

Подводные способы добычи твердых полезных ископаемых

Основная доля подводной добычи полезных ископаемых составляет добыча нефти и газа скважинным способом, но кроме этого под водой добывают и твердые полезные ископаемые. **Подводная** добыча твердых полезных ископаемых подразумевает добычу не только в пределах морских просторов, но и в озерах и реках. Большой объем подводной добычи твердых полезных ископаемых приходится на россыпные месторождения.

Россыпные месторождения (россыпи) представляют собой скопления рыхлых обломочных пород, содержащих ценные минералы. Россыпные месторождения важны для мировой экономики, достаточно сказать, что за рубежом в конце XX в. из россыпей добывалось до 90% золота, 90% циркона и ниобия, 80% редких земель из монацита, 70% титана и олова, 65% алмазов, 60% тантала.

Формирование россыпных месторождений происходит в результате разрушения коренных пород в результате выветривания и дальнейшей транспортировки обломков и их отложения. При транспортировки происходит сортировка обломков и естественное скопление (обогащение) ценных минералов в местах их отложений, которые и образуют россыпные месторождения.

В зависимости от содержащихся в россыпях полезных компонентов выделяют россыпи:

- благородных металлов (золото, платина и т.д.);
- оловянные;
- вольфрамовые;
- титано-циркониевые;
- редкометальные;
- ювелирных и ювелирно-поделочных камней;
- пьезооптического сырья.

Также россыпи разделяют в зависимости от генезиса транспортировки обломков:

- делювиальные (склоновые),
- пролювиальные,
- аллювиальные,
- морские,
- элювиальные - элювиальные россыпи образуются в случае отсутствия транспортировки, т.е. на месте. Это происходит в результате создания коры выветривания и формирования в ней россыпей.

Кроме того россыпи разделяются по месту их образования на:

- дельтовые,
- русловые,
- террасовые,
- прибрежно-морские.

Разработка подводных россыпных месторождений

Основная масса разрабатываемых морских россыпей сосредоточена на шельфе. Но это не значит, что их происхождение связано только с морскими условиями. Исследования доказали, что уровень океана не является постоянной величиной, он значительно колебался.

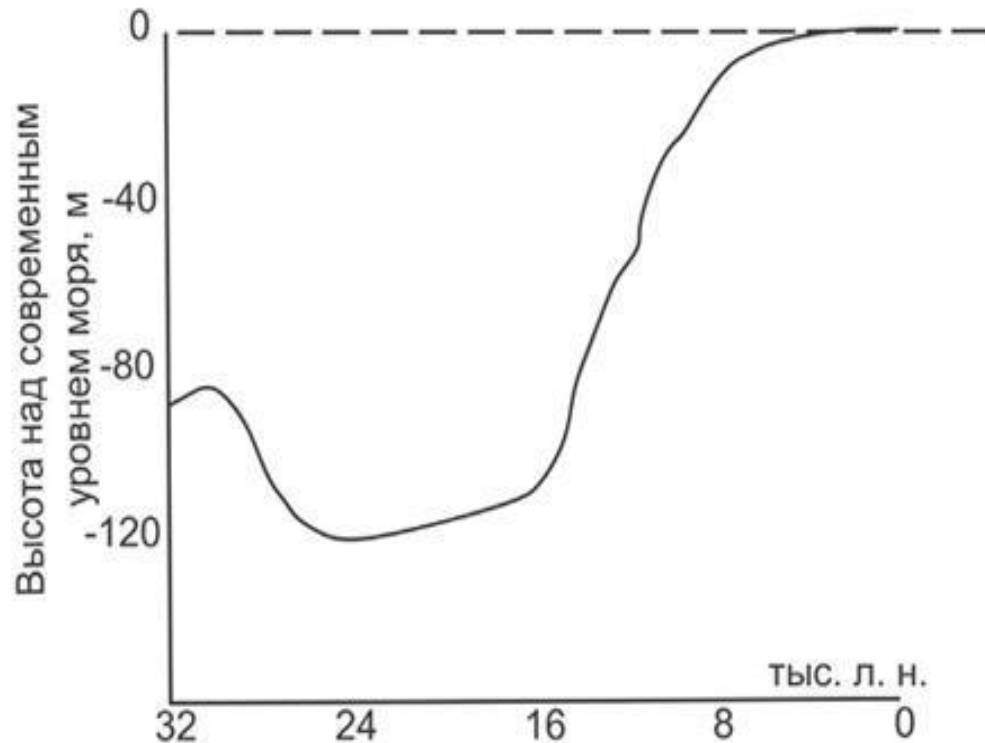


Рис. 86. Изменение относительного уровня Мирового океана по данным изучения коралловых построек [Peltier, Fairbanks, 2006].

С этим согласны большинство исследователей четвертичного периода. Единственное различие заключается в том, на сколько падал уровень Мирового океана. Трансгрессия началась в результате таяния покровных ледников 17 тыс. лет назад, когда средний уровень океана находился приблизительно на отметке -100 м. То есть половина современного шельфа находилась в континентальных условиях и в палеоруслах на шельфе формировались россыпи, присущие суши – аллювиальные, дельтовые и т.д. В то же время в условиях трансгрессии происходило формирование прибрежно-морских россыпей.

Выбор технических средств и способов подводной добычи осуществляется с учетом горно-геологических, гидрометеорологических условий разработки. Добыча полезных ископаемых осуществляется, в основном, системой однослойной выемки вскрышных пород и продуктивного пласта преимущественно с отвалами и хвостохранилищами в выработанном пространстве. Подводная добыча осуществляется валовым способом или с естественным обогащением с целью получения чернового концентрата.

Подъем породы в зависимости от конструкции морских земснарядов осуществляется гидравлическим или механическим способами. Первичное обогащение руд осуществляется на борту судна или на берегу. Транспортирование породы в отвал производится морскими судами, самонагружающимися средствами, по бортовым донным трубопроводам и туннелями.

Преимущественно россыпи, в том числе и морские, разрабатываются многочерпаковыми, гидравлическими и грейферными драгами.

Драга – плавучая землечерпальная и горно-обогажительная машина с комплексом оборудования для добычи полезных ископаемых из-под воды. Драги используют как для разработки морских прибрежных россыпей, так и россыпных месторождений континентальных водоемов. Отсюда драги делятся по своему назначению на 2 класса: континентальные и морские.

И континентальные, и морские драги различаются по роду энергии (электрический, паровой, дизельный), по способу передвижения (канатно-свайные, канатно-якорные), по глубине разработки (от 6 м и более 50 м), по принципу работы (одночерпаковые, многочерпаковые, грейферные), по емкости черпаков (малые до 100 л, средние до 250 л, большие до 600 л).

Самая мощная в мире драга построена в России в 1969 г. на Иркутском заводе тяжелого машиностроения. Емкость ее черпаков 600 л, глубина копания до 50 м. Дальнейшее развитие землечерпальных машин направлено на оснащение их высокопроизводительным оборудованием, системами автоматизированного управления, контроля, на использование электронных устройств, повышение эффективности.

Кстати, в свое время СССР была единственной страной в мире, выпускавшей плавучие драги большой мощности для добычи золота и редкоземельных минералов со дна рек. Правда, после такой добычи река и обитавшие в ней организмы долго не могли «прийти в себя».





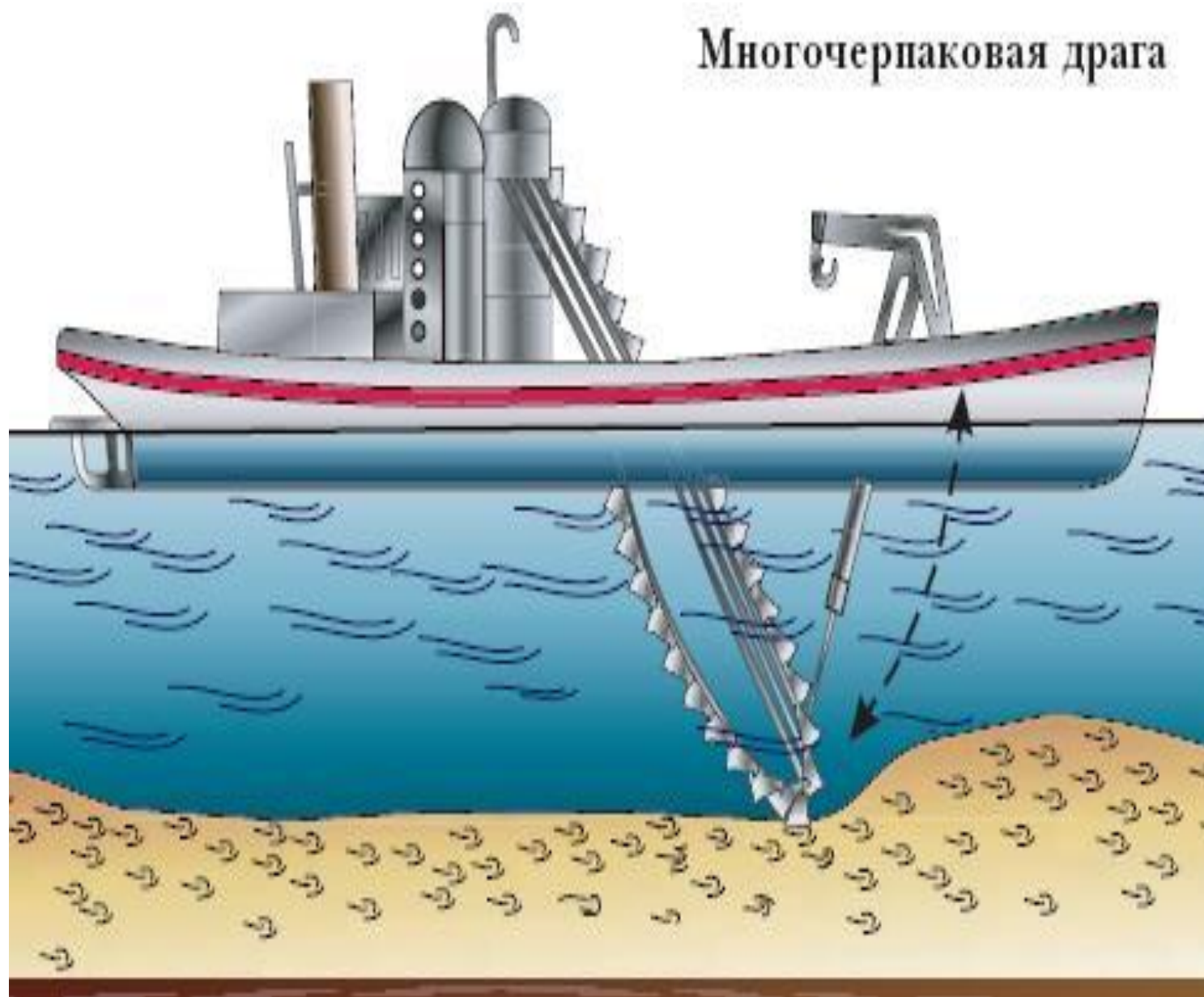
Добыча золота драгой на
Колыме

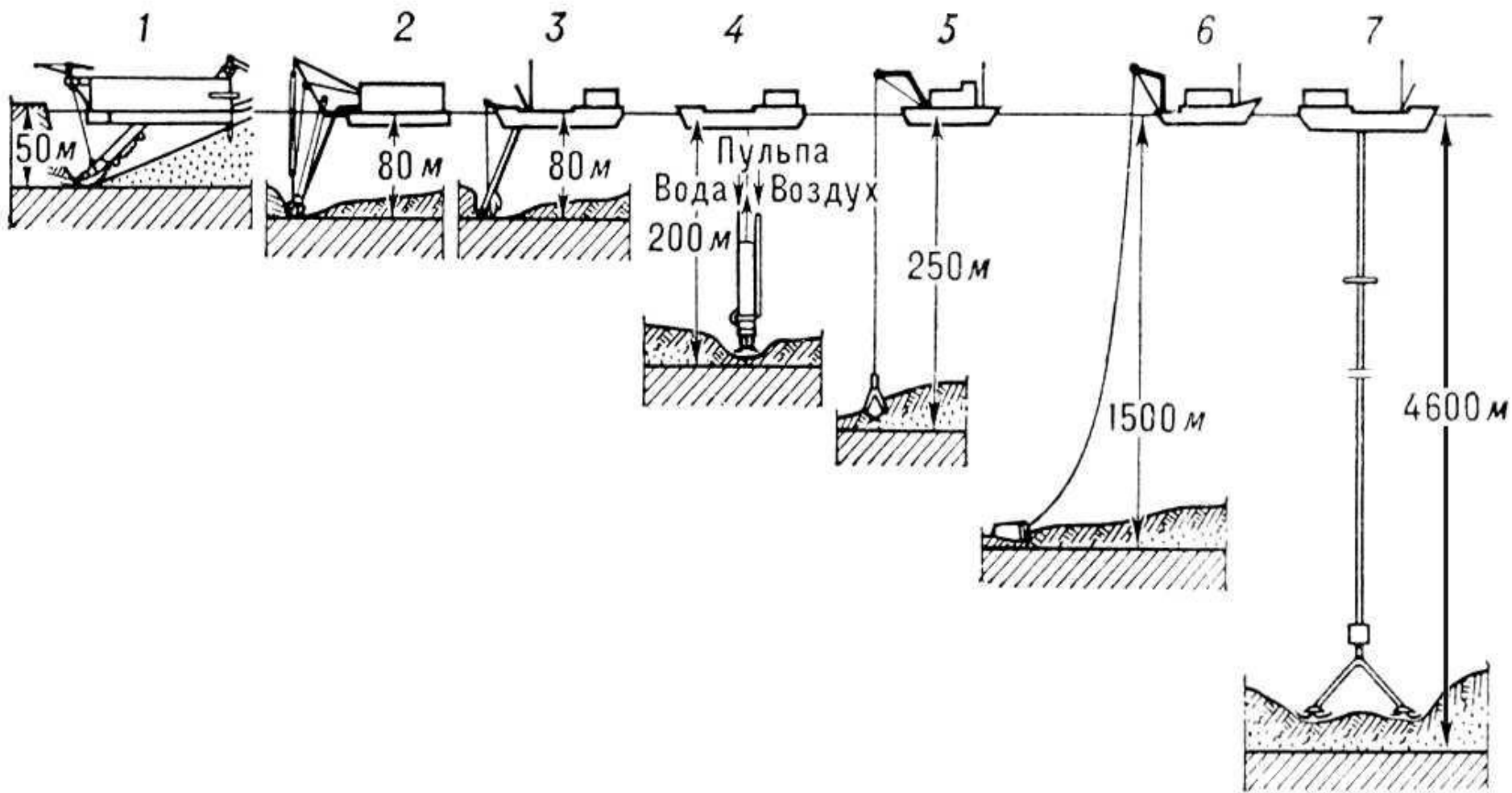
Разработка поверхностных месторождений шельфа океана производится открытым способом через водную толщу. На современном этапе технического прогресса в горном производстве существуют следующие способы подводной добычи полезных ископаемых:

1. Подводные скреперные установки, которые осуществляют послойное черпание грунта со дна океана или другого водоема.
2. Плавающие платформы на сваях с добычным оборудованием.
3. Штанговые снаряды.
4. Многочерпаковые драги.
5. Земснаряды с режущей кромкой.
6. Земснаряды со свободным всасыванием.
7. Грейферные драги.
8. Эрлифтные и эжекторные драги.
9. Плавающие платформы с добычным оборудованием.
10. Драги типа драглайна.
11. Подводные лодки с добычным оборудованием.
12. Подводные самоходные добычные устройства.

Морские драги используют в прибрежной зоне и даже в глубоководной части морей или океанов. Они смонтированы на килевых судах, самоходных или буксирных, и приспособлены к работе в открытом море при штормовом волнении. Драга имеет промывочно-обогащительное оборудование, находящееся на самом судне или на отдельной плавающей установке.

Многочерпаковая драга





Конструктивные типы драг при морской добычи твердых полезных ископаемых:
 1 – черпаковая, 2 – землесосная с механическим разрыхлителем, 3 – землесосная с гидравлическим разрыхлителем, 4 – эрлифтная, 5 – грейферная, 6 – драглайновая, 7 – эжекторная и землесосная с погружными насосами и перекачными станциями.

Землесосный снаряд (земснаряд, землесос) - это плавучая землесосная установка, предназначенная для выемки полезных ископаемых и пород из-под воды и транспортирования пульпы на обогатительную фабрику, в отвал или на места возведения намывных насыпей (дамб, плотин, планировки территорий и т.д.). Землесосный снаряд имеет грунтозаборное устройство, всасывающее грунт непосредственно при работе землесоса или после его предварительного рыхления механическим или гидравлическим (напорной струей воды) способом. В 80-х годах XX в. ежегодный объем землесосных работ (не считая дноуглубите.



Дноуглубление фарватера с помощью земснаряда (Надымская Обь, Звягинское зерло)

Установки с применением землесосной технологии активно применяются и в экологических целях, в частности, для очистки малых водоемов. В этом случае применяются мини-земснаряды. Они имеют разную конструкцию, но принцип их работы одинаковый. Мини-земснаряд – это компактный, плавательный агрегат, обычно, катамаранного типа, основное предназначение которого является очистка небольших, как искусственных, так и природных водоемов (прудов, озер) от донных отложений и растительности с одновременным их углублением. Кроме этого мини-земснаряды применяются для добычи сапропеля, песка, намыва пляжей.

Принцип работы следующий:

1) Гидромеханическое рыхление донных отложений и удаление взвеси.

В воду опускается стрела с насадкой для размыва и откачки донных отложений. С помощью мотопомпы по одному из шлангов подается под давлением вода и размывается грунт, а другой мотопомпой через шланг большего диаметра пульпа откачивается по рукаву на берег.

2) Механическое удаление растительности.

В воду опускается стрела со шнеком (барабаном) для наматывания (резки) растений. Шнек периодически очищается.



Мини-земснаряд для очистки малых водоемов



Мини земснаряд со шнековым устройством.

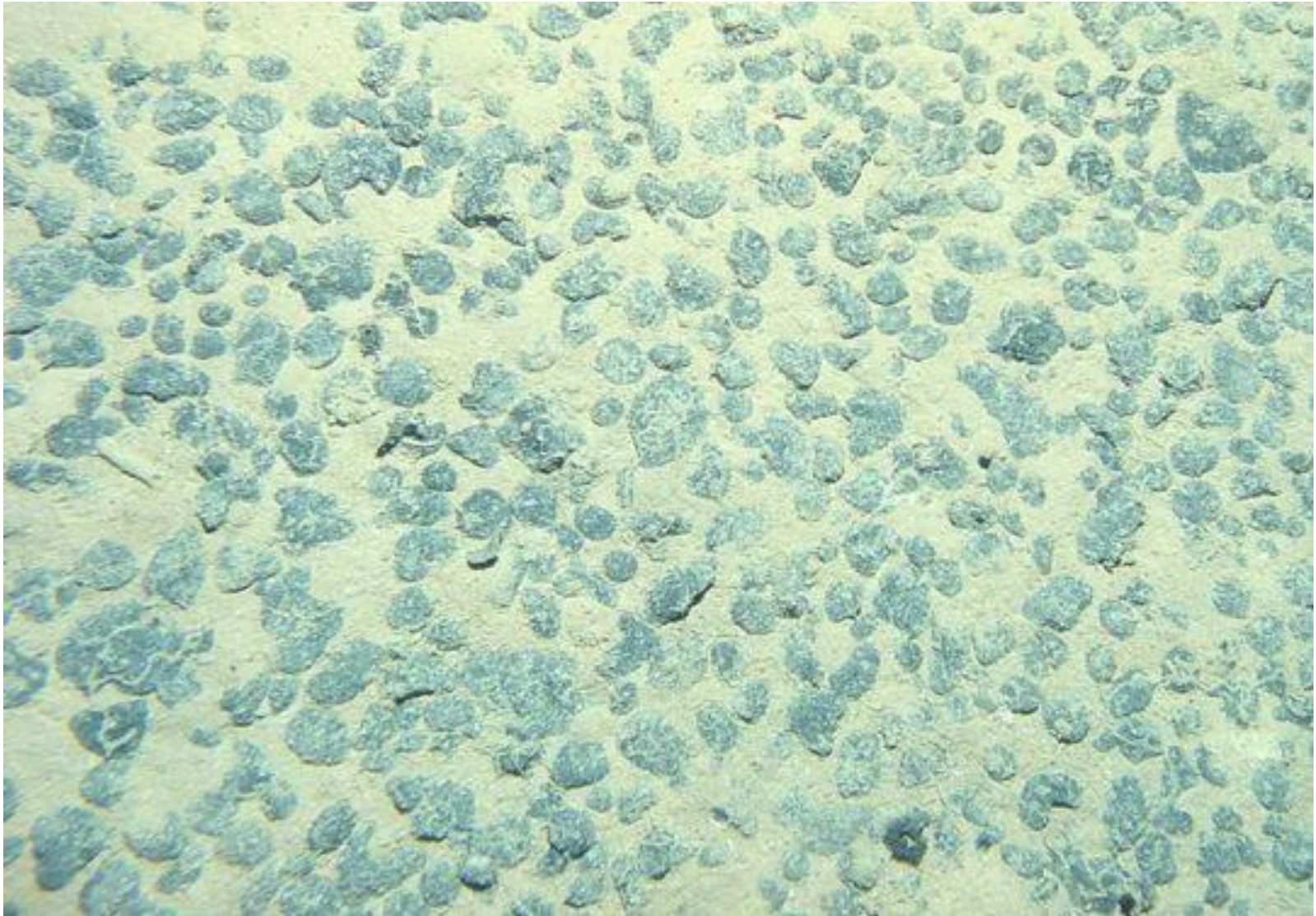
коренных полезных ископаемых подземными горными выработками. В настоящее время известно более 100 шахт и рудников, эксплуатируемых из системы подводных выработок, пройденных с берега, естественных или искусственных островов. В основном в них добываются железная и медноникелевые руды, олово, ртуть и другие ископаемые. Такие разработки полезных ископаемых ведутся у берегов Канады, Англии, Японии, Австралии, Чили, Финляндии, Франции, Греции, Польши, Испании, КНР, Турции и США. На некоторых из этих шахт и рудников горные выработки уходят под дно моря на 10—20 км от берега до глубин 120 м (при заглублении в коренные породы дна до 2 км). Особенно подводная добыча развита в странах, имеющих островное расположение и ограниченные минерально-сырьевые ресурсы, и связана с добычей угля из морских недр. Так, в Японии из угольных пластов, простирающихся за пределами береговой линии, добывают до 30%, а в Англии — 10% от общего объема добычи в этих странах. Технология добычи на морских шахтах в целом не отличается от технологии подземной разработки на суше. Особенности составляют мероприятия по предотвращению прорыва морской воды в горные выработки.

Говоря о подводной добыче твердых полезных ископаемых необходимо отметить и добычу железо-марганцевых конкреций со дна океана, хотя широкого распространения эта добыча пока не имеет. **Железо-марганцевые конкреции** – стяжения овальной формы на океаническом дне, содержащие ценные рудные минералы, представляющие экономический интерес.

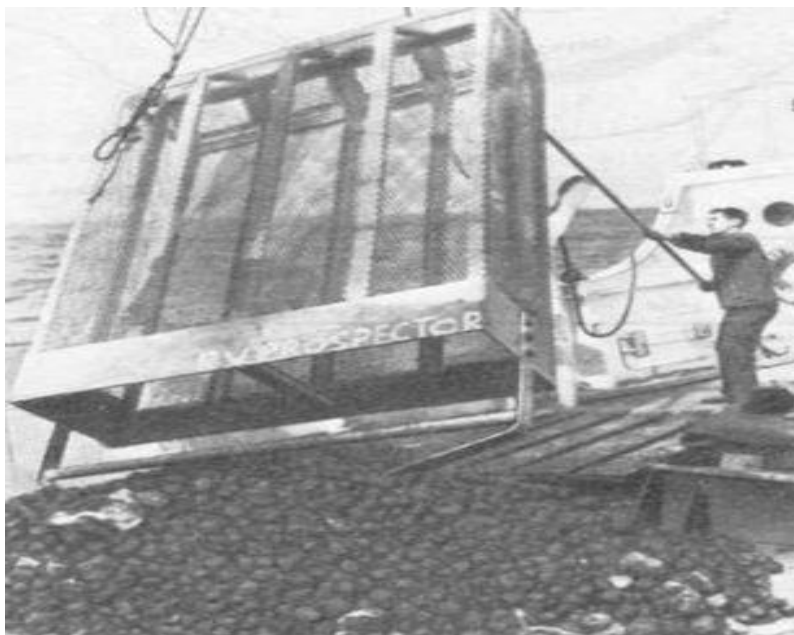
Химический состав железо-марганцевых конкреций Мирового океана разнообразен. Содержание химических элементов сильно колеблется (%): железо – 0,3-50,0; марганец – 0,07-50,3; никель – 0,08-2,48; кобальт – 0,001-2,53; медь – 0,003-1,9; цинк – 0,01-9,0; свинец – 0,01-0,75.

Средний состав конкреций, например, Тихого океана (%): марганец – 24; железо – 14; кремний – 9,4; алюминий – 2,9; натрий – 2,6; калий – 1,9; магний – 1,7; никель – 0,99; кальций – 0,18; титан – 0,67; медь – 0,52; кобальт – 0,35; барит – 0,18; свинец – 0,09; стронций – 0,081; цирконий – 0,063; ванадий – 0,054; молибден – 0,052.

Наличие в них таких элементов, как кобальт, никель, марганец, используемых для выплавки сталей с разными характеристиками. Например, кобальт используется для легирования стали, из которой изготавливаются важнейшие части реактивных двигателей, а марганец вообще является основой множества сплавов с железом. Поэтому такой состав железо-марганцевых конкреций делает выгодной их добычу.



Железо-марганцевые конкреции на дне Тихого океана
[/www.okeanavt.ru/](http://www.okeanavt.ru/).



Выгрузка железо-марганцевых конкреций из драги

www.oceanavt.ru/

Железомарганцевые конкреции дна Мирового океана максимально сосредоточены в нескольких рудных полях с неравномерным распространением. На некоторых участках конкреции покрывают свыше 50% площади дна и классифицируются как отдельные месторождения. Больше всего конкреций сосредоточено в центре Тихого океана. Перспективные территории дна Мирового океана на разработку железо-марганцевых конкреций давно поделены между добывающими компаниями и государствами. Решениями Международного комитета по морскому дну выделены участки для разведки и добычи железо-марганцевых конкреций нескольким странам, в том числе и России.

Кроме железо-марганцевых конкреции на дне океана в конце XX в. были установлены железомарганцевые кобальтовые корки. Их образование связано с подводным вулканизмом. Эти корки образуются на базальтовом субстрате толщиной около 2 см и встречаются на глубинах от 1000 и примерно до 2500 м и приурочены к подводным вулканам. Как и железо-марганцевые конкреции, они содержат ценные металлы.

Содержание кобальта в них колеблется примерно от 0,4% до 1,2%, который концентрируется в верхних 0,5 см корки. Большая рыночная стоимость кобальта стимулирует разработку эффективных способов добычи железо-марганцевой корки.

Наряду с железо-марганцевыми корками на дне океана были открыты полиметаллические сульфидные залежи, связанные с гидротермальной деятельностью в срединно-океанических рифтовых зонах. Особое внимание уделяется черным и белым курильщикам, приуроченным к рифтовым зонам. Размеры и морфология курильщиков зависят от длительности их активности и дебита источников. Высота наиболее крупных длительно функционирующих чёрных курильщиков с большим дебитом источников может достигать 70-100 м; диаметр основания около 200 м

Из низкотемпературных гидротермальных растворов из источников с малым дебитом формируются небольшие постройки высотой от нескольких сантиметров до нескольких метров. Встречаются курильщики в виде столбов, башен, холмов, труб. Курильщики сложены полиметаллическими рудами с преобладанием минералов железа, меди или цинка. В рудах чёрных курильщиков обнаружены Co, Ni и др.), редкоземельные элементы, благородные металлы (Ag, Au, Pt). Вокруг активных курильщиков обитает специфическое сообщество глубоководных организмов (гидротермальная фауна, обнаружена впервые в 1977 в районе островов Галапагос), создание первичной продукции в котором обеспечивается главным образом путём хемосинтеза, осуществляемого бактериями за счёт энергии восстановленных химических соединений (сероводорода, тиосульфата, метана и др.). Широкое распространение курильщиков на дне океана и высокое содержание в них рудных компонентов позволяют относить их к колчеданным месторождениям будущего.



Черные курильщики на дне океана



Белые курильщики на дне океана.

- Экологические последствия подводной добычи твердых полезных ископаемых связаны со следующими факторами:
- необходимостью выемки и сброса вскрышных пород и хвостов обогащения непосредственно в море,
 - деформациями подводных отвалов и бортов подводных выемок,
 - образованию взвесенесущих потоков,
 - нарушениями в пределах береговой линии моря.

Эти факторы особенно оказывают неблагоприятные воздействия на среду жизнедеятельности бентосной и прибрежной флоры и фауны, практически их уничтожая.