10^{-8}	8.0×10^{-3}	0.48
Ni/seawater	--	1.6×10^5	9.6×10^6
Ni/lithosphere	--	--	60
Platinum	2.4×10^{-11}	4.0×10^{-7}	5×10^{-5}
Pt/seawater	--	1.7×10^4	2.1×10^6
Pt/lithosphere	--	--	125
Cerium	2.8×10^{-10}	7.0×10^{-3}	0.18
Ce/seawater	--	2.5×10^7	6.4×10^8
Ce/lithosphere	--	--	26
Copper	2.5×10^{-8}	5.0×10^{-3}	0.09
Cu/seawater	--	2.0×10^5	3.6×10^6
Cu/lithosphere	--	--	18
Tellurium	1.66×10^{-11}	1.0×10^{-6}	0.005
Te/seawater	--	0.6×10^{-5}	3.0×10^8
Te/lithosphere	--	--	5000

Contents of manganese, iron, cobalt, nickel, platinum, cerium, copper, and tellurium (wt. %) in marine Fe-Mn crusts compared to contents in and enrichments over seawater and the Earth's crust (lithosphere)

The current resource model suggests that the reserved areas contain the following:
5,400 million ton of nodules (average abundance of 5.98 kg/m);
1,490 million ton of manganese (average Mn grade of 25%);
66 million ton of nickel (average Ni grade of 1.23%)
54 mill/ton of copper (average Cu grade of 1.01%)
12 mill/ton of cobalt (average Co grade of 0.23%)

Table 4-1 – Nodule Mining Experiments

Experiment Name	Organization/Country	Location	Time Span*	Depth (m)
MESEDA	Germany	Red Sea	1979	-
DOMES	OMI, OMA, NOAA, USA	Eastern Pacific Ocean	1972-1981	5100, 4300
DISCOL / ATESEPP	TUSCH Research Group, BMBF, German	Deep South Pacific (Peru Basin)	1988-89	4135
NOAA-BIE	NOAA, USA	CCFZ	1991-1993	4800
JET	MMAJ, Japan	CCFZ	1994-1997	5300
IOM-BIE	Inter-Ocean Metal Consortium	CCFZ	1995	4400
INDEX	National Institute of Oceanography, India	Central Indian Ocean Basin	1995 -2002	5120 - 5400
DIETS	MMAJ, Japan	Near Minami-Tori-Shima Island	1998-2002	2,200

Adapted from Sharma (2005), Additional References: (ISOPE, 2002; Thiel et al., 2001; WWF/IUCN, 2001; Yamazaki and Sharma, 2001)

* Includes Baseline Studies

Acronym	Experiment Name
MESEDA	Deep Metaliferous Seidment Development Programme
DOMES	Deep Ocean Mining Enviornmental Study
DISCOL	Disturbance and reCOLionisation experiment
ATESEPP	Impacts of potential technical interventions on the deeps sea (German translation)
NOAA-BIE	NOAA - Benthic Impact Experiments
JET	Japan deep-sea impact Experiment
IOM-BIE	Inter-Ocean Metal Consortium - BIE
INDEX	Indian Deep-sea Enviornment Experiment
DIETS	Direct Impact Experiment on Seamount
Acronym	Full Name
BIE	Benthic Impact Experiments
CCFZ	Clarion Clipperton Fracture Zone
MMAJ	Metal Mining Agency of Japan
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
OMI	Ocean Mining Inc.
OMA	Ocean Mining Associates
TUSCH	German: Tiefseeumweltschutz, deep sea environmental protection

Слайд 8

Российские разработки. Выполнены в ДВО центре морских исследований. Предназначены для работы на уже открытых телах. Выполняют комплекс электроразведки и бурения на глубину до 6-30м. диаметр керна 112мм.

Разработка ТК-15 является этапом предваряющим создание буровых установок, рассчитанных на отбор кернов с глубин до 30м от уровня дна. Глубоководная буровая установка, диаметр бурения 112 мм, глубина бурения до 6 м, дифференциальная подача. Опробована в рейсе НИС "Профессор Логачев". Изготовлена для отбора кернов пород 5-12 категории по буримости на глубину до 6 м ниже уровня дна.

Рама станка пространственной трапецивидной конструкции с

АМК «Рифт-3» используется в двух модификациях, соответственно решаемым геологическим задачам:

Первая модификация - задача выявления и картирования рудных тел (ГПС); обеспечивает в режиме придонного профилирования регистрацию естественного электрического поля (ЕП) и выявление зон изменения показателей водорода (pH), серы (pS), натрия (pNa), окислительно-восстановительного потенциала (Eh).

Вторая модификация - определение мощности рудных тел; обеспечивает вертикальные электрические зондирования (ВЭЗ) вдоль профиля.

Глубинность исследования до 40м.

АМК "РИФТ 3" может использоваться на следующих стадиях выполнения работ:

Слайд 9

Технология разработки ЖМК проект.

Добычные технологии

Технологии добычи и обработки будут во многом определять, какие районы будут сочтены пригодными для добычи конкреций. Конкреции должны залегать достаточно плотно для обеспечения эффективного сбора их добычным аппаратом. Кроме того, они должны быть достаточно высокосортными (иметь надлежащую долю искомым металлов в общем объеме), с тем чтобы обеспечить экономичность металлургических процессов извлечения ценного сырья.

Первые испытания прототипной системы сбора конкреций прошли в 1970 году на плато Блэйка у берегов Флориды в Атлантическом океане на глубине 1000 метров. Эксплуатант «Дип си венчерс» оснастил 6750-тонное грузовое судно «Днп си майнер» 25-метровым деррик-краном и центральным резервуаром 6 на 9 метров (из него осуществлялся запуск добычного устройства). Конкреции поднимались с помощью пневматической системы, которая до этого была испытана в 250-метровой шахте.

В 1972 году синдикат из 30 компаний испытал систему, изобретенную японским морским офицером Йосио Масудой. Непрерывный черпаковый конвейер состоял из 8-километрового кабеля, на котором через одинаковые интервалы были закреплены ковши. Ковши запускались с носа бывшего китобойного судна «Акурей мару» и возвращались на корму. Был собран некоторый объем конкреций, однако испытания были прекращены ввиду инцидентов с запутавшимся кабелем. Новые испытания, запланированные на 1975 год, с использованием двух судов вместо одного, пришлось прекратить ввиду нехватки финансовых средств.

В конце 70-х годов три американских консорциума провели добычные испытания в Тихом океане с использованием гидравлических добычных систем. Конкреции, собранные со дна драгой, подавались к основанию подъемной трубы, подвешенной под находившимся на поверхности судном. Компания «Оушн менеджмент инкорпорейтед» использовала буровое судно с динамическим позиционированием «Седко 445». Оно было оснащено деррик-краном на карданном подвесе, что позволяло снизить воздействие изменения положения судна на подъемную трубу. Было испытано две системы подъема: центробежно-осевые насосы, смонтированные в трубу на глубине 1000 метров, и закачивание воздуха под давлением на глубине от 1500 до 2500 метров (пневматический подъем). За трубой буксировались два коллекторных устройства: эжекционный землесосный снаряд и механический коллектор с обратным конвейером. К сожалению, первый коллектор был утрачен в результате неудачного маневра. Однако около 600 тонн конкреций было собрано в ходе трех испытаний, которые проводились в 1250 километрах к югу от Гавайских островов.

В 1976 году компания «Оушн майнинг ассоусиэйтс» оснастила 20000-тонный рудовоз «Уэссер ор» люком в корпусе для установки бурильного оборудования, деррик-краном и поворотным подруливающим устройством. Сбор конкреций проводился с помощью землесосного снаряда, буксировавшегося на лыжах, а затем они поднимались на поверхность с помощью пневматической системы. После смены названия судна на «Дипсимайнер II» были проведены первые испытания в 1977 году в 1900 километрах к юго-востоку от Сан-Диего (штат Калифорния). Испытания были приостановлены, поскольку электрические соединения вдоль трубопровода оказались не вполне водонепроницаемыми. В начале 1978 года еще две серии испытаний столкнулись с новыми трудностями, когда землесосный снаряд застрял в донных (кадках и начался ураган.

Наконец, в октябре 1978 года за 18 часов было поднято на поверхность 550 тонн конкреций, при максимальной мощности 50 тонн в час. Испытания были остановлены из-за поломки лопасти в насосе, в результате которой отказал электрический мотор.

В 1978 году «Оушн минералз компани» (ОМКО) арендовала у ВМС Соединенных Штатов «Гломар экспломер». Это было судно с динамическим позиционированием, водоизмещением 33000 тонн и длиной 180 метров. На нем была использована сложная система развертывания трубопровода и сети электрических соединений. Наличие большого люка в корпусе (61 на 22 метра) облегчало использование крупного коллектора. ОМКО разработала самодвижущийся коллектор, оснащенный винтами Архимеда, которые позволяли ему передвигаться по мягкому осадочному слою.

После первых экспериментов, прошедших на глубине 1800 метров у берегов Калифорнии, первые испытания, начавшиеся к югу от Гавайских островов в конце 1978 года, были приостановлены ввиду невозможности открыть люк в корпусе судна.

Наконец, в феврале 1979 года операция была успешно проведена. В дополнение к этому с помощью высокосовременной компьютерной системы судна был собран большой объем данных. Эти операции успешно продемонстрировали правильность выбора базового подхода, предусматривающего использование землечерпалки и системы подъема.

Слайд xx

Алмазы

На сегодняшний день добычей с морского дна активно занимаются алмазодобывающие компании, в частности крупнейший в мире производитель алмазов De Beers (контролирует около 40% рынка алмазного сырья) почти всю свою продукцию добывает со дна моря. Добыча сложная, но высокорентабельная.

Кроме того, поиском и разработкой месторождений алмазов и золота на шельфе побережья Южной Африки занимается британская компания Ridgeback Global Resources.

В частности, на шельфе западного побережья Южной Африки (в районе реки Гроен) организовано предприятие на подводном участке Panda. Потенциальные залежи алмазов оцениваются в около 14,1 миллиарда долларов. Одно судно уже ведет добычу - средства вкладываются в приобретение еще трех дополнительных судов. Стоимость одного судна - 1,5 миллиона долларов, операционные затраты - 30 тысяч долларов в день.

На участке планируется добывать 110,4 тысячи карат алмазов в год при средней рыночной цене в 850 долларов за карат. Количество сотрудников - 100 человек.

Ridgeback отмечает, что благодаря стремительному развитию глубоководной техники сегодня можно вести добычу с глубин до 200 метров и осуществлять отбор непосредственно на борту. De Beers использует пять таких специальных судов, а также один исследовательский корабль.

Скачок вперед с экономически эффективным "вертикальным" решением, наконец, сделала германская компания Aker Wirth, которая входит в состав международного концерна AkerSolutions. Этот новый метод обеспечил повышение добычи сразу на несколько сотен процентов. Метод основан на способе "аэролифта": из вышки бурового судна по буровой шахте, отверстию в середине корпуса судна, на морское дно опускается буровое долото ("сверло") диаметром 6,5 метра и вращается по бурильной колонне. Сверло массой 60-65 тонн вращается примерно 12-25 раз в минуту и расшатывает при этом специальными "резаками", вращающимися внутри бурильного долота, алмазосодержащий слой породы.

Камни, которые сами весят несколько тонн, плавно размельчаются. По колонне внутренним диаметром 60 сантиметров при помощи сжатого воздуха смесь воды и породы попадает на борт корабля для дальнейшей переработки.

Слайд 9

Выводы

Что касается перспектив добычи полиметаллов на столь больших глубинах, как в Атлантическом океане, рентабельность таких проектов пока оценить практически невозможно, отмечает главный геолог компании NordGold (золотодобывающая "дочка" "Северстали") Глеб Моралев.

"Когда-то добыча нефти на шельфе казалась нереальной, однако в исторически короткие сроки именно добыча на шельфе сделала Норвегию ведущей нефтяной державой. Поэтому с фундаментальной точки зрения рано или поздно придется начинать освоение залежей металлических полезных ископаемых на больших глубинах. Если запасы и содержания окажутся большими, то отработка будет рентабельной и на больших глубинах", - сказал он.

"У меня нет сомнений, что потребуется в разы больше средств, чем заявлено. Кроме того, потребуется разработка массы технических средств для ведения геологоразведки и отработки", - считает Моралев.

В свою очередь аналитик Rye, Man & Gog Андрей Третельников полагает, что экономика у такого проекта должна быть хорошей. "Это долгосрочный проект, поэтому Россия делает все наперед, чтобы забить место и постараться опередить Китай.

Также проект экономически выгодный с точки зрения высоких содержаний", - сказал он.

Комментируя невысокие затраты на геологоразведку в течение первых пяти лет, Третельников предположил, что это предварительные затраты, необходимые для определения границ будущего месторождения.

Как считает аналитик финансовой группы БКС Олег Петропавловский, проект в целом уникальный. "Пока я не слышал ни в мире, ни в России, чтобы какие-то из подобных проектов все-таки получили практическое воплощение. В водах мирового океана существенные запасы металлов, в том числе редкоземельных, и при текущих ценах на золото, к примеру, можно ожидать, что он будет рентабельным, весь вопрос в том, существуют ли достаточные технологии по освоению таких месторождений", - говорит эксперт.

<http://www.ria.ru/analytics/20110805/412487679.html>