

Е. Ф. ШНЮКОВ
Р. М. БЕЛОДЕД
В. П. ЦЕМКО

Pt
K
Ni
Au
Ba
Fe
Cr
Mn
Co
C
P
Ca
S
Sn
Th
Ti
Zr

ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ МИРОВОГО ОКЕАНА

В. П. ЦЕМКО

Е. Ф. ЦИЖОВ
Р. М. БЕЛОДЕЛ
В. П. ЦИЖОВ

ПОЛЕЗНЫЕ
ИСКОПАЕМЫЕ
МИРОВОГО
ОКЕАНА

ПОДЗНАЧЕ
НО ПОДАТМЕ
ИЗДАТЕЛСТВО
„НАУКОВА ДУМКА“
КИЕВ — 1974

Е. Ф. ШНЮКОВ
Р. М. БЕЛОДЕД
В. П. ЦЕМКО

1 ← → 2
553:551.461.6

544

ПОЛЕЗНЫЕ
ИСКОПАЕМЫЕ
МИРОВОГО
ОКЕАНА



552
Ш77

УДК 555.327

Е. Ф. ЦИМКО
Р. М. БЕЛОУД
Е. Л. ЦЕМКО

РЕЦЕНЗЕНТЫ

ЧЛ.-КОР. АН УССР

В. И. БЕЛЯЕВ

Д-Р ЮРИДИЧЕСКИХ НАУК

В. И. САПОЖНИКОВ

Редакция геохимии,
минералогии и геофизики

Ш $\frac{20804-343}{M221(04)-74}$ 111-74

© Издательство «Наукова думка», 1974 г.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Мировой океан все больше привлекает внимание человечества не только как кладовая биологического сырья и узел транспортных коммуникаций, но и как источник минерального сырья. Интерес к минеральным ресурсам океана возрастает по мере истощения и связанного с этим удорожания тех или иных видов полезных ископаемых на суше. Площадь океана составляет около 70% площади всей планеты. Уже в настоящее время ясна грандиозность запасов минеральных ресурсов океана. С развитием морских геологических исследований дальнейшее наращивание потенциала полезных ископаемых океана несомненно. В Директивах XXIV съезда КПСС по пятилетнему плану на 1971—1975 гг. намечена обширная программа работ по изучению и освоению Мирового океана, и в первую очередь зоны шельфа: «Развернуть поисково-разведочные работы в прибрежных шельфовых зонах морей и океанов с целью выявления перспективных подводных месторождений нефти и газа. Расширить исследования прибрежных россыпных месторождений золота, олова и других рудных полезных ископаемых». Предполагается развитие научных исследований по всестороннему изучению Мирового океана в целях улучшения охраны окружающей среды и более рационального использования природных ресурсов.

Результаты научно-исследовательских и геологоразведочных работ, проводимых в настоящее время в акваториях Мирового океана, отражены во многих публикациях. Тем не менее обобщающие труды по полезным ископаемым океана сравнительно немногочисленны. В уже изданных за рубежом сводках явно недостаточно учтены значительные успехи советских ученых в изучении морской геологии. В этой связи авторы ставили своей целью подготовить работу на основе всего комплекса отечественных и зарубежных публикаций по полезным ископаемым Мирового океана.

В монографии использованы отечественная литература, иностранные периодические и монографические издания, материалы ООН и Комитета ООН по морскому дну и собственные исследования авторов. Многие из этих сведений труднодоступны, поэтому их обзорные обобщения представляются нам полезными для ознакомления советского читателя. Учитывая задачи книги, мы стремились максимально обогатить ее фактическим материалом, иногда даже за счет весьма краткого изложения известных или описанных в других изданиях общетеоретических положений и разработок.

Естественно, что наряду с описанием минеральных богатств Мирового океана в целом и шельфа СССР особое внимание уделено вопросам геологии и минеральным ресурсам шельфа Украины.

Авторы считали необходимым остановиться не только на традиционных видах минерального сырья, но и на возможностях использования морской воды как полезного ископаемого. Значительное место отводится проблеме освоения Сиваша и Кара-Богаз-Гола.

Научно-исследовательские, геологоразведочные и эксплуатационные работы на полезные ископаемые в Мировом океане, особенно за пределами национальной юрисдикции, проводятся пока еще в условиях отсутствия общепринятых международных правовых положений. Между тем правовые вопросы весьма важны для успешного развития этих работ. Поэтому

мы считали необходимым поместить в монографии главу, посвященную правовому режиму океана и морского дна, где обобщены материалы по таким важнейшим разделам морского права, как юридическое понятие о территориальных водах и шельфе, резюмируются предварительные итоги международной дискуссии о международном режиме морского дна за пределами национальной юрисдикции, о механизме по управлению международной территорией, о свободе научных исследований. Многие правовые вопросы, связанные с деятельностью геолога в море, с разведкой и добычей полезных ископаемых из недр океана, остаются еще не решенными. Учитывая дискуссионность и неприемлемость некоторых положений, выдвигаемых зарубежными юристами, авторы в спорных случаях ограничиваются изложением различных точек зрения с более подробным освещением позиций Советского Союза.

Главы I, III, IV, VI написаны Е. Ф. Шнюковым; глава V — Е. Ф. Шнюковым, Р. М. Белодедом; глава II — Р. М. Белодедом; глава VII — В. П. Цемко; заключение — Е. Ф. Шнюковым, В. П. Цемко. В главах III, IV разделы, посвященные добыче и методам разработки месторождений полезных ископаемых (нефти, россыпей, железо-марганцевых конкреций, рудных илов), подготовлены Р. М. Белодедом.

Авторы благодарят всех лиц, оказавших помощь в подготовке рукописи и подборе материалов.

Сведения о морском дне и берегах морей человечество накапливало в течение всей своей истории. Океанографические, географические и геологические исследования в разных районах акватории Мирового океана, особенно усилившиеся в последнее столетие, привели к созданию геологии моря как науки. Эпохой в развитии геологии моря была кругосветная экспедиция английского научно-исследовательского судна «Челленджер» в 1872—1876 гг.

Важной вехой в развитии морской геологии послужил обнародованный 10 марта 1921 г. Декрет советского правительства о создании Плавучего морского института (Плавморнин), подписанный В. И. Лениным. Научно-исследовательское судно Плавморнина «Персей» послужило родоначальником советских океанографических кораблей типа плавучего института. Секцией Геоминералогии Плавморнина руководил Я. В. Самойлов, ставивший целью исследование морских осадков как исходного материала горных пород (Добровольский, 1971; Кленова, 1971).

Создателями морской геологии как науки явились многие исследователи, но первыми были М. В. Кленова (1948) и Ф. П. Шепард (1949).

Огромный вклад в развитие морских геологических исследований внесли Ч. Дарвин, Д. Меррей, Н. И. Андрусов, А. Д. Архангельский, Н. М. Страхов. Дальнейшее развитие современных исследований в области морской геологии обязано работам В. П. Зенковича, П. С. Безрукова, О. К. Леонтьева, Л. П. Лисицына, Г. Б. Удинцева, А. А. Аксенова, М. Юинга, Б. Хизена, М. Тарп, Г. Менарда, К. Эмери, П. Кюнена, Д. Мура, Д. Мери и многих других, собравших и обобщивших колоссальный материал по морфологии и динамике морских берегов, геологии и литологии морского дна, полезным ископаемым моря и т. д.

Морская геология — это самостоятельная отрасль знаний о Земле, интереснейшая и важнейшая часть науки о современном океане. Как справедливо подчеркнули Н. М. Страхов и его последователи, Л. Данжар и М. Риу (1965) морская геология может внести много нового в традиционную геологию, стать ключом к познанию актуалистических позиций многих ранее непонятных процессов и явлений.

Наряду с этим она приобретает значение как важная прикладная наука, ибо морское дно ежегодно дарит человечеству все новые и новые минеральные ресурсы, открывает новые перспективы расширения минерально-сырьевой базы.

ГЕОМОРФОЛОГИЯ МОРСКОГО ДНА

Рельеф морского дна является отражением его геологического строения. В соответствии с уже сложившимся представлением вся территория морского дна делится на несколько крупных морфологических элементов: шельф, материковый склон, ложе океана, глубоководные впадины (табл. 1). О. К. Леонтьев (1968), некоторые американские (Хизен, Тарп,

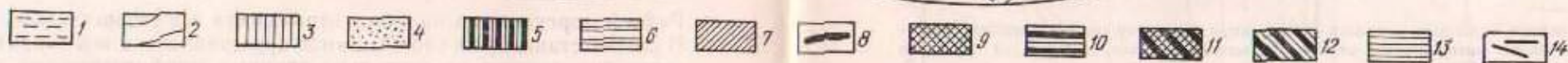
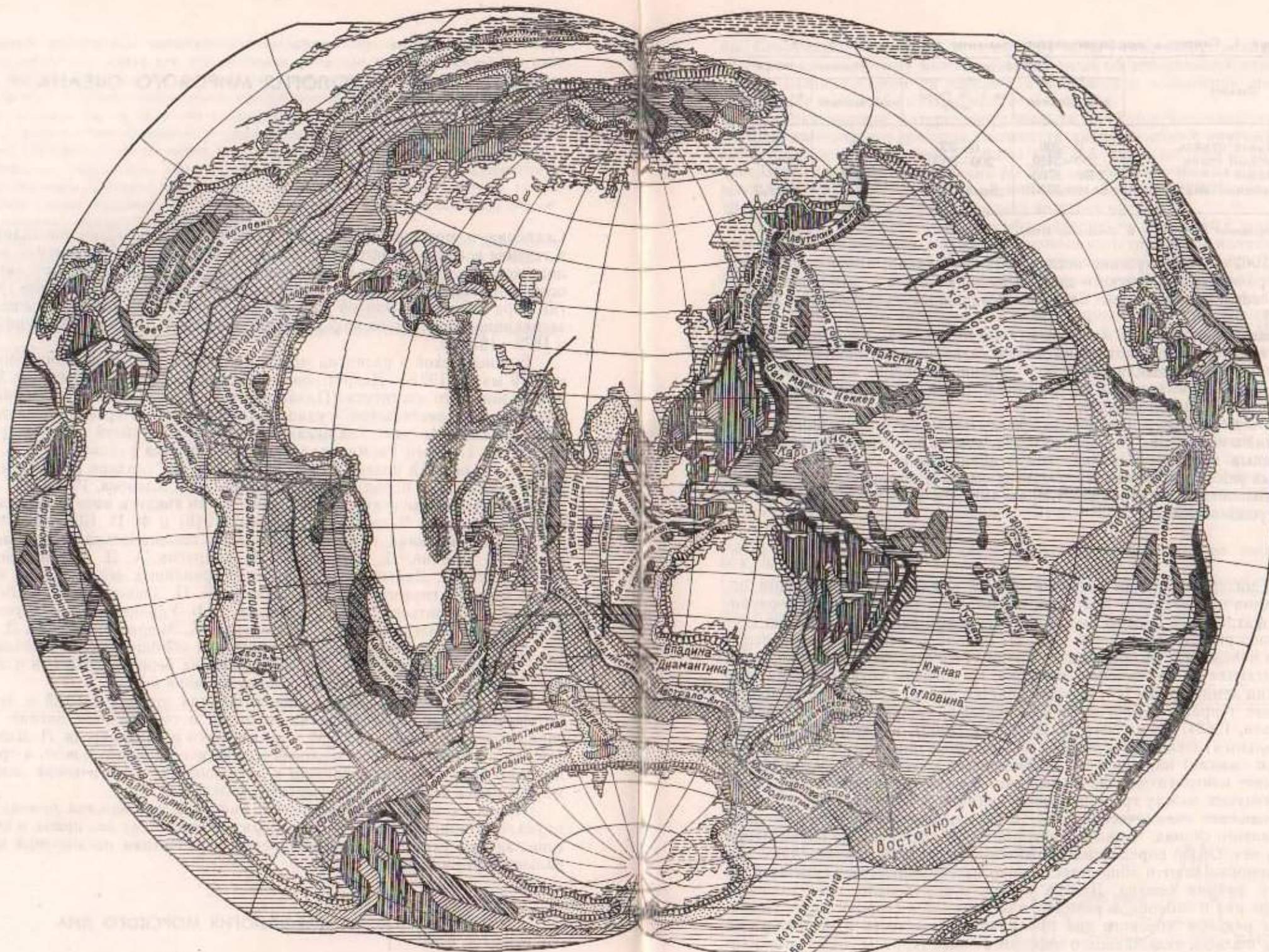


Рис. 4. Геоморфологическая карта дна Мирового океана (по О. К. Леонтьеву, 1968):

1 — шельф; 2 — материковый склон; 3 — окраинное плато; 4 — материковое подножье; 5 — глубоководные морские котловины; 6 — островные дуги; 7 — внутренние поднятия в морских котловинах (включая островные дуги — альпийские горные сооружения); 8 — глубоководные желоба; 9 — срединные океанические хребты; 10 — вулканические цепи и массивы; 11 — океанические валы и возвышенности; 12 — глибовые океанические хребты (краи); 13 — котловины ложа океана; 14 — крупнейшие разломы.

Таблица 1. Основные морфологические элементы дна Мирового океана *

Элемент	Глубина, м		Площадь, млн. км ²	
	по Э. Коссина	по В. Н. Степанову	по Э. Коссина	по В. Н. Степанову
Материковая отмель	0—200	0—200	50	27,5
Материковый склон	200—2450	200—3000	38,7	54,9
Ложе океана	2450—5750		283,7	
Глубоководные впадины	Более 5750	Более 3000	11,2	277,2

* Заимствовано из книги О. К. Леонтьева (1968).

Юинг, 1962) и французские исследователи (Буркар, 1951) предлагают другое расчленение морского дна: подводная окраина материков, переходная зона, океанические бассейны, срединные океанические хребты (рис. 1).

Подводная окраина материков состоит из шельфа, материкового склона и материкового подножия *. Переходная зона отличается тем, что материковая кора выклинивается у границ подножия материка и дна котловины. Дно котловины по строению ближе к океанической коре и отличается большей мощностью.

Мы в дальнейшем изложении придерживаемся традиционных представлений о выделении шельфа, материкового склона, ложа океана и глубоководных впадин, поскольку вся основная литература по геологии полезных ископаемых Мирового океана базируется фактически на этих представлениях, и изменение их привело бы к ненужным в настоящей работе усложнениям.

ШЕЛЬФ

Шельф, материковая или континентальная отмель, в традиционном истолковании определяется как прибрежная часть морского дна до глубины 100 фатомов **. Шельф вместе с материками занимает верхнюю ступень гипсографической кривой (рис. 2). Уклоны морского дна в пределах шельфа невелики и не превышают 1,5—2°. Геологическое строение шельфа не отличается от строения материка. На шельфе установлен материковый тип земной коры ***, прослеживается продолжение речных долин, береговые террасы и другие формы рельефа, свойственные материкам (Леонтьев, 1968). По данным Ф. Шепарда (1969), к материковым (континентальным) шельфам относятся мелководные платформы (в морфологическом смысле) или террасы, окаймляющие материки. Д. Меро (1969) определяет континентальный шельф как область океанического дна, располагающуюся между средним уровнем отлива и участком резкого изменения наклона океанического дна, ограничивающим внутренний край материкового склона. Четкого общепринятого современного определения шельфа нет. Обзор определений можно продолжить, но приведенные три формулировки дают в общем достаточно исчерпывающую характеристику этого района океана. Долгое время существовало представление о шельфе как о спокойной равнине, наклоненной в сторону моря. Исследования рельефа морского дна показывают сложность и разнообразие рельефа шельфа, включающего многочисленные террасы, холмы и впадины

* Материковое подножие — полого наклоненная в сторону океана равнина, прилегающая к основанию материкового склона, всхолмленная или ступенчатая (понятие введено Хизеном и др., 1962).

** Фатом — морская сажень — равняется 1,83 м.

*** О. К. Леонтьев приводит и иные примеры. По его данным, половина шельфа Лабрадора лежит на океанической коре.

ны. Спокойный уклон шельфа в сторону моря — это скорее исключение, чем правило, и поэтому можно говорить лишь об усредненных данных.

Ф. Шепард (1969) на основе статистического усреднения приводит следующие особенности геоморфологии шельфа:

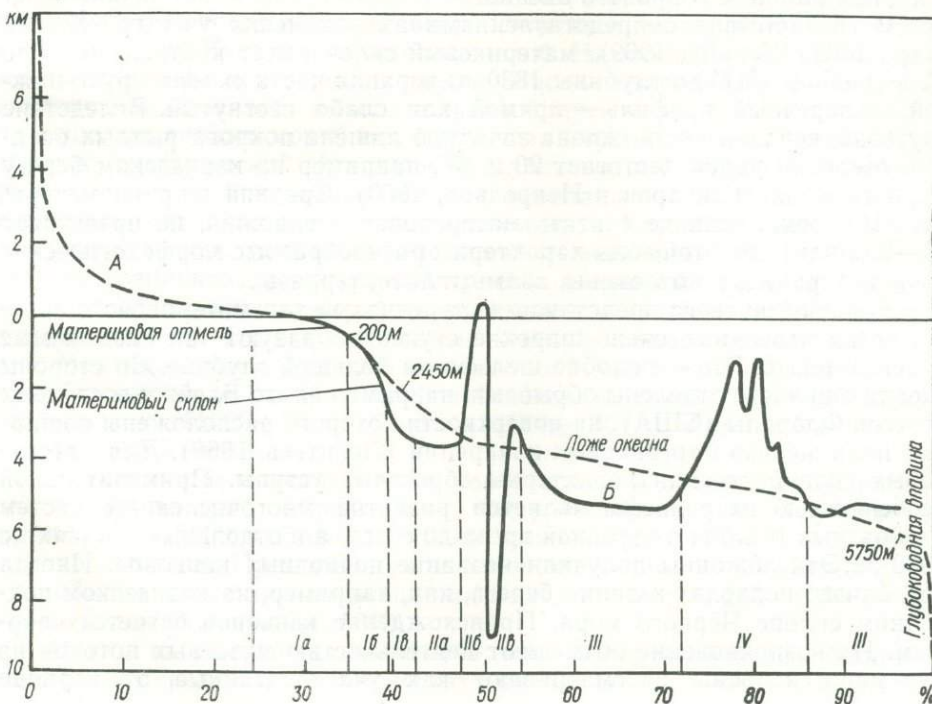
средняя ширина материкового шельфа — 40 морских миль; средняя глубина внешней его границы, соответствующая наиболее крутому перегибу, — 130 м; усредненные глубины плоской части шельфа — 65 м; на поверхности шельфа возвышения до 20 м — в 60% изученных профилей; понижения до 20 м — в 35%; средний уклон шельфа — $0^{\circ}07'$, уклон внутренней части шельфа больше уклона внешней части.

Глубина внешнего края шельфа зависит от различных факторов, в частности от ширины шельфа и экспозиции штормовым волнам.

Существуют различные классификации шельфов. Например, Д. Мери (1969) описывает два типа континентальных шельфов: широкий, мелководный и ровный шельф обширных равнин суши; узкий, крутонаклоненный и сложно расчлененный шельф горных берегов. По мнению некоторых авторов, шельфы бывают поднятые и погруженные. Ф. Шепард (1969) предлагает подразделять шельфы с учетом истории современного развития района и процессов, происходивших в плейстоценовую эпоху и в настоящее время. Он выделяет такие шельфы: окаймляющие области обледенения; с вытянутыми песчаными банками и ложбинами; ровные у побережий областей высоких широт, связанные с действием сильных течений; перед дельтами больших рек; тропических морей; узкие, обрамленные скалистыми банками. По мнению Г. С. Ганешина и др., существуют собственно шельфы как подводное продолжение платформ и срединных массивов; парашельфы — мелководные равнины в пределах складчатых поясов на окраинах континентов; псевдошельфы — узкие

Рис. 2. Гипсографическая кривая (А) и обобщенный профиль (Б) дна океана (по О. К. Леонтьеву, 1968):

I — подводная окраина материков, Ia — шельф (материковая отмель); Ib — материковый склон; Ic — материковое подножие; II — переходная зона; IIa — котловина окраинного глубоководного моря; IIб — островная дуга, IIв — глубоководный желоб; III — ложе океана; IV — срединные океанические хребты.



подводные отмели вдоль геосинклинальных областей. В некоторых руководствах рассматривается островной и континентальный шельф.

Происхождение шельфов — не менее сложный вопрос. В традиционном понятии шельф — это сочетание абразионной и аккумулятивных террас. Ф. Шепард (1969) считает неоспоримым фактом огромное влияние оледенения на формирование современного шельфа. Большинство террас внешней части шельфа — следствие абразии или результат формирования дельт при низком уровне моря. Многие широкие шельфы — результат прогибания и погружения материковых окраин. Поскольку оледенение от докембрия до перми и от перми до плейстоцена не доказано, важным является вопрос о формировании шельфов без влияния оледенения. Очевидно, возникновение последних было возможно и в этих условиях, когда погружение участков суши протекало быстрее, чем процесс накопления осадков.

В целом шельф — не только геоморфологическое понятие, но и историческая категория, и в этом плане его следует рассматривать. В течение геологической истории многие районы платформ были шельфами.

МАТЕРИКОВЫЙ СКЛОН

На гипсографической кривой материковый склон соответствует сравнительно узкой зоне относительно крутого перегиба. Верхняя его граница с шельфом довольно определенная. Выделение нижней границы затруднительно, ибо во многих районах океана нижняя часть склона представляет собой обширную полого наклоненную равнину — материковое подножие (предконтинентальный склон). В других случаях на нижней границе описываемой зоны, иногда глубже, уже в пределах ложа океана располагается система гряд, котловин, террас, плато. Такая промежуточная зона называется континентальный бордерленд. Все эти зоны выделили американские исследователи первоначально на материалах изучения американских промеров океана близ берегов США (Эмери, 1971, и др.); учтены данные советских геологов; позже эти понятия были применены к другим районам Мирового океана.

В соответствии с представлениями американских ученых (Хейзен и др., 1962; Шепард, 1969), материковый склон имеет крутизну от 3 до 6°, в среднем 4°17' до глубины 1830 м; верхняя часть склона круче нижней; поперечный профиль — прямой или слабо изогнутый. Вследствие крутизны верхняя часть склона зачастую лишена покрова рыхлых осадков. Местами уклон достигает 20 и 30°, например на кавказском берегу Черного моря (Гончаров и Непрочнов, 1960). Средняя ширина материкового склона, если не считать материкового подножия, не превышает 10—20 миль. Для этой зоны характерны разнообразные морфологические типы поверхности: котловины, холмы, плато, террасы.

Большой интерес представляет ступенчатый тип материкового склона, когда отдельные очень широкие ступени образуют так называемые краевые плато. Это — подобие шельфа на большой глубине. Со стороны океана они часто отделены обрывами, например плато Блейк у восточных берегов Флориды (США), на поверхности которого расположены обширные поля железомарганцевых конкреций (Леонтьев, 1968). Для материковых склонов весьма характерны сбросовые уступы. Примечательной особенностью их рельефа является развитие многочисленных систем V-образных ложбин с глубиной вреза до сотен, а в отдельных случаях до 2000 м. Эти ложбины получили название подводных каньонов. Иногда они близко подходят к линии берега, как, например, на кавказском подводном склоне Черного моря. Происхождение каньонов остается спорным. Их возникновение объясняют деятельностью мутьевых потоков на дне моря; каньоны рассматривают как унаследованные от периода

отступления моря субаэральные речные долины и т. д. М. В. Кленова (1948) отстаивает представления о решающей роли тектонического фактора в формировании каньонов, образовавшихся в момент общего поднятия материков.

На материковом склоне развиты значительные по площади выходы коренных пород, т. е. он представляет собой действительный край континента, сложенный теми же отложениями, что и материк.

Существуют разные взгляды на происхождение материкового склона. Высказывались мнения относительно образования его как аккумулятивных террас или подводных склонов дельт. Этому противоречит преимущественное развитие коренных пород в обнажениях подводного склона и, следовательно, преобладание скорее абразионных, чем аккумулятивных процессов. Ж. Буркар (1951) рассматривает материковый склон как гигантский флексурообразный изгиб земной коры, причиной образования которого были разнонаправленные вертикальные движения — поднятия континентов и опускания ложа океанов. Ф. Шепард (1969) на основе географических исследований материкового склона США в Атлантическом океане оспаривает эту гипотезу и предполагает образование материкового склона как ступенчатой системы сбросов вдоль континентов. Материковые подножия истолковываются как опущенные части платформ, что подтверждается наличием земной коры материкового типа под осадочным чехлом этого крупного элемента морского рельефа.

ЛОЖЕ ОКЕАНА И ГЛУБОКОВОДНЫЕ ВПАДИНЫ

Если исходить из представлений Ф. Шепарда (1969), ложе океана включает те элементы рельефа, которые О. К. Леонтьев (1968) выделяет как самостоятельные — переходную зону с ее островными дугами, глубоководными желобами, котловинами окраинных глубоководных морей; срединные океанические хребты, собственно ложе океана.

Островные дуги, котловины окраинных морей, глубоководные желоба обрамляют периферии океанов. Наиболее полно эти элементы рельефа прослеживаются вокруг Тихого океана. Так, Курильская островная дуга отделяет глубоководную котловину Охотского моря, западнее лежит глубоководный Курило-Камчатский желоб. Названные структурные элементы не всегда встречаются вместе. Иногда сохраняется только один глубоководный желоб, вместо островной дуги — молодые горные цепи на суше, окраинных морей нет (восточная окраина Тихого океана, Центрально-Американский, Атакамский глубоководный желоба). В некоторых случаях глубоководные желоба расположены внутри петлевидно изогнутых островных дуг (Индонезийская дуга, Карибское море). Местами развиты лишь глубоководные морские котловины. О. К. Леонтьев считает возникновение указанной триады (островные дуги, глубоководные желоба, окраинные моря) неизбежным в начальные этапы развития, а выпадение тех или иных элементов — результатом геологической истории. Максимальные отрицательные отметки Мирового океана приурочены к глубинным желобам. Наиболее глубоководны желоба Тихого океана — Марианский (11022 ± 20 м), Тонга (10882 ± 100 м), Курило-Камчатский (10542 ± 100 м) и др.

Глубоководные желоба — это узкие впадины с крутыми склонами; они вытянуты почти параллельно материковой окраине. Глубины их минимум на 1800 м больше глубин прилегающего дна. Дно желобов обычно неровное. Прилегающая со стороны океана часть океанического дна обычно представлена внешними валами высотой 200—1000 м над уровнем дна (Хизен и др., 1962).

Одним из важнейших элементов ложа океанов является планетарная система срединных океанических хребтов, которые развиты примерно

по осевой линии океанов, а на юге сливаются воедино, в кольцо подводных гор. Для срединных океанических хребтов — Атлантического, Индийского, Тихого океанов — характерны протяженность на тысячи километров, наличие по центру хребта рифтовой зоны, симметричность строения. К рифтовым зонам приурочены эпицентры землетрясений. Срединные океанические хребты — это гигантские валы или валообразные поднятия шириной от 150—500 км (Срединный Индоокеанический хребет) до 1000 км (Срединный Атлантический хребет) или даже до 2000 км (Восточно-Тихоокеанское поднятие). Они сильно расчленены. Разница отметок Срединного Атлантического хребта — до 1000 м, в Срединном Индоокеаническом хребте — до 1500 м; относительная высота хребтов над дном моря — до 2—3,5 км.

Обширные площади ложа океанов заняты абиссальными равнинами на дне океанических котловин, плато, подводными горами, среди которых встречаются плосковершинные подводные горы-гайоты.

ДОННЫЕ ОСАДКИ МИРОВОГО ОКЕАНА

Разнообразие глубин морского дна, сложность рельефа, климат и многие другие факторы определяют различие условий и темпов осадконакопления и, как следствие этого, пеструю картину современного осадочного чехла Мирового океана. Донные осадки — наиболее доступная часть покрова океанического дна — довольно хорошо изучены и описаны в многочисленных исследованиях, в частности в обобщающих монографиях М. В. Кленовой (1948), Ф. Шепарда (1969), региональных обобщениях (Безруков и др., 1961; Безруков, Мурдмаа, 1971) и многих других работах. Г. Свердруп и Ф. Кюнел уже в 1942—1950 гг. синтезировали все имеющиеся данные и составили карты распространения донных осадков Мирового океана (табл. 2). Весь комплекс донных отложений делится на терригенные (шельфовые и полупелагические) и пелагические осадки. Площадь, занятая шельфовыми (9%) и полупелагическими (15%) осадками, составляет 24% дна Мирового океана (88,7 млн. км²). Остальная территория дна занята пелагическими отложениями.

По материалам Ф. Кюнел и Г. Свердрупа и советских ученых П. Л. Безруков и др. (1961) построили карту донных осадков Мирового океана на основе генетической классификации осадков. В соответствии с этой классификацией выделяются терригенные, органогенные, хемогенные, вулканогенные и полигенные осадки. Фактические данные Ф. Кюнел и Г. Свердрупа приняты в основном без изменений, дается лишь иная генетическая трактовка; они существенно дополнены (рис. 3).

Терригенные осадки представлены разнообразными песками, галечно-гравийными и илистыми разностями. Они довольно широкой полосой опоясывают океаны, развиты на шельфе, материковом склоне, иногда — в пределах ложа океанов. Площади распространения терригенных осадков обусловлены климатом, в меньшей мере вертикальной зональностью и другими факторами.

Ф. Шепард (1969) отмечает, что в разрезе более древних отложений пески занимают подчиненное положение, тогда как в современных осадках материковых шельфов они преобладают. Причину этого он видит в фактически продолжающейся трансгрессии моря и в еще не установившемся равновесии суши и моря. Шепард описывает развитие таких пород, как «покровные» (пластовые) пески, «шнуровидные» пески, илы лагун, эстуариев, фронтальной части дельт и т. д. К полупелагическим осадкам относятся синие и красные илы, в том числе вулканические, зеленые глауконитовые пески и илы, известковые пески и илы. Площади

Таблица 2. Распределение морских осадков (по Г. Свердрупу и др., 1942, и Ф. Кю-нену, 1950)

Отложения	Площадь, покрытая отложениями, млн. км ²			Мировой океан		
	Атлантический океан	Индийский океан	Тихий океан	Площадь, покрытая отложениями, млн. км ²	% к общей площади дна океана	Средняя глубина, м
Терригенные						
Шельфовые осадки	30	8	100	—	—	—
Полупелагические	63	18	2300	—	—	—
Пелагические илы	268	74	4300	61,6	63,3	143,2
Глобигериновые	126	35	3600	40,1	34,4	51,9
Птероподовые	2	1	2000	2,0	—	—
Диатомовые	31	9	3900	4,1	12,6	14,4
Радиоляриевые	7	2	5300	—	0,3	6,6
Красные глины	102	28	5400	15,9	16,0	70,3

распространения терригенных пород по сравнению с другими осадками невелики, но они часто играют важную роль как среда, вмещающая те или иные полезные ископаемые. Терригенные осадки местами имеют огромную мощность. Например, мощность отложений внешней морской части дельты Миссисипи достигает 6000 м.

Основные площади океанического дна заняты глубоководными (пелагическими) осадками. В отличие от шельфовых и отчасти полупелагических отложений они, скорее всего, не имеют аналогов в разрезе континентов и являются исключительно океаническими осадками.

Среди глубоководных отложений преобладают органогенные и полигенные осадки. Органогенные осадки (в американской литературе — оозы) подразделяются в зависимости от химического состава органических остатков на известковые и кремнистые. По преобладанию тех или иных органических остатков среди известковых осадков могут быть выделены илы: глобигериновые, состоящие преимущественно из раковин планктонных корненожек; птероподовые (содержатся раковины глубоководных моллюсков); кокколитоовые (преобладают остатки морской водоросли кокколитофориды). К кремнистым осадкам относятся диатомовые (важнейшая составная часть — створки диатомовых водорослей) и радиоляриевые (большой частью сложены скелетами радиолярий). Неорганогенными считаются глубоководные осадки, содержащие меньше 30% органических остатков. Преобладающие бурые разности неорганогенных осадков получили название красных глин. Между разными типами донных осадков обычно существуют постепенные переходы.

Известковые осадки развиты на колоссальной площади океанического дна, достигающей почти 130 млн. км², что составляет более 36% всей площади океанов. Глубины моря в области распространения известковых илов изменяются от 700 до 5700—6000 м в Атлантическом океане и до 4700 м — в Индийском. Как установили еще экспедиции «Челленджера» и «Гаусса», средние глубины залегания этих осадков — 3600—4100 м, мощность их до 400 м.

Среди известковых осадков наиболее распространены глобигериновые илы, преобладающие в Атлантическом и Индийском океанах (см. табл. 2). По оценке Д. Меррея и А. Ренара, в глобигериновом иле содержится 64,47% карбонатного материала, в том числе пелагических форм корненожек, в первую очередь *Globigerina bulloides*, — 53,10%; бентосных форм корненожек — 2,13%, прочих организмов — 9,24%; 35,53% нерастворимого остатка (в том числе глинистые минералы — 30,56%, терригенные минералы — полевые шпаты, магнетит, кварц, вулканические частицы,

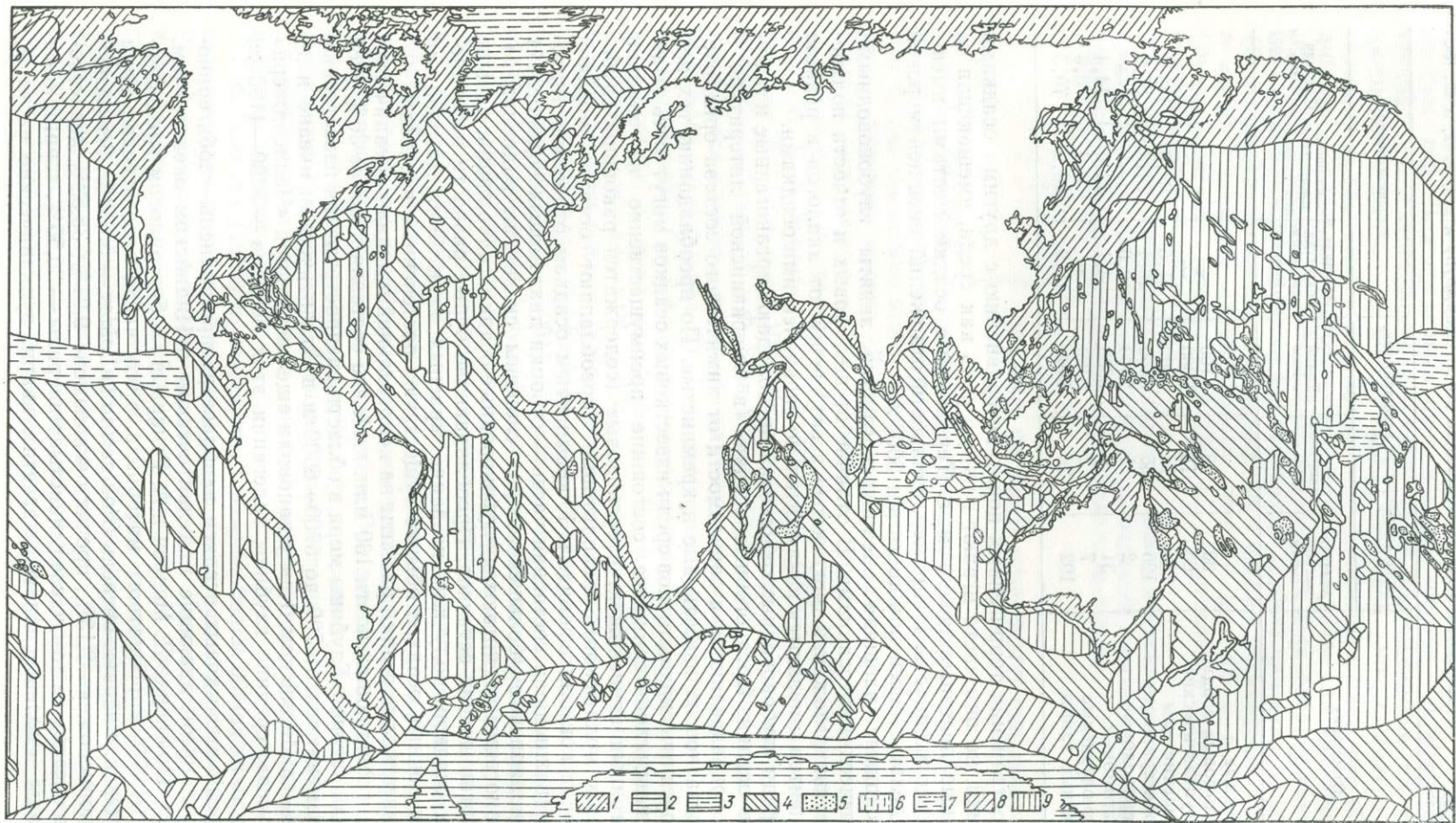


Рис. 3. Карта донных осадков Мирового океана (по П. Л. Безрукову и др., 1961):

1 — терригенные (галечно-гравийные, песчаные, алевритовые, пелитовые); 2 — терригенно-айсберговые (валуно-щебнистые, песчаные, алевритовые, пелитовые); 3 — области современного оледенения; 4 — фораминиферовые (песчаные, алевритовые, пелитовые); 5 — коралловые (массивные, галечно-гравийные, песчаные, алевритовые); 6 — птероподовые (гравийные, песчаные, алевритовые); 7 — радиоляриевые (алевритовые, пелитовые); 8 — диатомовые (алевритовые, пелитовые); 9 — красные глубоководные глины.

а также стяжения двуокиси марганца — 3,33%; кремневые скелеты — 1,64%; средние данные по 118 пробам «Челленджера»). Механический состав глобигериновых илов отличается незначительной примесью фракций крупнее 1 мм (0,4—0,5%), заметным, иногда господствующим содержанием фракций 1,0—0,1 мм (34,9—45,0, местами 66,6%); обычно преобладает фракция менее 0,1 мм (54,8—64,3, иногда меньше — до 33,2%). Химический состав глобигериновых илов характеризуется высоким содержанием карбоната кальция (65,2—93,1%), значительным — кремнезема (1,9—18,2%), небольшими примесями глинозема (1,3—5,1%), окиси железа (0,5—4,8%) и других компонентов.

Птероподовые и кокколитовые илы развиты ограниченно. Более распространенные птероподовые илы представляют собой своеобразную мелководную фацию глобигериновых илов, локализованную вокруг тропических островов и мелководий на глубинах до 3000 м. Площадь поля птероподовых илов по сравнению с их глубоководными глобигериновыми аналогами невелика и равна всего 0,73 млн. км². Раковины Pteropoda и Heteropoda содержатся в иле в количестве до 30%. По механическому составу это алевроитистые глины, в которых фракция крупнее 1 мм насчитывает 0,7%; 0,1—1,0 мм — 10,5%, остальное — частицы меньше 0,1 мм. Среднее содержание карбоната кальция в птероподовых илах — 79,25%. Оно в общем возрастает близ коралловых островов и уменьшается в направлении открытого моря.

Некарбонатная часть глубоководных известковых осадков зачастую близка по составу веществу красных глубоководных глин.

Среди кремнистых осадков наиболее распространены диатомовые илы (31 млн. км²). Значительны поля диатомовых илов в Тихом и Индийском океанах, преимущественно в Южном полушарии. Диатомовые илы обнаружены на глубинах 1100—5700, в среднем — 3900 м. Это рыхлый светлоокрашенный (желто-серый, почти белый) осадок, в сухом состоянии мучнистый. Чистые разности ила состоят на 70% и более из кремневых панцирей диатомовых водорослей. Примеси — глобигерины и другие органические остатки. Глинистые минералы содержатся в количестве до 20,5%. По механическому составу диатомовые илы представляют собой дисперсные осадки с примесью частиц песка. Размеры кремневых скелетов диатомей изменяются от 1 до 100, чаще всего составляют около 10 мк. Химический состав диатомовых илов, как и других глубоководных осадков, не постояен. Содержание кремнезема может достигать 90, но чаще 67—75%. Количество CaCO₂ составляет 36,34%; Fe₂O₃ — 0,4 до 5; Al₂O₃ — 0,6—11,33% и т. д. Кремнезем представлен главным образом обводненной разновидностью — опалом.

Радиоляриевые илы не образуют огромных полей, как другие осадки, а встречаются отдельными пятнами. Наибольшие площади радиоляриевых илов наблюдаются в Тихом (6,6 млн. км²), гораздо меньше — в Индийском и Атлантическом океанах. Они приурочены к глубинам 4300—8200, в среднем около 5300 м и, как правило, отделяют области развития известковых илов от областей развития красных глин. Это преимущественно дисперсные осадки, химический состав которых характеризуется высоким, но менее значительным, чем в диатомовых илах, содержанием кремнезема, чаще всего до 60%, установлены Fe₂O₃ (5,9%), Al₂O₃ (около 8,2%), MgO (4,8%) и другие компоненты. Количество CaCO₃ достигает 11,8%.

Из полигенных осадков заслуживают особого внимания красные глины. Это пластичные высокообводненные бурые, коричнево-бурые, при высыхании образующие плотную массу, породы. Они относятся к наиболее глубоководным донным осадкам, развитым на большом удалении от берегов. Красные глины покрывают дно глубоководных центральных районов Тихого океана. Площади их составляют 70 млн. км². В Атлан-



тическом и Индийском океанах ареалы развития их гораздо меньше — по 16 млн. км² (см. рис. 3). Средняя мощность красных глин около 200 м. По литературным данным, они состоят на 85,4% из глинистых частиц, содержат 5,6% различных более крупных зерен минералов (магнетита, окислов марганца, палагонита, цеолитов, космических частиц, роговой обманки, плагиоклазов и др.); 4,8% — пелагических фораминифер; 2,4% — других организмов; 0,6% — донных фораминифер (среднее из 60 образцов). По данным механических анализов, в осадке преобладает фракция 0,05—0,005 мм (66,3—86,5%), частиц размерами 0,1—1 мм — 1—2%. Средний химический состав красных глин Тихого океана (51 анализ Ч. Гольдберга, Г. Аррениуса, 1958) следующий (в %): SiO₂ — 54,5; Al₂O₃ — 15,9; Fe — 6,7; Ti — 0,6; Mg — 2,0; Ca — 1,4; Na — 1,6; K — 2,4; Sr — 0,047; Ba — 0,18; Mn — 0,7; Ni — 0,02; Cu — 0,019; Cr — 0,01; V — 0,008; Pb — 0,024; Mo — 0,007. В образце красных глин из Атлантического океана определены SiO₂ — 53,3; Al₂O₃ — 23,7; Fe — 5,1 и все остальные элементы примерно в тех же количествах, что и в Тихом океане.

Минеральный состав дисперсных частиц красных глин — монтмориллонит, иллит, иногда каолинит и др.

Происхождение красных глин до сих пор остается не вполне ясным. Многие исследователи объясняют образование наиболее крупного поля красных глин в Тихом океане выносом пыли из пустыни Гоби и дальнейшим разносом ее океаническими течениями. Возможно, в образовании этих осадков принимает участие вулканический пепел. Важным фактором формирования красных глин является метеоритная пыль, в частности глобулы магнетита. В свое время Д. Меррей и А. Ренар (1891) предполагали, что красные глины образуются в результате выветривания пирокластического материала. Изучение разрезов не подтвердило этого. Ф. Шепард считает, что красные глины в глубоководных районах океана накапливаются при растворении биогенных карбонатных и кремневых скелетных остатков организмов в водах, циркулирующих на глубине. Следовательно, для образования красных глин необходимо медленное осадконакопление, высокое парциальное давление углекислоты, большое гидростатическое давление; в этих условиях органическое вещество окисляется, а карбонаты растворяются. Коричневый и бурый цвет глин определяется окисляющим воздействием глубинных вод. В глубоководных осадках встречаются песчаные, алевритовые, иногда алеврито-глинистые прослойки и пропластки, получившие название турбидитов. Их возникновение связывают с деятельностью подводных оползней и мутьевых потоков на расчлененном вследствие тектонической деятельности подводном рельефе.

Хемогенные и вулканогенные осадки распространены ограниченно. К первым П. Л. Безруков и др. (1961) относят железо-марганцевые и фосфоритовые конкреции и глауконитовые осадки. Глубины их образования весьма разнообразны.

Вулканогенные осадки сложены преимущественно продуктами наземной и подводной вулканической деятельности — скоплениями шлака, пемзы, лапиллей, вулканических пеплов и т. д. Эти осадки встречаются в любых климатических условиях, они широкими полосами окаймляют вулканы Тихого, Индийского и Атлантического океанов.

Советские геологи разработали учение об осадочных формациях океанов, что выдвинуло значительным шагом вперед в изучении донных отложений (Страхов, 1960; Безруков, Мурдмаа, 1971, и др.).

В основу этих работ положены материалы по Индийскому и Тихому океанам.

В соответствии с представлениями П. Л. Безрукова и И. О. Мурдмаа, выделяются следующие формации: эпиконтинентальные платформенные

(материковых шельфов и склонов); приконтинентальные (подножий материковых склонов и окраин глубоких океанических котловин); талассократонов (котловин, хребтов, валов ложа океанов); системы срединных океанических хребтов; кайнозойских геосинклинальных систем (котловин, островных дуг, глубоководных океанических желобов).

Строение эпиконтинентальных платформенных формаций различно в разных климатических зонах. В экваториальной гумидной зоне на шельфах преобладают терригенные осадки; в аридной зоне — карбонатные. Строение осадочной толщи континентальных склонов весьма сложно. Шельфовые формации характеризуются небольшими мощностями (десятки или сотни метров).

Приконтинентальные формации развиты по периферии океанов, но гипсометрически ниже эпиконтинентальных формаций, залегают на земной коре океанического типа. Наиболее распространенным формационным типом этого класса является карбонатно-терригенная, существенно турбидитовая формация абиссальных — аккумулятивных равнин. По окраинам Тихого океана развита терригенная или туффито-кремнисто-терригенная формация. Мощности этих отложений вблизи материка Азии 2,53, в других районах — до 1,5 км.

Осадки нормального океанического ложа, или талассократонов, подразделяются на формации океанических котловин и формации океанических хребтов, валов и поднятий. Первые в аридных зонах океанов, в тропических и умеренных широтах на глубинах 4—6,7 км представлены пелагическими (красными глубоководными) глинами мощностью, по сейсмическим данным, не более 100 м. В экваториальной части Индийского и Тихого океанов на тех же глубинах в районах подъема глубинных вод и высокой биологической продуктивности накапливаются кремнисто-глинистые (диатомово-радиоляриевые) и глинистые осадки. На глубинах менее 4,5 км осадки океанических котловин фациально переходят в карбонатную пелагическую формацию подводных хребтов и поднятий (кокколито-фораминиферовые илы размерностью от пелитовых до песчаных фракций), участками — в карбонатно-вулканокластическую базальтовую формацию. Первая распространена на огромных пространствах от 40° с. ш. до 50° ю. ш. Мощность ее до 1 км. Рифовая коралловодорослевая формация развита на поднятиях талассократонов — на вершинах вулканов или вулканических хребтов, мощность ее 1—1,4 км.

Формации системы срединных океанических хребтов представлены карбонатной, близкой к пелагическим карбонатным отложениям талассократонов, и тектоновулканической. Для них характерно развитие биогенных карбонатных турбидитов.

Осадки кайнозойских геосинклинальных систем включают формации: котловин окраинных морей (чередование терригенных, вулканогенных и биогенных осадков, в бореальной зоне кремнисто-диатомовые, в тропической — карбонатные фораминиферовые осадки); островных гряд (вулканокластические андезитовые отложения); глубоководных желобов (слоистые турбидитные толщи с ритмично флишиоидной слоистостью, глинистые, обломочно-глинистые, обломочно-терригенные и туффитовые осадки).

Скорости накопления донных осадков обусловлены сочетанием разных факторов (климата, рельефа, удаленности от берегов) и в различных районах Мирового океана значительно изменяются. По данным А. П. Лисицына (1971), скорость осадконакопления в центре океана редко превышает 30—100 мм/1000 лет, чаще всего 1—30, иногда 0,1—0,3 мм/1000 лет. Наиболее высокие темпы осадконакопления установлены в устьях рек-гигантов (многие тысячи миллиметров в год). По Д. Меро (1969), средняя скорость накопления красных илов составляет 5 мм/1000 лет.

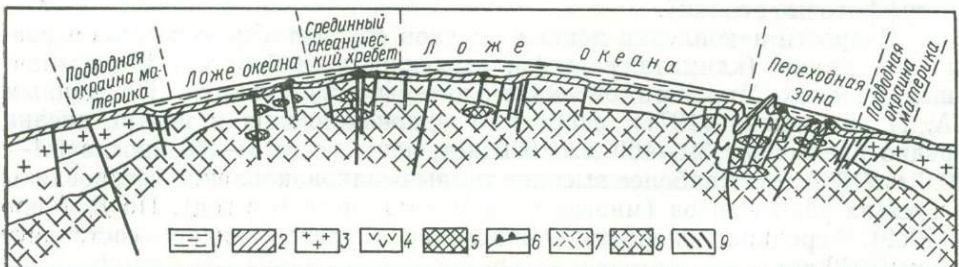
СТРОЕНИЕ МОРСКОГО ДНА

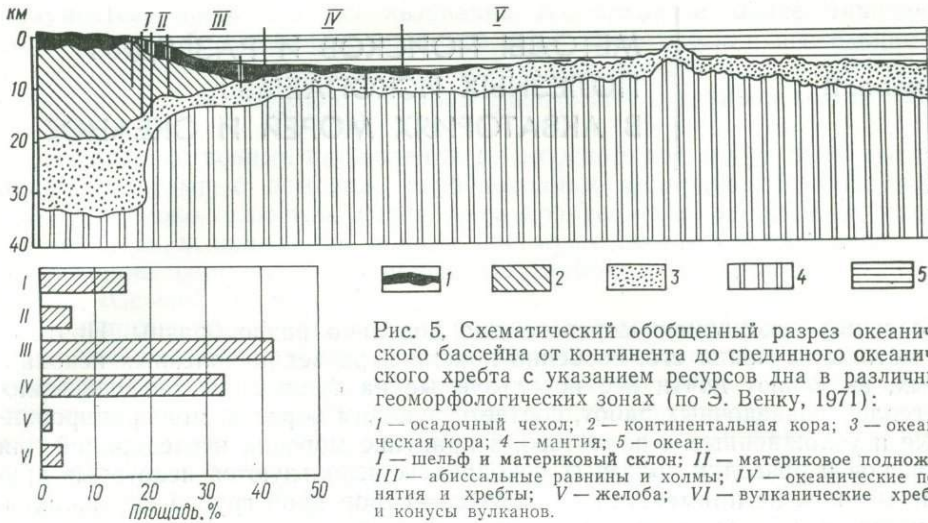
Геофизические, главным образом сейсмические, исследования показали, что земная кора материков и океана резко отличается особенностями геологического строения (Виноградов, 1967; Леонтьев, 1968; Шепард, 1969, и др.). Как предполагает А. П. Виноградов (1967), материки росли из мантии Земли. Земная кора материков характеризуется огромной мощностью — 25—80 км. В разрезе континентального типа земной коры четко выделяются осадочный, гранитный (близкий по плотности и другим физическим свойствам гранитам), базальтовый (близкий по плотности базальтам) слои (рис. 4). Все они в среднем возвышаются над уровнем океана на 875 м. По литературным материалам, средняя скорость прохождения сейсмических волн составляет в осадочном слое 2,2, в гранитном — 5,5—6, в базальтовом — 6,6 км/сек. Глубже поверхности Мохоровичича скорость сейсмических волн возрастает до 8 км/сек и более. Осадочный слой состоит из осадочных пород, гранитный — из кислых пород, содержащих более 65% SiO₂; базальтовый — из основных кристаллических пород, содержащих менее 55% SiO₂. Базальтовое основание материков находится на континентах ниже уровня океана на 3795 м. Характерной особенностью континентальной коры является развитие мощного гранитного слоя. В сторону моря мощность его, как правило, уменьшается. В направлении от шельфа к материковому склону, материковому подножию и ниже его этот слой выклинивается.

В земной коре океанического типа суммарной мощностью 6—7 км выделяется всего два четко выраженных слоя — осадочный мощностью несколько сотен метров (в среднем 300—400 м) и базальтовый мощностью до 8 км. Между ними наблюдается переходной слой толщиной 0,7—1,5 км. Верхняя мантия залегает в море на меньших глубинах, поверхность Мохоровичича приближена к поверхности дна. Осадочный чехол ложа океана характеризуется весьма незначительной мощностью. Если принять во внимание данные о скорости осадконакопления (в среднем 1 см за 1000 лет) и возрасте океанов (около 2 млрд. лет), то окажется, что, в соответствии с расчетами Ф. Кюнена, учитывающего уплотнение пород и меньшую скорость осадконакопления в прошлом, мощность слоя осадков в океане должна была бы составить в среднем около 3 км. Между тем мощность осадков в Тихом океане 300, в Атлантическом — около 600 м. Осадки такой мощности могли накопиться примерно за 400 млн. лет. По мнению Ф. Шепарда (1969), некоторые гипотезы удовлетворительно объясняют эти аномальные явления. Возможно, как предполагают Э. Буллард и Н. Стенли, океаны возникли не

Рис. 4. Обобщенный разрез земной коры под океаном (вертикальный масштаб резко увеличен) (по О. К. Леонтьеву, 1968):

1 — вода; 2 — осадочный слой; 3 — гранитный слой; 4 — базальтовый слой; 5 — магматические очаги; 6 — вулканы; 7 — земная кора под срединными хребтами (по-видимому, внедрение материала мантии в базальтовый слой или же породы с пониженной плотностью); 8 — верхняя мантия; 9 — разломы.





в первый период существования Земли (3 млрд. лет тому назад), а позднее; возможно, как думает Р. Ревелл, скорость осадконакопления в первые этапы развития Земли была незначительной; возможно, как допускает Э. Гамильтон, скорость прохождения сейсмических волн 3,5—6 км/сек отвечает уплотненным осадкам и второй, промежуточный, слой океанической коры является уплотненным аналогом первого. В лабораториях удается моделировать уплотнение осадков. Если последняя гипотеза верна, мощность осадочной толщи океана равна 1,3 км.

Некоторые специалисты предполагают вулканическую природу промежуточного слоя. Определения абсолютного возраста глинистых осадков дали весьма широкий диапазон времени их образования: 335—670 млн. лет в Индийском океане; 412—824 млн. лет в восточной части и 556—2780 млн. лет в западной части Атлантического океана; 536—1190 млн. лет в Тихом океане. Э. Гамильтон на основе этих цифр допускает отсутствие океана в начальный период развития Земли. Часто максимальная мощность глубоководных отложений отмечается в глубоководных впадинах близ берегов, а не в центральных районах океана.

Мощность базальтового слоя океанической коры чаще всего 4,0—5,5 км. По петрографическому составу базальты океана разнообразны. Базальтовые породы океана, по А. П. Виноградову (1967), нередко включают ультрабазиты. В рифтовых долинах Срединного Индоокеанического хребта были подняты обломки породы базальтового облика — габбро и ультрабазиты. Эти находки объясняются поднятием пород мантии по разломам вдоль срединных океанических хребтов и их последующим разрушением.

Строение земной коры океанического дна не остается неизменным. Своеобразно ее строение в районах срединных океанических хребтов. В их осевых частях залегают породы, характеризующиеся прохождением звука со скоростью 7,3—7,5 км/сек, т. е. больше, чем в породах базальтового слоя, и меньше, чем в мантии (Леонтьев, 1968).

Участки океанического дна перспективны на разные виды полезных ископаемых (рис. 5). Окраины материков характеризуются потенциальными возможностями выявления нефти и газа, угля, серы, россыпных проявлений и других полезных ископаемых в недрах морского дна. В районах развития собственно океанической коры перспективны полезные ископаемые в толще молодых осадков и на их поверхности (железо-марганцевые и фосфоритовые конкреции). В рифтовых долинах и зонах разломов вероятны гидротермальные проявления.

МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ В АКВАТОРИЯХ МОРЕЙ И ОКЕАНОВ

Полезные ископаемые морского дна довольно разнообразны. Поэтому и методы изучения его, особенно поиски и разведка полезных ископаемых, включают почти все используемые на суше виды геофизических и геологоразведочных работ, соответствующим образом модифицированные и усложненные. Кроме того, в практике морских исследований для поисков и разведки полезных ископаемых используются некоторые другие методы, не применяемые на суше, — отбор проб грунта специальной аппаратурой, подводное фотографирование, телевидение и т. д.

Проведение геологосъемочных работ в том понимании, к какому привыкли геологи на суше, в глубоководных районах морей и океанов представляется трудно выполнимым, но для шельфа — весьма возможным уже в ближайшем будущем.

Методика геологического картирования отрабатывается геологическими организациями Советского Союза; в частности, можно сослаться на недавно изданные материалы по методике геологической съемки в акватории Азовского моря, в опытным порядке проведенные Институтом геохимии и физики минералов АН УССР и трестом «Артемгеология» МГ УССР в районе Белосарайской косы, на работы по шельфу Японского моря (Смолдырев, Лаврик, 1972) и ряд других исследований.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ МОРСКОГО ДНА И ЛЕЖАЩИХ НА ЕГО ПОВЕРХНОСТИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

К комплексу методов, дающих возможность снять толщу воды и непосредственно изучить объекты морского дна, относятся визуальные исследования геологов-аквалангистов, различные подводные аппараты, подводное фотографирование, фотосъемка с искусственных спутников Земли, аэрофотосъемка (для более мелководных районов моря), осмотр подводных обнажений с помощью специальной телевизионной аппаратуры, несложная аппаратура для отбора проб грунта с морского дна.

Одним из пионеров подводной геологической съемки с помощью акваланга, проведенной в районах нефтеносных структур Персидского залива, явился Ж. Кусто. Акваланги широко используются и в отечественной геологической практике. Так, железные руды в Черном и Азовском морях, грязевые вулканы в акватории Азовского моря изучали аквалангисты (Шнюков и др., 1965, 1971). Ф. Шепард (1969) указывает на успешное проведение геологического картирования шельфовых районов побережья Сан-Николас, Калифорнии и у берегов Южной Калифорнии, где геологи-аквалангисты закартировали крупные нефтяные купола. Глубины погружения опытных геологов-аквалангистов не превышают 50 м. Методика работы, время пребывания под водой, ориентировка, возможное вооружение аквалангиста-геолога, в том числе геологическое, одежда и другие вопросы рассматриваются в специальных изданиях.

Разумеется, возможно использование геологами и более тяжелого водолазного оборудования, но в практике геологических исследований это не привилось, видимо, из-за малой мобильности тяжелых водолазов и необходимости довольно сложной физической и технической их подготовки.

Непосредственные наблюдения на морском дне могут быть выполнены геологами с помощью глубоководных аппаратов. В Советском Союзе широко известна научно-исследовательская подводная лодка «Северянка», используемая, правда, преимущественно для биологических наблюдений (Ажажа, Соколов, 1966), глубоководные аппараты «Север-1», «Север-2» и др.

Геологические исследования проводятся с различного вида батискафов, уже в течение нескольких десятилетий создаваемых в технически развитых странах. Многие батискафы («Ашера», «Огюст Пикар», «РС-38», «Саус Коуп») созданы для работ на континентальном шельфе. Они могут погружаться до глубины 180—300 м, имеют 4—10 ч автономности, скорость 1,5—6 узлов, за исключением батискафа «Огюст Пикар», невелики по размерам и составу экипажа (1—3 человека) (Окли, 1971). Более мощные глубоководные аппараты («ФРНС-3», «Триест», «Архимед», «Дипстар») предназначены для изучения морского дна на больших глубинах (Крейвен, 1971). В 1960 г. батискаф «Триест» с Ж. Пикаром и Д. Уолшем опустился на дно Марианской впадины до глубины 10 919 м. В 1964 г. батискаф «Архимед» достиг дна Пуэрториканской впадины (глубина 8200 м). Одними из первых начали геологические исследования с глубоководных аппаратов О. Пикар и Ж. Пикар, изучавшие илы с батискафа «Триест» в Средиземном море в районе о-ва Капри (1953 г.) и в других районах. В США созданы специальные глубоководные подводные лодки для научно-исследовательских целей. После 1960 г. в США построено более 80 глубоководных аппаратов, в том числе «Алюминот», «DSRV» и др. В 1969 г. была сдана в эксплуатацию первая научно-исследовательская атомная подводная лодка «NR-1», созданная фирмой «Дженерал дайнэмикс».

Искусственные спутники Земли можно применять для изучения океана. Так, исследования, проведенные по программе «Джемини», дали возможность наблюдать речные стоки в океанах, что явилось частью работ НАСА «Океанографические исследования из Космоса», осуществляемых США с 1964 г. по «Программе обзора земных ресурсов». Такие работы помогают оценить роль в формировании осадочных отложений океанов выноса реками взвешенного материала (Громыко, Кокошкин, 1971). Судя по материалам конференции «Океанография из Космоса», проведенной Вудсхоллским океанографическим центром, американские ученые считают возможным на основе океанографических наблюдений из орбитальных космических лабораторий разработать важнейшие направления геологических исследований в океане, имеющих значение для процессов современного осадкообразования и накопления полезных ископаемых осадочного чехла. К этим направлениям относятся наблюдение за подводной вулканической деятельностью; обследование эрозии морских берегов и вообще береговых процессов; составление карт солёности океана и термальных карт; наблюдение и измерение подводного рельефа, в особенности мелей (банок) и рифов.

При проведении различных геологоразведочных работ на многие виды полезных ископаемых успешно используется аэрофотосъемка, особенно в мелководных прибрежных районах, в морях с хорошей прозрачностью воды, при поисках полезных ископаемых, выраженных в подводном рельефе. Положительные результаты использования аэрофотосъемки в Черном море при поисках железных руд на притаманском подводном склоне получены лабораторией аэрометодов МГ СССР (Шарков, 1960,

и др.). Эта же организация успешно провела работы по картированию мелководий Каспийского моря для выявления положительных (нефтегазоносных) структур. С помощью аэрофотосъемки изучены современные россыпи Балтики (Нурок и др., 1970); удалось ориентировочно выделить основные литологические разновидности донных осадков (глина, камень, галька, песок, ил, ракушка, заросшие растительностью участки). Эти данные недостаточны для картирования и уточняются отбором проб донных осадков. По материалам аэрофотосъемки можно наметить общие геоморфологические особенности побережья и других аккумулятивных форм, являющихся средоточием темноцветных минералов современных россыпей, выделить перспективные районы, исключить малоинтересные участки побережья и тем самым локализовать работы в наиболее благоприятных районах, выделить границы подводных геологических структур и т. д. Успешным был опыт аэровизуального геологического обследования прибрежной зоны Аральского моря, на основе которого построены карты перспектив выявления россыпей в его акватории. Такие исследования проводились также в Азовском море.

Аэрофоторазведка включает: подготовительные работы, предварительный облет района, аэровизуальные наблюдения и съемку отдельных участков с различных высот (10—2000 м), дешифрирование снимков в камеральных условиях (Ульст, Савельев, 1970).

При проведении исследований в глубоководных районах мирового океана важную роль может сыграть подводное фотографирование морского дна и применение телевидения. В частности, при поисках можно фотографировать некоторые виды полезных ископаемых, выступающих на морском дне, например железо-марганцевые конкреции, конкреции фосфоритов. С помощью фотографирования возможна даже грубая оценка запасов конкреций.

В настоящее время уже отработаны системы подводных фотоаппаратов. По данным сводки ООН (1969), существует несколько типов подводных фотокамер. При подводном фотографировании аппараты помещаются на расстоянии 3—10 м над поверхностью дна и заснимают площадь 5—50 м². Системы электронных вспышек и автоматический перевод пленки дают возможность получать большие серии снимков за одно опускание аппарата. Подводную фотосъемку можно проводить с глубоководных подводных лодок.

Аналогичный комплекс работ производится также с помощью опущенной на дно телекамеры. По состоянию на 1971 г. телевизионные камеры в специальных боксах выдерживают давление столба воды при глубинах до 6000 м и требуют применения мощной системы искусственного освещения (рис. 6*).

ОТБОР ПРОБ ДОННЫХ ОСАДКОВ

Образцы донных осадков и обнажающихся на дне пород могут отбираться с плавсредств с помощью разнообразной аппаратуры. На небольших глубинах (до 40—60 м) образцы донных пород могут быть отобраны геологами-аквалангистами. Обычно, однако, даже на этих глубинах, а тем более в открытом море, образцы грунта отбираются с помощью грунтовых трубок, дночерпателей и драг. Наиболее распространенный снаряд — грунтовые трубки. Они разнообразны по устройству, действию и возможностям и могут быть объединены в несколько основных типов.

Ударные гравитационные грунтовые трубки, все еще очень широко используемые в практике морской геологии, представляют собой трубы

* Рис. 6, 14, 15, 18, 23, 24, 26, 49, 52, 56, 72, 73 и 75 см. на вклейках.

из нержавеющей стали разной длины и диаметра. Они вводятся в донные осадки под действием силы тяжести. Отобранный грунт удерживается в трубе при ее поднятии специальной навинченной головкой и системой так называемых апельсиновых долей, гибких металлических лепестков, пропускающих грунт в трубку и препятствующих его выпадению. Наиболее крупной является сконструированная в Институте океанологии АН СССР ударная трубка типа «Антарктика», длиной 10—12 м и внешним диаметром 146 мм. Этим снарядом удается отбирать колонки осадков длиной до 8 м и более.

В практике морских геологических работ наиболее распространены менее громоздкие ударные трубки диаметром 50—127 мм и длиной до 8 м. Они удобнее в работе, но отобранные ими колонки донных осадков редко превышают по длине 1,5—3 м (рис. 7).

Усложненная модификация обычной ударной трубки — это трубка, снабженная грузом-разведчиком. Он подвешен на стальном тросе параллельно трубке, но на несколько метров опережает ее в свободном падении (рис. 8). Достигая дна, груз-разведчик облегчает рычаг, который в свою очередь, освобождая трубку, позволяет ей, свободно падая, взять колонку грунта большей длины (Ворслев, Стетсон, 1946).

Разновидностью ударных снарядов являются трубки, вгоняемые в осадки пневматически либо подвижными грузами. В этом случае возможно даже применение небольших взрывных зарядов (рис. 9).

Для контроля над операцией взятия пробы, а также для измерения направления и скорости придонных течений на головке ударных грунтовых трубок иногда устанавливают специальные кинокамеры, которые методом замедленной съемки снимают одновременно показания компаса и направление движения облака донных осадков, поднятых трубкой (Юинг и др., 1967). Источник света и кинокамера вмонтированы в головке трубки. Кинокамера включается при достижении дна грузом-разведчиком, одновременно включается устройство подсветки. Для подсветки применяется импульсная лампа, работающая с интервалом 12 сек.

Характерной особенностью всех ударных грунтовых трубок является наличие стального троса для их поднятия на поверхность моря. В этой связи представляет интерес разработанная Океанографическим институтом в Вудс Холе (США) ударная грунтовая трубка, которая работает без применения стального троса (Сакс и Раймонд, 1966). Трубка опускается на дно, берет образец грунта и затем всплывает на поверхность. Трубка весит около 80 кг на воздухе и 56 кг при погружении; состоит из отбрасываемой части весом 70 кг и возвращаемой части весом 11 кг (рис. 10). Возвращаемая часть состоит из плавающего баллона и внутренней части трубки с образцом грунта. Плавающий баллон — это соединение двух полых стеклянных шаров диаметром 25 см с общей подъемной силой 50 кг. В одном из шаров находится световой маяк. Шары выдерживают давление водяного столба до 6400 м. Оба шара соединены нейлоновой сетью. Внутренняя часть сделана из пластика и представляет собой трубу длиной 122 см с внешним диаметром 72 и внутренним диаметром 65 мм, на ее нижнем конце находится бронзовая насадка для захвата образца. Специальный клапан удерживает

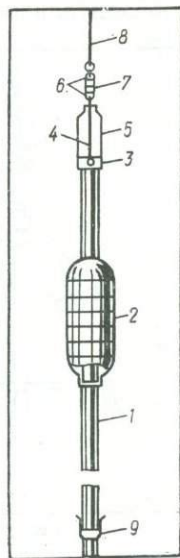


Рис. 7. Схема прямоточной ударной грунтовой трубки (по П. Л. Безрукову и В. П. Петелину, 1961):

1 — стальная колонковая труба; 2 — разборный обтекаемый груз; 3 — муфта; 4 — крышечный клапан; 5 — дужка; 6 — скоба; 7 — вертлюг; 8 — трос-лебедка; 9 — наконечник.

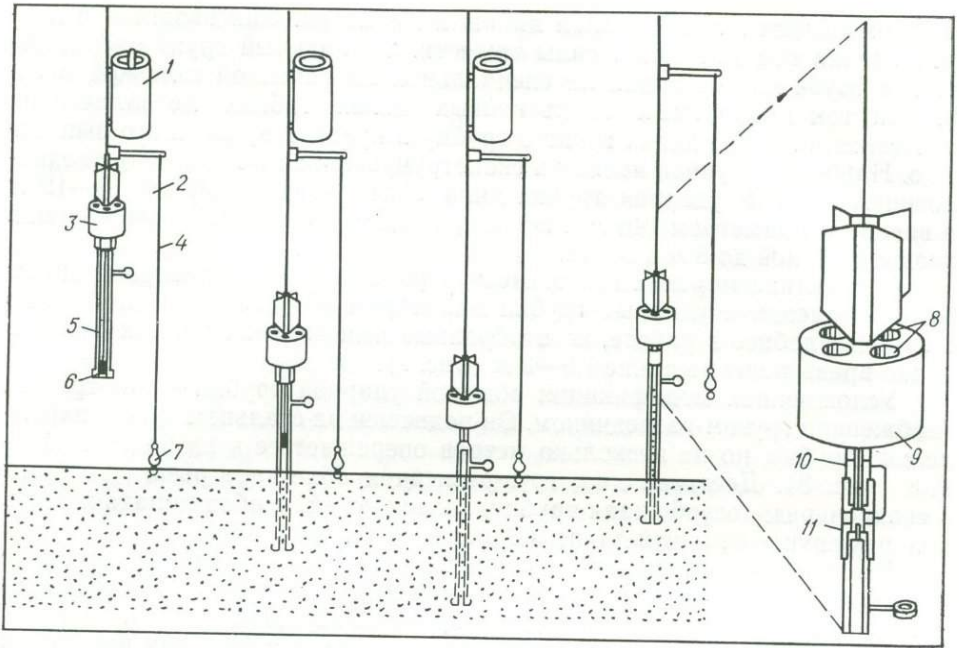


Рис. 8. Схема устройства и принцип работы ударной грунтовой трубки с грузом-разведчиком и вспомогательным инструментальным отсеком (по М. Юингу и др., 1967): 1 — резервуар с водой; 2 — спусковое устройство; 3 — головка трубки; 4 — компас; 5 — трубка; 6 — поршень; 7 — груз-разведчик; 8 — инструментальный отсек; 9 — главный груз; 10 — амортизатор; 11 — соединение.

отобранный грунт в трубке, однако при падении он свободно пропускает воду. Отбрасываемая часть состоит из стального экрана и стальной трубы с чугунным балластом, прикрепленным к верхней части. Нижняя часть трубки оканчивается стальным наконечником и окружена скользящим грузом, соединенным с освобождающим устройством, расположенным у основания экрана. Труба из пластика находится внутри стальной трубки. Инструмент погружается вертикально со скоростью 450 м/мин. На глубине 10 м резиновый шар освобождающего устройства сжимается и освобождает удерживающий рычаг, который до удара о дно занимает горизонтальное положение. При ударе о дно стальная трубка врезается в осадочные породы, и скользящий груз поднимается, освобождая рычаг, соединяющий стеклянные шары со стальной трубкой. Всплывая, стеклянные шары увлекают за собой пластиковую трубку, содержащую донный образец. Вся операция от момента спуска в воду до всплытия на поверхность при глубине погружения 1000 м выполняется менее чем за 15 мин.

При работе с ударными трубками обычно нужно учитывать уплотнение осадка при ударе трубки о грунт и возможные навигационные ошибки. Сравнительно высокая

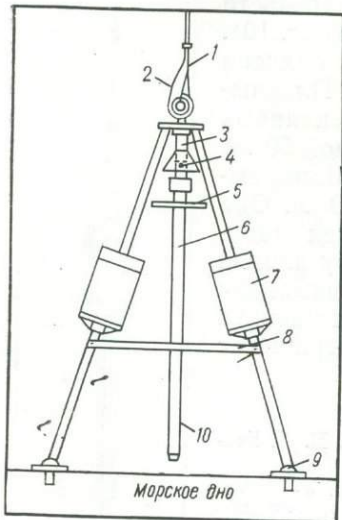


Рис. 9. Схема устройства взрывной трубки для взятия проб донных осадков (по Л. Гуднеру, 1968):

1 — подъемный трос; 2 — кабель детонатора; 3 — взрывной заряд; 4 — точка разделения с чекой; 5 — ограничитель входа; 6 — трубка; 7 — балласт весом 150 кг; 8 — переключатель; 9 — башмак; 10 — наконечник.

плотность грунта может вызвать подпрыгивание трубки с последовательным взятием поверхностных проб в разных местах.

Гидростатические трубки распространены гораздо меньше. Колонки грунта отбираются в результате создания вакуума или разности в давлении воздуха внутри трубки и окружающей воды.

Буровые трубки применяются сравнительно редко. В них используются специальные коронки для вырезания образцов твердых осадочных пород, которые невозможно получить с помощью других типов трубок.

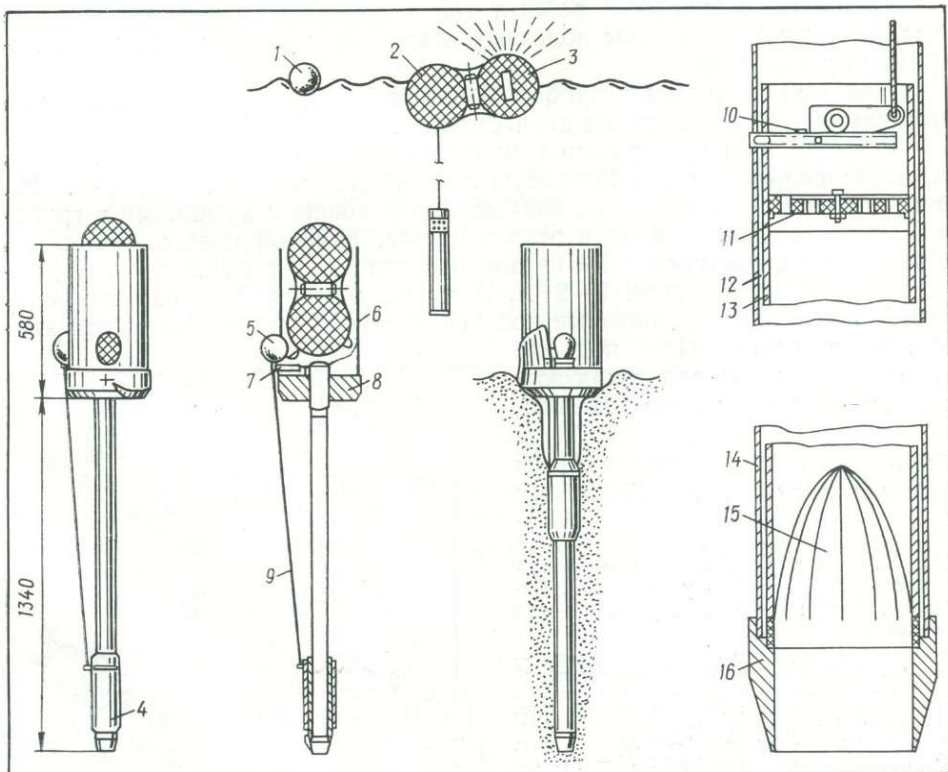
Трубки поршневого типа в практике морских работ, особенно в мелководных районах шельфа, употребляются чаще. Они проникают в донные осадки под воздействием собственного веса или с помощью вибрационного устройства. Поршневые и особенно вибропоршневые трубки наиболее сложны (Кулленберг, 1955; Безруков, Петелин, 1960, и др.).

Есть несколько систем вибропоршневых трубок. Так, для работы на мелководье (от 3 до 200 м) используется отечественная вибропоршневая трубка ВПГТ-60 Института океанологии АН СССР, отбирающая колонки даже плотных песчаных осадков длиной до 4,5 м. Основные особенности устройства вибропоршневых трубок сводятся к следующему (рис. 11).

Снаряд состоит из колонковой трубы, электромеханического вибратора в герметическом корпусе, направляющих труб, служащих для придания колонковой трубе вертикального положения, и платформы для установки трубки на дне. Вибратор этой трубки представляет собой электромотор трехфазного тока мощностью до 3 квт, на оси которого распо-

Рис. 10. Схема устройства бестросовой ударной грунтовой трубки (по Д. Саксу и И. Раймонду, 1965):

1 — пустой стеклянный шар; 2 — полый стеклянный шар; 3 — стеклянный шар с маяком; 4 — скользящий вес; 5 — полый резиновый шар; 6 — стальной экран; 7 — удерживающий рычаг; 8 — чугунный балласт; 9 — провод; 10 — освобождающее устройство; 11 — диск с отверстиями; 12 — зазор 2 мм; 13 — пластиковая труба; 14 — стальная труба; 15 — клапан «апельсиновые дольки»; 16 — стальной наконечник.



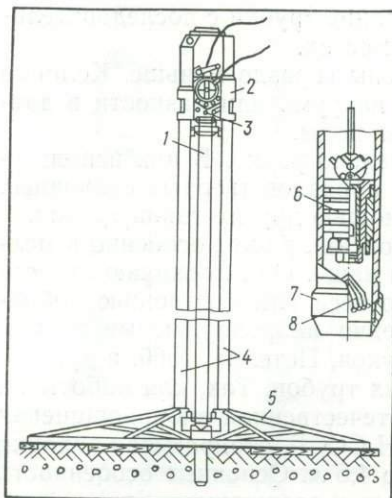


Рис. 11. Схема устройства вибропоршневой трубки ВПГТ-60:

1 — колонковая труба; 2 — электромеханический вибратор; 3 — каретка закрепления вибратора; 4 — направляющие трубы; 5 — платформа для установки на грунт; 6 — поршень; 7 — наконечник с острым краем; 8 — пружинящий клапан для предотвращения выпадения грунта.

ложены эксцентрики. Герметичность мотора дает возможность производить работы на глубине около 150 м. Основные технические данные: скорость погружения в дно 5—8 см/сек; длина 4,5 м; диаметр 62 мм; толщина стенок трубки 4 мм; вес комплекта 250—300 кг. Трубка может работать с судов, плотов и автомашин.

Вибропоршневые трубки довольно капризны в эксплуатации. С их помощью отбирают сравнительно длинные колонки грунта, но преимущественно в рыхлых

осадках. Как показала практика работы Института океанологии АН СССР на судне «Витязь» в Охотском и Беринговом морях, вибропоршневой трубкой удается отбирать колонки донных осадков длиной до 34,5 м. В открытом океане и на больших глубинах отобранные вибропоршневой трубкой колонки не превышали по длине 12 м.

Важным недостатком вибропоршневых трубок является нарушение структуры грунта и возможное сокращение длины колонки, например для песка до 20%. Поршневые ударные трубки также вызывают нарушение структуры осадков. Грунтовые ударные трубки длиной до 4 м лучше всего применять с использованием внутренней пластиковой трубы. Такие трубки дают наименьшее нарушение структуры грунта.

Грунтовыми трубками разных типов можно отбирать как донные осадки, так и многие виды полезных ископаемых в донных осадках, например рудные илы.

Для взятия крупных проб осадков с поверхности морского дна применяются разнообразные дночерпатели.

В отечественной практике наиболее распространен дночерпатель «Океан», разработанный Институтом океанологии АН СССР (рис. 12). Этот дночерпатель имеет два вращающихся ковша с крышками и грузами. Перед спуском в воду в открытом состоянии он подвешивается на сбрасывателе, соединенном с грузом-разведчиком, идущим впереди дночерпателя на расстоянии 1—2 м. При достижении дна сбрасыватель освобождает крышки, которые под действием собственной тяжести врезаются в грунт. При подъеме крышки дночерпателя сжимаются, тем самым предохраняя взятую пробу от вымывания. Площадь захвата дночерпателя «Океан» составляет 0,25 м², вес

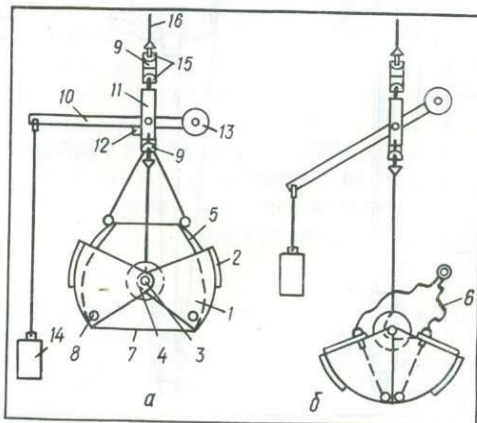


Рис. 12. Схема устройства дночерпателя «Океан» (по П. Л. Безрукову, В. П. Петелину, 1960): а — при спуске, б — при подъеме:

1 — стальные створки; 2 — чугунные грузы; 3 — ось; 4 — центральный чугунный или свинцовый груз; 5 — крышки из листовой стали; 6 — трос с бензелем и кольцом; 7 — замыкающий трос; 8 — блоки; 9 — вертлюг; 10 — стальной рычаг; 11 — обойма; 12 — крюк; 13 — чугунный груз; 14 — груз-разведчик; 15 — скобы; 16 — трос лебедки.

пробы в зависимости от характера грунта 1—10 кг. Вес дночерпателя «Океан» 150 кг.

В практике взятия донных проб применяются и дночерпатели лепесткового типа. Они особенно полезны, если нужно поднять на поверхность большое количество донных отложений. «Челюсти» дночерпателей закрываются под действием собственного веса, пружины или троса.

Для отбора больших проб с морского дна используются также различные типы драг, которыми можно иногда поднимать со дна несколько тонн донных осадков. Конструкции их довольно разнообразны в деталях, но практически все это крупные ковши, круглого или квадратного сечения, выполненные из металла или других материалов. Такие драги используются, например, для отбора проб железо-марганцевых и фосфоритовых конкреций и подсчета их запасов.

Для работ на шельфе страны участники СЭВ разрабатывают ряд основанных на описанных выше принципах установок комплекса оборудования — УКО-1, УКО-2, УКО-3, УКО-4.

УКО-1, состоящая из вакуум-гидростатического пробоотборника, спускоподъемного механизма (кантователя), силового агрегата, предназначена для поискового опробования песков до глубин 1,5 м от поверхности дна с малых необорудованных судов.

УКО-2, состоящая из виброзонда и кантователя, дает возможность проводить опробование при разведочных и картировочных работах до глубин 4 м за 1,5 мин. УКО-3 гидроударный пробоотборник — отбирает рыхлый грунт длиной колонки до 5 м. УКО-4 предназначена для опробования крупнообломочных и плотных пород на глубину до 5 м. Принцип действия: колонковая труба вращается с помощью маховичного двигателя и генератора крутильных колебаний.

Для обработки проб песков и других пород можно будет использовать на судах установку предварительной обработки «Шлих», позволяющую обогащать шлих и уменьшать пробы в 50—100 раз.

ГЕОФИЗИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ДНА

В исследовании геологического строения морских акваторий первостепенная роль принадлежит геофизическим методам, которые широко применяются при изучении рельефа морского дна и внутренней его структуры, а также для поисков и разведки подводных месторождений полезных ископаемых, в первую очередь месторождений нефти и газа.

Ведущей в практике морской геофизики является сейсморазведка. Сейсмические исследования морского дна обычно проводятся методом отраженных волн (МОВ), корреляционным методом преломленных волн (КМПВ) и глубинного сейсмического зондирования (ГСЗ). Два последних метода применяются в основном для изучения глубинного строения акваторий в региональном плане. Наиболее широко они используются при разведке морских акваторий для поисков перспективных в нефтегазоносном отношении регионов. Для более детальной разведки этих регионов, выделения возможных нефтегазоносных структур, определения их формы и глубины залегания используется метод отраженных волн в современной модификации.

При проведении сейсмических исследований в морских условиях применяются как взрывные, так и невзрывные источники упругих колебаний.

Современные суда, проводящие сейсмические исследования, оснащены быстродействующими ЭВМ, обеспечивающими оперативную и качественную обработку получаемого геофизического материала.

Основные проблемы современной морской сейсморазведки — это увеличение глубинности и детальности исследований, повышение точности привязки точек наблюдений, повышение качества отражений и устранение влияния реверберационных и других помех.

В СССР, как и в других странах, ведутся в больших объемах сейсмические исследования рельефа и структуры морского дна, конструкторские и исследовательские работы по усовершенствованию используемой аппаратуры. Изучены акватории внутренних морей и шельфовых зон морей, омывающих южные и восточные берега Советского Союза, а также частично в пределах шельфа северных морей.

Параллельно с перечисленными выше методами сейсморазведки применяются и другие сейсмоакустические исследования. Их задачей является изучение рельефа, структуры и вещественного состава морского дна на небольшую глубину (в пределах прибрежных зон).

В практике отечественных исследований наиболее распространены геолокаторы ЗГЛ-1, ЗГЛ-2, ЗГЛ-3, ЗГЛ-5, разработанные в ВИТР МГ СССР под руководством Е. Ф. Дуброва (1969). Эта аппаратура успешно использовалась на Черном и Азовском морях, на реках и озерах СССР. В качестве источника возбуждения колебаний в геолокаторах служат магнитострикционные излучатели. Специальная аппаратура для проведения сейсмоакустических исследований на море создана в Институте океанологии АН СССР, МГУ, Морском гидрофизическом институте АН УССР и в других геофизических организациях МГ СССР. Весьма обещающим новым направлением разведки полезных ископаемых морского дна в недалеком будущем может стать разрабатываемый в настоящее время во многих странах (например, США, СССР) метод сейсмической голографии, позволяющий получать объемное изображение морского дна (Сильверман, 1970).

Важная роль в познании глубинного строения морских акваторий принадлежит морским исследованиям гравитационного поля Земли. Значение их возросло после того, как донные гравиметры были заменены бортовыми, что повысило точность работ и чувствительность метода. При современных гравиметрических работах важна точность геодезической привязки.

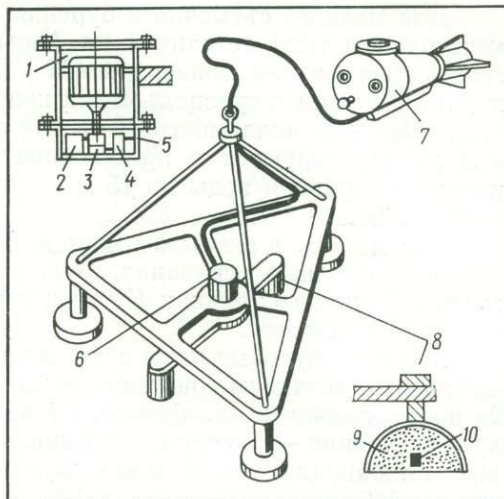
Магнитометрический метод изучения морского дна, основанный на исследовании магнитного поля Земли протонными, квантовыми и другими магнитометрами, также широко используется для изучения регионального строения морского дна. Магнитометры размещаются на борту самолетов или в специальных гондолах, буксируемых за кораблями.

Морские электроразведочные и радиометрические исследования чаще всего проводятся одновременно с аэромагнитными исследованиями. Радиометрический метод дает возможность с помощью радиометров определять концентрации излучающих радиацию минералов по общей интенсивности гамма-излучения (Шацов, 1969). В этом плане особую ценность радиометрические исследования приобретают в сочетании с геохимическими работами и использованием новой аппаратуры (рис. 13) *.

* Весьма интересным прибором для радиометрической разведки может служить разработанный фирмой «Бетел Норсвест» (США) так называемый ядерный зонд; с его помощью можно обнаруживать минералы в очень малых концентрациях. Этот прибор дает возможность измерять радиоактивность минералов в естественном окружении, может быть использован для картирования морского дна. Принцип действия ядерного зонда основан на нейтронной активации элементов. В качестве изотопного источника нейтронов служит изотоп ^{252}Cf в количестве 0,2 мг, получаемый при многократном захвате нейтронов ^{238}U в ядерном реакторе. Зонд состоит из облучателя и германиево-литиевого детектора гамма-излучения. Излучаемые нейтроны поглощаются исследуемыми минералами, в которых образуются радиоактивные изотопы. Спектральный состав гамма-излучения последних измеряется детектором зонда и обрабатывается в ЭВМ, на основании чего можно судить о составе минералов.

Рис. 13. Ядерный зонд для обнаружения минералов на морском дне, разработанный фирмой «Бетел Норсвест» в США (по данным журнала «Оушен Индастри», 1970):

1 — детектор; 2 — батарея; 3 — диод; 4 — предусилитель; 5 — кабель; 6 — управляющий мотор; 7 — управляемый подводный аппарат; 8 — облучатель; 9 — замедлитель; 10 — $0,2 \text{ мг}^{252}\text{Cf}$.



Многообещающим методом исследования может быть геотермометрия, основанная на предположении о разной теплопроводности различных пород и руд (Доклады ООН Т/ЕСА/125). Различия тепловых аномалий на дне легко обнаруживаются, так как температурные колебания вод океанского дна весьма незначительны.

Для повышения геологической эффективности геофизической разведки и уменьшения стоимости проводимых работ в мировой и отечественной практике широко применяется комплексирование нескольких геофизических методов, каждый из них дает весьма ценную информацию о геологическом строении морского дна в исследуемом районе. Кроме того, одновременное использование различных геофизических методов увеличивает надежность интерпретации геофизических материалов. По данным В. В. Нечаева (1968), примером удачного комплексирования служат детальные гравиметрические и сейсмические (МОВ) исследования геофизических партий треста «Днепрогеофизика» в западной части Азовского моря, в итоге которых было открыто Стрелковое поднятие и одноименное газовое месторождение. Азовское море является одной из морских акваторий, где выполнен комплекс геофизических работ (гравиметрические, электрометрические, аэромагнитные и сейсморазведочные).

В настоящее время особое значение придается точности определения местоположения судна и автоматизации обработки материалов геофизической разведки с помощью ЭВМ, что приводит к ускоренной обработке данных и снижению стоимости геофизических работ.

МОРСКОЕ БУРЕНИЕ

Бурение в море проводится в течение весьма длительного времени. Вначале это было наклонное бурение с расположенных на берегу буровых установок, затем последние перекочевали на специальные эстакады или намытые косы и монтируются уже на полностью автономных конструкциях, способных перемещаться к месту бурения.

Одним из зачинателей морского бурения является Советский Союз, где работы на нефтяных месторождениях Азербайджана уже давно переместились в акваторию Каспийского моря. Американскими компаниями первая нефть, залегающая под морским дном, была получена в 1923 г. в лагуне Маракайбо (Венесуэла).

На первоначальном этапе развития морских работ применялись наземные буровые станки, однако с освоением все больших глубин моря были разработаны новые оригинальные методы и буровое оборудование. Рассмотрению всех методов морского бурения посвящены специальные исследования (Гужов, 1970, и др.).

Для мелкого съемочного бурения применяются небольшие плавучие конструкции типа созданной на Азовском море платформы Института геохимии и физики минералов АН УССР. Она представляет собой два жестко связанных судоподъемных понтона грузоподъемностью 80 т каждый. Общая площадь платформы 140 м² (рис. 14). Такого типа сооружения эксплуатируются в прибрежных участках акватории в штилевую погоду с глубиной воды до 15 м и глубиной бурения до 80 м (Щирица и др., 1969).

Для работы в открытом море применяются капитальные платформы или неподвижные основания. Буровой флот насчитывает в настоящее время 240 крупных единиц (Кузнецов и др., 1970) и количество их постоянно увеличивается.

Морские буровые установки делятся на три типа: 1) неподвижные платформы-эстакады, искусственные острова, постоянные основания; 2) полуподвижные платформы, опирающиеся на морское дно только во время бурения — самоподнимающиеся и полупогруженные; 3) подвижные (плавающие) платформы — буровые суда и баржи.

Из 240 единиц бурового флота — 149 подвижных и 91 полуподвижная платформа. Для бурения эксплуатационных скважин до недавнего времени в основном использовали неподвижные платформы. Так, по данным ООН, в США 80% морских нефтяных скважин пройдены с таких платформ. Неподвижные платформы преобладают и в СССР, например на Каспийском море на промысле Нефтяные камни, где эстакады достигают длины десятков километров. Очень удобны для эксплуатации искусственные острова, подобные созданным в 1967 г. в гавани Лонг-Бич для разработки нефтяного поля Веллингтон. Фактически искусственный остров представляет собой платформу в Черном море на поднятии Голицина, возведенная на сваях организациями Министерства геологии УССР (рис. 15).

Неподвижные платформы до настоящего времени применялись при глубинах моря, не превышающих 100 м. Однако недавно было предложено новое устройство, состоящее из платформы, опирающейся на одну колонну, поддерживаемую кессонами и направляющими канатами (Документ ООН ST/ECA/125).

Строительство неподвижных платформ для глубин моря свыше 100 м представляет собой трудновыполнимую задачу из-за резко возрастающей с глубиной стоимости постройки и недостаточности детальной океанографической информации о месте установки. Стоимость одной платформы для глубины до 100 м в Мексиканском заливе составляет 6—12 млн. долларов.

Оригинальный метод установки неподвижных платформ, основанный на применении отделяемой стойки от самоподнимающейся платформы, снижает затраты времени и средств (Самнер, 1969). Достоинства нового метода очевидны. Вначале платформа буксируется к месту установки. Затем опускаются ноги платформы. Баржа поднимается, и начинается бурение. Нога оставляется на месте бурения как защитная структура, баржа направляется на новое место бурения. Данная система имеет некоторые преимущества и при сооружении стационарных платформ любого размера. На месте бурения

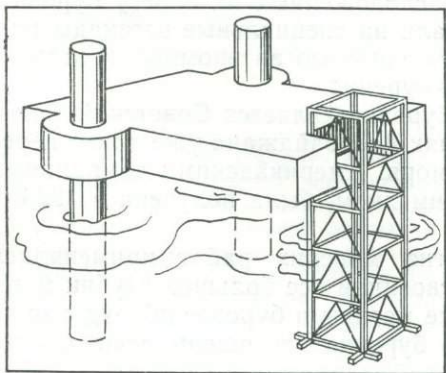


Рис. 16. Схема буровой платформы с отделяемой стойкой (по М. Самнеру, 1969).

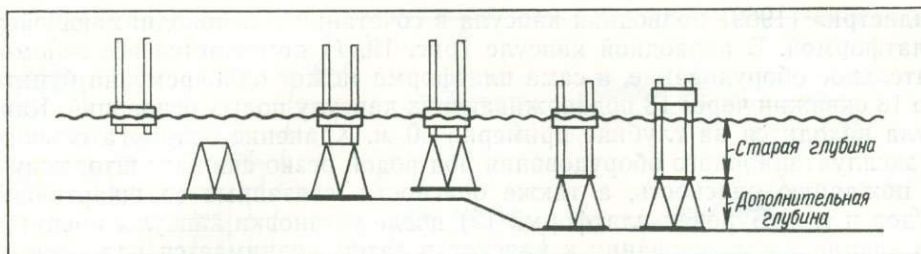


Рис. 17. Метод увеличения рабочей глубины существующих буровых платформ (по М. Самнеру, 1969).

к буровой барже может подойти судно с конструкциями (рис. 16) и установить их. Когда оба судна покидают место бурения, остается стационарная платформа любого размера.

Интересным является также метод увеличения предельной глубины работы уже существующих полуподвижных самоподнимающихся платформ (рис. 17). Платформа с ногами в верхнем положении подводится к погруженному дополнительному основанию. На небольшой глубине ноги прикрепляются к основанию и затем поднимают его. На глубоком месте ноги платформы опускаются вместе с дополнительным основанием, и платформа поднимается над уровнем моря.

Самоподнимающиеся буровые установки в настоящее время считаются наиболее универсальным инструментом для бурения на глубинах до 100 м. Хорошим примером такой установки может служить созданная в СССР в 1966 г. самоподнимающаяся платформа «Апшерон». Ее водоизмещение 1100 т; длина 37,2, ширина 17,8, высота 4 м; максимальная доступная для бурения глубина моря до 30 м. В 1967 г. была создана еще более совершенная установка «Хазар» с рабочей глубиной моря до 70 м, глубиной бурения 7000 м, размерами корпуса 55×50×8 м; платформа может хранить до 300 т бурового раствора, 600 т жидкости, 150 т цемента (рис. 18).

К самоподнимающемуся типу буровых установок относится и установка «Азербайджан», построенная Бакинским судоремонтным заводом им. Парижской Коммуны. Это устройство оборудовано по последнему слову буровой техники, характеризуется высокой автономностью и отличными мореходными качествами. «Азербайджан» уже завершил проходку первой разведочной скважины глубиной 1800 м.

Большая мобильность самоподнимающихся платформ в сочетании с хорошей устойчивостью в условиях шторма делает их особенно ценными и экономически выгодными для всех видов буровых работ. Поэтому за последнее время этот тип установок получил большое распространение.

Недавно в США была предложена новая конструкция самоходного самоподнимающегося судна «Меркурий» (Шари, 1969). Проект совмещает экономическую рентабельность самоходных буровых судов с высокой стабильностью и буровой надежностью самоподнимающихся платформ. Расчетная глубина бурения до 800 м. Длина каждой ноги 115 м. Экипаж состоит из 72 человек. Скорость хода до 8 узлов. Электрогидравлические подъемники могут поднять буровую платформу весом 10400 т на высоту 16 м над уровнем воды вместе с 5300 т бурового оборудования. По существу «Меркурий» — это своеобразный остров для производства разведочного бурения, работающий в любых погодных условиях.

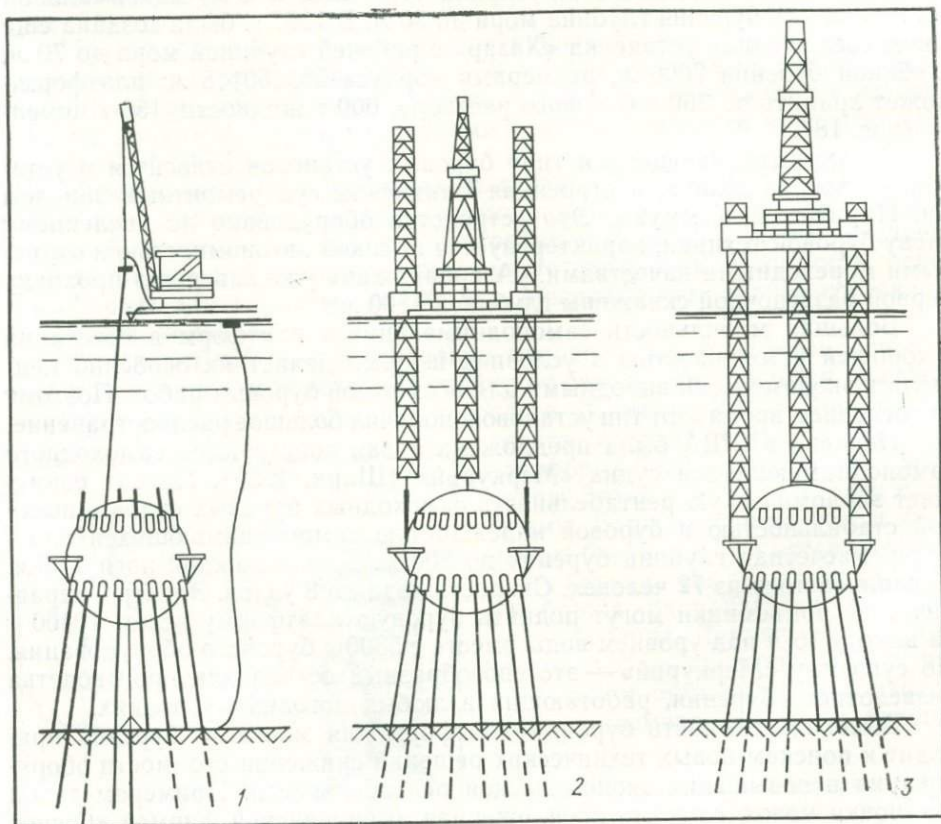
Высокая стоимость буровых платформ для морского бурения приводит к поискам новых технических решений снижения стоимости оборудования и повышения экономической рентабельности. Примером такой установки может служить предложенная американской фирмой «Оушен

индустри» (1969) подводная капсула в сочетании с самоподнимающейся платформой. В подводной капсуле (рис. 19, 1) помещается все вспомогательное оборудование, а сама платформа может одновременно бурить до 18 скважин через 18 поддерживающих капсулу полых оснований. Капсула находится на глубине примерно 50 м. Хранение вспомогательного и эксплуатационного оборудования под водой резко снижает штурмовую и пожарную опасность, а также опасности, связанные со швартовкой судов и т. п. Буровая платформа (2) после установки капсулы крепится на специальном основании к капсуле и затем поднимается над поверхностью воды. Через каждое из 18 оснований начинается бурение. Это устройство планируется для установки в канале Санта-Барбара близ Калифорнии (США).

В последние годы все шире применяются подводные платформы при проведении буровых работ на больших глубинах. Фирма «Хамбл» разработала проект такой глубоководной платформы. Вначале на дне устанавливается плита-матрица, крепящаяся ко дну (рис. 20, а). Затем в заранее приготовленные отверстия с помощью двух судовых кранов вводятся ноги плавучей платформы и там закрепляются. Буровое судно (рис. 20, б) производит бурение через каждую из имеющихся ног. Все необходимое для эксплуатации скважин оборудование находится на погруженной платформе. Буровое судно после завершения бурения уходит, оставив полностью оборудованную производственную платформу в подводном положении. Добытая нефть через гибкий шланг (рис. 20, в) выводится к плавающему бую, где танкер производит погрузку.

Рис. 19. Самоподнимающаяся платформа с подводной капсулой:

1 — капсула установлена на дне; 2 — платформа плавает над капсулой, ноги крепятся к капсуле; 3 — платформа в операционном состоянии.



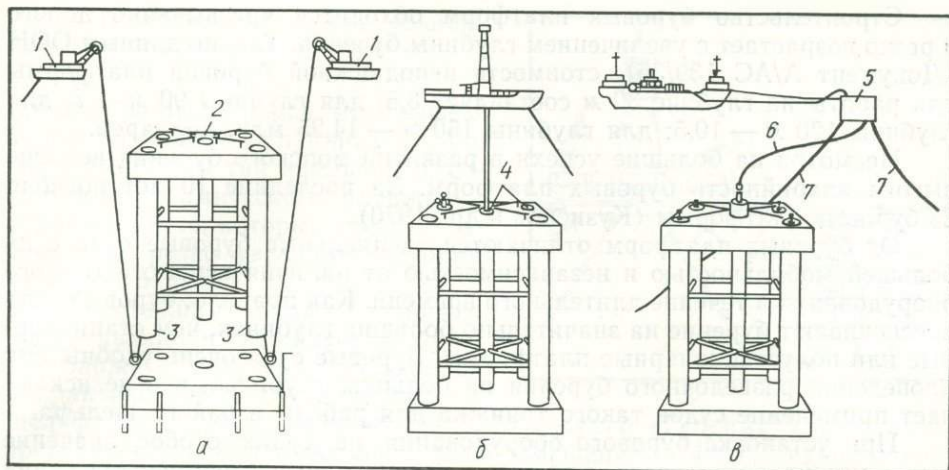


Рис. 20. Подводная платформа для добычи нефти фирмы «Хамбл»:

1 — плавучие краны; 2 — погружение плавучей платформы; 3 — автоматические запоры; 4 — устья скважин; 5 — плавучий резервуар-буй; 6 — гибкий шланг; 7 — якорные цепи. а — установка; б — бурение; в — эксплуатация.

Из-за высокой стоимости стационарных и самоподнимающихся платформ для бурения и невозможности их использования на больших глубинах применяются платформы без непосредственной опоры на дно океана. Среди таких установок можно отметить недавно построенную в Японии самоходную полупогружающуюся платформу «Оушен Проспектор», которая имеет «прозрачный» для волн каркас, что значительно повышает ее устойчивость под действием ветра и волн. Преимуществом таких платформ является то, что их главные плавучие понтоны находятся ниже уровня действия волн и поэтому их можно применять в условиях беспокойного моря с малым процентом потерянному на простой времени. Платформа «Оушен Проспектор» имеет водоизмещение 19300 т, скорость хода 7 узлов, глубину бурения 8500 м. На платформе находятся четыре параллельных трубовидных понтона диаметром 8 м и 16 вертикальных колонн для поддержки буровой платформы (рис. 21). Главные двигатели представляют собой два электромотора постоянного тока мощностью до 5000 л. с. Высота поддерживающих колонн 40 м. В процессе буксировки платформа полностью дебалластируется и имеет осадку 7 м. Балласт, в качестве которого служит морская вода, загружается в 18 балластных цистерн. На платформе созданы условия для размещения 69 человек экипажа. Стоимость подобной установки 12—15 млн. долларов.

Особое место среди буровых устройств занимают платформы, предназначенные для работы в условиях больших ледяных полей. Фирма «Дженерал Дайнемикс» (США) недавно предложила систему для арктического бурения, расположенную на плавучей платформе общим водоизмещением 10900 т с корпусом конической формы диаметром 50 м и осадкой при полной нагрузке 14 м (рис. 22). Буровая установка располагается в центре корпуса над специальным колодезем. Эта установка может работать при толщине льда до 1,5 м. Платформа крепится ко дну восемью якорями с напряжением разрыва тросов до 200 т каждый. Форма корпуса дает платформе уникальную способность выдерживать давление ледяных полей, так как давление льда просто «выдавливает» платформу на поверхность. При движении вниз платформа своим весом ломает лед, действуя, как ледокол. Все рабочие места команды на платформе заключены в защитную оболочку, что дает возможность работать при любой погоде. Экипаж платформы состоит из 40 человек.

Строительство буровых платформ обходится чрезвычайно дорого и резко возрастает с увеличением глубины бурения. Так, по данным ООН (Документ А/АС 139/36), стоимость неподвижной буровой платформы для работы на глубине 30 м составляет 3,5; для глубины 90 м — 7; для глубины 120 м — 10,5; для глубины 150 м — 14,25 млн. долларов.

Несмотря на большие успехи в развитии морского бурения все еще высока аварийность буровых платформ. За последние 10 лет погибло 23 буровых платформы (Кузнецов и др., 1970).

От буровых платформ отличаются специальные буровые суда с их большей мобильностью и независимостью от наличия вспомогательного оборудования в течение длительного времени. Как правило, буровые суда обеспечивают бурение на значительно больших глубинах, чем стационарные или полустационарные платформы. Буровые суда очень удобны при проведении разведочного бурения на больших глубинах, что не исключает применение судов такого тоннажа для работы в районе шельфа.

При установке бурового оборудования на судах особое значение имеет устойчивость судна, так как горизонтальные перемещения судна не должны превышать радиус, равный 5% глубины воды. Большие перемещения могут привести к разрушению скважины и ее потере, в связи с чем важно решение проблемы удержания судна на месте.

До недавнего времени для этой цели применялись обычные якорные системы со сложной сетью якорных цепей и т. п. Однако они были труд-

Рис. 21. Полупогруженная самоходная платформа «Оушен Проспектор» фирмы «Одеко».

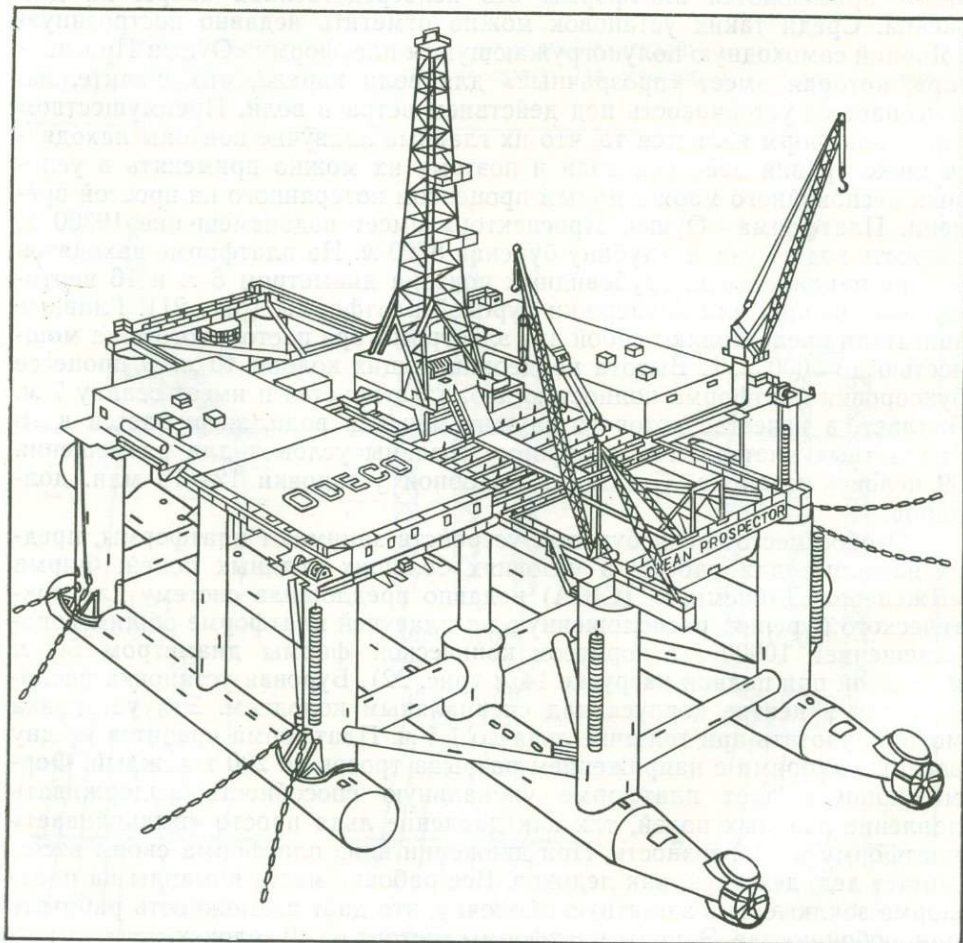


Рис. 22. Платформа для бурения в условиях Арктики фирмы «Дженерал Дайнемикс».

ноуправляемы и порой малоэффективны на больших глубинах. В 60-е годы появились так называемые системы динамического удержания судна на месте, которые давали возможность резко увеличить глубину морского бурения.

Простейшим типом бурового судна являются буксируемая буровая баржа «Днепр-1», используемая в практике работ на черноморском шельфе для бурения мелких скважин, и судно «Геохимик». Последнее представляет собой небольшое (водоизмещением 240 т) судно, в центральной части его прорезан буровой колодец, над которым установлен буровой станок (рис. 23, см. вклейку).

Судно катамаранного типа «Геолог-1» предназначено для проведения инженерно-геологических исследований дна Черного моря. Оно характеризуется высокой устойчивостью и оборудовано всем комплексом геологоразведочной аппаратуры в сочетании с буровой установкой.

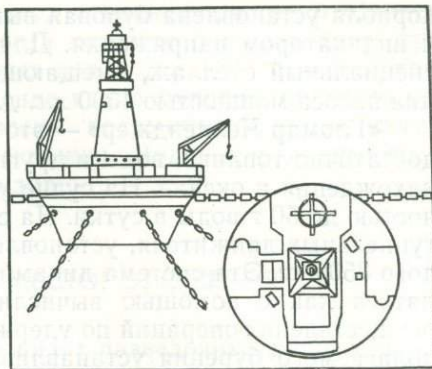
Среди буровых судов США заслуживают внимания суда типа «Cuss». Они дали возможность проводить бурение при глубинах воды от 5 тыс. м («Cuss-I») до 7 тыс. м («Cuss-II»). С помощью судна «Cuss-I» было проведено глубоководное бурение мантии Земли по проекту «Мохол».

В 1966 г. американскими океанографическими организациями — институтом в Вудс-Холе, Ламонтовской геологической обсерваторией, Вашингтонским университетом, Скриппсовским океанографическим институтом и др. — был выдвинут проект глубоководного бурения в океане.

Целью этого проекта является сбор научной информации, которая должна помочь ученым в определении возраста осадков и процессов развития океанического дна в Атлантическом и Тихом океанах. Основным методом получения такой информации послужило глубоководное бурение скважин на морском дне. Применявшаяся буровая техника в основном базировалась на достижениях нефтяной промышленности. Для проведения работ по этому проекту сконструировано и построено специальное судно «Гломар Челленджер», оборудованное по последнему слову техники (рис. 24, см. вклейку).

Среди многих технических новинок на «Гломар Челленджер» можно упомянуть следующие: динамическое удержание судна на точке бурения с помощью специальных винтов, смонтированных в туннелях на носу и корме судна совместно с основными винтами, которые дают возможность судну оставаться неподвижным при любых направлениях течений и ветров; автоматизированный контроль за работой винтов динамического удержания судна на нужном направлении и месте с использованием расположенных на дне сонарных датчиков места; систему стабилизации самого судна с применением контролируемого гироскопом стабилизирующего резервуара; систему навигации с использованием искусственных спутников Земли совместно с бортовым ЭВМ для повышения точности определения места и точек бурения.

С помощью судна «Гломар Челленджер» было осуществлено бурение при глубине моря до 7000 м с проникновением бура в дно океана на 400 м. Основные параметры судна: водоизмещение 10500 т, скорость 12,5 узла, общая мощность двигателей с электростанцией 10 000 л.с., мощность на одном валу 2250 л.с., длина по ватерлинии 135 м. По центру



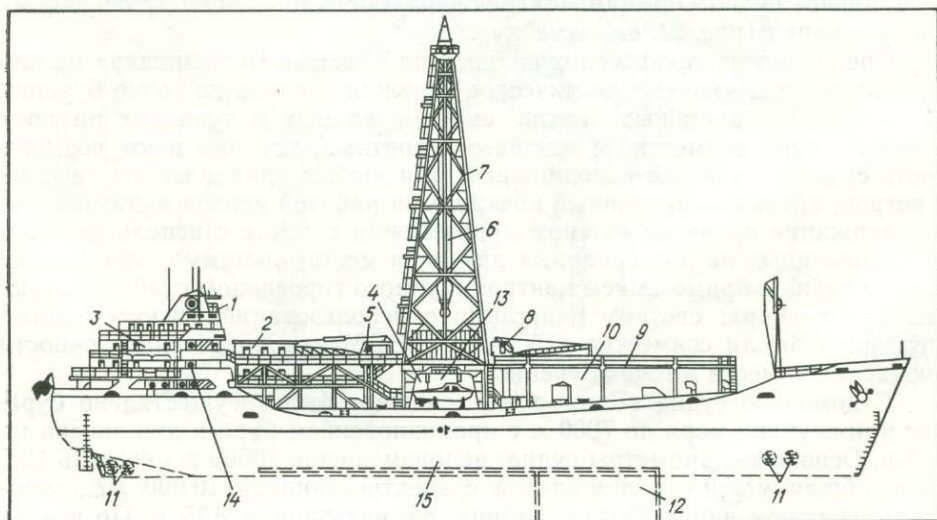
корабля установлена буровая вышка с краном грузоподъемностью 500 т и индикатором напряжения. Для хранения буровых труб предусмотрен специальный стеллаж, вмещающий до 10 000 пог. м труб. Судно имеет два насоса мощностью 1300 л.с. для подачи раствора (рис. 25).

«Гломар Челленджер» — это полностью автономное судно, имеющее достаточно топлива, воды и других запасов для обеспечения 90-дневного нахождения в океане. На судне установлены испарители производительностью до 50 т воды в сутки. На судне находятся четыре так называемых туннельных движителя, установленные на корме и носу. Сила тяги каждого 8500 кг. Эта система динамического удержания судна может управляться как с помощью вычислительных машин, так и вручную. Для осуществления операций по удержанию судна на дне океана в месте предполагаемого бурения устанавливается сонарный буй непрерывного или дискретного действия. Буй посылает сигналы к расположенным на киле судна трем гидрофонам. Информация перерабатывается ЭВМ, которые в свою очередь управляют работой туннельных движителей для удержания судна над скважиной.

Одной из наиболее трудноразрешимых задач глубоководного бурения является повторный ввод в скважину буровых инструментов. При бурении морского дна перед геологами постоянно встает задача замены буровых насадок с повторным или многократным введением их в скважину. На «Гломар Челленджер» впервые было разработано и осуществлено повторное введение бурового инструмента в скважину, находящуюся под огромным слоем воды. Система повторного ввода (рис. 26) состоит из высокоразрешающего сканирующего сонара, конуса диаметром 5 м, смонтированного над скважиной, и системы установки буровой трубы. При повторном вводе акустически определяется местонахождение конуса с помощью расположенного на конце буровой колонны приемника — передатчика сканирующего сонара. Последующее маневрирование буровой колонны осуществляется водометными двигателями на нижнем конце буровой колонны. Система сканирующего сонара состоит из подводного приемопередатчика, пульта управления в рубке судна и дополнительного выносного пульта на буровой вышке. Подводная часть системы

Рис. 25. Схематический разрез судна «Гломар Челленджер» (по материалам Скриппсовского института):

1 — рубка; 2 — лаборатория; 3 — спасательная шлюпка; 4 — буровая шахта; 5 — 50-тонный кран; 6 — буровая колонна; 7 — вышка; 8 — кран; 9 — склад буровых труб; 10 — резервуар с раствором; 11 — движители; 12 — гидрофоны; 13 — рабочий катер; 14 — рубка ЭВМ; 15 — гироскопический стабилизатор.



электрическим кабелем соединена с пультом управления и по его команде начинает поиск конуса. На конусе, высота которого 5 м, находятся три акустических рефлектора, расположенных под углом 120° по периметру. На экране осциллографа видно положение конца буровой трубы по отношению к центру скважины. Боковыми водометными двигателями буровая труба подводится к устью скважин. Вода для водометных двигателей подается под давлением с судна.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ

Точное определение координат при всех видах разведочных работ — важное условие для ее успешного завершения и последующей добычи полезных ископаемых. Для геологоразведочных или эксплуатационных работ в акватории близ берега, в пределах визуальной видимости, привязка скважин и выработок не вызывают особой сложности. Для этого используются обычные геодезические методы и аппаратура.

Особенно трудно определить местонахождение при оконтуривании подводных месторождений, удаленных от берегов. В зависимости от характера проводимых работ изменяются и требования к точности определения местонахождения. Так, для широкой маршрутной съемки точность ± 300 м вполне приемлема, в то же время для оконтуривания месторождений необходима точность ± 1 м.

В последнее время было разработано большое количество радиоэлектронных и спутниковых навигационных систем с обеспечением точности от ± 1 км до ± 1 м с диапазоном действия от нескольких километров до многих тысяч.

Все современные методы определения местонахождения основываются на использовании одних и тех же основных принципов, за исключением автономной инерциальной системы. Системы определения местонахождения получают информацию по результатам времени прохождения сигналов, излученных береговыми станциями с точно фиксированными координатами в направлении к месту с неизвестными координатами. Зная скорость распространения сигнала и время его прохождения между двумя точками, легко установить координаты. Точность определения местонахождения зависит от трех условий: точности измерения времени, степени знания скорости распространения сигнала на пути следования и геометрических факторов.

Для измерения времени необходимо применять сигналы с более высокой частотой излучения. Знание скорости распространения сигнала зависит от расстояния между излучателем и приемником и обычно лучше определяется на коротких участках (расстояниях). Высокие частоты затухают быстрее, чем низкие. Поэтому для более правильного определения местонахождения на больших расстояниях необходимо применять низкие частоты, но в этом случае уменьшается степень наших знаний о скорости распространения сигнала. Комбинация этих факторов отражается на точности определения местонахождения дальности действия системы.

Стандартные радионавигационные системы обычно подразделяются на четыре класса действия: ближнего (до 50 км), средней дальности (до 150 км), дальнего (до 2500 км), глобальные.

По методике определения координат местонахождения современные навигационные системы делятся на два типа: гиперболические и дальномерные. Однако такое подразделение условно, и помимо него навигационные системы могут различаться по виду сигнала. Например, существуют «импульсные системы», «системы сравнения фаз» и т. д.

В системе средней дальности «Шоран» применяется импульсный метод определения места; в ней подвижное судно посылает импульсную энергию, отражающуюся от естественных или искусственных отражателей на берегу. Измеряется время прохождения сигнала от судна к берегу, так как скорость распространения электромагнитной волны известна, расстояние до отражателя легко высчитывается. В этой системе используются два береговых отражателя, которые точно фиксируют местонахождение судна. В системе «Шоран» действует так называемая двойная циркулярная координатная сетка. Дальность действия многих систем радионавигации существенно зависит от времени суток из-за особенностей распространения радиоволн. Дальность действия системы «Шоран» находится в пределах до 300 км ночью и 200 км днем.

Примером систем, работающих на гиперболическом принципе, могут служить системы «Райдист» и «Лоран». При использовании этого принципа вместо измерения времени прохождения сигнала измеряется разность фаз между двумя синусоидальными волнами. Две пары береговых станций непрерывно излучают радиоволны, которые принимаются подвижным судном, где сравниваются фазы от каждой пары передающих береговых станций. В зависимости от мощности передатчика и времени суток дальность действия этой системы достигает 500 км. В настоящее время создается система аналогично «Райдисту» или «Лорану» с той разницей, что используется наборная аппаратура по корреляционному определению фазы с помощью эталонного источника колебаний. Применение такой системы значительно улучшит точность измерений и дальность действия (до 800 км). Система «Лоран А» успешно применяется в некоторых районах мира и обеспечивает точность до 1 км при дальности действия до 1000 км. Система «Лоран С» имеет дальность действия меньше, чем «Лоран А», однако большую степень точности (до 500 м).

Использование сверхнизких частот ввиду их чрезвычайно малого затухания представляет интерес для радионавигационных целей. Поэтому даже маломощные сигналы могут проникать на большие расстояния. Навигационные системы на сверхнизких частотах обычно применяют сигналы с частотой 16—24 кГц. Низкочастотные сигналы характеризуются также высокой стабильностью, достигаемой с помощью цезиевых стандартов частоты. При восходе и заходе солнца условия прохождения сигнала между передатчиком и приемником резко меняются, что приводит к ошибкам при определении координат. Для уменьшения действия этого эффекта в разных точках земного шара передатчики устанавливаются таким образом, что они дают возможность выбирать передатчик, расположенный вне зоны действия эффекта восхода—захода солнца.

На сверхнизких частотах работает система «Омега». В настоящее время в мире есть около восьми передатчиков этой системы, обслуживающих корабли примерно от экватора до 70° с. ш. и от Гавайских о-вов до Европы. Сейчас строятся дополнительные станции для обеспечения навигации по всему земному шару.

Общим недостатком всех радионавигационных систем является уменьшение точности с увеличением расстояния от берега. Поэтому приобретают большое значение поиски таких систем, которые обеспечивали бы равномерную точность вне зависимости от расстояния до берега.

За последние годы для навигации все шире используются искусственные спутники. Это вызвано в первую очередь необходимостью создания глобальной системы навигации, имеющей одинаковую точность на любой широте и долготе, а также в любое время суток. Спутниковые навигационные системы обеспечивают выдачу данных в течение 24 ч в условиях любой погоды при отсутствии расположенных на суше станций.

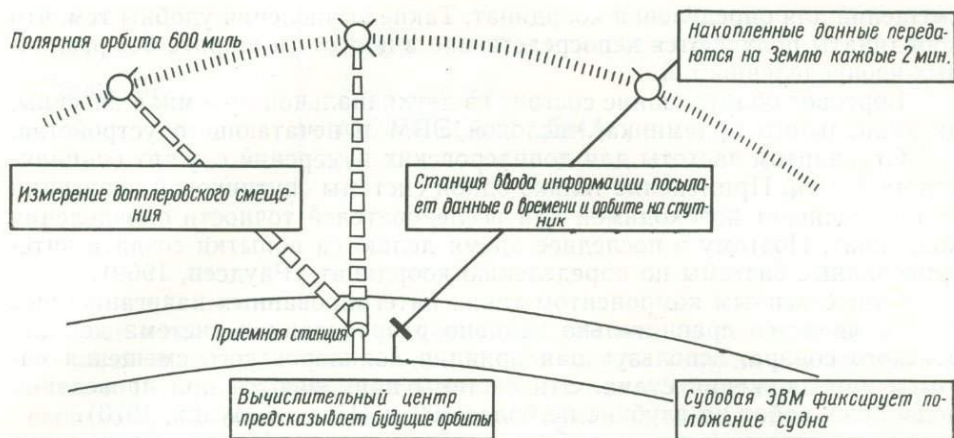


Рис. 27. Принцип работы системы навигационных спутников (по Д. Чернофф, 1971).

Многочисленные существующие в настоящее время радионавигационные системы с их сложным расчетом координат порой затрудняют правильное определение местонахождения. Использование искусственных спутников Земли обеспечивает применение стандартной во всем мире системы координат, базирующейся на сферической модели Земли, и значительно упрощает проблему определения места в любой точке земного шара.

Недостаток спутниковых навигационных систем — малая частота выдачи данных места (в среднем один раз в час), однако для получения более точного определения места спутниковые системы применяются в комбинации с другими навигационными методами (например, инерциальной системой), а также с использованием комбинированных спутниковых систем, таких как навигационно-связные, построенные на основе стационарных и синхронных спутников с периодом обращения 24 звездных часа (Сорочинский, 1970). Другим общим недостатком всех спутниковых навигационных систем является высокая стоимость бортового оборудования.

Примером навигационной системы с использованием спутника Земли является система «Транзит» (США) (рис. 27). На суше в местах с точно определенными координатами расположено четыре приемных станции, которые следят за прохождением спутника. Вычислительный центр анализирует результаты и предсказывает орбитальные параметры спутника на ближайшие 24 ч. Инжектирующая станция передает эту информацию на спутник, где она хранится в электронной памяти для последующей двухминутной передачи. Таким образом, спутник может передавать свое местонахождение как функцию времени. Для получения координат судна обычно достаточно одного спутника, однако на практике применяют несколько операционных спутников на орбите, чтобы уменьшить время между определением координат.

В течение 18-минутного интервала видимости спутника с судна он успевает передать девять двухминутных сообщений одновременно на частотах 150 и 400 мггц. Эти сообщения содержат предсказанные орбитальные параметры спутника совместно с точкой временной привязки. Бортовым оборудованием измеряют доплеровское смещение частоты сигналов со спутника, сравнивая их с эталоном частоты.

Получение трех или более двухминутных передач со спутника в течение времени облета судна позволяет производить вычисление трех положений спутника на орбите, которые затем используются как фокусы с тремя существующими наборами скорректированных на рефракцию

смещений для определения координат. Такие вычисления удобны тем, что координаты получаются непосредственно в долготе и широте без различных неопределенностей.

Бортовое оборудование состоит из двухканальной приемной антенны, двухканального приемника, числовой ЭВМ и печатающего устройства.

Стандартом частоты для доплеровских измерений служит осциллятор на 5 мгц. Применение только одной системы спутниковой навигации не обеспечивает необходимой для исследователей точности определения координат. Поэтому в последнее время делаются попытки создать интегрированные системы по определению координат (Раудсен, 1969).

Существенным компонентом таких интегрированных навигационных систем является сравнительно недавно разработанная система доплеровского сонара, использующая принцип доплеровского смещения частоты при движении судна. Эти системы применяются при проведении подводных работ на глубине не более 300 м (Нокс и Мудки, 1970).

Доплеровский сонар работает следующим образом. Специально сконструированный излучатель одновременно излучает четыре пучка звуковых колебаний высокой частоты. Направление излучения этих пучков выбирается таким образом, чтобы при приеме отраженных сигналов можно было получить составляющие скорости судна в любом из четырех направлений его движения. Движение судна по отношению ко дну вызывает соответствующее доплеровское смещение отраженного сигнала, что дает возможность определить скорость судна. Комбинируя данные от доплеровского смещения с данными, поступающими от гирокомпаса, получают координаты судна в каждый данный момент. Точность систем доплеровского сонара в большой степени зависит от точности гирокомпаса и необходимости применения высокочастотных звуковых колебаний.

Недавно начаты работы по увеличению глубины действия доплеровских сонаров с применением фазированных излучающих антенн, которые меняют направление излучения в совокупности с вводом автоматической компенсации на температуру воды и соленость (Чернофф, 1971).

Интегрированные системы навигации по существу состоят из нескольких независимых измеряющих устройств. Комбинация дает возможность получить круглосуточную, не зависящую от погоды навигационную информацию, необходимую при проведении работ на морском дне.

Данные о геологическом строении морского дна свидетельствуют о различии геологического развития и геологической истории разных районов океана. Поэтому они перспективны в неодинаковой степени. Наибольшим сходством с геологическим строением прилежащих континентов, значительной мощностью осадочного чехла и, вероятно, близостью комплекса полезных ископаемых с минеральными ресурсами континентов характеризуются районы шельфа и материкового склона. Именно эти обширные акватории наиболее доступны для изучения и эксплуатации. В недрах морского дна, в первую очередь в недрах шельфа, обнаружены крупнейшие запасы нефти и горючих газов, большие запасы серы, угля, железных руд, олова, никеля, меди, калийных солей и других минеральных ресурсов.

Найденные месторождения — это, несомненно, лишь незначительная часть потенциальных богатств. Если даже исходить из статистической вероятности выявления полезных ископаемых на определенных площадях, можно ожидать по аналогии с континентами гораздо более многочисленные находки новых крупных месторождений на морских мелководьях.

В настоящее время известны многие тысячи эксплуатационных скважин по добыче нефти и газа; на суше или на островах заложены более 100 шахт, выработки которых проникают в сторону моря под дном на расстоянии до 8 км (Спрингис, 1971).

В ближайшие годы резко увеличится объем разведочных работ по изучению недр морского дна, несравненно расширится количество найденных в море полезных ископаемых, что вызовет новую волну проникновения горнодобывающих предприятий в акваторию моря.

Описываемые ниже виды минерального сырья залегают в коренных породах морского дна, под слоем современных и четвертичных осадков. Все они образовались в минувшие геологические эпохи; их отличие от обычных месторождений суши заключается лишь в том, что они не только скрыты в недрах, но еще и укрыты толщей воды (см. карту).

НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ МИРОВОГО ОКЕАНА

Нефть и газ — важнейшие полезные ископаемые, добываемые в акватории Мирового океана. Стоимость нефти и газа, полученных в 1969 г. из месторождений в акваториях океана, — 4 млрд. долларов — в несколько раз превышает стоимость ежегодной добычи полезных ископаемых из всех остальных месторождений морского дна (Эмери, 1971).

Размах работ по разведке и эксплуатации нефте-газовых месторождений в морских акваториях постоянно растет. По литературным данным, на 1 сентября 1968 г. геолого-геофизические работы в акваториях Мирового океана проводили 82 государства, разведочное бурение — 54 страны, добычу нефти и газа — 21 страна. В ближайшие 10 лет число

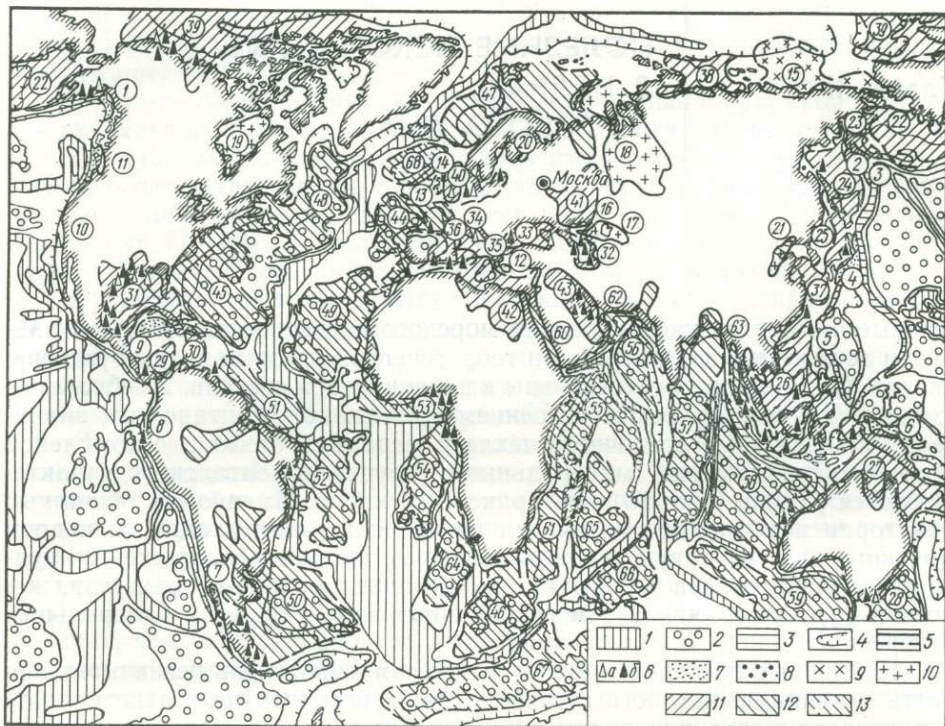


Рис. 28. Нефтегазоносные и вероятно нефтегазоносные бассейны в современных впадинах Мирового океана (по Ю. Я. Кузнецову, Л. Э. Левину и др., 1970):

1 — срединные и океанические краевые хребты; 2 — океанические впадины; 3 — краевые океанические желоба; 4 — край материковой отмели; 5 — установленные и предполагаемые границы нефтегазоносных бассейнов; 6 — морские и некоторые прибрежные месторождения; а — нефти, б — газа; континентально-морские бассейны: 7 — межгорных впадин кайнозойских и альпийских геосинклиналей (цифры на карте: 1 — Южно-Аляскинский, 2 — Центрально-Камчатский, 3 — Восточно-Камчатский, 4 — Восточно-Японский, 5 — Филиппинский, 6 — Северо-Гвинейский, 7 — Центральной долины, 8 — Гуаякильский, 9 — Южно-Кубинский, 10 — Калифорнийский, 11 — Прибрежно-Тихоокеанский и Фрейзер, 12 — Фрайкийский); 8 — межгорных впадин палеозойских геосинклиналей (цифры на карте: 13 — Западно-Английский, 14 — Шотландский); 9 — орогенных впадин мезозонд (цифры на карте: 15 — Индигиро-Чукотский), 10 — внутриплатформенных синеклиз, в том числе эпипалеозойских (цифры на карте: 16 — Усть-Юртский, 17 — Кызыл-Кумский, 18 — Западно-Сибирский) и эпипротерозойских (19 — Гудзонов залив, 20 — Ботнический, 21 — Северо-Китайский); 11 — перикриатонных, в том числе эпипалеозойских (22 — Берингоморский, 23 — Командорский, 24 — Охотоморский, 25 — Татарско-Япономорский, 26 — Индонезийско-Яванский, 27 — Арафурский, 28 — Тасманов, 29 — Колумбийский, 30 — Венесуэльский, 31 — Мексиканский, 32 — Южно-Каспийский, 33 — Азово-Черноморский, 34 — Адриатический, 35 — Тирренский, 36 — Алжиро-Прованский) и эпипротерозойских (37 — Восточно-Китайский, 38 — Анабаро-Лаптевский, 39 — Бофорта, 40 — Северо-Европейский, 41 — Северо-Каспийский, 42 — Ливийский, 43 — Персидского залива); 12 — перикокеанические, в том числе эпипалеозойские (44 — Западно-Европейский, 45 — Северо-Американский, 46 — Агульс-Карру), эпипротерозойско-палеозойские (47 — Норвежско-Баренцевоморский, 48 — Ньюфаундленд-Лабрадорский, 49 — Канарско-Атласский) и эпипротерозойские (50 — Аргентинский, 51 — Гвианский, 52 — Бразильский, 53 — Гвинейский, 54 — Ангольский, 55 — Сомалийский, 56 — Аравийско-Индийский, 57 — Центрально-Бенгальский, 58 — Западно-Австралийский, 59 — Южно-Австралийский); рифтовые (60 — Красного моря, 61 — Мозамбикский, 62 — Оманский, 63 — Ирравадийско-Андаманский); 13 — внутриокеанические (64 — Капский, 65 — Мадагаскарский, 66 — Крозе, 67 — Африканско-Антарктический, 68 — Эриа):

стран, участвующих в поисках морской нефти, возрастает до 100, а сумма их расходов — до 25 млрд. долларов (Калинко, 1969). Работами охвачены огромные акватории Мирового океана — шельф многих районов Европы, Северной и Южной Америки, Африки, юга и востока Азии, весь шельф Австралии (рис. 28). На 1968 г. в море открыто 261 месторождение нефти и газа. Ежегодно капиталистический мир затрачивает около 1 млрд. долларов на поиски и разведку нефти и газа в море, из них половину — на бурение. Стоимость современного морского оборудования превышает 1 млрд. долларов (Кузнецов, Левин и др., 1970).

Несмотря на большой размах работ, уровень изученности перспективных на нефть и газ районов остается недостаточным. Так, на 1966 г. сейсмическими исследованиями было охвачено только 7% площади шельфа. Интенсивные разведочные работы быстро изменяют сложившиеся

геологические представления и приводят к увеличению запасов. Даже выполненные примерно в одно время оценки разных авторов зачастую разноречивы. Поэтому ниже приводятся лишь материалы подсчетов последних лет, как наиболее полно учитывающие весь комплекс геолого-разведочных работ. Проведенные в 1948 г. подсчеты мировых ресурсов нефти и газа совершенно не учитывали их запасы в морских акваториях. За истекшие 25 лет положение в корне изменилось.

Акватория Мирового океана рассматривается ныне как важный и потенциально перспективнейший источник нефти и газа. По данным Л. Вика (1966), запасы (в млрд. т) в пределах шельфа * следующие: по нефти и конденсату, извлекаемым первичными методами, 96,5; по нефти и конденсату, извлекаемым (в пересчете на нефть) — 27,7; по газу (в пересчете на нефть) — 41,5; итого 207,2. Л. Викс включает в подсчет запасов также горючие сланцы, вероятно находящиеся на шельфе, и определяет их запасы в 139 млрд. т (в пересчете на нефть). М. К. Калинин (1969) подсчитал запасы нефти и газа в акваториях мира и пришел к выводу, что в акваториях с установленной нефтегазоносностью только в разведанных районах содержится не менее 100 000 млн. т нефти и 15 000 млрд. м³ газа. Всего же в недрах океанического дна, включая шельф и более глубоководные зоны и учитывая перспективные, но мало изученные районы, вероятно, не менее 1410 млрд. т углеводородов (в пересчете на нефть). Эта цифра равняется примерно половине всех известных запасов углеводородов в земной коре.

Запасы нефти на шельфе до глубины 305 м составляют 280 млрд. т, газа — 140 трлн. м³ (в пересчете на нефть 140 млрд. т), а суммарные же запасы шельфов акваторий — 420 млрд. т. Калинин считает эти цифры даже заниженными.

Распределение нефти и газа в различных геоморфологических элементах Мирового океана неравномерно. (Документ ООН Е/4680.)

Основная часть подсчитанных запасов нефти и газа и большая часть добычи приходится сейчас на континентальный шельф. Мощная толща осадочных пород, интенсивное накопление органики в разные периоды геологической истории, развитие благоприятных структур — все это обеспечивает высокую перспективность на нефть и газ. В данной зоне располагаются крупнейшие нефтеносные структуры, являющиеся продолжением месторождений суши (Персидский залив, озеро Маракайбо, акватории близ Южной Калифорнии). На шельфе установлены не только месторождения типа суша—море, но и морские структуры, аналогичные известным на суше (структурные и стратиграфические ловушки, соляные купола). Эти структуры, как и вся мощная толща осадочных пород, простираются к внешнему краю шельфа, на основании чего можно ожидать выявление крупного нефтяного потенциала и во внешнем шельфе.

Фактически еще совершенно не изучена нефтегазоносность материкового склона. Здесь достаточно мощный, особенно в средней части профиля материкового склона, чехол осадочных пород. В осадках содержатся органические вещества; осадки более мелкозернисты по сравнению с породами шельфа; в связи с недостатком кислорода органика лучше сохраняется. Вероятны нефтематеринские породы и даже обнаружены выходы нефти. В этой зоне часто действуют мутьевые потоки, создающие скопления мелкозернистых песков, возможных коллекторов нефти. Известные на шельфе структуры могут быть вполне развиты и на материковом склоне. Так, в верхней части материкового склона наблюдаются структурные подьемы, являющиеся вероятными ловушками для нефти. В пределах всего материкового склона обнаружены многочисленные структуры, напоминающие соляные купола. По крайней мере в несколь-

* Л. Викс относит к шельфам прибрежные зоны с глубинами до 305 м.

ких районах мира осадочные нефтеносные толщи глубоко опущены в результате тектонических процессов и залегают сейчас на материковом склоне. Эти районы имеют большой уже доказанный нефтяной потенциал (акватории близ Южной Калифорнии и Орегона, Западной Австралии и др.).

Материковый подъем, где мощность осадочного чехла достигает 10 км при ширине 100—1000 км, теоретически тоже не исключается из потенциально нефтегазоносных зон океана, хотя данных, подтверждающих нефтегазоносность, пока нет. Органики здесь накапливается меньше, чем в более мелководных зонах, но процессы образования углеводородов не исключаются. Пласты-коллекторы могут формироваться в результате деятельности мутьевых потоков.

Небольшие океанские бассейны типа Мексиканского залива, Карибского, Средиземного, Японского, Карского и Баренцева морей, Алеутского и Камчатского бассейнов характеризуются развитием мощной толщи осадков, достигающей 10 км (Мексиканский залив), благоприятных структур, как, например, многочисленные, напоминающие соляные купола, диапировые структуры впадины Сигсби. Скважина, пробуренная судном «Гломар Челленджер» в 1968 г. в Мексиканском заливе при глубине воды 3582 м, вскрыла кровлю соляного купола с признаками серной минерализации. На глубине 140 м ниже уровня дна отмечены нефть и газ.

И наконец абиссальные равнины океана, имеющие тонкий осадочный слой, с точки зрения нефтегазоносности рассматриваются как имеющие небольшие возможности.

Приведенные выше документом ООН оценки перспектив различных зон Мирового океана основываются на господствующей теории органического происхождения нефти; сторонники неорганического происхождения нефти еще не высказали своего мнения относительно нефтегазоносности океана. Не исключено, что их соображения будут иными.

Вопросам нефтегазоносности отдельных акваторий Мирового океана посвящена обширная литература; заслуживают особого внимания отечественные монографии последних лет (Калинко, 1969; Кузнецов, Левин и др., 1970). Материалы этих работ отражены в настоящем разделе.

Из 182 нефтегазоносных бассейнов континентов, выделенных И. О. Бродом, 85 продолжают существовать в море, занимая огромные площади морского дна*. Л. Э. Левин (Кузнецов и др., 1970) подразделяет нефтегазоносные и предположительно нефтегазоносные бассейны Мирового океана на геосинклинальные и платформенные.

Геосинклинальные бассейны делятся на группы гомогенных (просто построенных) межгорных впадин кайнозойских геосинклиналей; гомогенных и гетерогенных (сложно построенных) межгорных впадин альпийских геосинклиналей; гомогенных межгорных впадин мезозойских геосинклиналей; гетерогенных межгорных впадин палеозойских складчатых областей, переработанных последующими тектоническими движениями.

Платформенные бассейны подразделяются в соответствии со стадиями развития платформенных областей на пять подклассов — орогенных впадин, внутриплатформенных синеклиз, перикратонных, периокеаниче-

* Замкнутые и частично замкнутые впадины, разнообразные по размерам, строению и истории геологического развития, являются нефтегазоносными бассейнами. В разрезе осадочной толщи этих впадин заключены в определенных свитах залежи нефти и газа. Употребляемый ниже наряду с названием «бассейн» термин «мегабассейн» характеризует пространственные размеры области прогибания. По генетической сущности мегабассейн соответствует мегавпадине. В истолковании Я. П. Маловицкого (Кузнецов и др., 1970), под мегавпадиной понимаются обширные (до 1000 км и более) тектонические депрессии, выполненные мощными осадочными образованиями (10—15 км и более), особенностью которых является измененный по сравнению с окружающими районами разрез земной коры, утонение или полное отсутствие гранитного слоя.

Рис. 29. Сводный стратиграфический разрез западной части Северного моря (по М. К. Калинин, 1969):

1 — пески и песчаники; 2 — глины, аргиллиты и глинистые сланцы; 3 — известняки, магнезиальные известняки; 4 — мергель; 5 — каменная соль; 6 — каменная соль с прослоями ангидритов; 7 — каменный уголь; 8 — метаморфизованные породы нижнего палеозоя; 9 — единичные мелкие залежи газа; 10 — частые крупные залежи газа, 11 — единичная залежь нефти.

ских, внутриокеанических мегабассейнов. Кроме последних, все эти бассейны гетерогенны.

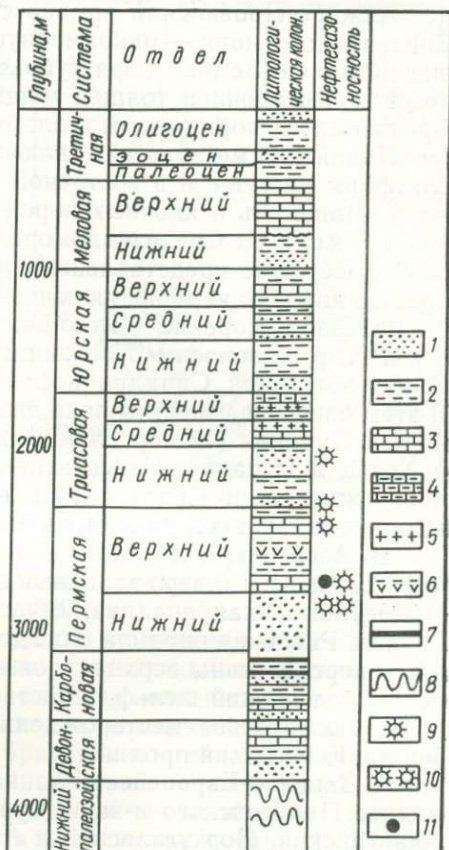
Отмеченные геосинклинальные и платформенные бассейны обладают своеобразными разрезами осадочных формаций. Намеченная классификация бассейнов отражена на карте (рис. 29), составленной Л. Э. Левиным (Кузнецов и др., 1970). Многие из нефтегазоносных бассейнов выделены условно из-за недостатка фактического материала.

АТЛАНТИЧЕСКИЙ ОКЕАН

Нефтегазоносность Атлантического океана и связанных с ним морей изучена, пожалуй, лучше нефтегазоносности других акваторий. В Атлантическом океане находятся крупнейшие центры морской нефтегазодобычи — Венесуэльский залив и лагуна Маракайбо, Мексиканский залив, — имеющие огромные разведанные запасы нефти и газа. О больших перспективах этого региона свидетельствуют расположенные по периферии Атлантики нефтегазоносные бассейны (периокеанические эпипалеозойские Западно-Европейский, Северо-Американский; эпипротерозойскопалеозойские Ньюфаундленд-Лабрадорский, Канарско-Атласский; эпипротерозойские Аргентинский, Гвианский, Бразильский, Гвинейский, Ангольский и др.; перикратонные эпипалеозойские Колумбийский, Венесуэльский, Мексиканский и др.).

Положительно оцениваются перспективы нефтегазоносности краевых морей Атлантического океана. Как выяснилось в итоге геофизических и геологоразведочных работ, большая часть Средиземного моря нефтегазоносна. В Адриатическом море, в одноименном перикратонном эпипалеозойском бассейне, установлена земная кора субокеанического типа. Мощность осадочной толщи кайнозоя достигает 10 км. Газовые залежи приурочены к плиоценовым отложениям, нефть — к олигоценовым и среднемиоценовым. В результате геофизических исследований, проводимых с 1954 г., и буровых работ, начатых в 1960 г., в море к юго-западу от г. Равенны открыты газовые месторождения Равенна-Маре, Равенна-Маре-Зюд, Порто-Корсини-Маре (запасы 25—39,6 млрд. м³), Цезенатико-Маре.

Тирренский мегабассейн находится между Корсикой, Сардинией, Сицилией и Италией. Мощность осадочного предположительно кайнозойского чехла в его глубоководной части 2—2,5 км. Отложения кайнозоя лежат на палеозойском фундаменте и непосредственно на «базальтовом» слое земной коры.



Алжиро-Прованский мегабассейн охватывает всю западную часть Средиземного моря — одноименную котловину, Альборанское море, Лионский залив. Земная кора субокеанического типа перекрыта мезо-кайнозойской осадочной толщей мощностью 4,5—5,8 км. В западной части Средиземного моря начаты геологоразведочные работы.

Ливийский мегабассейн включает склоны Африканской и Аравийской платформ на суше и в восточной и юго-восточной частях Средиземного моря. Мощность осадочных пород в центральной Ионической котловине более 8 км, а на Средиземноморском валу — 3 км. В разрезе на Ливийском побережье представлены морские терригенные отложения от кембрия до нижнего карбона включительно, континентальные породы верхнего палеозоя, морские — мезо-кайнозойские отложения мощностью до 3 км. Нефтегазоносны отложения от нижнего палеозоя до палеогена. В юго-восточной Сицилии нефтегазоносны доломиты нижнего триаса. В этом бассейне известны пока два месторождения суша—море — Джела на о-ве Сицилия (12 морских скважин, годовая добыча 0,25 млн. т нефти) и Хелец в Израиле. Перспективны некоторые районы близ греческого побережья, залив Сидра (АРЕ), где получен приток газа в скважинах, юго-восточная и северо-восточная части Средиземного моря.

В Азово-Черноморском перикратонном эпипалеозойском бассейне нефтегазоносны северо-западный залив Черного моря, куда погружается Причерноморская впадина, отчасти включающая шельф близ берегов Грузии, Рионская впадина с осадочными породами мощностью до 10 км, здесь перспективны верхнемеловые и сарматские отложения. Нефтегазоносны болгарский шельф, в частности на продолжении Варненской впадины Тюленевское месторождение, а также многие районы Азовского моря и Керченский пролив.

В Западно-Европейский эпипалеозойский мегабассейн, лежащий западнее Пиренейского п-ва и Франции, открываются Англо-Парижский, Аквитанский, Португальский и Андалузский бассейны суши. Осадочная толща мегабассейна включает породы от карбона до четвертичных. Мощность ее на суше 2,8—4 км. Нефтегазоносны породы юры, вероятно мела, палеоген-неогена. Разведочные работы ведутся в нескольких районах, в частности в Ламанше и Бискайском заливе. В последнем пробурены скважины, давшие притоки нефти и газа на продолжении нефтяных месторождений Паренти, Казо и Мимизан.

Небольшие по размерам Западно-Английский и Шотландский бассейны — это межгорные впадины палеозойских складчатых областей. В Шотландский бассейн входят заливы Ферт-оф-Клайд на Атлантическом шельфе и Ферт-оф-Форт в Северном море.

Мощность осадочного чехла достигает 6 км. В бассейне разведаны угольные пласты залива Ферт-оф-Форт.

В эопротерозойский Северо-Европейский мегабассейн входят акватории Северного и Балтийского морей. Акватория Северного моря — один из самых интересных районов Мирового океана. Запасы нефти и газа в недрах Северного моря пока еще уступают некоторым другим морским районам, уровень добычи нефти и газа относительно невелик, но географическая близость к крупнейшим потребителям — странам Европы — и находки крупных месторождений в некоторых прилежащих участках суши (Нидерланды) дали возможность положительно оценить перспективы этой акватории.

Акватория Северного моря представляет собой часть крупной эпикаледонской впадины. В ней наблюдается несовпадение структурных планов верхнепалеозойских (до верхнего карбона включительно) и вышележащих (от пермских до современных) отложений. Пермские отложения образуют три валобразных поднятия, разделяющих три впадины. На юго-востоке моря находится Цехштейновая впадина, в которой раз-

Рис. 30. Схема нефтегазоносности Северного моря (по Ю. Я. Кузнецову и др., 1970):

1 — месторождения; 2 — разведочные площадки, в том числе (цифры на карте): 1 — Уэст-Сол, 2 — Энн, 3 — Индифаггбл, 4 — Леман-Бэнк, 5 — Хьюит, 6 — блок 48/22, 7 — блок 48/7, 8 — блок 48/21, 9 — блок 48/29, 10 — блок 53/4; 3 — скважины, давшие притоки азотного газа; 4 — другие скважины; 5 — границы раздела акватории.



виты солянокупольные структуры. Западнее расположена Британская впадина, отделенная центральным поднятием. Британская и Норвежская впадины разделены Северным валообразным поднятием. Мощность пермских и вышележащих отложений в Британской впадине 4200, в Цехштейновой — 6100 м. Район Доггер-банка представляет собой, очевидно, приподнятый блок. По М. К. Калинко (1969), у берегов Великобритании разрез начинается континентальными красно-

цветными песчаниками и конгломератами мощностью свыше 100 м, включает отложения нижнего и верхнего карбона, нижней и верхней перми, триаса, юры и мела. Мощность мезозоя 3000 м, преобладают терригенные породы. Верхнеюрские и верхнемеловые отложения представлены преимущественно карбонатными породами, к третичным отложениям относятся глины эоцена, олигоцена и миоцена мощностью до 600 м (рис. 30). С точки зрения нефтегазоносности перспективен весь разрез, но основные продуктивные горизонты британского сектора приурочены к верхам нижнепермских отложений (ротлигендес) суммарной мощностью 32—213 м. Иногда газonosны доломиты цехштейна, породы мела. Нефтегазовая залежь встречена в породах цехштейна. К 1 июля 1969 г. только в британском секторе 31 было открыто 11 газовых (Уэст-Сол, Леман-Бэнк, Хьюит, индифешгэбл и др.) и одно нефтегазовое месторождение. Нефть легкая. Состав газов (на примере месторождения Леман-Бэнк) следующий (%): метана — 95,50, этана — 2,86; пропана — 0,49; *n*-бутана — 0,09; изобутана — 0,08; *n*-юнтана — 0,02; изопентана — 0,03; гексана — 0,02; гептана — 0,04; азота — 1,26; гелия — 0,02; углекислого газа — 0,04; сероводорода — следы, серы — менее 0,5 (Калинко, 1969).

По сведениям В. И. Игревского и др. (1972), в Северном море проведено большой объем геофизических работ, пробурено 450 скважин и открыто свыше 40 газовых и нефтяных месторождений, в том числе нефтяное месторождение Экофиск с извлекаемыми запасами нефти 400 млн. т (норвежский сектор Северного моря) и примерно равноценное месторождение Фертис (британский сектор*). Нефтегазопроявления обнаружены и в датском секторе, причем здесь получены промышленные притоки нефти и газа. Разведанные запасы газа в Северном море составляют 1,5—2 трлн. м³, нефти — 500—700 млн. т. От месторождений Уэст-Сол и Леман-Бэнк в британском секторе проложены газопроводы, по которым с 1967 г. газ подается в Великобританию.

Перспективным является Балтийское море, на южных берегах его известны небольшие нефтяные месторождения. Южная часть Балтики — внутриплатформенная эпикаледонская впадина, в которой нефтегазосны ниже- и среднепалеозойские отложения. Предположительно нефте-

* В газете «За рубежом» 10.I 1974 г. сообщалось, что к началу 1974 г. в британском секторе пробурено 475 скважин; в норвежском — 80. Из североморских месторождений поступает 90% потребляемого в Великобритании газа.

газоносен и Ботнический бассейн, локализованный в одноименном заливе Балтийского моря, где в иотнийских нижнепалеозойских отложениях мощностью 1000—2000 м возможны находки залежей нефти и газа.

Норвежский мегабассейн, очерченный Срединно-Атлантическим хребтом, каледонидами Шпицбергена, палеозоидами Новой Земли, Урала, Тимана и Балтийским щитом, включает впадины Норвежского и Баренцева морей. В бассейне пробурена лишь одна скважина — на о-ве Шпицберген, где пройдены отложения мезозоя и верхней части палеозоя мощностью до 3000 м.

Внутриокеанический бассейн Эрил, лежащий юго-западнее Норвежского и западнее Шотландского и Западно-Английского бассейнов, изучен еще недостаточно.

В целом северо-восточная часть Атлантики включает каледонские и герцинские складчатые сооружения, эпикаледонские и эпигерцинские платформы и переходные зоны.

Северо-западная часть Атлантического океана с точки зрения нефтегазоносности перспективна в разной степени.

Ньюфаундленд-Лабрадорский мегабассейн эппротерозойской группы, в понимании Ю. Я. Кузнецова и др. (1970), открыт в сторону Атлантического океана и ограничен на северо-востоке Гренландским щитом, на западе каледонидами Северной Америки, на юго-востоке Ньюфаундлендским хребтом. Он включает подводную окраину материка и переходную зону, в том числе банки Большую Ньюфаундлендскую, Флемиш-Кап, северную часть абиссальной равнины Сом и Ньюфаундлендский хребет. Разрез осадочного чехла бассейна ограничивается мощной толщей карбоновых отложений. Две морские скважины к юго-востоку от Ньюфаундленда оказались сухими; скважина на о-ве Сейбл вскрыла газовое месторождение на глубине 4290 м.

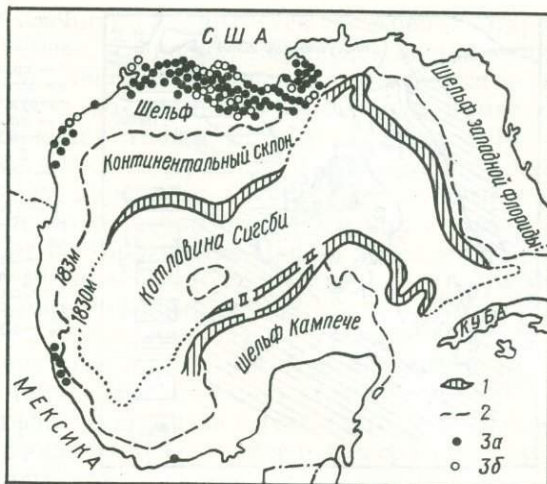
Южнее Ньюфаундленд-Лабрадорского находится Северо-Американский мегабассейн, на юге граничащий с Мексиканским мегабассейном. Бассейн хорошо изучен. Границами его служат на юго-востоке краевой вал, на северо-востоке Ньюфаундлендский хребет, на востоке Срединно-Атлантический хребет. Морфологически в бассейне выделяют подводную окраину материка, плато Блейк, Блейк-Багамскую котловину, внешний хребет, краевой вал, горы Келвин, Багамские банки, Бермудское поднятие, абиссальные равнины Гаттерас, Нарес, частично Сом. Бассейны сложены мезозойскими и кайнозойскими отложениями мощностью до 4,5 км. Трубами были подняты породы от мела до плейстоцена.

По литературным данным, шельф у восточных берегов США весьма перспективен. Здесь у Лонг-Айленд обнаружено месторождение, не уступающее месторождениям Мексиканского залива.

Мексиканский нефтегазоносный бассейн расположен в обширной впадине Мексиканского залива. Впадина гетерогенна по строению. Глубина Мексиканского залива достигает 4023 м (рис. 31). Под воды залива уходит на северо-западе мезо-кайнозойская краевая впадина, имеющая докембрийский, каледонский и герцинский фундамент; через залив протягивается широтная альпийская впадина (о-в Куба); с запада и юго-запада в залив погружается передовой прогиб мезозойской складчатой области. Впадины опускались и опускаются в настоящее время с разной интенсивностью, эти факторы определяют разную в различных районах Мексиканского залива мощность осадочного чехла. Так, во Флоридском проливе фундамент погружен на глубину 11 км. Глубоководная часть Мексиканского залива представляет собой крупный грабен. Детально изучена северо-западная часть Мексиканского залива (район Галфкост). В прибрежных частях залива широко развиты соляные купола, образующие целые зоны этих структур на продолжении солянокупольных районов Техаса и Луизианы и бассейна Веракрус. Продуктивные

Рис. 31. Геологическая схема Мексиканского залива (по Блэтнеру, 1967). Заимствована из работы Ю. Я. Кузнецова и др., 1970:

1 — уступы континентального склона;
2 — предполагаемые соляные купола;
месторождения: 3а — нефтяные, 3б — газовые.



горизонты обнаружены во всем разрезе, особенно в неогене. Первая скважина на сваях пробурена в Мексиканском заливе еще в 1911 г.; в 1933 г. создана буровая баржа, с 1938 г. ведутся интенсивные геофизические и разведочные работы. С 1938 по 1968 г. у берегов Луизианы

пробурено 10 480 разведочных и 8926 эксплуатационных скважин. Близ мексиканских берегов объем разведочных работ невелик. В целом в заливе обнаружено 133 месторождения нефти и газа у берегов США и 12 месторождений у берегов Мексики. Разведанные запасы углеводородов составляют 430 млн. м³ нефти и 780 млрд. м³ газа у берегов США, 70 млн. м³ нефти и 92 млрд. м³ газа у берегов Мексики. У берегов США из 56 месторождений добывается 30 млн. т нефти и 10 млрд. м³ газа ежегодно. В настоящее время поиски нефти и газа ведутся на континентальном склоне Мексиканского залива.

Южно-Кубинский бассейн охватывает район Большой Антильской островной дуги. Здесь в основании разреза находятся блоки коры континентального субокеанического и океанического типов. Разрез сложен потенциально нефтегазосными эпигеосинклинальными формациями верхнего эоцена, олигоцена и миоцена мощностью до 400 м, нефтегазопроявления известны и в подстилающих породах верхнего мела. Четкой границы между Мексиканским и Южно-Кубинским бассейнами нет. Лежащие южнее перикратонные эпипалеозойские Колумбийский и Венесуэльский мегабассейны весьма сходны по условиям залегания осадочной толщи. Мощность осадочного слоя в Колумбийском мегабассейне свыше 14,5 км, в Венесуэльском — свыше 10 км. Разрез Колумбийского мегабассейна предстает красцветами нижнего мезозоя, меловыми, палеогеновыми, неогеновыми морскими отложениями. Нефтегазосны породы мела, олигоцена и эоцена.

Погруженная часть Венесуэльского нефтегазосного мегабассейна Маракайбо скрыта под водами лагуны Маракайбо. В недрах лагуны находятся гигантские месторождения нефти (рис. 32). Одноименная впадина расположена между альпийскими складчатыми сооружениями Сьерра-Периха на западе и Мерида на востоке. Она сложена мощной толщей мезозойских и кайнозойских осадков, лежащих на палеозойском фундаменте — морских известняков и континентальных терригенных пород, инфицированных гранитами. Мощность только кайнозойскими местами достигает 9 км. Продуктивные горизонты насчитываются сотнями, разрез буквально насыщен нефтью от пород фундамента до четвертичных отложений. Наиболее нефтегазосны породы эоцена и особенно миоцена (80% всей добычи нефти). Самое большое месторождение, точнее группа месторождений, частично расположенных в лагуне, — Болливар. Несмотря на огромный объем нефти, добываемой в лагуне с 1933 г., в недрах лагуны на 1957 г. оставалось свыше 1585 млн. т. Изначальные запасы газа только месторождения Болливар составляли 2,8 млрд. м³, к концу

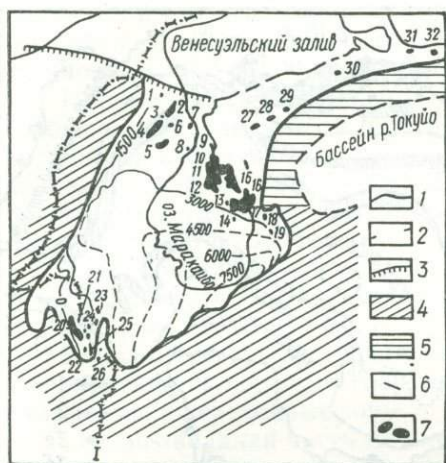


Рис. 32. Карта-схема Маракаибского бассейна:

1 — границы бассейна, 2 — стратозигипсы по кровле эоцена; 3 — разлом Ока; 4 — ветви складчатого сооружения Анд; 5 — поднятия Трухильо и Фалкон; 6 — линии профильных разрезов; 7 — нефтяные месторождения и нефтегазоносные площади: 1 — Амана, 2 — Мара, 3 — Нетик, 4 — Ла-Пас, 5 — Боскан, 6 — Сибукара, 7 — Консепсион, 8 — Энсенада, 9 — Ла Роса, 10 — Пуэрта Бенитес, 11 — Тиа-Хуана, 12 — Лагунильяс, 13 — Пуэбло Вьехо, 14 — Бачакеро, 15 — Эль Менито, 16 — Лос Баррасос, 17 — Мисоа, 18 — Мене Гранде, 19 — Мотатан, 20 — Тибу, 21 — Западная Тарра, 22 — Сардината, 23 — Лас Манозлес, 24 — Лас Крусес, 25 — Петролеа, 26 — Карбонера, 27 — Мене де Мауроа, 28 — Медня, 29 — Омбре-Пинтадо; 30 — Тигуахе, 31 — Эль Манон, 32 — Кумаребо.

1957 г. было добыто 1 млрд. м³. Нефть разрабатывается 3000 морских скважин. В 1967 г. в лагуне добыто 115 млн. т нефти.

Эпипротерозойско-палеозойский Гвианский мегабассейн включает области опускания Бразильской платформы — Мараньяо, Нижнеамазонскую и Восточно-Венесуэльскую. Контуры бассейна на юге и на севере еще не уточнены. Нефтегазоносна входящая в состав бассейна межгорная впадина Пария. Она находится в значительной мере под водами одноименного залива о-ва Тринидад. Впадина выполнена мощной толщей мезо-кайнозойских отложений, лежащих на дислоцированных породах палеозоя и нижнего мезозоя. Мощность только меловых отложений впадины в осевой части достигает 9, кайнозоя — 10 км. Складки кайнозойских пород вытянуты субширотно, местами разбиты разрывными нарушениями. Много диапировых структур. На о-ве Тринидад известны грязевые вулканы. Продуктивными являются миоценовые породы. На острове пробурены сотни скважин, открыты месторождения суша — море Брайтон, Норт-Марин, Поинг-Фотин, Конва-Марин и др. У берегов Суринама и Французской Гвианы получены незначительные притоки нефти и газа в одной из скважин, удаленной на 100 км от берега.

Бразильский мегабассейн эпипротерозойского типа, объединяющий в акватории океана разобщенные на суше выступами фундаментов впадины Баия-Реконкаву, Сержипи-Алагоас, Северо-Восточную Прибрежную, Эспириту-Санту-Кампос, сложен мезо-кайнозойскими отложениями мощностью 4,5 км. Здесь ведутся геофизические и геологоразведочные работы. Во впадине Баия-Реконкаву выявлено значительное месторождение Дон-Жуан, частично уходящее под воды залива Тодуз-ус-Сантус. По сведениям на 1971 г., на шельфе Бразилии уже обнаружено три крупных месторождения нефти.

Аргентинский мегабассейн находится к югу от Бразильского и ограничен с юга дугой Сандвичевых островов. В основании осадочного разреза на континенте лежат докембрийские и палеозойские отложения. Разрез слагают породы от девона до неогена включительно; мощность их до 5 тыс. м. Продуктивны породы верхнего палеозоя, триаса, юры, мела и эоцена. Работы на шельфе еще только разворачиваются. По литературным данным, в заливе Сан-Хорхе разведывается нефтяное месторождение площадью около 2,5 тыс. км².

Строение юго-восточной Атлантики отличается от северо-восточной: это в основном окраины платформ, впадины которых выполнены мезо-кайнозойскими осадками и погружены в сторону океана.

Обширный эпипротерозойско-палеозойский Канарско-Атласский мегабассейн расположен к востоку от северо-восточной оконечности Африки. Гвинейский мегабассейн отделен от Канарско-Атласского подводной возвышенностью Сьерра-Леоне, а от лежащего южнее Ангольского мега-

бассейна — восточной ветвью Срединно-Атлантического хребта. Ядро мегабассейна — Нигерийская впадина, где на докембрийском фундаменте развиты породы мела, палеоцена, эоцена и миоцена. Выделяются три структурных этажа — домеловой, альб-сантонский и верхний кампан-плейстоценовый. Мощность осадочной толщи местами достигает 10—12 км. Продуктивны песчаники агбада (средний эоцен — олигоцен). В акватории Нигерийского залива пробурено 49 скважин (данные на июль 1968 г.). 26 из них дали притоки нефти из 13 морских нефтяных месторождений (эксплуатируется месторождение Океан, разведываются месторождения Южная Дельта, Пеннингтон, Кулама и др.). Ангольский эпипротерозойский мегабассейн, ограниченный на юге хребтом Китовым северо-восточного простирания, по строению близок Гвинейскому бассейну. Мощность осадочных пород превышает 4 км. Перспективы нефтегазоносности связаны с породами мезозоя, особенно верхнего мела.

В результате разведочных работ, ведущихся в течение 15 лет, открыто три месторождения в Гвинейском заливе восточнее г. Нигера (суммарная добыча нефти в 1967 г. — 0,84 млн. т) и три новых перспективных структуры у берегов Кабинды.

Южнее Ангольского мегабассейна находится внутриокеанический Капский мегабассейн. В юго-восточной Атлантике перспективны не только районы шельфа, но и подножие и смежные участки абиссальной равнины. На юге Атлантики частично расположен Африканско-Антарктический внутриокеанический мегабассейн, заходящий в пределы Индийского океана.

ИНДИЙСКИЙ ОКЕАН

В акватории Индийского океана развиты периокеанический бассейн Агульяс-Карру, рифтовый Мозамбикский бассейн; внутриокеанические бассейны Мадагаскарский и Крозе; периокеанические (эпипротерозойские) Сомалийский и Аравийско-Индийский, Персидского залива, Центрально-Бенгальский, Западно- и Южно-Австралийский рифтовые бассейны Красного моря и Оманский, внутриокеанический Африкано-Антарктический бассейн (Кузнецов, Левин и др., 1970).

В юго-западной части Индийского океана расположен предположительно нефтегазоносный бассейн Агульяс-Карру. На севере бассейн включает межгорную впадину в палеозойских сооружениях Капид (юг Африки), сложенную континентальными отложениями серии Карру (верхний карбон—лейас) мощностью до 15 км. В море бассейн ограничен на западе краевым подводным хребтом (горы Метеор, Дисковери и др.), на востоке Срединным океаническим хребтом Индийского океана, на севере прослеживается до седловины, ограничивающей с юга Мозамбикский бассейн. Геофизические работы проведены во многих районах бассейна; на банке Агульяс близ ЮАР заложены морские буровые скважины. Лежащий севернее Мозамбикский мегабассейн на западе и востоке обрамлен выступами кристаллического фундамента Африки и о-ва Мадагаскар. Осадочный чехол сложен породами той же серии Карру от карбона до лейаса мощностью 5,5 км, юрскими, меловыми и кайнозойскими отложениями. Нефтегазопроявления приурочены к серии Карру. В акватории бассейна проводятся геофизические и буровые работы. М. К. Калинин (1969) считает Мозамбикский пролив высокоперспективной нефтегазоносной акваторией. Восточнее находятся внутриокеанические предположительно нефтегазоносные бассейны Мадагаскарский и Крозе, изученные еще недостаточно.

Сомалийский нефтегазоносный мегабассейн отделен на востоке и юго-востоке Срединным Аравийско-Индийским и Маскаренским хребтами. Мощность осадочной толщи на окраине материка достигает 15 км.

Наиболее древние отложения — свита Карру (верхний карбон—юра), над ней залегают платформенные и метаплатформенные мезо-кайнозойские формации. Бурением до глубины 4000 м на о-вах Занзибар, Мафия и других установлена газоносность палеоген-неогеновых отложений.

Аравийско-Индийский мегабассейн очерчен на море хребтами Мурреа, Аравийско-Индийским и Мальдивским. На суше в его состав входят северо-западная часть Индостанской платформы и пояс краевых прогибов. Мощность осадочного чехла 3000 м в заливе Кач, 7000 м у карачинского берега. Разрез сложен породами от юрских до четвертичных. У берегов Западного Пакистана ведутся геофизические и буровые работы. Бассейн Красного моря, очерченный разломами вдоль берегов, в центральной части характеризуется океанической земной корой. На докембрийском фундаменте залегают нубийская серия (девон — нижний мел), над ней континентальные и морские отложения верхнего мела и кайнозоя с пропластками платобазальтов. Мощность осадочного чехла до 3 км. Продуктивны отложения нубийской серии, верхнего мела, эоцена и миоцена. В бассейне проводятся геофизические исследования, у берегов Саудовской Аравии — морское бурение.

Мегабассейн Персидского залива средиземноморского типа локализован в краевом прогибе Альпийской геосинклинали. Разрез слагается мощной (свыше 10 км) толщей осадочных пород от палеозойского до четвертичного возраста. Нефтегазоносен почти весь разрез от верхней юры до плиоцена. Возможно, что нефтегазоносны и более древние породы — до перми включительно. Разведанные запасы бассейна на суше и море на 1963 г. составляли 23 млрд. т (70% запаса капиталистического мира), в том числе 4,8 млрд. т в 20 морских месторождениях Персидского залива. М. К. Калинин (1969) на основании более поздних данных определяет потенциальные запасы нефти в недрах Персидского залива в 12—13 млрд. т, запасы газа — ориентировочно 3600—3900 млрд. м³. В настоящее время в заливе известно 27 нефтяных месторождений. Одно из крупнейших месторождений Сафания открыто в 1951 г. Большая часть его находится под водами залива. Перспективны месторождения Сассан и Лулу. Запасы последнего около 4 млрд. т нефти, суточная нефтедобыча из морских месторождений залива в 1968 г. составила 180 тыс. т (65—66 млн. т в год).

Оманский мегабассейн узкой полосой вытянут вдоль берега Аравийского моря. Суммарная мощность мезозойских и третичных отложений достигает 10 км. Продуктивные горизонты встречены по всему разрезу. В глубоководной части Оманского залива нет «гранитного» слоя. Проводятся геофизические и разведочные работы на нефть и газ.

Центрально-Бенгальский мегабассейн расположен между Мальдивским хребтом на западе и Восточно-Индийским хребтом на востоке. На суше бассейн захватывает восточное и северо-восточное погружение Индостанской платформы и Бенгальского краевого прогиба. Максимальная мощность осадочного чехла в подводной части бассейна достигает 10 км. На юге прогиб ограничен системой разломов; эти разломы обусловили его сочленение с Яванским глубоководным желобом. Строение шельфовой зоны мегабассейна довольно разнообразно. Близ керальского побережья в разрезе шельфа известны лишь породы миоцена; на западе, где мощность осадочного чехла возрастает до 2—3 км, вероятны породы палеогена и мезозоя. В Полкско-Коромандельском районе нет отложений от юры до миоцена. На Бенгальском шельфе развита мощная толща палеозоя, мезозоя и кайнозоя. В акватории бассейна проводятся геофизические работы.

Западно-Австралийский мегабассейн объединяет несколько впадин-грабенов (синеклизы Кеннинг, Карнарвон, Перт на западе древней платформы), впадины тянутся в море на сотни километров. Наиболее полный

разрез наблюдается в самой южной впадине Перт, где установлены породы силура, ордовика, перми и мезозоя. Мощность только юры и мела превышает 4200 м. В бассейне выявлено два нефтяных месторождения на о-вах Барроу и Паска. Продуктивны меловые отложения.

Южно-Австралийский мегабассейн представляет собой подводное продолжение синеклизы Юкла, сложенной меловыми и палеоген-четвертичными отложениями мощностью до 2 км. Бассейн очерчен Западно-Австралийским хребтом, Австрало-Антарктическим поднятием и возвышенностью Лия. Граница с Тасмановым мегабассейном проходит по о-ву Кинг, выступу палеозойского фундамента.

ТИХИЙ ОКЕАН

Перспективы нефтегазоносности Тихого океана связаны с нефтегазоносными районами, расположенными по периметру океана — перикратонными эпипалеозойскими Тасмановым, Арафурским, Индо-Синийско-Яванским бассейнами — межгорными впадинами, Северо-Гвинейским и Восточно-Китайским бассейнами, бассейном — межгорной впадиной Восточно-Японским, перикратонными эпипалеозойскими бассейнами Татарско-Япономорским, Охотоморским, Командорским, Беринговоморским; бассейнами — межгорными впадинами кайнозойских альпийских геосинклиналей — Центрально- и Восточно-Камчатским, Южно-Аляскинским, Прибрежно-Тихоокеанским, Калифорнийским, Гуаякильской и Центральной долины.

Тасманов мегабассейн, локализованный в районе Бассова пролива, охватывает три впадины на окраинах палеозойской платформы — Отвэй, Бассова пролива и Джипп-сленд. Они зародились в позднеюрское время и особенно интенсивно развивались в мелу. Суммарная мощность осадочной толщи 9 км. Продуктивны мезозойско-третичные отложения. В результате геолого-геофизических исследований выявлено три крупных месторождения — Барракута, Марлин и Кингфиш. Запасы газа в первых двух составляют соответственно 42 и 43 млрд. м³; запасы нефти в месторождении Марлин — 74,4 млн. т. По некоторым данным, в последние годы запасы нефти в Тасмановом мегабассейне резко возросли, а добыча составляла в 1971 г. до 14 млн. т.

Арафурский мегабассейн находится к северу от предыдущего. Островная дуга Сулавеси отделяет его от Индо-Синийско-Яванского мегабассейна. Арафурский мегабассейн объединяет весьма разнохарактерные области — склон Австралийской платформы, восточное подводное продолжение толщи палеозойских отложений Австралии, краевой прогиб кайнозойской геосинклинали Новой Гвинеи, некоторые блоки дна Кораллового моря с океанической и субокеанической корой. Разрез осадочного чехла Арафурского мегабассейна вдоль Австралии представлен породами палеозоя и мезозоя, в Арафурском море — еще и кайнозоя. Близ о-ва Новой Гвинеи на о-ве Серам открыто месторождение нефти типа суша — море. Продуктивны породы плиоцена. В настоящее время ведутся интенсивные геофизические и разведочные работы во многих районах бассейна. В частности, в заливе Папуа (о-в Новая Гвинея) одна из скважин дала фонтан газа с дебитом 22,4 млн. м³.

Северо-Новогвинейский бассейн, включающий впадины Сепик и Северную прибрежную на берегу Новой Гвинеи, очерчен в океане Ново-гвинейским желобом. Мощность осадочной толщи (палеозой, мезозой, палеоген, нефтеносные неоген-четвертичные отложения) до 10 км.

Нефтегазоносные Новокаледонский и Новозеландский бассейны сложены молодыми третичными осадками; изучены недостаточно. В Новозеландском бассейне на берегу Северного о-ва разведано газоконденсатное месторождение Капуни (запасы 15 млрд. м³).

Индо-Синийско-Яванский мегабассейн — один из наиболее сложных по геологическому строению. Бассейн включает несколько небольших нефтегазоносных впадин — Тайваньскую, Индосинийскую, Восточно- и Северо-Калимантанскую, Яванскую, — расположенных в основном в пределах Южно-Китайского, Яванского и Целебесского морей. Впадины различаются по возрасту и литологическому составу пород.

Тайваньская впадина сложена палеоген-неогеновой толщей мощностью 8 км. Продуктивны породы миоцена и плиоцена. На суше известно семь месторождений, в море проводятся геофизические исследования. Восточно-Калимантанская впадина — краевой прогиб мезозойской геосинклинали о-ва Калимантан; в разрезе сложен осадками от эоцена до четвертичных мощностью 10 км. Месторождения нефти находятся на суше и островах. Нефтегазоносны отложения миоцена и плиоцена. В Северо-Калимантанской впадине известны отложения олигоцена, неогена и четвертичного возраста. Значительные нефтяные месторождения типа суша—море (Мири, Серая, Джеридонг) расположены на северо-западном берегу о-ва Калимантан; месторождение Ампа находится в море.

Яванская впадина в верхнем структурном этаже сложена неоген-четвертичными образованиями. Нефтегазоносны породы миоцена и плиоцена. В целом акватории бассейна интенсивно изучаются геофизическими методами по программе Экономической Комиссии стран Азии и Дальнего Востока (ЭКАДВ). Перспективны с точки зрения нефтегазоносности молодая впадина Филиппинского бассейна и лежащий севернее Восточно-Китайский мегабассейн. Он развит на склонах Китайско-Корейской платформы, погружающихся во впадины Желтого и Восточно-Китайского морей. Мощность осадочной палеозойско-мезозойско-кайнозойской толщи до 8 км. Газоносны породы кайнозоя. Выполняется комплекс геофизических исследований.

Татарско-Япономорский бассейн локализован в двух одноименных впадинах. В бассейне после завершения комплекса геофизических и разведочных работ у берегов Японии открыто месторождение типа суша—море. Запасы газа в 1961 г. составляли 10,7 млрд. м³, ежедневная добыча в 1966 г. — 2 тыс. т нефти и 1,3 млн. м³ газа. Небольшой по площади Восточно-Японский бассейн представляет собой кайнозойскую межгорную впадину. Охотоморский нефтегазоносный мегабассейн, локализованный в акватории одноименного моря и включающий одноименную впадину, — относительно молодое образование, возникшее в неогене. Впадина включает протерозой-раннемезозойскую платформу, мезозойские блоки, тектонические структуры кайнозойской области с субокеанической корой. Данные о развитии отложений палеозойско-мезозойских структурных подэтажей в бассейне пока нет, позднемицеловой подэтаж на обрамлении впадин Западной Камчатки представлен туфогенно-терригенными угленосными отложениями мощностью до 3 км. Палеогеновый структурный подэтаж сложен континентальными углистыми и терригенными морскими отложениями мощностью до 3—5,5 км, ниже- и среднемиоценовый подэтаж состоит из терригенных отложений, местами в переслаивании с кристаллическими породами суммарной мощностью 1,5—2,75 км, позднемиоцен-плиоценовый подэтаж — из терригенных отложений мощностью до 4 км; они в разной степени перспективны с точки зрения нефтегазоносности. Промышленные проявления нефти и газа установлены на Западной Камчатке и о-ве Сахалин. В море проведен большой объем геофизических работ.

По данным В. И. Игревского и др. (1972), шельф о-ва Сахалин является основным объектом поисков нефти и газа на Советском Дальнем Востоке. На изученной части шельфа о-ва Сахалин площадью около 100 тыс. км² уже выявлено около 40 перспективных структур. На северо-востоке сахалинского шельфа обнаружена крупная Тоссинская зона под-

нятий, в пределах которой наклонными скважинами с берега встречена нефть в миоценовых отложениях на глубине 2250—2468 м. Дебит нефти 60—80 т/сутки. Около 90 т/сутки дает скважина, вскрывшая Окружную прибрежно-морскую структуру на восточно-сахалинском шельфе.

Особенно перспективны Астраханская структура в Сахалинском заливе и морское продолжение Восточно-Луговской структуры. Одна из скважин, пробуренная в пределах этой структуры на суше, дала от 50 до 150 тыс. м³/сутки газа. На юго-западе о-ва Сахалин заслуживают внимания структуры морского продолжения Чеховского прогиба (Красноярская и др.).

На шельфе Западной Камчатки сейсморазведкой прослежено морское продолжение Паланско-Пенжинского краевого прогиба в заливе Шелохова (Ичанская и другие структуры).

Командорский, вероятно нефтегазоносный, бассейн включает часть Берингова моря между поднятием Ширшова, антиклинорием о-ва Каргинского и Командорскими о-вами. Строение и нефтегазоносность морской части бассейна изучены недостаточно.

Берингоморский нефтегазоносный мегабассейн занимает большую часть молодой плейстоценовой впадины Берингова моря. Геология и нефтегазоносность морской части его также почти не изучены, хотя есть данные о большой мощности осадочной толщи палеозоя, нижнего мезозоя, мела, кайнозоя и проявлениях нефти и газа в прилежащих участках суши.

Заслуживает особого внимания акватория Анадырского залива Берингова моря, где предварительные геофизические работы установили 4—5 км толщи мезо-кайнозойских осадков, смятых в локальные структуры.

Центрально- и Восточно-Камчатский бассейны межгорных впадин кайнозойских геосинклиналей невелики по размерам. Морская часть Центрально-Камчатского нефтегазоносного бассейна включает грабен пролива Литке, где мощность третичной осадочной толщи достигает 4 км. Данных о геологии бассейна мало. Тектонически он связан с Восточно-Камчатским бассейном, в строении которого выделяют верхнемеловой, палеогеновый, ранне-среднемиоценовый и поздне-среднемиоценовый и позднемиоцен-плиоценовый подэтажи, суммарная мощность слагающих их пород составляет несколько километров. В Восточно-Камчатском бассейне обнаружены небольшие нефтегазопроявления, приуроченные к олигоцену — нижнему миоцену.

Здесь особенно перспективны морские продолжения Кроноцкой и Авачинской впадин, где в 1971 г. начаты сейсмические исследования (Игревский и др., 1972).

Южно-Аляскинский бассейн межгорных впадин кайнозойской геосинклинали включает две обособленные на суше впадины — Сент-Элиас и Кука, — объединяющиеся на южном шельфе Аляски и ограниченные Алеутским желобом. Впадины сложены мощной толщей терригенных континентально-морских отложений эоцен-плиоцена (8—10 км), несогласно залегающей на осадочно-вулканогенных формациях мезозоя и палеозоя. Низы эоцен-плиоценовой формации нефтеносны, газ известен во всем разрезе. На 1968 г. в бассейне обнаружено 12 морских и частично морских месторождений с суммарными запасами 203 млн. т нефти и 141,6 млрд. м³ газа. Основные месторождения сосредоточены в заливе Кука. Суточная добыча в 1971 г. составляла около 30 375 т.

Бассейны Прибрежно-Тихоокеанский и Фрейзер охватывают группу мелких впадин западного побережья Северной Америки, сливающихся на шельфе воедино. Осадочный чехол мелового и третичного возраста достигает 4 км. Потенциальные запасы нефти во впадине Хекате составляли в 1966 г. 1,1 млрд. т, на шельфе у о-ва Ванкувер — 0,3 млрд. т.

Крупные месторождения пока не выявлены, ведутся интенсивные геофизические и буровые работы.

Калифорнийский бассейн представляет собой шесть небольших межгорных впадин среди кайнозойских складчатых сооружений запада Северной Америки. В море впадины сливаются. Со стороны океана они ограничены уступом континентального склона. Мощность осадочного неоген-четвертичного чехла изменяется от 4 до 18 км в различных впадинах, лишь во впадине Вентура известны отложения верхнего мела и палеогена. Уже открыто 16 морских или частично морских месторождений. В 1967 г. северо-восточнее месторождения Саммерленд открыто новое нефтяное месторождение с запасами 81 млн. т. Здесь в проливе Санта-Барбара пробурена скважина при глубине моря 600 м. Добыча за 10 лет составила 25,2 млн. т нефти и 14 млрд. м³ газа. В эксплуатации находятся сотни морских скважин.

Гуаякильский бассейн локализован во впадине на западе Анд и со стороны Тихого океана оборван Атакамским желобом. Разрез представлен преимущественно третичными континентально-морскими отложениями, которые иногда подстилаются меловыми породами суммарной мощностью до 6 км. Продуктивны породы эоцена. В Перу и Эквадоре выявлено несколько месторождений типа суша—море. Морские структуры разбуриваются в широких масштабах.

Бассейн Центральной долины представляет собой узкий грабен среди Анд, ограниченный в море Атакамским желобом. Мощность осадочного чехла (эоцен, олигоцен, неоген) до 3 км. Нефтегазоносны породы эоцена.

Геологическое строение Северного Ледовитого океана еще во многом не ясно. Однако огромные площади шельфа погруженных в сторону океана крупных нефтегазоносных бассейнов — Западно-Сибирского, Анабаро-Лаптевского, Индигиро-Чукотского, Бофорта, Гудзонова залива — дают возможность считать эту акваторию перспективной с точки зрения нефтегазоносности. В Хатангской и Мелвиллской впадинах обнаружены многие миллиарды тонн битуминозных песчаников (Калинко, 1969). Перспективные площади в Северном Ледовитом океане занимают, по М. К. Калинко, не менее 2,7, возможно перспективные площади — еще 2,7 млн. км². В итоге в Северном Ледовитом океане самый высокий среди всех океанов удельный вес перспективных площадей (примерно 30%). По геологическим условиям Северный Ледовитый океан близок к Мексиканскому заливу, но превосходит его размерами. Очевидно, через 20—30 лет эта трудная для освоения акватория будет очередным нефтяным «Клондайком».

НЕКОТОРЫЕ ВНУТРИКОНТИНЕНТАЛЬНЫЕ БАССЕЙНЫ

Одна из наиболее перспективных внутриконтинентальных акваторий — Каспийское море. В пределах моря выделяются северная мелководная часть, Северо- и Южно-Каспийская впадины, разделенные субширотно вытянутым подводным хребтом — Апшеронским порогом. На севере акватории находится эпигерцинская платформа, сложенная породами палеозоя, мезозоя и кайнозоя; на юге — геосинклинальная зона, представленная кайнозойскими и четвертичными породами. Под дном Каспийского моря полностью или частично расположено около 20 месторождений нефти и газа (Гаджиев и др., 1964; Алиханов, 1965; Оруджев и др., 1967; Калинко, 1969; Кузнецов, Левин и др., 1970).

В Каспийском море выделяют несколько зон (рис. 33), в разной мере нефтегазоносных (Алиханов, 1965). Северная, весьма перспективная зона включает уходящие под воду Промыслово-Бузачинское, Астраханское, Новобогатинское поднятия и Манычский, Бахтимирский, Мен-

Рис. 33. Районирование территории Каспийского моря по перспективности на нефть и газ (по Э. Н. Алиханову, 1965):

1 — нефтепроявления, 2 — газопроявления. Зоны: I — Северная, II — Примангышлакская, III — Притеречная, IV — Дагестанская, V — Прикаспийско-Кубанская, VI — Прикарабагазольская, VII — Апшеронского порога, VIII — Джейранкечмесско-Куринская, IX — Центрально-Южнокаспийская, X — Западно-Туркменская, XI — Южная.

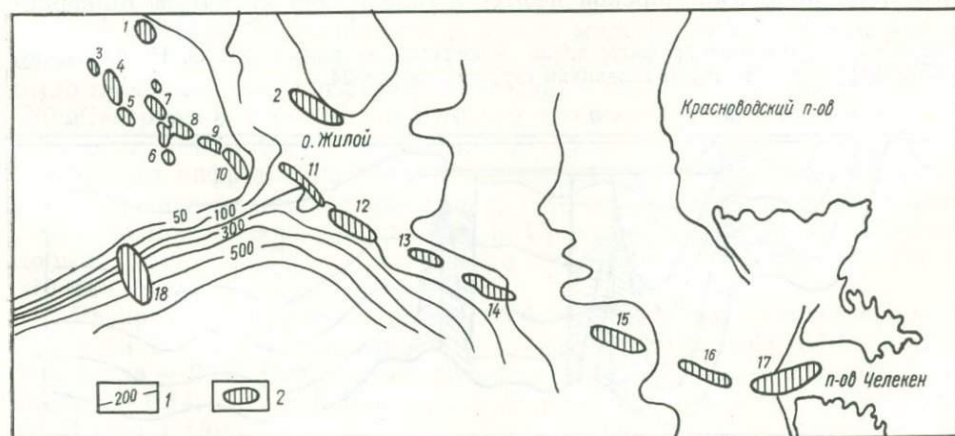
текесский, Гурьевский, Приэмбенский и другие прогибы. Здесь много мелководных банок и островов, вблизи расположены газо-нефтяные месторождения Эмбы. Примангышлакская зона охватывает северо-восток акватории близ п-вов Бузачи и Мангышлак. Перспективны юрские и меловые отложения этой части акватории, особенно к юго-западу от п-ва Мангышлак. Западнее лежит Притеречная зона с перспективной Прикумско-Кизлярской полосой поднятий, особенно ее юрские и нижнемеловые отложения. Южнее лежит Дагестанская зона, в которой оконтурены нефтеносная структура Инчехе-море, юго-восточная половина Избербашской антиклинали и погружающиеся в море крылья Дузлакской, Каякендской, Берикейской и Махачкалинской структур. Нефтеносны чокракские и караганские отложения. Прикаспийско-Кубинская зона включает прибрежные площади Каспийского моря от устья Самура до Апшеронского п-ва. На ее территориях установлены крупные структуры кавказского простираения, среди них наиболее интересна Ситалчай-Яшминская складка. Нефтеносны породы мела, сармата, чокрака и майкопа; заслуживают изучения отло-



жения в море крылья Дузлакской, Каякендской, Берикейской и Махачкалинской структур. Нефтеносны чокракские и караганские отложения. Прикаспийско-Кубинская зона включает прибрежные площади Каспийского моря от устья Самура до Апшеронского п-ва. На ее территориях установлены крупные структуры кавказского простираения, среди них наиболее интересна Ситалчай-Яшминская складка. Нефтеносны породы мела, сармата, чокрака и майкопа; заслуживают изучения отло-

Рис. 34. Схема расположения структур Апшеронского порога (по Э. Н. Алиханову, 1969):

1 — изобаты; 2 — структуры. Цифры на карте: 1 — Банка Андриевского; 2 — им. 40-летия Советского Азербайджана; 3 — Банка Дарвина; 4 — о-в Артема; 5 — Гюргяны море; 6 — Южная; 7 — Камни Григоренко; 8 — о-в Жилой; 9 — Грязевая сопка; 10 — Нефтяные камни; 11 — Им. 28 апреля; 12 — Им. 26 бакинских комиссаров; 13 — Промежуточная; 14 — Банка Ливанов; 15 — Грязевой вулкан; 16 — Банка Жданова; 17 — Челекен; 18 — Шахов-море.



жения средней юры. Восточнее расположена Прикара-Богаз-Гольская зона. Крупнейшими структурами являются Кара-Богазский свод и поднятие Песчаного мыса, значительная часть которых лежит в море. Объекты поисков служат юрские и меловые породы.

Апшероно-Прибалханская складчатая зона представляет собой полосу подводных альпийских структур между Киялинской косой и Банкой Макарова на западе и п-вом Челекен на востоке (рис. 34, 35). Полоса делится на Причелекенскую и Приапшеронскую подзоны. Граница между ними лежит между структурами Нефтяные камни и Новый грязевой вулкан. Причелекенская подзона еще недостаточно изучена; в ее состав входят структуры Новый грязевой вулкан, Банка Ливанова, Банка Губкина, Банка Жданова, западная периклиналь Челекенской складки. Нефтегазоносны красноцветные породы среднего плиоцена; нефть и газ содержат также породы ачкагыльского и апшеронского ярусов верхнего плиоцена. В северной части Приапшеронской подзоны разведаны нефтегазовые месторождения, часть которых эксплуатируется: Нефтяные камни, Банка Дарвина, о-в Артема, Гюргяны-море, о-в Жилой, Грязевая сопка. Нефть обнаружена на структурах Банки Апшеронской, на продолжающихся в море структурах Имени 28-го апреля и Имени 26 бакинских комиссаров. Нефтяными коллекторами служат породы среднего плиоцена и мела. На юге подзоны находятся важные нефтегазоносные структуры Шахов-море, Заря, Банки Макарова, п-ов Песчаный, юго-восточная часть Кала-Тюркенской и Биби-Эйбатской складок и др. Нефтегазоносность связана с отложениями продуктивной толщи (средний плиоцен). Джейранкечмесско-Куринская зона расположена на юго-западе Каспийского моря до границы с Ираном. В этой акватории перспективны структуры Сангачалы-море, о-в Дуванный, о-в Свиной, Банка Головачева, Камень Игнатия, Алят-море и др. Вероятно, в этом районе в ближайшие годы будет создан новый крупный район морской нефтедобычи.

Центрально-Южно-Каспийская зона лежит западнее описанной акватории на глубинах моря около 500 м. Здесь, вероятно, нефтегазоносны отложения среднего и верхнего плиоцена, но большие глубины моря пока затрудняют их освоение. Западно-Туркменская зона расположена к востоку от названной выше и включает район Каспийского моря от п-ва Челекен до границы с Ираном. Основная нефтяная свита зоны — красноцветная толща среднего плиоцена. В южную зону входят прилежащие к Ирану районы моря. Судя по нефтегазоносности окружающих районов суши, эта акватория также весьма перспективна. По данным М. К. Калинко (1969), на 1 января 1967 г. добыча нефти составила в Каспийском море 16265 тыс. т, газа — 13396 млн. м³. Наиболее крупными районами морской нефте- и газодобычи являются Апшерон-

Рис. 35. Схематический профиль вдоль Апшеронского порога (по Э. Н. Алиханову, 1965). Цифры соответствуют названиям структур на рис. 34.

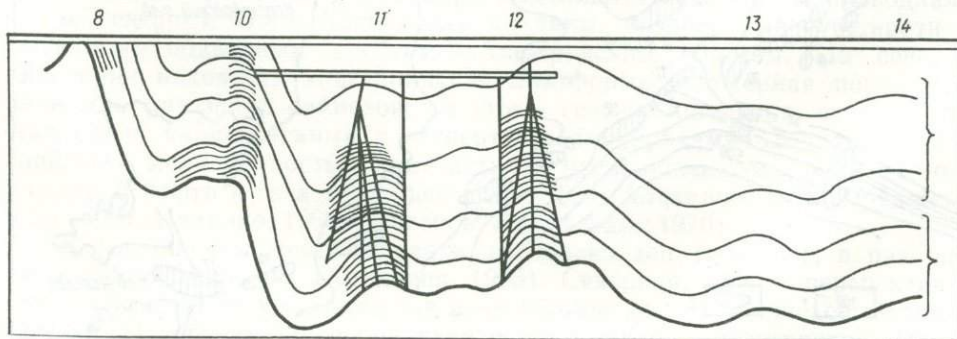
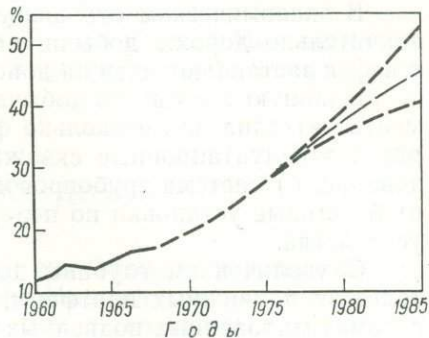


Рис. 36. Количество нефти (в %), добытой со дна морей, к общему количеству всей мировой добычи нефти (по данным «Оушен Индастри», 1970).



ский архипелаг, Апшеронский порог и Южно-Апшеронская зона. Добыча ведется также в Бакинском архипелаге, на о-ве Челекен (Туркмения), в районе Избербаша (Дагестан).

Месторождение Нефтяные камни крупнейшее по запасам и уровню добычи нефти на Каспийском море. Принятая на этом месторождении рациональная система разработки привела к тому, что, несмотря на высокую стоимость гидротехнических сооружений, эта нефть обходится в два раза меньше средней себестоимости ее по всему Азербайджану (Гаджиев и др., 1964).

ДОБЫЧА НЕФТИ И ГАЗА В АКВАТОРИЯХ МИРОВОГО ОКЕАНА

Нефть и газ занимают исключительно важное положение в энергетическом балансе многих стран мира. Потребление их непрерывно растет. Ожидается, что к 1980 г. мировое потребление нефти достигнет 25 млн. т в день. Для получения такого огромного количества нефти необходимо будет использовать источники, находящиеся на дне морей и океанов. Уже сейчас около 17% мировой добычи приходится на нефть, полученную со дна моря, что составляет около 1,2 млн. т нефти в день (Гарднер, 1970), в ближайшем будущем с увеличением глубин бурения и усовершенствованием техники добычи количество нефти, поднятой со дна, будет непрерывно увеличиваться (рис. 36). Американское Бюро шахт предполагает, что к 1985 г. в США 35% всей добытой нефти будет получено из недр морского дна. По данным Министерства внутренних дел США, только в этой стране на добычу нефти со дна моря уже истрчено около 20 млрд. долларов и ожидается, что к 1980 г. капиталовложения достигнут 50 млрд. долларов. Некоторые специалисты (Мискарелла, 1971) считают, что в ближайшее время во всем мире будет ежегодно вкладываться около 6 млрд. долларов на развитие добычи нефти со дна морей. Если в 1955 г. всего пять стран мира проводили те или иные работы по морской добыче нефти, то в 1968 г. 21 страна мира добывала нефть со дна моря. Предполагается, что количество их возрастет до 45.

Показателем интенсивности работ по морской добыче нефти может служить количество пробуренных скважин. Так, в 1969 г. во всем мире было пробурено 2 290 нефтяных скважин: в США — 1 341; Венесуэле — 380; Северном море — 80; на Среднем Востоке — 100; в Нигерии — 85; Индонезии — 60 (Документ ООН ESA/T 1/61).

Точных цифр для оценки морской добычи нефти нет из-за трудности разграничения месторождений типа суша—море, месторождений в заболоченных приморских районах и т. п. Ориентировочная общая мировая добыча (без СССР) со дна морей примерно составила в 1969 г. 310 млн. т.

Распределение морской добычи нефти по районам и странам, в млн. баррелей в день (1 баррель США — 159 л), следующее: США — 1,30; Венесуэла — 2,66; Европа (без СССР) — 0,02; Африка — 0,48; Дальний Восток — 0,14; Средний Восток — 1,42 млн. барреля в день (Документ ООН ESA/T 1/61).

В экономическом отношении добыча нефти со дна моря обходится значительно дороже добычи на суше, однако растущие потребности в нефти заставляют идти на дополнительные издержки.

В общую систему по добыче нефти со дна обычно входят такие элементы: а) одна или несколько фиксированных платформ, с которых бурятся эксплуатационные скважины и устанавливается устьевое оборудование; б) система трубопроводов, соединяющих платформу с берегом; в) береговые установки по переработке и хранению нефти, погрузочные устройства.

С увеличением глубины добычи наблюдается тенденция к строительству подвижных платформ, не связанных жестко с дном, а также автоматизированных подводных установок, обслуживаемых специальными погруженными аппаратами. В настоящее время 30% всей стоимости операций по нефтедобыче в капиталистическом мире идет на морскую добычу. Стоимость работ резко увеличивается с ростом глубины добычи. Если на глубине 30 м стоимость работ возрастает примерно в три раза по сравнению со стоимостью работ на суше, то на глубине 200 м — в шесть раз и т. д. (табл. 3). С развитием добывающей техники, усовершенствованием методов добычи, стоимость работ несколько уменьшится.

Каждый район добычи имеет свои особенности и поэтому табл. 3 носит в основном иллюстративный характер. При подводной добыче нефти нужно также учитывать тот факт, что с ростом расстояния от платформы до берега увеличивается стоимость транспортировки добытой нефти и ее удорожание.

Обычно в мировой практике в общую стоимость разработки морских нефтяных месторождений включается также стоимость геологоразведочных работ. Эта стоимость составляет 10—30% эксплуатационных расходов, из которых 20—30% приходится на геофизическую разведку и 70—80% на разведочное бурение.

Особенности бурения эксплуатационных и разведочных скважин в основном сходны и описаны выше.

В настоящее время наряду с усовершенствованием методов разведки интенсивно развивается эксплуатационное оборудование. После обнаружения подводного нефтяного месторождения и его оценки следующей задачей является бурение эксплуатационных скважин, установка собирающих устройств и средств транспортировки добытой нефти и т. п.

За последние 10 лет, например, количество стационарных платформ в мире увеличилось в 2,1 раза, а количество подвижных платформ — в 6,3 раза (Документ ООН ESA/T 1/6, 1971).

Таблица 3. Сравнительная стоимость морской добычи нефти в зависимости от глубины (за единицу принимается стоимость операций на базовой глубине)

Операция	Глубина воды, м		
	30 (базовая глубина)	180	300
Разведка скважины (а)	1	1,5—2,0	2
Эксплуатация скважины	1(б)	2—2,5(б)	2,5—3(в)
Вспомогательные сооружения	1(д)	1—1,5(д)	3—8(в)
Трубопроводы	1(г)	1—2	2—3

Примечание. (а) — скважины, пробуренные с подвижных платформ; (б) — то же, включая часть стоимости фиксированных платформ; (в) — скважины, пробуренные с подвижных платформ; (г) — стоимость одной мили трубопровода; (д) — стоимость вспомогательных сооружений и устройств, установленных на платформе (источник: Доклад Национального совета США по нефти «Нефтяные ресурсы под океанами», 1969).

Распределение буровых платформ характеризуется высокой степенью концентрации в отдельных районах. Только районы Мексиканского залива, Индонезии и Северного моря располагают 60% всех имеющихся в мире установок (без СССР).

СЕРНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

В настоящее время промышленные серные месторождения в недрах морского дна известны только в одном районе Мирового океана — в Мексиканском заливе. Сера здесь открыта в 1954 г. во время разведочных работ на нефть (Пэллмер, 1960). Сера приурочена в этом районе к структурам типа соляных куполов, среди которых наиболее интересен купол Гранд-Айл, расположенный вблизи г. Нового Орлеана, в 11 км от берегов североамериканского штата Луизиана. Аналогичные купола известны и возле берегов Техаса. Однако далеко не все они сероносны: из 250 куполов района Мексиканского залива сера найдена лишь в 10% структур. В эксплуатации находится 12 куполов (Меро, 1969). Подобные соотношения можно ожидать и в море. Глубина Мексиканского залива достигает в районе купола Гранд-Айл 15 м. Глубина залегания сероносных горизонтов до 800 м; мощность их не превышает 90 м; площадь купола около 1 км². Залежи серы локализованы в кепроке; они подстилаются темно-серыми ангидритами мощностью от 8 до 58 м и перекрыты плотными известняками мощностью до 78 м. Сера в кепроке заполняет трещины, образует скопления и вкрапления. Мощность серного пласта составляет 15—30% породы. Запасы серы на 1960 г. составляли 30 млн. т (Бейтс, 1965) или 30—40 млн. т (Попова, 1963).

Объем работ на морских серных рудниках достиг в США значительного размаха. В 1966 г. стоимость добытой серы на рудниках Гранд-Айл и Каминада Пасо, разрабатываемых у побережья Луизианы, исчислялась 37,3 млн. долларов; оставшиеся в недрах запасы серы составляли 37 млн. т (Документ ООН Е/4680). В настоящее время Мексиканский залив — третий по запасам серы район США.

Добыча серы ведется здесь по методу Фраша. Для эксплуатации месторождения Гранд-Айл построен специальный остров, одно из крупнейших когда-либо создававшихся в море сооружений. Общая длина острова до 800 м и высота до 20 м над уровнем моря. На острове находятся мощные котлы, которые нагревают морскую воду до температуры 350° по Фаренгейту и закачивают под давлением в недра, откуда она выдавливает расплавленную серу на поверхность острова. С последнего сера перекачивается на сушу по специально подогреваемому трубопроводу. Общая стоимость строительства острова составила 30 млн. долларов. Люди перевозятся на промысел вертолетами. Предусмотрены средства защиты от частых в этом районе ураганов. На острове может размещаться до 250 человек (Пэллмер, 1960; Бейтс, 1965).

Серные месторождения неизвестны в других районах океана, однако потенциально сероносные солянокупольные структуры встречены, в частности, в Персидском заливе, в южной части Красного и в северной части Каспийского морей. Сера, возможно, еще не найдена из-за трудности бурения большого количества скважин и отсутствия других более эффективных методов ее обнаружения (Документ ООН Е/4680).

УГОЛЬНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Уголь — одно из немногих полезных ископаемых, добыча которого из недр морского дна имеет давнюю историю. По данным Э. Венка (1971), уголь добывается из морских недр еще с 1620 г., когда в Шотландии были построены шахты, стволы их располагались на островах, а горные выработки уходили под дно моря. Уголь, хотя и менее распространенное по сравнению с нефтью и газом полезное ископаемое морского дна, тем не менее в шельфовой зоне отдельных стран встречается довольно часто. Уже многие годы шахтами, заложенными на суше, добывают уголь из недр морского дна не только в Англии, но и в Японии, Канаде, Чили и некоторых других странах.

Крупные угольные месторождения скрыты в недрах шельфа у берегов Турции, Китая, о-ва Тайвань. При поисках нефти, по сведениям Д. Вика (1967), обнаружены значительные залежи угля на морском дне близ юго-восточных берегов Австралии. Выявление пластов битуминозных углей вероятно на шельфе северо-востока СССР, у берегов Сибири, на северном и восточном шельфе Аляски, США и в других странах (Документ ООН E/4680).

Англия является страной старой морской угледобычи. Пласты многих угольных бассейнов продолжают здесь на морском дне (рис. 37). Так, в угольном бассейне Нортумберленд-Дерхем угольные пласты на суше фактически уже в основном выработаны (Угольная промышленность Англии, 1956). Уголь здесь карбонового возраста. В нижнем карбоне отмечается восемь пластов общей мощностью 5,5 м; в низах верхнего карбона (ланарк—нижний стаффорд) — 20 пластов общей мощностью 18 м (Бубнов, 1936). В 1961—1962 гг. в акватории Северного моря в районе между городами Тайнмутом и Хартлпулом было выявлено новое месторождение высококачественных углей (Обзор минеральных ресурсов... Европа, 1965).

По Х. Гейскеу (1967), запасы угля близ побережья Нортумберленд-Дерхемского бассейна составляют минимально 550 млн. т.

Угольные пласты доступны для разработки шахтами, заложенными на английском берегу или на мелких островах. Разведочные работы в море проводились со специально созданной буровой платформы, что дало возможность бурить при глубине воды 54 м.

Кумберлендский угольный бассейн на северо-западе Англии, на берегу Ирландского моря, характеризуется довольно сложным геологическим строением; он образует купола и чаши. На юге и севере бассейн оборван допермскими нарушениями. Угольные пласты (вестфальский и стаффордский ярусы карбона) падают в сторону моря под крутыми углами. Разрабатывается девять пластов угля мощностью 1,5—2,1 м; в море мощность пластов возрастает до 4,2 м. Угли — бедные и богатые газом.

Небольшое по размерам Кентское месторождение в Англии занимает площадь 620 км², из них 20% находится под дном



Рис. 37. Схема размещения угольных месторождений (заштриховано) на шельфе Великобритании (по К. Стабблфилду, 1960).

моря. Разведывается акватория Бристольского залива, в котором вскрыта угленосная толща верхнего карбона.

В Шотландском бассейне, где наиболее значительные угольные пласты приурочены преимущественно к нижнему карбону, угленосная толща в синклинальном залегании лежит по обе стороны залива Форс. Непосредственно

под заливом еще С. Бубнов (1935) отмечал увеличение количества угольных пластов до 42, при этом количество пластов уменьшается в верхнем карбоне на юге, а в нижнем карбоне — на севере залива. Угли газовые, летучих составных частей 12%. В частности, большая часть запасов месторождения Восточной Файф лежит под морским дном (Угольная промышленность Великобритании и Франции, 1971).

При поисках угольных месторождений геологические исследования проводились на большом участке континентального шельфа юго-восточной Шотландии. В 1963—1967 гг. между городами Берик на р. Твиде и Бурмаузом, к северо-западу от залива Халтон обнаружены углесодержащие слои мощностью примерно 160 м при общей мощности отложений карбона 1200 м. Из 14 выявленных линз угля две имели мощность более 0,3 м (Эден и др., 1969).

В Японии уходящие под дно моря угольные пласты обнаружены на о-вах Кюсю, Хонсю и Хоккайдо (табл. 4). Наиболее интересны угольные месторождения п-ва Хидзен (о-в Кюсю) и мелких «угольных» островов — Такасима, Мацусима, Сакито, Амакуса, Хасима, Наканосима, Койаки и Иокосима (рис. 38).

На п-ве Хидзен угленосная олигоценовая формация слагает неглубокую, разбитую сбросами синклиналь; ее мощность до 700 м. Она состоит из ряда угольных пластов мощностью 0,15—1,8 м; разрабатываются девять пластов. Уголь — битуминозный, иногда коксующийся. Район Такасима — ряд островов к юго-западу от г. Нагасаки, где добыча угля уже не одно десятилетие ведется из-под морского дна, — представлен нижнемиоценовыми угленосными пластами, чередующимися со сланцами и песчаниками; мощность наиболее значительных пластов угля 1—2 м, количество пластов достигает 13. Эоценовые угли района Сакито (о-ва Сакито, Какинаура и Митоко) разрабатываются с 1908 г., здесь четыре — шесть угольных пластов. На о-ве Хонсю в угольном бассейне Дзёбан (северо-восток острова вдоль берега Тихого океана на протяжении 80 км) в значительной части шахт уголь издавна добывается из-под морского дна. Угленосные отложения бассейна, образовавшиеся в условиях мелководного дна, относятся к плиоцену (верхняя свита), среднему миоцену (средняя свита), нижнему миоцену — олигоцену (нижняя свита). Основные угольные пласты находятся в нижней свите; их четыре, но наиболее важны два пласта черного лигнита мощностью до 2 м. Наряду с лигнитами встречаются антрациты. В лигнитах 45—48% летучих, 11—12% золы, влажность высокая, теплотворная способность 5500—6000 кал.

Угольный бассейн Убэ расположен на южном берегу о-ва Хонсю. Возраст угольных пластов мезозойский; их количество местами достигает шести, мощность от 0,3—4 м. Угли по составу полуантрациты, местами антрациты, летучих до 40—43%, зольность 14—15%, теплотворная

Таблица 4. Запасы угля под морским дном в главных угольных бассейнах Японии (по Ш. Ики, 1965), млн. т

Бассейн	Вероятные	Доказанные
Кушир (о-в Хоккайдо)	560	52
Убэ (о-в Хонсю)	554	117
Такасима (о-в Кюсю)	630	78
Сакито-Мацусима (о-в Кюсю)	1035	60
Мийке (о-в Кюсю)	1004	110
Всего	3783	417

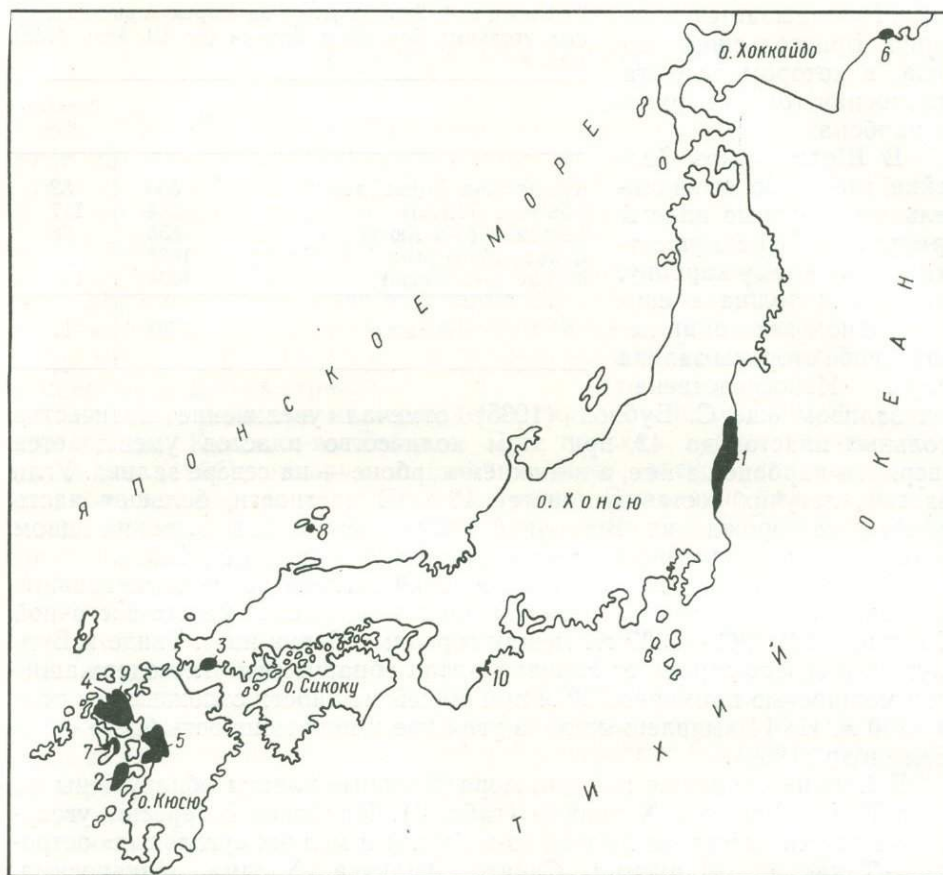


Рис. 38. Схема размещения угольных месторождений на шельфе Японии («Минеральные ресурсы», 1949):

1 — Дзэбан; 2 — Амакуса; 3 — Убэ; 4 — Сакито; 5 — Миике; 6 — Куспро; 7 — Мацусима; 8 — Наканосима; 9 — Такасима; 10 — Нагасима.

способность 5500 кал. Некоторые шахты бассейна Убэ уходят в море на 7 км; угольные пласты прослежены на 7 км. Добыча ведется из выработок на 30—140 м ниже уровня морского дна.

Уходящие под дно моря угольные пласты известны и на о-ве Хоккайдо (бассейн Кушир).

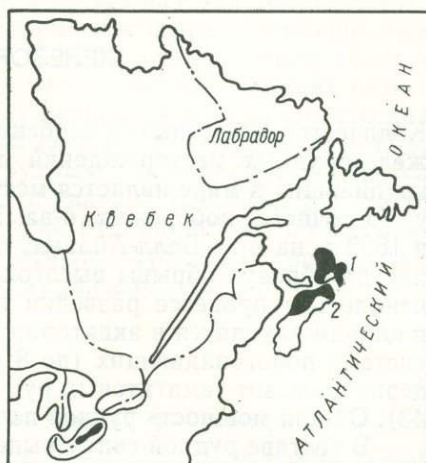
В меньших масштабах каменный уголь из-под морского дна добывается в Канаде (рис. 39). В провинции Новая Шотландия, где высококачественные угли карбонового возраста разрабатываются в значительных количествах, а запасы относительно невелики, в настоящее время залежи угля в прибрежных районах суши истощены и горные выработки шахт простираются под дном Атлантического океана на 5—6 км. По данным Ю. Н. Нискосовского, на морских шахтах Новой Шотландии ежегодно добывается около 6 млн. т угля.

В бассейне Сидней (северо-восток о-ва Кейп-Бретон) под Атлантическим дном разведаны значительные угленосные площади карбонового возраста. Угольные шахты достигли здесь глубины 477 м ниже дна океана. Качество угля высокое (Угольная промышленность капиталистических стран, 1970).

Под дном Черного моря залегает примерно третья часть запасов каменного угля Турции (данные на 1970 г.). Морские залежи угля

Рис. 39. Схематическая карта размещения угольных месторождений (заштриховано) на шельфе Канады («Минеральные ресурсы», 1949):

1 — бассейн Сидней (о-в Кейп-Бретон); 2 — Новая Шотландия.



представляют собой продолжение Эргли-Зонгулдакского каменноугольного бассейна, крупнейшего в стране (рис. 40). Бассейн расположен в 135 км восточнее г. Стамбула, на берегу Черного моря, его протяжение до 50 км, ширина 8—10 км. Общая мощность каменноугольных отложений, погружающихся в сторону моря, — свыше 3000 м. Угольные пласты встречаются в свитах Карадон, Козлу, Кылыч (вестфальский ярус) и Аладжагзы (намюрский ярус).

Каменноугольные отложения несогласно перекрыты меловыми породами. Наибольшей угленасыщенностью характеризуется свита Козлу, которая содержит 32 угольных пласта со средней мощностью 1 м. Угольные пласты метаморфизованы и разбиты нарушениями герцинского и альпийского возраста. Угли в основном коксующиеся, жирные и реже сухие длиннопламенные; летучих 30—44%; зольность до 20—25%; теплотворная способность 7000—8000 кал.

Пласты угля на северном крыле месторождения, являющегося крупным куполом, уходят под воды гавани Зонгулдак и Черного моря. Вопрос относительно эксплуатации угольных пластов морского дна в Турции остается пока не решенным (Матвеев, 1966).

Уголь добывается обычно шахтами, стволы которых заложены на суше, иногда на мелких островах. Стволы шахт — вертикальные или наклонные в сторону моря с последующим прохождением горных выработок и забоев в том же направлении. Общая стоимость ежегодной угледобычи из недр морского дна достигает, по материалам ООН, 335 млн. долларов в год. Так, в Англии со дна моря извлекается 10% угля, что в 1957 г. составило около 23 млн. т.

Из недр морского дна в Японии добывается 15% угля; при уровне добычи около 48 млн. т в 1959 г. это составляло примерно 7,3 млн. т. Ожидалось, что шахты, открытые в 1960—1961 гг., увеличат морскую угледобычу еще на 13—14 млн. т (около 30—40% общей добычи угля в Японии) (Ики, 1965).

В настоящее время в мире эксплуатируются угольные пласты в основном на глубине 250 м ниже уровня моря («Угольная промышленность Англии», 1956). Экономически рентабельна угледобыча на расстоянии до 25 км от берега, если стоимость полезного ископаемого составляет

10—16 долларов за 1 т, а общая стоимость его запасов не менее 100 млн. долларов. К 1980 г. экономически рентабельной будет угледобыча на расстоянии до 50 км от берега. Шахты, вероятно, будут закладываться прямо в море (Венк, 1969).

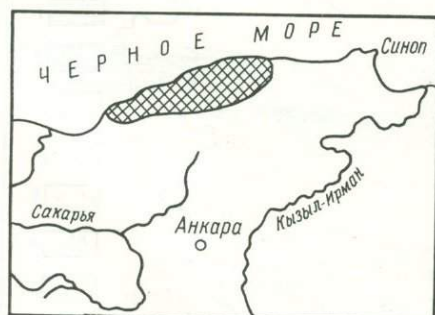


Рис. 40. Эргли-Зонгулдакский угольный бассейн (заштрихован) в Турции («Минеральные ресурсы», 1949).

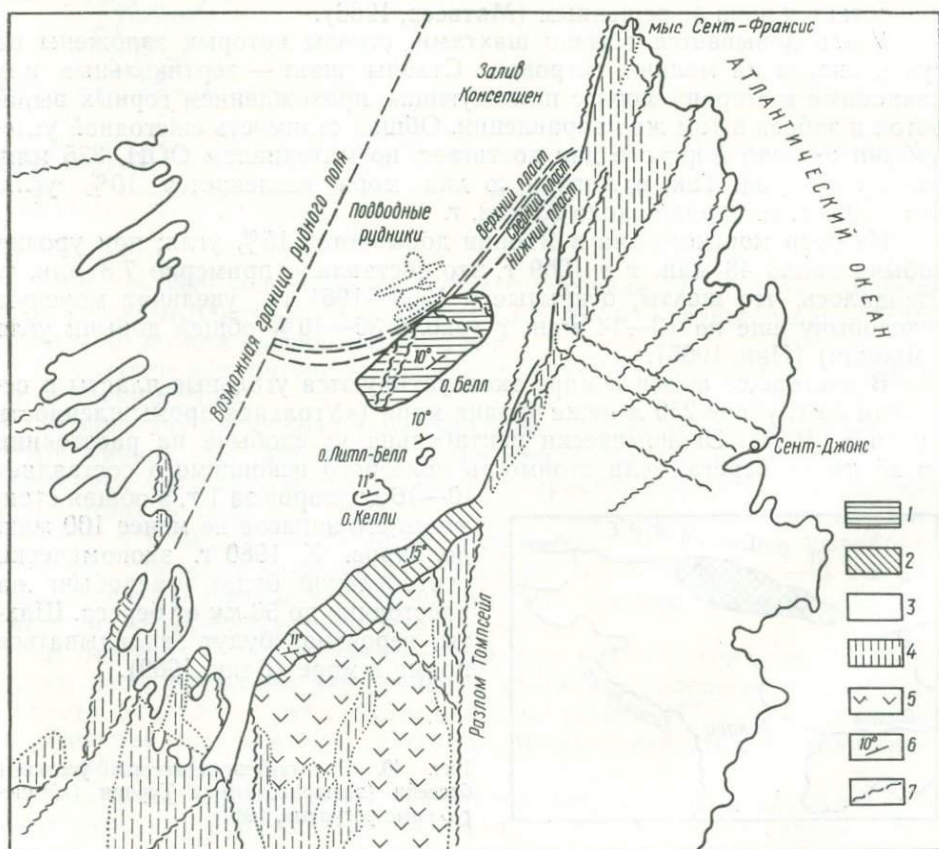
ЖЕЛЕЗОРУДНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Количество известных и особенно эксплуатируемых в настоящее время железорудных месторождений морского дна ограничено. Одним из крупнейших в мире является месторождение Вабана в заливе Концепшен у восточного побережья о-ва Ньюфаундленда. Руды были открыты в 1892 г. на о-ве Белл-Айланд, где они обнажаются на площади 34 км^2 , иногда образуя обрывы высотой до 68 м над уровнем моря, но, как выяснилось в процессе разведки и эксплуатации, основные рудоносные площади находятся в акватории залива. Рудное поле представляет собой систему пологопадающих (до 8°) в сторону моря пластов оолитовых сидерит-шамозит-гематитовых руд нижнеордовикского возраста (рис. 41—43). Общая мощность рудной пачки 360 м.

В составе рудной свиты выделяется несколько рудных пластов, в том числе три промышленных. Нижний пласт «Доминион» мощностью 1,5—9 м отделяется 75-метровой толщей глинистых сланцев и песчаников от среднего пласта «Шотландия» мощностью 1,5—4 м. Между средним и верхним пластами мощностью 1,5—4 м залегает пачка глинистых слан-

Рис. 41. Геологическая карта залива Концепшен и окружающей суши, провинция Ньюфаундленд (по Д. Лайонсу, 1964; геологическое строение дано по Е. Роузу, У. МакКартни, Р. Хатчинсону):

1 — нижнеордовикские песчаники и глинистые сланцы; 2 — кембрийские отложения; 3 — докембрийские (преимущественно осадочные породы); 4 — докембрий, группа Харбор-Мейн (преимущественно вулканические породы); 5 — гранитный массив Холируд; 6 — элементы залегания; 7 — разрывные нарушения.



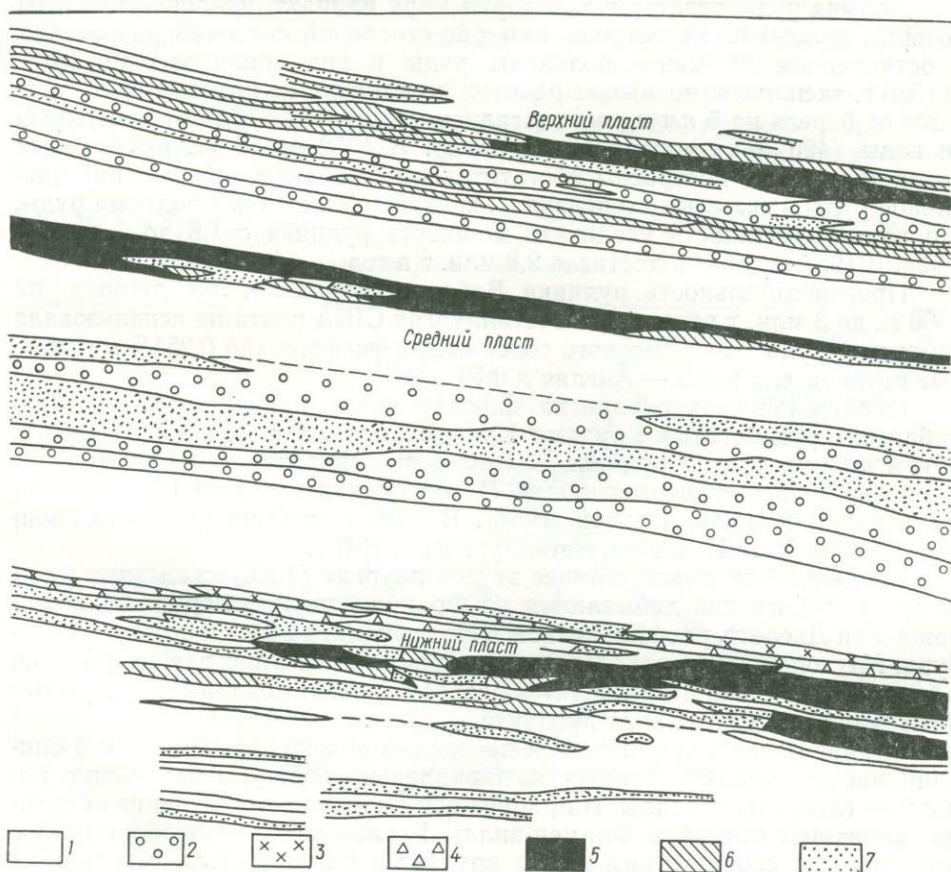
цев и песчаников мощностью 18 м. Рудная толща разбита тектоническими нарушениями. По качеству и структурно-текстурным особенностям руды напоминают французские минетты. Слагающие их оолиты концентрически-слоистого строения (размерами чаще всего 0,1—1,5 мм) развиваются вокруг зерен кварца или обломков раковин. Средний химический состав руд (за 60 лет добычи) следующий (в %): Fe — 51,5; SiO₂ — 11,8; P — 0,9; влажность — 1,5. Основными рудными минералами являются гематит (55—61%), шамозит (22—23%) и сидерит (2,9—13,2%). Более детальная минералогическая характеристика рудной залежи по важнейшим рудным пластам видна из табл. 5. Гранулометрический состав руды характеризуется преобладанием фракций крупнее 0,5 см:

Крупность, мм	76—38	38—6,3	6,3—0
Выход, %	42—45	40—43	15—18

По литературным источникам, общие запасы железных руд месторождения Вабана 4—20 млрд. т, а достоверные запасы достигают 2 млрд. т (Быховер, 1967). Запасы руд, которые могут быть добыты с оставлением охранных и междукамерных целиков при подземной добыче, составляют 1200 млн. т.

Рис. 42. Разрез верхнего, среднего и нижнего железорудных пластов месторождения Вабана, провинция Ньюфаундленд (по Д. Лайонсу, 1964). Отношение вертикального масштаба к горизонтальному 1 : 10:

1 — глинистые сланцы; 2 — песчаники; 3 — слои, обогащенные пиритом; 4 — песчаные конгломераты; 5 — гематитовая руда; 6 — прожилковый гематит (тонкие пропластки глинистых сланцев); 7 — полосчатые руды (тонкие пропластки глинистых сланцев).



Т а б л и ц а 5. Минеральный состав руд Вабана (по Д. Лайонсу, 1964), вес. %

Минерал	Нижний пласт (среднее содержание)*	Средний и верхний пласты (среднее содержание)
Шамозит* (зеленый водный силикат, сходный с тюрингитом)	23,2	22,7
Гематит	61,5	54,8
Сидерит	2,8	13,3
Кварц (зерна песка)	6,1	3,6
Фосфат кальция (обломки раковин)	4,7	4,4
Кальцит (в трещинах)	0,8	1,2
Окислы марганца	0,3	0,3
Окись титана	0,3	0,4
Пирит	0,1	0,1
	99,8	100,8

* Состав вабанского шамозита следующий (в %): SiO_2 —25,64; Al_2O_3 —19,75; FeO —39,74; MgO —2,98; H_2O —11,89.

Генетически это типичное осадочное железорудное месторождение, возникшее в узком проливном бассейне в результате осаждающего действия морской воды на пресные обогащенные железом воды (Лайонс, 1964). В последующем рудные залежи подверглись слабому метаморфизму. Добыча руды была начата на руднике Вабана в 1895 г. компанией «Нова Скотия стил энд коул», систематически ведется с 1901 г. К концу 1955 г. из недр было извлечено около 60 млн. т руды.

Добыча руды ведется в акватории моря из шахт, наклонные стволы которых заложены на острове, камерно-столбовой системой разработки с оставлением не менее половины руды в виде целиков (рис. 43). К 1955 г. эксплуатационные выработки по наклонным пластам были удалены от берега на 5 км и располагались на глубине 610 м от поверхности воды (490 м от уровня дна залива). В 1952—1955 гг. рудник был реконструирован, построены обогатительные фабрики (обогащение дробленой руды в тяжелых суспензиях), конвейерная система подъема руды, что дало возможность увеличить мощность рудника с 1,8 до 3 млн. т в год. В 1957 г. добыча достигла 2,8 млн. т в год.

Производительность рудника Вабана составляла, по данным на 1960 г., до 3 млн. т руды в год. Металлургия США почти не использовала вабанские руды из-за высокого содержания фосфора (до 0,954%), основные потребители руды — Англия и ФРГ.

Обострение конкуренции на мировом рынке привело к вытеснению вабанских руд богатыми рудами Южной Америки и Африки. Н 1965 г. объем добычи руд на руднике Вабана резко снизился (до 1206 тыс. т), а в июне 1966 г. существовавшие 71 год рудники на о-ве Белл-Айланд были закрыты (Дэй, Пирсон, 1967). В 1969 г. добыча руд возобновилась (Бюлл. ЦНИИ Черной металлургии, 1, 1970).

По данным журнала «Минес эт металлурги» (1960), железные руды из-под морского дна добываются во Франции, на железорудном месторождении Дьелетт, расположенном в Нормандии, в 25 км к югу от г. Шербура. Месторождение находится под водой, но доступно для разработки с берега. Концессия на разведку и разработку взята еще в 1865 г. компанией «Сосьете дес Минес эт продукте химикес».

Рудная залежь приурочена к девонским отложениям, смятым в синклинальную складку, вытянутую параллельно берегу. Вмещающие породы — глинистые сланцы. В прибрежной полосе месторождение оборвано гранитным массивом Фламен-вилль. Рудная залежь по простиранию ограничена с севера и юга двумя крупными нарушениями, северное из

которых ограничивает залежь близ г. Дьелетта, другое — на юге — близ г. Картере. Разведочными работами продолжение рудной залежи обнаружено за разломом в сторону г. Дьелетта. Мощность рудного пласта невелика и не превышает 3,5 м. Руда слагается магнетитом и гематитом. Иногда наблюдаются реликтовые оолиты. Среднее содержание железа 46%. По наиболее распространенному мнению, руды образовались в результате метаморфизма осадочных сидеритовых залежей в девонских отложениях под воздействием более молодых фламенвилльских гранитов.

Разработка руды ведется шахтой на горизонтах 90 и 150 м. Работы затрудняются значительным притоком морских вод, особенно вдоль зон разломов. Полный водоотлив рудника — 15 000 м³/сутки (11 м³/мин). Добыча руды в 1958 г. составила 124 тыс. т в год, но добывающее оборудование дает возможность увеличить ее до 200 тыс. т в год. Руда Дьелеттского месторождения успешно конкурирует с рудами других месторождений, особенно американских. В 1958 г. 46% добытых руд было вывезено в Великобританию, 39% — в ФРГ, 15% — в Нидерланды.

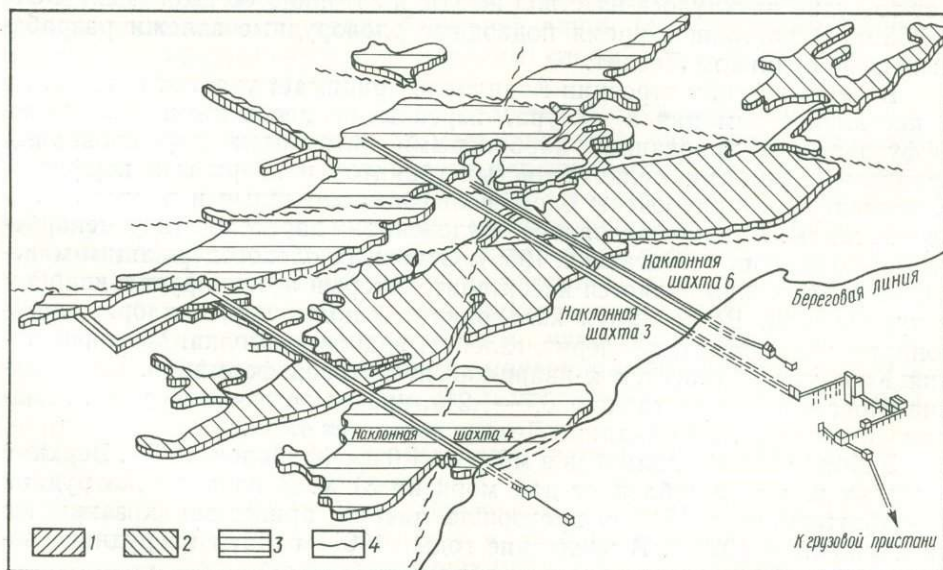
В районе Дьелеттского месторождения выявлены магнитные аномалии, вызываемые скорее всего метаморфизованными осадочными рудами ордовикского возраста.

Подводная добыча железных руд осуществляется на шахте о-ва Стур-Юссарё в Финском заливе в 90 км юго-западнее г. Хельсинки. Магнетитовые жильные рудные тела под водами залива прослежены геофизическими методами разведки, особенно магнитометрией, и разведаны буровыми скважинами в море и с многочисленных мелких островов. Основной ствол шахты находится на о-ве Стур-Юссарё, вспомогательный ствол — на одном из мелких островов Финского залива (рис. 44). Удаление шахты в море до 1200 м; глубина ствола до 300 м. Просачивание морских вод в шахту создает значительные трудности (Крикшанк, 1962; Мери, 1969).

Подводная добыча железных руд ведется и в другом районе Балтийского моря — на Аландских о-вах. В акватории Балтийского моря выявлено скарновое месторождение магнетитовых железных руд, аналогичных

Рис. 43. Подземные горные разработки месторождения Вабана, Канада. Изометрическая проекция (по Д. Лайонсу, 1964).

Рудный пласт: 1 — верхний, 2 — средний (поле наклонной шахты 6), 3 — нижний (поля наклонных шахт 3 и 6); 4 — разрывные нарушения.



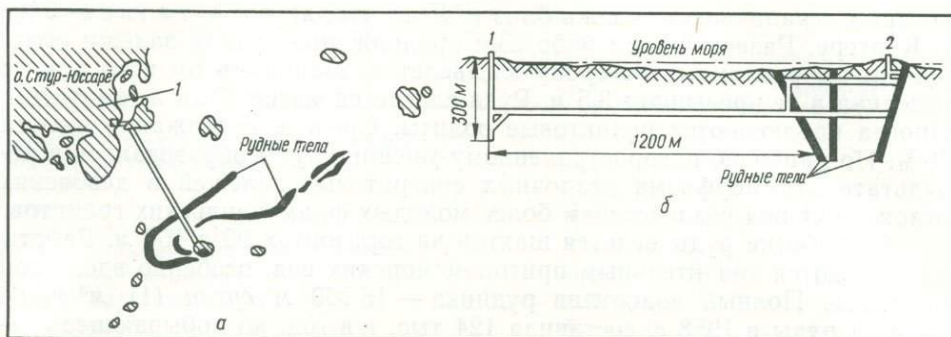


Рис. 44. Морская железорудная шахта Стур-Юссарё в Финляндии (по Д. Мери, 1969): а — план; б — разрез; 1 — основной шахтный ствол, 2 — вспомогательный шахтный ствол.

по происхождению рудам Центральной Швеции. Пластообразная рудная залежь находится под водами Балтийского моря, но шахта сооружена в 1956 г. на о-ве Нихамн, одном из южных островов Аландской группы. Глубина ствола шахты до 300 м; шахта прорезает красные граниты. Проектная мощность рудника — 300 тыс. т руды — может быть в дальнейшем увеличена (Майнинг Джорнэл, 1960).

Подводные выходы оолитовых железных руд известны и на шельфе Советского Союза, в акватории Азовского и Черного морей.

КОРЕННЫЕ ОЛОВОРУДНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Известен только один оловорудный район, расположенный под водами океана — в Корнуэлле (Великобритания). Это древнейшие оловорудные разработки мира, где добычу олова вели еще финикие за 1000 лет до нашей эры. По данным Э. Б. Алборова (1965), под морским дном к западу от п-ва Корнуолла находится несколько старых оловорудных месторождений. Одно из них в конце XVIII в. разрабатывалось лежавшей ниже уровня моря шахтой, выведенной в акваторию моря. В 1798 г. какое-то судно наткнулось на ствол шахты и затопило ее (Документ ООН E/4680). В настоящее время подводные оловорудные залежи разрабатываются рудником Левант.

В геологическом строении Корнуолла принимает участие толща глин и песчаников кембрия и силура, перекрытая девонскими основными эффузивами и прорванная карбоновыми интрузиями порфиридных гранитов с дайками мелкозернистых гранитов и кварцевых порфиров. К последним и приурочены олово-вольфрамово-медные и полиметаллические жилы. В целом оловянное оруденение — варисское (верхнекарбонное) по возрасту (Магакьян, 1955). Основным оловосодержащим минералом рудных жил является касситерит, который ассоциирует с кварцем и турмалином. Встречаются халькопирит, слюды, пирит, хлорит, арсенипирит, вольфрамит, сфалерит, галенит, урановая смолка. Месторождения Корнуэлла относятся к кварц-касситеритовой формации. Содержание олова в рудах составляет 0,7—1,2%, иногда встречается уран. Мощность рудного тела на руднике Левант достигает 4,6 м.

Забой рудника удалился в море на 1,6 км (Алборов, 1965). Верхний горизонт шахты углублен от дна моря на 31 м. В начале века рудник разрабатывался, в 1919 г. произошла авария, приведшая к закрытию предприятия в 1920 г. В последние годы (1961) работы на руднике возобновлены. Данных относительно объема добычи нет.

Геохимическими исследованиями в осадках залива Маунтс-Бей (Корнуэлл) Дж. Тумс и др. (1969) выявили повышенные содержания олова, на основании чего высказали предположение о возможности обнаружения на дне залива ископаемых морских или речных россыпей касситерита или неглубоко залегающих жил этого минерала.

МЕСТОРОЖДЕНИЕ БАРИТА БЛИЗ БЕРЕГОВ АЛЯСКИ

В проливе Дункан близ берегов Аляски разведана крупная жила барита мощностью до 30 м. В условиях шельфа при глубине моря до 30 м было пробурено 79 скважин. Подсчитанные запасы баритовых руд составляют 2,5 млн. т, что позволяет развернуть горнорудное предприятие с добычей до 2000 т барита в сутки.

ПРИБРЕЖНО-МОРСКИЕ РОССЫПНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Прибрежно-морские россыпи — это месторождения тяжелых минералов, возникающие на рубежах суши и моря вследствие движений водных масс, приводящих к механической дифференциации и гравитационной сортировке обломочного материала и накоплению частиц тяжелых минералов.

Россыпи трудно отнести как к месторождениям, лежащим в недрах морского дна, так и к месторождениям морского дна. Они захоронены в береговых террасах, оставшихся на суше и скрытых водами моря; лежат на суше близ моря и непосредственно на морском дне близ берега. Генетически это скорее всего образования промежуточного характера.

Современные прибрежно-морские россыпи образуют узкие полосы (десятки и сотни метров, реже — первые километры) между линиями прилива и отлива, а в закрытых водоемах — в зоне прибоя. В них отмечается довольно высокое, хотя и непостоянное, содержание тяжелых устойчивых в поверхностных условиях минералов (до 60—80%); высокая окатанность полезных минералов и небольшие размеры частиц (редко выше 0,3 мм); небольшая, редко свыше 1 м, мощность россыпей и их огромная протяженность вдоль береговой линии (сотни и даже тысячи километров); приуроченность к верхним слоям разреза современных отложений побережья (Пятнов, 1956).

Собственно морские россыпные отложения служат исходным материалом для образования дюнных месторождений, связанных с морскими. Часто они образуют единые золово-морские месторождения, и полоса дюн тянется вдоль пляжей, являясь его естественным продолжением в сторону суши. Древние прибрежно-морские россыпи перекрыты более молодыми отложениями и захоронены в береговых террасах.

Образование прибрежно-морских россыпей является следствием сортирующей и транспортирующей деятельности моря, приводящей к дифференциации обломочных частиц по удельному весу и размерам. Механическая дифференциация частиц минералов чаще всего вызывается ветровым волнением и связанными с ним морскими течениями, в меньшей мере приливами и отливами.

Механизм сортирующей деятельности ветрового волнения весьма сложен; он детально разбирается В. П. Зенковичем (1946, 1962), Г. С. Башкировым (1961), В. В. Лонгиновым (1963), А. А. Аксеновым (1972) и др. Образование россыпей и вообще аккумуляция наносов происходит на аккумулятивных и аккумулятивно-абразионных берегах.

Воздействующая на берег волна характеризуется резко выраженной асимметрией. В сторону берега она движется с определенной скоростью, проходя какой-то отрезок пути за определенное время. Откатываясь назад по склону, береговая волна движется медленнее, проходя этот же отрезок пути за большее время. Частицы минералов перемещаются в зависимости от размеров и удельного веса при определенных скоростях течения воды. В результате более грубые частицы перемещаются в сторону берега, куда волна движется с большей скоростью, более тонкие частицы смещаются в глубь водоема. В условиях аккумулятивного берега при достижении глубины, равной удвоенной высоте волны, последняя разрушается и забурунивается; происходит ее частичная разгрузка; волна с уменьшенной высотой движется в сторону берега до нового забурунивания и т. д. Волна завершается прибойным потоком, который формирует пляж. В точках забурунивания волн развиваются береговые валы — вытянутые вдоль берега гряды песчаных наносов. Береговые валы, вырастающие выше уровня моря, называются барями. Зона береговых валов занимает от одной трети до половины берегового склона. Волны не только сортируют материал, но и перемещают его вдоль берега.

В зависимости от области формирования на береговом склоне возникают различные по своему характеру россыпи тяжелых минералов (Аксенов, 1969). На обширном пространстве подводного склона вследствие дифференциации вещества в песках образуются тонкие слои и серии слоев тяжелых минералов. В зоне береговых валов легкая фракция наносов последовательно замещается тяжелой, здесь образуются промышленные россыпи. Наиболее интенсивно тяжелые минералы накапливаются в зоне пляжа, где дифференциация происходит как в результате выноса частиц в береговую зону, так и за счет отложения прибойным потоком. Все это определяет сложность разреза береговых отложений, линзообразный, прерывистый характер россыпных рудных залежей не только в разрезе, но и по простиранию (рис. 45). Россыпи вытянуты вдоль берега прерывистыми цепочками, мысами, дельтами.

По гранулометрическому составу вмещающие россыпи породы чаще всего — пески и алевролиты. Минералогический состав этих пород может быть весьма разнообразен, но, как правило, преобладает кварц, реже полевые шпаты и кальцит. Состав рудных минералов также весьма изменчив, обычно это минералы с удельным весом больше 4, устойчивые к процессам выветривания — ильменит, рутил, лейкоксен, титаномагнетит, магнетит, циркон, монацит, касситерит, алмаз, золото, платина, хромит, вольфрамит, самарскит, торит, торианит, сфалерит, ортит, киноварь, танталит, колумбит, ксенотим, фергусонит и др.

Наиболее распространенными ассоциациями россыпных минералов являются ильменит—рутил—циркон—монацит; ильменит—циркон—касситерит; магнетит—титаномагнетит—ильменит; платина—хромит—магнетит — золото и т. д. Мономинеральные (по своему полезному компоненту) россыпи редки, обычно они служат комплексными рудами.

Формирование прибрежно-морских россыпей как месторождений полезных ископаемых, удовлетворяющих определенным требованиям — кондициям, обуславливается многими факторами (Зенькович, 1946, 1962; Невесский, Щербаков, 1960; Леонтьев, 1961; Лонгинов, 1963; Аксенов, 1972, и др.). Одним из важнейших факторов является геолого-геоморфологическое строение суши как источника полезных минералов.

По обобщениям А. А. Аксенова (1969, 1972), наиболее благоприятны для россыпеобразования кора глубокого химического выветривания кристаллических и реже метаморфических пород и накопление продуктов ее разрушения в краевых прогибах, обрамляющих древние щиты и платформы. Почти повсеместно, если не считать россыпей Индии, материал размыва кор выветривания первоначально концентрировался

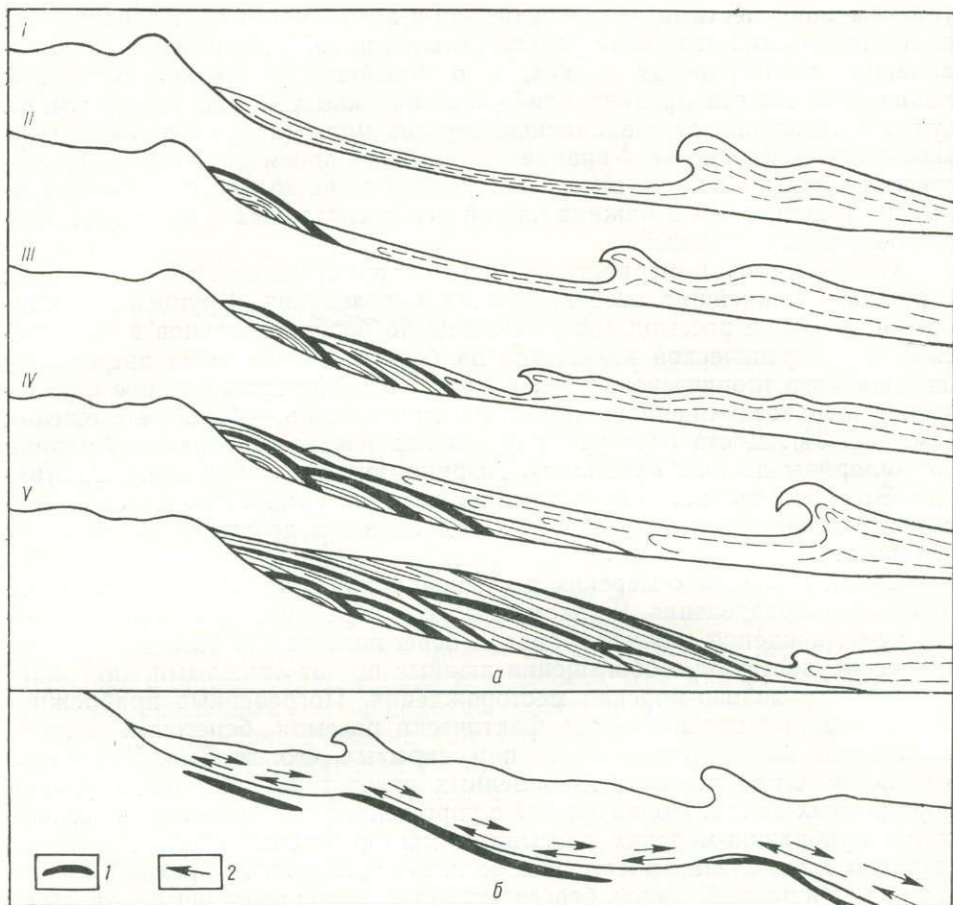


Рис. 45. Схема формирования толщи пляжа (а), движения воды в придонном слое и образования слоев тяжелых минералов на подводном береговом склоне (б) (по А. А. Аксенову и др., 1965).

1 — слоики тяжелых минералов; 2 — направление движения воды (размеры стрелок показывают различия в скорости); I—V — стадии формирования пляжа.

в толще обломочных пород, слагающих предгорные прогибы. При этом концентрация рудных минералов в осадочных толщах невелика; они служат промежуточным коллектором. Серьезное влияние на россыпеобразование оказывает характер и положение речной сети.

Формирование россыпей зависит от тектонического режима, в первую очередь от новейших тектонических движений. Последние во многом определяют и колебания уровня моря, его наступление или отступление. Помимо прочих факторов, от тектонического режима зависит и мощность россыпи. Так, Г. А. Нурак и др. (1970) описывают россыпи западного побережья Новой Зеландии, где существует равновесие между скоростью опускания дна и количеством приносимого материала. Россыпи, удаленные от современного берега на 10 км, имеют длину от 4 до 32 км, мощность до 13 м, ширину 180—400 м, но содержание тяжелых фракций здесь сравнительно невысокое — 4—10%.

Колебания уровня моря приводят к захоронению прибрежно-морских россыпей — пляжей, береговых валов, баров, дюн — и погребению их под новыми слоями осадков. Вследствие регрессии или трансгрессии моря захороненные прибрежно-морские россыпи оказываются или в недрах морского дна, или в разрезе береговых террас, возвышаясь над

уровнем моря местами на сотни метров в зависимости от интенсивности неотектонических движений района (Билибин, 1955). Речь идет не об отдаленных геологических эпохах, а о новейших движениях береговой линии, ибо многие древние прибрежно-морские россыпи находятся на суше, в отдалении от современных берегов моря (например, Самотканское месторождение на Украине) и здесь не рассматриваются. Трансгрессия моря приводила иногда к затоплению не только береговых террас, но и дельтовых и нижних частей рек и связанных с ними первично аллювиальных россыпей.

Основные закономерности размещения прибрежно-морских россыпей отражают важнейшие особенности их образования. Крупнейшие прибрежно-морские россыпи сосредоточены по берегам океанов в тропической и субтропической зонах, где на берега, ослабленные процессами интенсивного тропического выветривания, воздействуют мощное океаническое ветровое волнение, приливы и отливы, вдоль — береговые течения (см. рис. 34). Достаточно упомянуть атлантическое побережье Америки (от Флориды до юга Бразилии), Африки, юго-восточной Азии, Австралии. Это обстоятельство не исключает находки прибрежно-морских россыпей в закрытых и полузакрытых водоемах и в других климатических условиях.

Среди прибрежно-морских россыпей можно выделить мелкие генетические подразделения. В узком смысле прибрежно-морские россыпи — это месторождения пляжей, баров и береговых валов. Иногда эоловые процессы участвуют в обогащении дюнных песков тяжелыми минералами, образуя золово-морские месторождения. Погребенные прибрежно-морские месторождения — это фактически россыпи береговых террас, оставшихся выше уровня моря или скрытых его водами. Несколько особняком стоят россыпи затопленных вследствие повышения уровня моря речных долин. Принятая ниже упрощенная генетическая классификация прибрежно-морских россыпных месторождений сводится, следовательно, к выделению россыпей собственно прибрежно-морских* (включая россыпи пляжей, баров, береговых валов, дюн); россыпей террасовых, среди которых различаются надводные и подводные; россыпей затопленных речных долин. Генезис важнейших россыпных месторождений в основном описан в литературе с выделением этих же единиц.

Прибрежно-морские россыпные месторождения имеют довольно важное экономическое значение. Ежегодная мировая добыча россыпных минералов в море составляет примерно 7% добычи россыпных минералов на суше. Ежегодная морская добыча россыпных минералов оценивается в 50 млн. долларов, в том числе касситерит — 24 млн. долларов, алмазы — 4 млн. долларов, магнетит — 3,6 млн. долларов, остальное — ильменит, рутил, титаномагнетит, циркон, монацит и некоторые другие минералы (Эмери, Ноукс, 1968). По более поздней горно-геологической оценке морских россыпей (Боттке, 1970), разработку морских россыпей и месторождений стройматериалов в 1967 г. в капиталистических странах проводило 71 предприятие.

По материалам обобщений Е. А. Величко и Е. А. Корбут (1966), прибрежно-морские россыпи играют важную роль не только в добыче некоторых редкометалльных минералов, но и в балансе запасов (табл. 6). Особенно важны запасы и морская добыча рутила и циркона.

Все эти цифры свидетельствуют о важном и, если рассматривать развитие горного дела в плане ближайших десятилетий, возрастающем значении прибрежно-морских россыпей как источника минерального сырья. Начатая в конце прошлого столетия эксплуатация прибрежно-морских россыпей ильменита, рутила, циркона и монацита в Бразилии

* В литературе и в дальнейшем изложении они часто называются пляжевыми.

вызвала быстрое освоение аналогичных месторождений Индии, в 30-х годах текущего столетия — россыпей Австралии, в 1918 г. — россыпей Флориды (США), последние особенно интенсивно разрабатываются с 1944 г. Значение морских россыпей, несомненно, еще более возрастет при комплексном использовании морских минеральных ресурсов. Полезные компоненты будут извлекаться, например, при добыче строительных песков с морского шельфа. В этом случае могут быть освоены многие, не учитываемые в настоящее время бедные россыпи, что неизмеримо расширит ресурсы морского дна.

ИЛЬМЕНИТ-РУТИЛ-ЦИРКОН-МОНАЦИТОВЫЕ РОССЫПИ

Ильменит, рутил, циркон, монацит — минералы, являющиеся сырьем на редкие элементы. Из ильменита и рутила получают титан; циркон — сырье на цирконий, монацит — сырье для получения тория и некоторых других элементов. На суше нередко эти минералы залегают в различных исходных породах. Море, однако, объединяет их в составе огромных по протяженности, мощности и запасам прибрежно-морских россыпей.

Именно ильменит-рутил-циркон-монацитовые прибрежно-морские россыпи с давних пор представляют собой этот тип месторождений и служат объектом исследований. Немногим менее ста лет насчитывает история разработки этих месторождений. В настоящее время ильменит-рутил-циркон-монацитовые прибрежно-морские россыпи играют важнейшую роль в общем балансе запасов и добычи этих минералов. Описываемый тип россыпных месторождений развит на огромных пространствах побережий Индийского океана (п-в Индостан, о-ва Шри Ланка и Мадагаскар, Южно-Африканская Республика), Тихого океана (о. Тайвань, Австралия, Южная Корея), Атлантического океана (США, Бразилия, страны тропической Африки) (см. рис. 34). Основные геолого-экономические сведения о прибрежно-морских россыпях сведены в табл. 6.

Крупнейшие россыпи ильменита, рутила, циркона и монацита найдены в Индии в 1906 г.

Прибрежные пески, содержащие те или иные количества ильменита, рутила, циркона, монацита, силлиманита и граната, протянулись на сотни километров по западным и восточным берегам Индостанского п-ва. Наиболее значительные россыпи локализованы на крайнем юго-западном и юго-восточном побережьях полуострова, в штатах Керала (Траванкур-Кочин), Мадрас (рис. 46). Аналогичные, но более бедные пески найдены в штатах Андхра, Орисса и других местах восточного побережья; на западном берегу в дельте Нарбади в районе гор Ратнагири и на севере на побережье Саураштра (Махадеван и др., 1959; Коган, 1960; Рожанец, Коган, 1970, и др.). Россыпи индийского побережья сконцентрированы в донных, чаще всего песчаных отложениях современной аккумулятивной морской террасы и на берегу. Как правило, они приурочены к пляжам, барам, береговым валам и дюнам. Возможно, такого же происхождения концентрации тяжелых минералов в более древних формациях — миоценовых слоях Уаркалли, красноцветов мадрасского побережья. Некоторое представление о размерах и характере индийских прибрежно-морских месторождений дают данные об эксплуатируемых россыпях юго-западного берега, приуроченных к барам Манавала-Куричи и Чавара.

В месторождении Манавала-Куричи близ г. Ковилама тяжелая фракция продуктивных песков содержит (в %): ильменита — 75—80, циркона — 4—6, рутила — 3—5, силлиманита — 2—4, граната — 3—5, кварца — 5—7, монацита — 1. Количество окиси тория в монаците составляет 9,5%. В месторождении Чавара севернее г. Квилона эксплуатируются бары Ниндакара и Каякулам. В тяжелой фракции этой россыпи встре-

Таблица 6. Геолого-экономические показатели по важнейшим морским россыпям зарубежных стран (использованы материалы до 1965 г.) (по Е. А. Величко и Е. А. Корбут, 1966).

Местонахождение россыпи	Генетический тип месторождения	Источник тяжелых минералов	Полезные компоненты	Запасы, тыс. т	Сведения о разработке и добыче	Примечание
Европа Норвегия Южная Норвегия	Морские береговые россыпи	Очевидно, габбро и коренные месторождения титаномагнетита	Ильменит, циркон, рутил, монацит, торит	Незначительные	Разрабатывались на циркон во время II мировой войны (до 1947 г.)	Разработка не рентабельна из-за небольших размеров россыпей
Лофотенские о-ва, западное побережье	То же	Очевидно, габбро-перидотиты и коренные месторождения титаномагнетита	Титаномагнетит	Нет сведений	Нет сведений	Содержание TiO_2 — 13,2%, содержание Fe — 56,55%
Дания Северная Ютландия	" "	Вероятно, моренные и флювиогляциальные отложения	Циркон, магнетит, гранат	10	Не разрабатываются	В магнетите 2—4% TiO_2 , циркон с примесью TbO_2 , NiO_2 и U_3O_8 ; в рутиле до 36% Ta_2O_5 и до 32% Nb_2O_5 (стрюверит)
ГДР Росток, Штольтер, Хиддензе	" "	Моренные отложения	Ильменит, магнетит, циркон	Незначительные	Разрабатываются с 1957 г.	—
Польша Колобжег, Дарлов, Коса Хель	" "	Нет сведений, по-видимому моренные отложения	Гранат, магнетит, ильменит, циркон	Нет сведений	Не разрабатываются	—
Испания Галисия, бухта Ля-Карнота и Виго	" "	Нет сведений	Ильменит, магнетит, монацит	То же	Добывается около 20 т монацита в год	В прибрежных песках местами до 81% ильменита (бухта Корне), 9,7—13,5% (бухта Виго)
Португалия с. Торнес, залив Сетубаль	" "	В результате перемыва палеоэоловых песков	Титаномагнетит	" "	Нет сведений	В начале XIX в. разрабатывались на золото
Италия Неттуло, р. Вельтурно, Ладисполи	" "	Четвертичные щелочные туфы и лавы	Ильменит Магнетит Циркон Монацит Гранат	52 36 8 1,4 20	" "	В россыпях содержится ураноторит, перрнерит, касситерит и золото
Албания Адриатическое побережье	" "	Основные породы, мелкие интрузии, кислых пород	Магнетит, титаномагнетит, хромит, циркон, рутил	Не определены	Не разрабатываются	Россыпи изучаются
Югославия Ильцини	" "	Нет сведений	Магнетит, циркон, рутил	Нет сведений	Нет сведений	В береговых песках 8% тяжелых минералов
Болгария Бургас	" "	" "	Магнетит, ильменит	" "	" "	В магнетите значительное количество ванадия
Азия Индия Траванкур	Морские береговые россыпи, дюнные пески	Кора выветривания архейских кристаллических сланцев, гнейсов, пегматитов, чарнокитов и верхнетретичные песчаники, на юге размыт дун	Ильменит Циркон, Рутил Монацит Силлиманит	— 10000 — 1000—2000 общие запасы тяжелых минералов 250—300 млн. т	Разрабатывается с 1909 г. В год добывается 450 тыс. т ильменита (1961)	В отдельных прослоях до 95% тяжелых минералов. Россыпи восстанавливаются
Човгат-Понциани	То же	Кора выветривания архейских кристаллических сланцев, гнейсов, пегматитов, чарнокитов и верхнетретичные песчаники	Ильменит	915	Не разрабатываются	—

Местонахождение россыпи	Генетический тип месторождения	Источники тяжелых минералов	Полезные компоненты	Запасы, тыс. т	Сведения о разработке и добыче	Примечание
Берег Ратнагири (р-н Бомбея)	Морские береговые россыпи, дюнные пески	Кора выветривания базальтовых траппов	Ильменит	250	Разрабатывается с 1951 г.	—
Берег Тинневелли	" "	Кора выветривания архейских метаморфических комплексов	Ильменит, гранат, магнетит, циркон	40	Не разрабатывается	—
Овари-Наваллади	Морские береговые россыпи	Кора выветривания гранатовых гнейсов, лептинитов, пегматитов	Гранат Монацит	Несколько тыс. т 0,500	Разрабатывается полукустарными методами с давних пор	—
Танджоре	То же	То же	Ильменит Магнетит, гранат, циркон	105	Нет сведений	—
Визаганатам	" "	Кора выветривания гранатосиллиманитовых гнейсов и пегматитов	Циркон Ильменит, магнетит, монацит, гранат	11	Не разрабатываются	Впервые описаны в 1914 г. Изучены в 50-е гг.
Шри Ланка Пульмоддай-Коккилай	" "	Кора выветривания докембрийских гнейсов, гранатов, кристаллических сланцев и основных интрузий	Ильменит, рутил, циркон	4000	Разрабатывается с начала XX в. В 1961 г. добыто 10 тыс. т ильменита, попутно добывают циркон и рутил	В песках 70—72 % ильменита, 18 % циркона и рутила, 0,3—0,4% монацита

Тирукковиль	" "	Кора выветривания докембрийских метаморфических и интрузивных пород	Ильменит	500	Нет сведений	Содержание ильменита в песках до 75 %
Коломбо, Берувала и др.	" "	То же	Монацит	1000 (песок)	Разрабатываются	Среднее содержание монацита 2 %, местами 20—22 %, редко до 47 %
Япония Западный и юго-западный берега, о-ва Хоккайдо, северо-восточный берег о-ва Хонсю	Морские береговые россыпи, дюнные пески	Нет сведений	Ильменит	Значительные	"	—
Залив Ариакэ	Подводные россыпи	То же	Магнетит	36500	"	Запасы могут быть увеличены
Токийский залив	То же	" "	"	Нет сведений	Разрабатываются. В 1961—1964 гг. добыто 7 млн. т руды	—
Китай О-в Тайвань северное, северо-западное и юго-западное побережья	Морские береговые россыпи, дюнные пески, береговые пески, береговые валы	Третичные породы, образовавшиеся в результате разрушения древних толщ	Ильменит, магнетит, циркон, монацит	220 тяжелых минералов	Нет сведений	Детально разведаны в 1961—1954 гг.
п-в Ляодун, Шаньдун, залив Гуандун	Морские береговые россыпи	Песчаные отложения прибрежных равнин, залитых морем	Ильменит, циркон	Нет данных	Разрабатываются полукустарным способом	

Местонахождение россыпи	Генетический тип месторождения	Источник тяжелых минералов	Полезные компоненты	Запасы, тыс. т	Сведения о разработке и добыче	Примечание
Турция Кифталан Шиле	Морские береговые россыпи	Нет данных	Ильменит, магнетит, циркон	Незначительные	Нет данных	В пляжевых песках до 44 % ильменита, до 19% магнетита и до 12,2 % циркона
Африка АРЕ Дельта Нила (р-в Розетта)	Дельтовые россыпи	Граниты и гнейсы среднего течения Нила, вулканические породы Абиссинского нагорья	Ильменит Монацит Циркон	1400 200 —	В 1957 г. добыто ильменита 4000 т, монацита — 5,5 т, циркона — 356 т	Содержание ильменита в песках до 50 %, магнетита 15 %, циркона 7 %, монацита 1 %
Южно-Африканская республика Наталь, Умгабаба	Морские береговые россыпи	Нет сведений	Ильменит Циркон Монацит	2000 200 100	Разрабатывались с 1957 г. В 1961 г. добыто 100 тыс. т ильменита, рутила и циркона	Добыча велась англо-американской корпорацией и прекратилась в 1963 г.
Сенегал К югу от г. Дакара	То же	" "	Ильменит Циркон Рутил	9000 1200 200	Разрабатываются. В 1962 г. добыто (в тыс. т): ильменита — 22,5; рутила — 0,7; циркона — 2,6	
Берег Слоновой кости Абиджан Фреско	Древние береговые россыпи	Не ясен	Ильменит	400	Нет сведений	Ильменита в песках 18 %, циркона 0,5 %, рутила 0,2 %
Гвинея Мыс Вьрга	Морские береговые россыпи	Нет сведений	Ильменит, рутил, циркон	19,69	Не разрабатываются	В песках содержатся сапфир, рубин, аквамарин, смарагд

Гамбия Брауфит	То же	" "	То же	Незначительные	В 1958 г. добыто 29, в 1959 г. — 13 тыс. т ильменита	
Мавритания	" "	" "	Ильменит, рутил, циркон	Нет сведений	В 1957 г. добыто (в тыс. т): ильменита — 36,5; циркона — 3,7; рутила — 0,2	Береговые россыпи подобны сенегальским
Малагасийская республика Форт Дофин	Морские береговые россыпи, дюнные пески	Метаморфические породы и граниты западной части района Анози	Монацит, ильменит, циркон	Монацита несколько десятков тыс. тонн	В 1964 г. из монацита получено 60 т торня, добыча ильменита (в т): 3000 (1961), монацита — 637, циркона — 354 (1962)	Восстанавливающиеся россыпи
Северная Америка Канада Наташкван	Морские береговые россыпи	Нориты, габброанортозиты	Магнетит	Запасы песков 15—18 миллиардов т	40 тыс. т магнетита в год (1957)	Разработку ведет "Аконик Майнинг Корпорейшн"
США Аляска, Ном	То же	Нет сведений	Золото	Нет сведений	Разрабатывается	В песках магнетит, сфалерит, шеллит, стибнит, галенит
Устье Салмона	Погребенная аллювиальная россыпь	" "	Платина	" "	" "	
Орегон Южное побережье	Морские береговые россыпи	" "	Хромит	Не разведаны, но большие	До 1961 г. разрабатывались	В тяжелой фракции: ильменит, магнетит, циркон, гранат, рутил, монацит, золото, платина

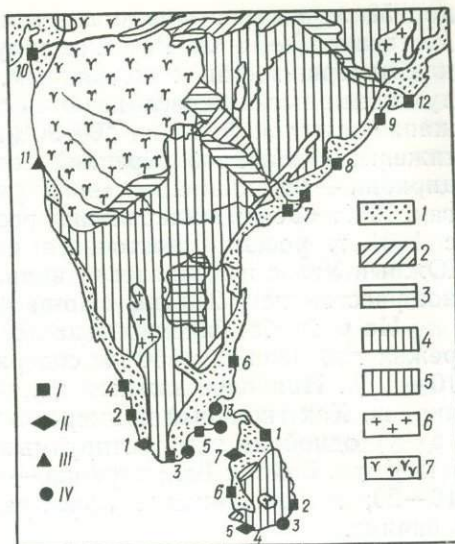
Местонахождение россыпи	Генетический тип месторождения	Источник тяжелых минералов	Полезные компоненты	Запасы, тыс. т	Сведения о разработке и добыче	Примечание
Калифорния (между Принстонским пляжем и Пасификтрон)	Морские береговые россыпи	Нет сведений	Циркон	1350	Нет сведений	В песках ураноторит, монацит, алмаз, танталит, ксенотим
Флорида а) Джексонвилль	Древние морские береговые россыпи, дюнные пески	Граниты и гнейсы докембрия и метаморфизованные породы палеозоя	Ильменит, циркон, рутил, монацит	Циркон 5300, ильменит — более 20 000, рутил 3000—3500	В 1958 г. во Флориде ильменит 200—250 тыс. т, циркон 30—35 тыс. т, рутил 4—5 тыс. т, монацит 2—2,5 тыс. т	Россыпь приурочена к древнему устью Сент Джен
б) Трепп-Редж	Древние береговые россыпи	То же	Циркон			В песках 4 % тяжелых минералов
в) Санта Роза (западный берег) и залив Пенсакола	Морские береговые россыпи	" "	Ильменит, рутил, циркон	Обогащенных песков 750		В некоторых слоях до 43 % циркона
Мексика Пуэрто-Ангел	То же	Нет сведений	Рутил	Нет сведений	Разрабатывается, добывается 24 тыс. т в год	
Южная Америка Бразилия Штаты Рио-де-Жанейро и Эспириту-Санту	Морские береговые россыпи, дюнные пески древние и современные	Кора выветривания на докембрийских гнейсах, мигматитах, гранитогнейсах, пегматитах, третичные песчаники и конгломераты	Ильменит, циркон, монацит	500 150	Разрабатываются с 1895 г. В 1961 г. добыто 844 т монацита и 6718 т циркона	В песках в среднем 32 % тяжелых минералов, местами до 75 %. В 1960 г. Бразилия дала 46,7 % мировой добычи монацита

Месторождение Праду	Морская береговая россыпь	Коренные породы берега с монацитовыми жилами в них	Монацит	0,75	Нет сведений	
Австралия Восточное побережье (Квинсленд и Новый Южный Уэльс)	Морские береговые россыпи и дюнные пески современные и древние	Пермские граниты Нью-Ингленд, юрские песчаники	Циркон, рутил, монацит, ильменит	14000	В 1962 г. добыто 121 тыс. т рутила, 136 тыс. т циркона	Ильменит восточного побережья не используется из-за высокого содержания хрома
Западное побережье	Морские береговые россыпи и дюнные пески	Нет сведений	Ильменит	Запасы большие, но не определены	В 1964 г. добыто 100 тыс. т	Попутно добывается некоторое количество циркона, рутила, монацита
Новая Зеландия о-в Северный	Морские береговые россыпи	" "	Магнетит и титаномагнетит	750000	Не разрабатываются	
Шельф западной части о-ва Северного	Подводные россыпи	" "	То же	74000	То же	
о-в Южный	Морская береговая россыпь	" "	Ильменит	869000	" "	
Алмазные россыпи Намибия Устье Оранжевой Бухты Людериц	То же	Коренные месторождения алмаза внутренних районов страны	Алмазы	30 млн. каратов	Разрабатываются с 1968 г. Добыча — 100 тыс. каратов в месяц	Разрабатываются „Консолидэтед Даймонд Майнз“

Местонахождение россыпи	Генетический тип месторождения	Источник тяжелых минералов	Полезные компоненты	Запасы, тыс. т	Сведения о разработке и добыче	Примечание
Мелководная часть шельфа от устья Оранжевой до бухты Людерик	Подводная россыпь	Не выяснен	Алмазы	7,8—13,5 млн. каратов	Разрабатываются с 1962 г. Добыча 20 тыс. каратов в месяц	Разрабатываются „Марине Даймонд корпорейшн“
Касситеритовые россыпи „Индонезия Оловянные о-ва“ — Банка, Биллитон, Синкеп	Морские береговые россыпи	Переработанные морем аллювиальные и элювиальные россыпи	Касситерит	Нет данных	Разрабатываются	В значительной степени отработаны
Прибрежные воды оловянных островов	Затопленные аллювиальные россыпи	Коренные месторождения олова в песчаниках, сланцах, гранитах	„	„ „	„	Интенсивно разведываются. Попутно извлекаются ильменит, монацит
Малайя Малакка	Морская береговая россыпь	То же	„	„ „	„	Перспективны и другие районы
Таиланд О-в Пукет	Затопленные аллювиальные россыпи	Коренные месторождения олова	„	На участке малайской компании 40	„	—

Рис. 46. Прибрежно-морские россыпи некоторых минералов на побережье Индии и о-ве Цейлон:

1 — кайнозой; 2 — мезозой; 3 — палеозой; 4 — докембрий; 5 — докембрий и палеозой нерасчлененные; 6 — гранитоиды, 7 — траппы. I — ильменит, циркон, рутил, монацит; II — то же с преобладанием монацита; III — ильменит и титаномагнетит; IV — гранат. Индия (цифры — на карте): 1 — Манавалакуручи; 2 — Ниндакара; 3 — мыс Коморин, 4 — Човгат-Поннани; 5 — Вайнар-Каллар; 6 — Гранкебар; 7 — устье Годавари; 8 — Визагалатнам; 9 — Валтаир; 10 — Нарбад; 11 — Ратнагири; 12 — штат Орисса; 13 — Овари-Навалади. Цейлон (цифры на карте): 1 — Пулмоддай; 2 — Тирукковиль; 3 — Хамбантога; 4 — Галле; 5 — Бевувала; 6 — район Коломбо; 7 — Кудремалай.



чается (в %): ильменит — 80, циркон — 4—6, рутил — 4—6, силлиманит — 3—5, кварц — 4—5, гранат — 0,5, монацит — 0,5—1. В монаците содержится 8,5% окиси тория. Описываемые россыпи-бары протянулись соответственно на 1,6 и 18 км,

их ширина до 1 км, мощность слоев продуктивных песков 0,6—1,5 м (Махадеван и др., 1959; Коган, 1960). По мнению В. Махадевана и др. (1959), прибрежно-морские россыпи Индии образовались главным образом в результате волновой деятельности моря, частично в результате деятельности рек. Больше всего песка накапливается в заливах и дельтах. Крутизна русел рек способствовала выносу большого количества материала из глубинных районов субконтинента и накоплению на морских мелководьях, где главными факторами его перемещения явились волны и течения. Концентрация тяжелых минералов в россыпях происходит преимущественно в период муссонов, от июня до октября. С окончанием сезона муссонов большая часть черного шлиха смывается обратно в море. Пески, находящиеся ниже уровня моря, такому воздействию волн не подвергаются, тем не менее в скважинах до глубины 7,5 м повсюду встречаются тяжелые минералы. Содержание их ниже, чем в отложении пляжей, но они все же пригодны к разработке.

Весьма близки индийским по характеру рудных залежей, минералогическому и литологическому составу и происхождению прибрежно-морские россыпи Шри Ланка.

Общие ресурсы важнейших рудных минералов в россыпях Индии оценивались по циркону в 7 млн. т (совместно с Малайской федерацией), ильмениту — 117, рутилу — 1,8 и монациту — 2 млн. т (Коган, 1960). Исследования индийской комиссии по атомной энергии, проводившиеся на юго-западном побережье Индии, дали возможность определить суммарные запасы 16 известных здесь месторождений в 52 млн. т ильменита и 1,4 млн. т монацита. Средняя мощность залежей на пляже 7,6, далее в глубь суши — 5 м. Среднее содержание ильменита и монацита соответственно 40 и 0,75%. Видимо, общие запасы прибрежно-морских россыпей Индии будут значительно выше приведенных цифр.

Австралия — другой крупнейший район развития прибрежно-морских россыпей циркона, ильменита, рутила, монацита, которые развиты на юго-западном и восточном берегах континента. На юго-западе Австралии россыпи распространены к югу от г. Банбери. Основные месторождения сосредоточены здесь в 50-километровой полосе между городами Банбери и Басселтон. Россыпи установлены также на о-вах Тасмания, Кинг, Страдброк. Ширина продуктивной береговой полосы прибрежных песков хорошо изученного восточного побережья обычно не выше 800 м, изредка до 5 км; ширина полосы дюн, удаленных от берега на 1,6 км,—

до 750 м; на юго-западе ширина полосы продуктивных отложений — достигает 10—16 км. Россыпи приурочены к береговым пляжам и дюнам как отмершим, так и подвижным. Мощность россыпей 0,3—1,8 м; продуктивные пески переслаиваются с белыми кварцевыми песками. Содержание тяжелой фракции 10—90%. В донных песках находится 2—30% тяжелых минералов. Средний состав тяжелой фракции такой (в %): циркона — 39, ильменита — 34, рутила — 24, монацита — 0,2—2,0 (Коган, 1960; «Обзор минеральных ресурсов», 1965, и др.). Эксплуатируемые с 1931 г. россыпи восточного побережья Австралии (штаты Новый Южный Уэльс и Квинсленд) вытянуты прерывистой цепочкой на огромное расстояние (1225 км) от о-ва Фрейзер на севере до г. Сиднея на юге.

На разрабатываемых в настоящее время россыпях восточного побережья протяжением 150 км содержание тяжелых минералов составляет 10—30%. Наиболее важным полезным компонентом россыпей является циркон. Как типичный пример можно привести состав тяжелой фракции (в %) одной из эксплуатируемых россыпей Нового Южного Уэльса к югу от г. Байрон-Бэя: циркона — 45—75, рутила — 10—30, ильменита — 10—20; в небольших количествах встречается гранат, касситерит и монацит.

Минералогический состав россыпей восточного побережья Австралии несколько отличается от минералогии индийских месторождений большим богатством рудных минералов и соотношением важнейших минералов. Установлены кварц, циркон, ильменит, рутил, монацит, гранат, магнетит, хромит, касситерит, изредка золото и платина. Ильменитовый концентрат восточных россыпей содержит до 5—7% Cr_2O_3 , что снижает его качество и затрудняет использование в пигментной промышленности. Ильменит юго-запада Австралии беднее окисью хрома и качество его выше (Петелин, 1971, и др.).

Источником циркона, ильменита, рутила и монацита в россыпях восточного берега Австралии служат, по данным Б. И. Когана (1960), пермские граниты плато Нью-Ингленд и абрадируемые морем песчаники триаса и юры, пронизанные силлами и дайками третичных базальтов. Последние послужили преимущественно источником ильменита, остальные три важнейших минерала вынесены в значительной степени из гранитоидов. Процессы выветривания облегчили поступление обломочных минералов в россыпи. Роль выветривания особенно велика в формировании россыпей юго-западной Австралии, где разрушались кислые и основные докембрийские гранулиты и ассоциирующие с ними гранито-гнейсы. По мнению австралийских геологов, латеритизация интенсивно проходила в Австралии в начале третичного периода и в некоторых районах, особенно в юго-западной Австралии, повторилась в плиоцене или в плейстоцене. В ледниковую фазу плейстоцена трансгрессия моря привела к понижению уровня моря, разрушению кор выветривания и выносу продуктов выветривания к берегам (Пятнов, 1970).

Генетически прибрежно-морские россыпи Австралии могут быть определены как пляжевые, т. е. морские, и донные — эолово-морские.

Только в южной прибрежной полосе Австралии (очевидно, юго-восточный берег) разведаны запасы (в тыс. т.): циркона — 970, рутила — 759, ильменита — 661, монацита — всего 12—13 (Коган, 1960). По данным «Обзора минеральных ресурсов» (1965), запасы двуокиси титана на восточном побережье составляют 4,1 млн. т. Австралийский геолог Уэлч определяет запасы прибрежно-морских россыпей юго-западной Австралии приблизительно в 15 млн. т ильменита, 1 млн. т циркона, 100 тыс. т монацита и 500 тыс. т рутила и лейкоксена (Пятнов, 1970).

Австралия — один из крупнейших мировых экспортеров титановых и редкоэлементных концентратов. В 1957 г. в Австралии было добыто 1,333 тыс. т рутилового концентрата, 45 тыс. т ильменитового, 90 тыс. т

цирконового и 250 т монацитового концентратов, экспортируемых преимущественно в США. В последующие годы постепенно возрастало значение россыпей юго-западной части Австралии. В 1966 г. там добыто 27075 т циркона и 500 т рутила; а в 1975 г. планируется довести добычу циркона до 45000 т (Коган, 1960; Пятнов, 1970).

Грандиозные по масштабам оруденения прибрежно-морские россыпи ильменита, рутила, циркона и монацита разведаны и эксплуатируются на п-ве Флорида в США. Россыпи приурочены к пляжам, дюнам и барам. Содержание тяжелых минералов в песках россыпей Флориды невысокое, чаще всего 2,5—4%, но мощность продуктивного слоя довольно значительна — 36 м. Ширина пляжевых россыпей в среднем 150 м. В 1960 г. эксплуатировалось пять месторождений. В районе г. Джексонвилля россыпь, приуроченная к отмели в 20 км от берега, протянулась на 9,6 км при ширине 0,8 км. В песках находится 4% тяжелой фракции, содержащей 40% ильменита, 7% рутила, 10—14% циркона и 0,5% монацита. Другое значительное месторождение — россыпь в районе Трепл-Редж длиной 5 и шириной 4 км. Минералогический состав близок составу первого месторождения. Третье месторождение известно в Хайнленде, в 60 км юго-западнее г. Джексонвилля. В песках содержится 4,3% тяжелой фракции. Кроме ильменита, рутила, лейкоксена, циркона установлены еще и ставролит, кианит, турмалин и гранат. Средние размеры зерна 0,13 мм. Эти и два других участка флоридского побережья интенсивно эксплуатируются.

Источником ценных минералов россыпей Флориды послужили докембрийские граниты и гнейсы и палеозойские метаморфические породы плато Пидмонта в Аппалачских горах, размывавшиеся многочисленными реками восточного побережья США. Идущее узкой полосой вдоль берега с севера на юг прибрежное течение перемещает обломочный материал на юг, образуя прибрежно-морские россыпи.

Запасы песков Флориды огромны. Только в эксплуатируемых месторождениях подсчитано 5,5 млн. т циркона, ориентировочно свыше 20 млн. т ильменита, 3—3,5 млн. т рутила. Общая мощность всех предприятий Флориды по циркону составила 100 тыс. т, в том числе в районе г. Джексонвилля 11 тыс. т (кроме того, 40 тыс. т ильменитового и 6,5 тыс. т рутилового концентрата); в Трепл-Редже — 27 тыс. т (кроме того, 100 тыс. т титанового концентрата). В Хайнленде добыто 100 тыс. т титанового концентрата. Добыча песков ведется драгами и земляными снарядами (Пятнов, 1956; Коган, 1960; Зубрев, Савельев, 1963, и др.). Кроме Флориды морские россыпи этого состава известны на берегах Мексиканского залива, в штатах Калифорния, Орегон, Мериленд и Вашингтон.

Крупнейшим районом развития прибрежно-морских ильменит-рутил-циркон-монацитовых россыпей является также Бразилия. Они протянулись вдоль атлантического берега Бразилии на расстоянии 1600 км (штаты Рио-де-Жанейро, Эспириту-Санту, Баия, Параиба, Риу-Грандиду-Норти). Геологически это древние береговые террасы, современные пляжи, песчаные бары, дюны и дельты рек. Длина обогащенных участков — отдельных россыпей — до 200—1000 м, ширина 6—22 м, мощность 7—40 м.

Ширину россыпи фактически определяет ширина полосы между линиями прилива и отлива. Самые крупные и богатые россыпи локализованы в песчаных барах небольших бухт. Длина такого рода россыпей 25—3200 м, ширина 3—15 м, мощность 2—4 м. Содержание тяжелой фракции изменяется от 6 до 100%, в богатых бухтовых россыпях — 20—40%. В тяжелой фракции бухтовых россыпей содержится примерно 20—25% ильменита, 20—30% циркона, 2—5% (иногда до 20%) монацита. Встречены также гранат, рутил и магнетит. Наиболее богаты месторо-

ждения в Комоксабите, Гуаранари и Макахе. Источником полезных компонентов бразильских россыпей послужили докембрийские гнейсы и граниты, содержащие циркон, ильменит и рутил в незначительных количествах. Монацит приурочен к многочисленным пегматитовым жилам. Развитие значительной коры выветривания, пенепплензация района в результате послемеловых и послетретичных поднятий, вынос материала реками, неоднократный переыв осадков способствовали накоплению россыпей тяжелых минералов. Запасы, очевидно, колоссальны.

Разработка бразильских россыпей на монацит начата еще в 1885 г. Годовая добыча монацита составляет 1500—7000 т в зависимости от конъюнктуры. В 1957 г. добыто 300 т рутила. Других данных об уровне добычи нет. Всего разрабатывалось 20 россыпей (Пятнов, 1956, и др.; Коган, 1960). В 1963 г. Бразилия дала 37% мировой добычи монацита; роль этой страны в производстве циркона и титановых минералов невелика («Полезные ископаемые и закономерности их размещения»., 1970).

Продолжение бразильских атлантических песков прослеживается в Уругвае и Аргентине; они встречены также на Фолклендских о-вах (Гурвич, Казаринов, Хмара, 1964).

Среди месторождений шельфа Балтийского моря особого внимания заслуживают ильменит-рутил-цирконовые россыпи. Первые сообщения о наличии магнетита в прибрежно-морских отложениях Балтийского побережья в пределах Германской Демократической Республики датируются 1764 г.; в 1828 г. в черных шлихах обнаружены минералы титана. С 1957 г. черные пески балтийского побережья ГДР в районах Арэнсхопа и Юскеритца разрабатываются предприятием «Остзее-Шюрре». Для разработки используются наиболее обогащенные черным и красным шлихами участки пляжа вдоль линии прибоя шириной 1 м и протяженностью сотни метров. В этих песках содержится 10% FeO, 6% TiO₂, 1—2% ZrO₂. В 1947 г. в песках Западного Поморья (Польская Народная Республика) обнаружены циркон (0,12%), магнетит, ильменит и рутил (Коган, 1960).

В свете этих данных открытие крупных титано-цирконовых россыпей в восточной части Балтийского моря в пределах территориальных вод Советского Союза явилось закономерным завершением исследований прибрежных отложений, выполнявшихся специалистами Института океанологии АН СССР, Московского горного института, геологами советских прибалтийских республик.

По данным Ю. Д. Шуйского, В. Л. Болдырева и П. В. Кочеткова (1970), россыпные залежи восточной части Балтийского моря вытянуты вдоль берега более чем на 30 км и располагаются параллельно береговой линии тремя полосами на глубинах 3,5—8, 10—14 и 18—22 м. Это современные мобильные образования. По описанию Г. А. Нурка и др. (1970), россыпи удалены от береговой линии на 0,5—0,7 км. Протяженность отдельных залежей от 1,5—2 до 17 км, ширина 130—800 м, мощность 0,1—1,5, изредка до 2,3 м. Содержание ильменита — от 30 до 150 кг/м³. Ильменит и другие минералы устанавливаются в отложениях береговой аккумулятивной террасы повсеместно, приведенные данные о размерах россыпей относятся к рудным залежам, выделяемым на основе условно принятых кондиций.

Россыпи представляют собой хорошо отсортированные тонкозернистые пески и крупные алевриты. Рудные минералы представлены ильменитом, рутилом, лейкоксеном и цирконом. Кроме них, в тяжелой фракции содержатся амфиболы, гранаты, магнетит, турмалин, изредка апатит, пирит, гидроокислы железа; легкая фракция состоит преимущественно из кварца.

Источником полезных компонентов россыпей восточной части Балтийского моря послужили ледниковые и олигоценые — моренные

и флювиогляциальные — отложения. Они представлены в основном песчано-глинистыми породами.

В 1966 г. в СССР были разработаны технологические схемы опытной подводной добычи титано-цирконовых песков в одном из районов шельфа восточной части Балтийского моря размером 300×1000 м, глубиной 5—8 м. Для проведения добычных работ был использован землесосный снаряд «Выборгский» грузоподъемностью 1420 т. Из-за волнения нельзя было применить землечерпалку «Беломорскую», имеющую жесткий контакт черпаковой рамы с морским дном (Нурок и др., 1970).

РОССЫПНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ МАГНЕТИТА

Россыпи магнетитовых и титаномагнетитовых песков известны на рубежах суши и моря во многих районах земного шара. Чаще всего это прибрежно-морские россыпи, реже дюнные пески.

Прибрежно-морские россыпи магнетитовых песков обнаружены на западном побережье Лофонтенских о-вов, в ГДР, в Дании, Португалии, Албании, Югославии, Болгарии (район г. Бургаса). В некоторых прибрежных районах Европы магнетит песков хотя и не главный, но весьма существенный рудный компонент. Запасы европейских магнетитовых россыпей обычно невелики, и разработка их почти не ведется. Исключением является ГДР, где в районе городов Росток, Штольтера и др. начиная с 1957 г. в незначительном количестве добываются ильменит, магнетит и циркон.

В Африке пока неизвестны более или менее заметные скопления магнетита в россыпях. В качестве второстепенного, но существенного компонента магнетит установлен в дельтовой россыпи р. Нила.

В Северной Америке обнаружены огромные прибрежно-морские россыпи магнетитовых песков в Канаде (г. Наташкуан), где запасы песков составляют 15—18 миллиардов т. Компания «Аконик Майнинг Корпорейшн» добывает ежегодно 40 тыс. т магнетита в год (Величко, Корбут, 1966). Магнетит содержится в значительных количествах в разрабатываемых на золото россыпях района г. Ном на Аляске и в других местах — в США у р. Колумбии, близ устья Биг-Крик в 9 км к северу от г. Ньюпорта (Штат Орегон), на южном берегу штата Вашингтон у городов Пикок Спит и Грей-Харбор. В Южной Америке крупные концентрации магнетита неизвестны.

Значительные запасы магнетита и титаномагнетита (свыше 800 тыс. т) выявлены вдоль берегов и на шельфе о-ва Северного в Новой Зеландии. Совершенно особое положение благодаря большим промышленным запасам занимает месторождение магнетитовых песков Японии, откуда японская промышленность черпает примерно пятую часть потребляемых в стране железных руд. Японские железорудные ресурсы весьма ограничены, суммарные запасы их не превышают 200 млн. т, в том числе 160 млн. т составляют россыпи.

В районе г. Сендая на о-ве Хонсю в Японии запасы магнетитовых песков составляют 51,3 млн. т при содержании 18% железа. В 1959 г. здесь было добыто 460 тыс. т товарной руды. В районе г. Саппоро на о-ве Хоккайдо обнаружено 32,9 млн. т руды с содержанием железа 21%; в 1959 г. добывалось 530 тыс. т товарной руды. В районе г. Токио на о-ве Хонсю запасы магнетитовых песков составляют 21,4 млн. т при содержании железа 13%. Добыча руд из этого месторождения достигала 290 тыс. т. Запасы магнетитовых песков района г. Фукуока (о-в Кюсю) — 1,4 млн. т с содержанием 20% железа. Добыча руды 68 тыс. т.

Широко известны подводные залежи магнетитовых песков в заливе Ариаке (о-в Кюсю). По данным М. Г. Полвиной (1966), открытые в 1960 г. залежи рудоносных песков залива Ариаке имеют запасы до

1,7 млрд. т, в том числе 43 млн. т качественных руд, пригодных для разработки. Рудоносные пески залегают здесь на глубинах до 25—30 м. Разведанная рудная площадь составляет 177 км². Главный рудный минерал — титаномагнетит, он содержит (в %) Fe — 56; TiO₂ — 12; P — 0,26; V — 0,2, S — 0,029. Объем добычи с 1961 по 1965 г. составлял 7,1 млн. т железистых песков (Нурок и др., 1970). Добыча руды ведется мощными землестосными и эрлифтовыми снарядами, ковшевыми драгами. Добычные устройства удалены уже на 600 м от берега. Пески добывают с глубины 15 м; ковшевая драга берет их с глубин 22—25 м. При содержании в песках около 5% магнетита 1 т железа в концентрате стоит 6 руб., что гораздо дешевле привозных руд (Нурок и др., 1970).

В Советском Союзе прибрежно-морские россыпи титаномагнетита известны на Курильских о-вах (Ю. А. Павлидис), на подводном склоне восточного и юго-восточного берегов о-ва Сахалин (Нурок и др., 1970). Крупные залежи магнетитовых песков прибрежно-морского происхождения обнаружены на Кавказском берегу Черного моря, между реками Чорохи и Бзыбь, примерно на протяжении 250 км. Особенно высоко содержание магнетита между реками Супса и Чорохи на протяжении 50 км. На Таманском п-ве встречена гранато-магнетитовая залежь песков. По Г. А. Нурок и др. (1970), мощность слоя песков достигает 6—12 м; глубины опускания в море 25 м. Содержание Fe составляет в среднем 6,3% (2—9%); TiO₂ — 0,44 до 1,33; V₂O₅ — до 0,15; P₂O₅ — 0,02—0,45; SiO₂ — 49—60%.

Однако еще в 1945 г. в СССР эксплуатировалось Урекское прибрежно-морское месторождение магнетитовых песков. Современные пляжевые пески между реками Супсе и Натакети (Грузия), содержащие до 7% железа, разрабатывались бульдозерами и обогащались электромагнитной сепарацией до концентрата с 43—47% железа. Этот концентрат использовался как утяжелитель глинистых растворов при бурении глубоких нефтяных скважин (Нурок и др., 1970).

ОЛОВОРУДНЫЕ РОССЫПИ

Важнейший минерал олова — касситерит — содержится во многих прибрежно-морских оловорудных россыпях, но классический район развития таких россыпей — Юго-Восточная Азия. Наиболее крупные морские оловорудные (касситеритовые) россыпи известны в Индонезии, Малайзии, Таиланде. Вся юго-восточная часть Азии в третичное время подвергалась интенсивному воздействию жаркого тропического климата. В результате выветривания эта область превратилась в сильно денудированную равнину с многочисленными россыпями различного генезиса. Морские россыпные месторождения играют весьма важную роль. Источником касситерита россыпных месторождений служат коренные оловорудные месторождения и рудопроявления Малайского оловоносного пояса, содержащего почти 75% всех запасов олова капиталистического мира (Жилинский, 1965). Крупнейшие прибрежно-морские россыпи Индонезии сосредоточены на так называемых оловянных островах — Банка, Биллитон, Синкеп, Большой Каримун, Кундур, частично на центральной Суматре, в меньшей мере на островах архипелагов Рису и Миннга (рис. 47, 48, 49). Современные прибрежно-морские россыпи касситерита представляют собой обогащенные касситеритом пляжи, бары, косы, они образуются в районах, где на берегу развиты выходы обогащенных оловом коренных пород. Современные россыпи имеют, однако, подчиненное значение по сравнению с древними прибрежно-морскими россыпями высоких террас и россыпями затопленных древних речных долин и плоских водоразделов. По Г. Б. Жилинскому (1965), в постплиоценовое время острова Индонезии не менее трех раз покрывались морем. Возраст россыпей, по данным абсолютной геохронологии, — от 40—60 тыс.

Рис. 47. Схема районов распространения оловянных россыпей (черное) в Индонезии (по Г. Б. Жилинскому, 1965).



лет до 450—500 лет. В разрезе берега фиксируются две террасы с отметками +6 и +18 м; третья терраса скрыта водами Яванского моря. В отложениях террас развиты древние прибрежно-морские россыпи, возникшие вследствие размыва и переотложения древних элювиальных и аллювиальных россыпей и других касситеритсодержащих отложений. Касситеритовые россыпи морских террас, отмечает Жилинский, часто не имеют четких морфологических границ.

Россыпи морских террас особенно широко распространены в восточной части о-ва Биллитон.

Подводные россыпи древних речных долин и плоских водоразделов — наиболее важный и распространенный в Индонезии тип прибрежно-морских россыпей; они встречены у о-вов Биллитон и Банка. Подводные россыпи этого типа прослеживаются в прибрежных водах до глубины 30—35 м, т. е. удалены на 5—15 км от берега. Мощность перекрывающих наносов бывает значительной и достигает 30 м. Распределение касситерита очень неравномерное. Минералогический состав россыпей представлен преимущественно обломками и мелкими кристалликами кварца; содержит 2—5, редко до 10% касситерита; обломки пород, примесь глинистых частиц, небольшие количества ксенотима, монацита, ильменита и других минералов. Размерность касситерита 0,2—1 мм.

Одним из наиболее крупных производителей олова является Таиланд, где 90% добычи касситерита получают из россыпей. Еще с 1906 г. значительная часть россыпей разрабатывается под водой. Они эксплуатируются в акватории моря между о-вом Пукет и материком. По данным обзора минеральных ресурсов, мощность отдельных залежей изменяется от 1—2 до 30 м, содержание касситерита в песках составляет 0,2—0,4, в отдельных случаях — 1 кг/м³. Запасы подводных россыпей этого района довольно значительны. Только на участке концессии, созданной в 1954 г. англо-тайландской компанией «Аокам тин лимитед», площадью 75 тыс. акров * морского дна при глубине моря до 18—20 м запасы касситерита составляют 42300 т.

В бухте Тонгках на о-ве Пукет олово добывается с 1938 г. В 1963—1964 гг. тайландскими геологами установлена оловоносность древних речных долин в прибрежном районе Индийского океана между Таиландом и Бирмой. Долины прослежены в море на 9 км до глубин 27—39 м. Крупные подводные россыпи найдены в районе Самуй и Панган.

Россыпные месторождения в акватории прибрежных вод разведаны у берегов Малайзии на юго-востоке п-ва Малакка. Это преимущественно подводные террасовые россыпи. Кроме касситерита в песках содержатся ильменит, циркон, рутил, золото, вольфрамит, танталит и колумбит (Безруков и др., 1970).

Подводные россыпные месторождения юго-восточной части Азии разрабатываются драгами. Так, только в Индонезии работает девять крупных драг. Геологоразведочные работы проводились с помощью аппарата «Спаркер», позволяющего выявить древние русла рек, скрытые под толщей более молодых наносов. Глубины воды не выше 30—50 м.

* Акр — 4047 м².

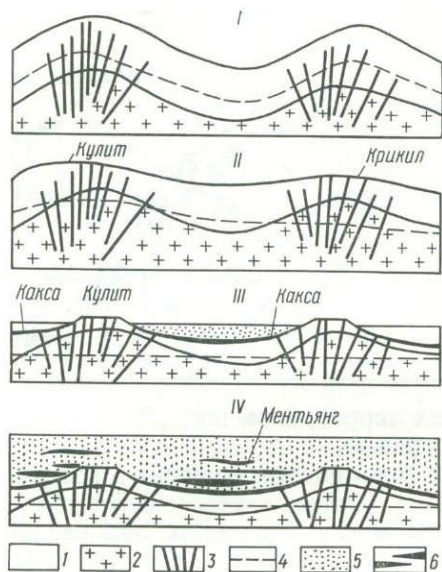


Рис. 48. Схема геологического развития «оловянных» островов Индонезии в новейшее время (по Г. Б. Жилинскому, 1965):

I — начало третичного периода (образование мощной коры выветривания и интенсивная эрозия); II — нижний плиоцен (завершение геоморфологического цикла, начало образования россыпей типа кулит и крикил); III — средний плиоцен (боковая эрозия в условиях почти равнины, образование россыпей типа каксы и частичное уничтожение элювиальных россыпей типа кулит и крикил); IV — плейстоцен (эвстатические поднятия уровня моря, трансгрессия моря в береговой части островов и образование россыпей типа ментьянг). 1 — вмещающие песчаниково-сланцевые отложения триас-юра; 2 — оловоносные граниты (юра-мел); 3 — оловородные тела; 4 — нижняя граница коры выветривания; 5 — аллювиальные отложения; 6 — оловянные россыпи.

Объем добычи касситерита из морских россыпей довольно значителен. Из общей добычи касситерита (165 610 т) в капиталистическом мире в 1967 г. на Индонезию приходится 14 940 т, в том числе 40% — из морских россыпей. Касситерит уста-

новлен в некоторых прибрежно-морских россыпях западного побережья США и в других районах.

Малайский пояс коренных месторождений касситерита продолжается на северо-востоке Советского Союза. Однако крупные прибрежно-морские месторождения касситерита здесь пока не обнаружены, мелкие известны во многих точках. По данным Г. А. Нурка и др. (1970), на побережье Северного Ледовитого океана от устья Лены до Чукотки включительно установлены повышенные содержания касситерита как на пляже, так и на подводном склоне. К. С. Агеев и др. (1970) описали россыпи касситерита в акватории Ванькиной губы в море Лаптевых, где обнаружены современные пляжевые концентрации этого минерала и захороненный под водой пляж на глубине 25—30 м. Эти россыпи возникли в результате абразии бедных касситеритсодержащих пород и их коры выветривания. Полосы повышенных концентраций касситерита в зоне пляжа на глубине 5—7 и 15—17 м известны по берегам Японского моря в Приморье. Судя по разной степени окатанности касситерита в разных районах, источником его служат наносы рек, дренирующих оловоносные породы (хорошо окатанный материал), и абразивное разрушение касситеритсодержащих интрузивных пород (неокатанный материал).

Касситерит найден также на побережье о-ва Сахалин, в частности в пляжевых отложениях и на подводном склоне между г. Александровском-Сахалинским и пос. Пошбы, на берегу Александровского залива, в проливе Невельского, в заливе Виаху. Вместе с касситеритом встречены циркон, ильменит и золото. Перспективна на касситерит прибрежная зона между поселками Мгачи и Хоэ (Гриценко, Жижин, Тютрин, 1970).

Потенциальные возможности прибрежно-морских россыпей касситерита еще далеко не исчерпаны; запасы олова в акваториях моря расширяются и добыча касситерита из этого типа месторождений возрастает.

АЛМАЗНЫЕ РОССЫПИ

В настоящее время известен лишь один район развития промышленных россыпей алмазов прибрежно-морского происхождения — Атлантическое побережье Юго-Западной Африки от устья Оранжевой на юге до границы с Анголой на севере. Алмазные россыпи обнаружены здесь в береговых террасах и на континентальном шельфе.

Уже давно эксплуатируются алмазные россыпи береговых террас. Отметки высот береговых террас изменяются от +140 м до отрицательных величин. Наиболее крупные эксплуатируемые береговые террасовые россыпи находятся к северу от устья Оранжевой и между бухтой Готтентот на юге и бухтой Уолвисбей (26° с. ш.) на севере (площадь длиной 270 км и шириной 75 км). Особенно богата терраса Соддл Хелл Норт. Мощность алмазоносных отложений 0,1—3,7 м; мощность вскрыши до 12, иногда до 40 м (золотые пески). Запасы на указанных площадях составляли на 1964 г. 69 млн. м³ песков, содержащих 21 млн. карат алмазов. Среднее содержание алмазов в 1 м³ песка 0,31 карат («Обзор минеральных ресурсов стран капиталистического мира. Африка», 1966).

В 1964 г. дальнейшими геологоразведочными работами запасы террасовых прибрежно-морских россыпей алмазов были увеличены. Выявлены террасовые россыпи алмазов на протяжении примерно 90 км от устья Оранжевой до бухты Чамайс с запасами до 30 млн. карат алмазов. Значительные алмазоносные террасовые россыпи найдены на так называемом Берегу Скелетов, севернее Свакопмунда, между сухими руслами рек Угаб и Унджаб. Протяженность этой алмазоносной площади вдоль берегов составляет 100 км, в глубь берега — до 16 км; запасы — миллионы тонн алмазоносных пород, содержание — до 10—12 карат на 100 т породы; 90% алмазов — ювелирные; мощность вскрыши, однако, велика и достигает 20—35 м («Обзор минеральных ресурсов стран капиталистического мира. Африка», 1966).

Перспективы обнаружения и добычи алмазов непосредственно с океанического дна оценивались первоначально довольно пессимистически. Даже в случае находок алмазов в море высказывались большие сомнения в рентабельности морской добычи. Удачные поиски были проведены компанией «Марин Даймонд Корпорейшн», возглавляемой С. Коллинзом. В 1959 г. эта компания приобрела концессию на поиски и разведку алмазов в акватории моря, в пределах трехмильных территориальных вод у берегов Намибии на участке от устья Оранжевой на юге до бухты Людериц на севере. Работы были начаты в октябре 1961 г. на разведочном судне с эрлифтной установкой водоизмещением 758 т. Оно оснащено специальным разведочным электронным оборудованием, измерителем глубин, точной системой привязки. Вследствие сильного прилива непосредственно прилегающая к берегу трехметровая полоса воды из поисков была исключена. Уже первые работы дали обнадеживающие результаты (Майнинг Джорнэл, 1964). Близ бухты Людериц в поднятых 4,5 т ила и гравия было обнаружено 45 мелких ювелирных алмазов общим весом до 9 карат. Потенциально перспективной оказалась вся площадь шельфа в пределах трехмильных территориальных вод — примерно 50 000 км². Уже в 1962 г. были обнаружены алмазоносные отложения у бухты Чамайс и у о-ва Плум-Пудинг. Они залегают двумя параллельными берегу полосами-линзами песчано-гравийных наносов. Ближайшая к берегу полоса имеет ширину около 1 мили и лежит сразу же за зоной прилива на глубинах до 30 м. Вторая полоса лежит на глубинах 60—90 м; весьма вероятно ее продолжение и далее в глубь шельфа. Мощность алмазоносных гравийных отложений от нескольких до нескольких десятков метров («Разведка и охрана недр», 3, 1965). Общие запасы алмазов на двух указанных участках составляют 12 млн. карат, причем разведанная площадь в бухте Чамайс составляет 8,2, а у о-ва Плум-Пудинг — 3,3 млн. м².

Разведочные работы были расширены на север и юг от обнаруженных площадей. Есть сведения, что крупное месторождение найдено в акватории моря к северу от устья Оранжевой. Намибия расширила свои территориальные воды до 6 миль; компания «Коустал Даймонд»

запросила концессию на разведку и разработку алмазов в полосе территориальных вод от 3 до 6 миль («Обзор минеральных ресурсов стран капиталистического мира. Африка», 1966).

Алмазоносные россыпи, кроме кварцевого песка и гравия, состоят из цветной гальки, яшмы и других минералов. Наиболее крупный алмаз, добытый в море, весит 1,04 карата. По данным за 1962 г., среднее содержание алмазов в морских песках — 3,68 карата на 1 м³ (Васильчиков, 1963). По сведениям журнала «Минерал трэйд нотес» (1966), добыча алмазов со дна моря в районе от устья р. Оранжевой до мыса Диаца составляла в 1965 г. 218 758 карат. Флот разведочных и эксплуатационных судов для добычи алмазов постоянно растет и насчитывает уже десятки единиц. Ежегодно расходы на разведку и эксплуатацию морских алмазных месторождений составляют 3—5 млн. фунтов стерлингов.

Перспективы морской добычи алмазов оцениваются в высшей степени положительно. Ожидается, что в ближайшее 20-летие, когда будут выработаны сухопутные алмазные месторождения Южной Африки, месторождения на шельфе Намибии станут основной сырьевой базой добычи этого минерала (Васильчиков, 1963).

Генетическое истолкование морских россыпей алмазов вызывает известные затруднения. Географическая близость подводных россыпей к устью Оранжевой дала возможность выдвинуть предположение о переносе алмазов этой артерией, их накоплении в аллювии и последующем разносе волновыми потоками или направленным на север постоянным Бенгуэльским течением. Об этом, казалось бы, свидетельствует и уменьшение размерности алмазов по мере удаления от устья реки. Некоторые факторы, однако, не укладываются в рамки этой гипотезы. Так, алмазы из аллювия и террасовых россыпей, как правило, носят следы истирания, тогда как морские алмазы — свежие и не истерты. Поэтому было выдвинуто другое предположение — о разрушении волнами или течениями в зоне морских мелководий кимберлитовых трубок или дайкообразных интрузий и поступлении алмазов из этих источников. Выяснение происхождения алмазов из подводных россыпей Намибии имеет не только научное, но и прикладное значение. Если алмазы вынесены р. Оранжевой, то перспективны огромные районы африканского побережья, в которые впадают многочисленные реки, дренирующие алмазоносные отложения, а также отдельные участки шельфа Индии («Природа», 4, 1966).

Происхождение алмазов подводных россыпей Намибии вследствие размыва коренных выходов резко сужает перспективы поисков, хотя и не исключает вероятности новых находок.

Из других районов развития прибрежно-морских алмазоносных россыпей можно указать на незначительные проявления в морских террасах Ганы, морские и террасовые россыпи в Анголе (Величко, Корбут, 1966).

РОССЫПИ ЗОЛОТА

Роль прибрежно-морских современных и ископаемых россыпей, если не учитывать ископаемые прибрежно-морские россыпи на суше, в добыче золота в настоящее время относительно невелика. В этом отношении балансы запасов титано-циркониевых и золоторудных россыпей резко различны.

Золоторудные россыпи, представляющие промышленный интерес, известны на севере Американского и северо-востоке Азиатского континентов, главным образом в северной части Тихого океана. Среди золоторудных россыпей можно выделить собственно прибрежно-морские (как погребенные, так и современные) и погребенные аллювиальные россыпи. К последним относятся, например, золотоносные россыпи р. Энвил-Крик возле г. Нома на Аляске.

Среди прибрежно-морских золоторудных россыпей наиболее известны месторождения п-ва Сьюард на Аляске (Трофимов, 1971). Они представлены пляжевыми и террасовыми отложениями. Коренным источником золота служат кристаллические сланцы бассейнов р. Энвил-Крик. Пляжевые россыпи вытянуты на 5 км вдоль береговой линии в стороны от г. Нома. Ширина россыпных залежей до 90 м, мощность 0,3—0,9 м. По механическому составу это пески, мелкий и крупный гравий, отдельные валуны ледникового происхождения. Золото локализовано в тонких прослойках красного и черного шлихов.

Россыпи морской террасы лежат на высоте 11 и 24 м над уровнем моря. Мощность россыпи нижней террасы 0,15 м; она сложена гравием, содержит золота на 0,5—1 доллар в 1 м³; удалена от моря на 1,5 км. Россыпь верхней террасы находится в 7,5 км от берега. Ширина золотоносного пласта 8—30 м, мощность 1,5—3 м, литологический состав—гравий с примесью глины; россыпь перекрыта голубой глиной. Распределение золота гнездовое, среднее содержание 5,2—50 г на 1 т. Есть данные о расширении морских работ по добыче золота на Аляске. Так, в газетах сообщалось, что в 1961 г. англо-голландская нефтяная компания «Шелл» получила на шельфе Аляски близ г. Нома 5100 акров морского дна, а в последующем приобрела еще 300 тыс. акров и успешно добывает там золото («За рубежом», 21—28 ноября, 1968 г.). Американские компании развернули поиски золота в затопленных руслах юго-восточной Аляски, в частности в проливе Стивенс к югу от Гранд-Айл (Меро, 1969).

По данным Ф. Либби (1969), в итоге поисковых работ в Канаде летом 1968 г. у юго-восточных берегов Новой Шотландии были обнаружены россыпи под водой на глубине 25—45 м. Содержание золота до 540 мг/м³, золото крупное, плохо окатанное. Запасы золотоносных песков 30 млн. м³. Россыпь разведана с помощью сейсмоакустического оборудования и 187 скважин со специально оборудованного бурового судна.

С точки зрения золотоносности заслуживают внимания прибрежно-морские россыпи северо-востока СССР с протяженностью береговой линии свыше 13 тыс. км (Беспалый, Павлов, Сухорослов, 1970; Беспалый, Черепанов, 1970, и др.). В этом районе перспективно северное побережье Чукотского п-ва (древние морские отложения берега восточнее мыса Кибера, возле мыса Шмидта). Предположительно золотоносным является западное побережье Тихого океана; золото здесь было найдено еще в 1901 г. К. И. Богдановичем. Особый интерес представляет северная часть Анадырского залива между мысом Беринга и устьем Эргувсем. На северном побережье Охотского моря золотоносны восточное побережье п-ва Тайгонос, Кони, район г. Охотска.

На западном берегу Камчатки известны пляжевые и террасовые прибрежно-морские россыпи. По данным В. Г. Беспалого и Г. Ю. Черепанова (1970), выявлено четыре небольшие россыпи в современных прибрежно-морских отложениях. Они располагаются на пересыпи (мощность золоторудного пласта до 50 см); севернее устья Митоги в пляжевых отложениях на глубине 1,6 м (мощность россыпи до 40 см); севернее устья Утки в пляжевых отложениях на глубине 0,5 м (мощность россыпи до 40 см) и севернее мыса Левашова. В последнем случае золотоносны пески, выбрасываемые сильным волнением на коренной берег. Золотоносные пласты состоят чаще всего из переслаивания маломощных слоев гравия и песка (размерность 0,2—0,3 мм), обогащенных магнетитом и золотом. Источником золотого оруденения служат неогеновые и плейстоценовые отложения, абрадируемые морем. В трансгрессивной части разреза верхнеплейстоценовой морской террасы возможны промышленные скопления золота. В неогеновые и плейстоценовые отложения золото попадало в результате выветривания пород Срединного хребта Камчатки.

РОССЫПИ ПЛАТИНЫ

Известна лишь одна промышленная прибрежно-морская россыпь на берегу Берингова моря на Аляске. Месторождение локализовано в бухте Добрые вести на западе Аляски, к югу от р. Кускеван. Бухта была открыта в 1818—1819 гг. русскими исследователями Юстиговым и Корсаковым. Платина найдена эскимосами В. Смитом, Г. Уийа и американцем Ч. Торсеком в 1926 г., когда В. Смит впервые намыл тяжелый металл под названием «черное золото». В 1927 г. этот минерал был определен как платина (Джонстон, 1962). Ручная промывка давала в последующее десятилетие до 500 унций* в год. В 1933 г. после организации одним из первых старателей А. Олсоном горнодобывающей компании «Бухты Добрых Вестей» и внедрения драг, объем добычи платины резко возрос и составил в 1938 г. 37 000 унций. Добыча платины продолжалась длительное время, но объем вскрышных работ в 1957 г. увеличился, мощность вскрыши достигала 12 м. Данных относительно объема добычи в настоящее время нет. Генетически это месторождение представляет собой прибрежно-морскую россыпь в береговой террасе.

Платина в составе пляжевых отложений вместе с хромитом и золотом встречена и на берегах Юго-Западного Орегона, США (Меро, 1969).

РОССЫПИ ЯНТАРЯ

Янтарь — один из редких минералов, довольно широко используемый в ювелирном деле и в других отраслях промышленности. Янтарь встречается на берегах многих районов мира. По данным В. Т. Трофимова (1965), наиболее крупной является янтароносная провинция, расположенная вдоль побережья Балтийского моря в пределах Советского Союза, Польши, ГДР и ФРГ. Здесь известны ископаемые и современные прибрежно-морские россыпи. В результате перемыва коренных янтароносных отложений этой провинции янтарь переносится водами Балтийского моря и отлагается по берегам Финляндии и даже в юго-восточной Англии. Янтарь найден во многих точках советского побережья Северного Ледовитого океана (устье Печоры, Чешская и Мезенская губы, северный берег п-ва Канин Нос, устья Индиги, Кабальнице, берега между реками Пясиной и Хатангой, между Енисеем и Обью и западнее Енисея), на Дальнем Востоке по берегам Татарского пролива. Янтарь встречен и на морском побережье других стран — на Алеутских о-вах (Кадьяк, Уналашка), на Аляске в районе порта Барроу; в Новой Зеландии и по северным берегам Африки, в Италии (побережье Реггио и Мессины), на Липарских о-вах.

Классическим районом развития морских и прибрежно-морских россыпей янтаря является Земландский п-в на берегу Балтийского моря (северо-запад Калининградской области). Янтарь приурочен здесь к олигоценовым отложениям и локализован преимущественно в темно-зеленой песчаной глинистой пачке мощностью до 8 м, известной в литературе под названием голубой земли. В глине преобладает тяжелая фракция (мусковит, ильменит, циркон, кианит, рутил, эпидот и др.), много глауконита (до 20%). Голубая земля имеет морское происхождение. Янтарные месторождения, эксплуатируемые на берегу Земландского п-ва, продолжают под морским дном в сторону моря и обнажаются в акватории Балтийского моря на глубине 7—8 м. Содержание янтаря в пласте в сторону моря возрастает. Во время сильного волнения янтароносные пласты размываются; легкий по удельному весу янтарь вымывается волнами и транспортируется на берег, образуя современные прибрежно-

* Унция — $\frac{1}{16}$ часть фунта, равная в странах с английской системой мер 28,35 г.

морские россыпи, особенно развитые на участке берега между Балтийской и Курской косами. В процессе развития береговых аккумулятивных форм янтарь быстро захороняется. Роль современных прибрежно-морских россыпей в добыче янтаря незначительна, основную массу этого ценного материала дают береговые карьеры, эксплуатирующие древние месторождения.

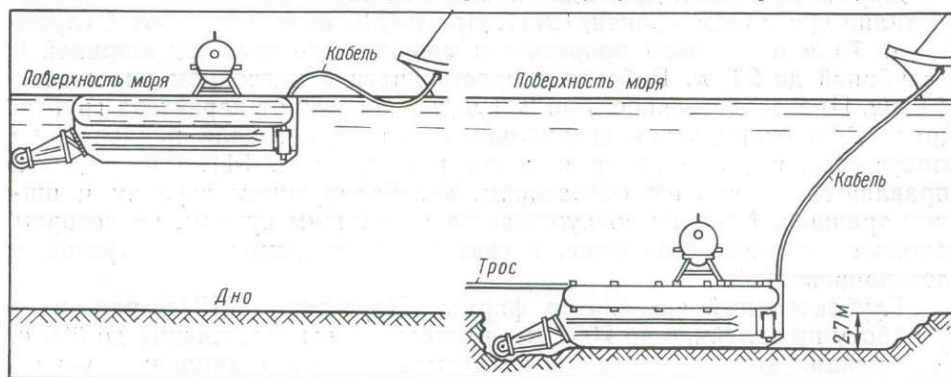
МЕТОДЫ РАЗРАБОТКИ РОССЫПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

При разработке россыпных месторождений, песка, гравия и других полезных ископаемых, расположенных на сравнительно небольшой глубине шельфовой зоны, широко применяются землесосные снаряды и драги. Так, для добычи алмазов в Южной Африке в настоящее время используется плавучий несамоходный земснаряд «Помона» водоизмещением 4800 т и глубиной драгирования до 50 м. Производительность его 15 000 т в день. На добыче алмазов в Южной Африке сейчас работает шесть плавучих земснарядов (Крикшанк, 1969). Земснаряды аналогичного типа работают также в районах шельфа Индонезии и Таиланда по добыче олова. Один из таких земснарядов «Аокат» имеет максимальную рабочую глубину до 30 м с производительностью 250 000 м³ в месяц.

В Советском Союзе несамоходные земснаряды широко применяются для производства гидротехнических работ на озерах и реках страны. в СССР есть большой опыт подводной эксплуатации полезных ископаемых из морских россыпей с использованием землесосных снарядов. Так, Московский горный институт разработал оригинальные технологические схемы для подводной добычи титан-цирконсодержащих песков на Балтийском море с использованием самоотвозных землесосов и намывом добытого песка на берег (Нурок и др., 1970). При проведении добычных работ применялся земснаряд с волочащимся всосом «Выборгский» грузоподъемностью 1420 т и производительностью 11 000 м³/ч по пульпе. Как правило, земснаряды устанавливаются на специальных понтонах или приспособленных для этого судах и имеют сравнительно небольшую рабочую глубину. Их работа в значительной степени зависит от волнения моря.

В последние годы начаты работы по конструированию земснарядов, которые бы отличались значительной рабочей глубиной с хорошей маневренностью и автономностью. Уже построено несколько таких установок. Так, американская фирма «Оушен Сайенс энд инжиниринг» в 1970 г. построила уникальную управляемую человеком подводную драгу с глубиной погружения до 15 м (рис. 50). Драга состоит из тонко-

Рис. 50. Схематический план подводной драги С-23 («Оушен Индастри», 1971).



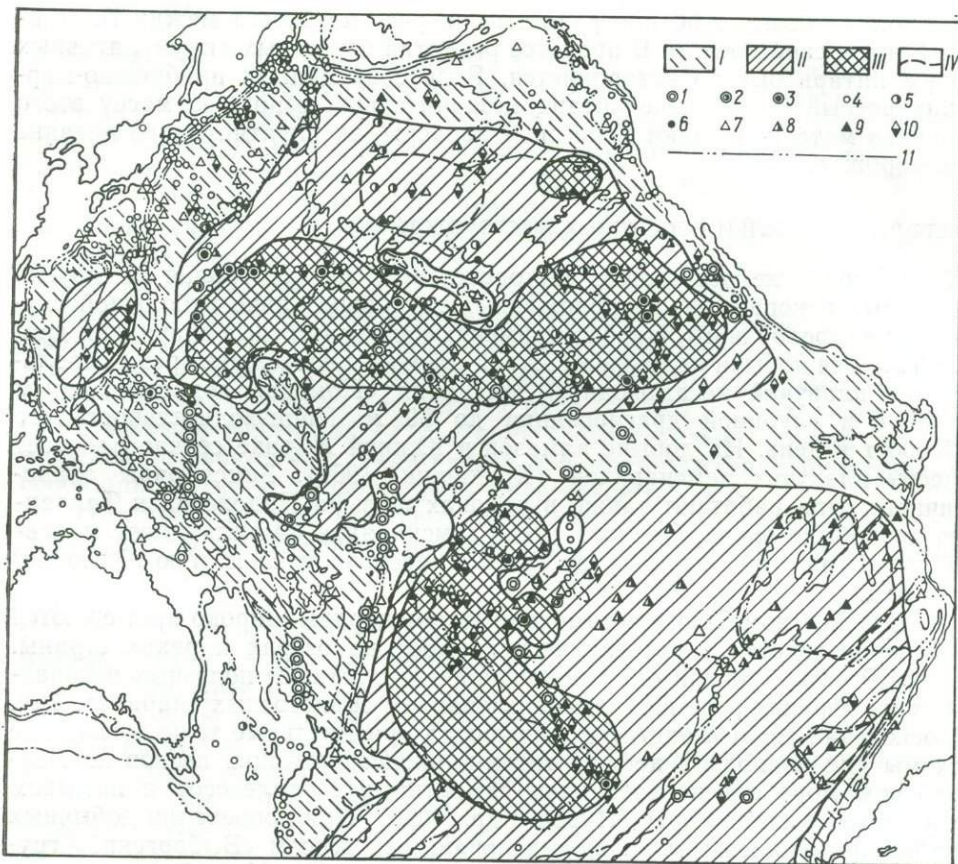


Рис. 51. Распределение железо-марганцевых конкреций на дне Тихого океана («Тихий океан», 1971):

I — встречающиеся редко; II — часто встречающиеся; III — рудные концентрации; IV — контуры рудных концентраций под маломощным слоем осадков. Геологические станции с оценкой концентраций: по фотографиям: 1 — конкреции не обнаружены, 2 — конкреции обнаружены, 3 — рудные концентрации; по дночерпателям: 4 — конкреций нет, 5 — конкреции есть, 6 — рудные концентрации; по трамам: 7 — конкреций нет, 8 — конкреции есть, 9 — рудные концентрации; 10 — станции, на которых конкреции получены трубками; 11 — изобаты.

стенной водонепроницаемой камеры, смонтированной на тягаче тракторного типа, внутри которой находится пульт управления и обслуживающий персонал. Мощность электромотора, вращающего фрезу, — 700 л. с. Сама драга движется с помощью мотора мощностью 100 л. с. Команда состоит из двух человек. Производительность этой драги 200 м³/ч с выносом пульпы до 1200 м от места добычи.

Другим примером драги для подводных работ является построенная в Италии драга С-23 (Санги, 1971). Драга С-23 обладает рабочей глубиной до 70 м и способна прорезать в морском дне траншеи шириной 5 и глубиной до 2,5 м. Рабочая скорость драги в подводном положении 140 м/ч. Производительность до 230 м³/ч и зависит от характера грунта. Драга С-23 оборудована специальными цистернами для поддержания плавучести при доставке ее к месту работы (рис. 51). Фреза драги управляется из кабины оператором, контролирующим глубину и ширину траншеи. Аппарат обслуживается небольшим судном, на котором находятся силовые установки, и связан с ним специальным тросом с электропроводкой.

Глубоководный экскаватор фирмы «Норстроп» (США) рассчитан на работу при глубине до 2000 м с длительностью погружения до 600 ч. Конструкция этого экскаватора предусматривает дистанционное управ-

ление с борта сопровождающего судна. Он может самостоятельно всплывать для проведения ремонтных работ. Производительность этого аппарата составляет $20 \text{ м}^3/\text{мин}$.

В практике подводной добычи минералов значительно распространены также грейферные снаряды. Так, в Канаде для добычи барита применяются грейферные установки. В отличие от многочерпаковых или землесосных снарядов их можно эксплуатировать при сильном волнении моря и на больших глубинах. В зависимости от характера разрабатываемого грунта грейферные установки используют различные типы грейферов. Наиболее распространены двухчелюстные для легких и средних грунтов, многочелюстные — для тяжелых грунтов. Для скальных пород применяются решетчатые грейферы. Технические средства разработки россыпей, особенно отечественных систем, рассмотрены в работе Г. А. Нурка и др. (1970).

ПЕСКИ И ДРУГИЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Прибрежные районы моря, в которых развиты россыпные месторождения редких минералов, являются зоной распространения важнейших строительных материалов. Россыпи локализованы обычно в песчано-гравийно-алевритовых отложениях прибрежной зоны; эти породы и служат ценным строительным сырьем. Чаще всего это строительные, бетонные, стекольные пески; иногда для тех или иных целей используются раковины моллюсков и т. д. Во многих тропических и субтропических странах карбонатные пески морских мелководий применяются в производстве цемента или извести. Длительное время использовались только пляжевые отложения, но в связи с катастрофическими последствиями и для устойчивости берегов разработка пляжей в большинстве случаев прекращена и эксплуатируются более глубокие участки моря — подводные банки, отмели и т. д. Объем добычи строительных материалов в прибрежной зоне моря весьма значителен. Так, только Великобритания добывает с морского дна 90 млн. т высококачественного песка для строительных нужд и стекольного производства («За рубежом», 21—28 ноября 1968 г.). Э. Венк (1971) сообщает, что ежегодно с континентального шельфа США извлекается 40 млн. м^3 песка и гравия (80 млн. т). Мировая добыча строительных материалов с морского дна составляет многие сотни миллионов тонн. Пески добываются и в СССР — на Черном море и в других районах.

В районах Мексиканского залива, в заливе Сан-Франциско с морского дна добывают устричные раковины, используемые в производстве магния из морской воды и для других промышленных целей. Ежегодно с шельфа США добывается 20 млн. раковин устриц (Венк, 1971). С 1940 г. только компании Техаса добыли для различных промышленных целей 45 млн. т раковин (Меро, 1969). Раковины и другие продукты деятельности морских организмов используются в качестве сувениров, как сырье для разного рода изделий местной промышленности и т. д.

Морское дно весьма разнообразно в геоморфологическом отношении, в его различных районах современные процессы осадконакопления протекают неодинаково. Накопившиеся и образующиеся в настоящее время полезные ископаемые приурочены чаще всего к глубоководным районам Мирового океана, где осадконакопление замедленно и рудные новообразования не успевают захороняться под мощным слоем осадков. Видовой состав полезных ископаемых морского дна довольно ограничен, однако дать их обобщенную геологическую характеристику трудно. Обычно они залегают на поверхности осадков и развиты на больших площадях.

С каждым годом полезные ископаемые морского дна приобретают все большее значение по объемам запасов и возможностям промышленного освоения. Масштабы оруденения на морском дне грандиозны. Достаточно привести только данные по марганцевым и фосфорным конкрециям, чтобы убедиться в необычности величин и заметном, иногда на два-три порядка, превышении запасов многих элементов в морских конкрециях по сравнению с сушей (табл. 7). Для полезных ископаемых морского дна характерны продолжающееся накопление и воспроизводство при добыче.

В настоящее время человечество стоит на грани своего рода промышленной революции в горном деле, ибо приближается время, когда масштабы горнодобывающего производства на море стремительно расширятся. Лежащее пока втуне минеральное сырье — марганцевые и фосфоритовые конкреции, рудные илы — будет использовано в промышленном производстве. Крупнейшие компании США, ФРГ, Японии уже вложили миллионы долларов в разведку и разработку средств добычи марганцевых конкреций и других видов сырья. Первые удачные эксперименты дали обнадеживающие результаты.

ЖЕЛЕЗО-МАРГАНЦЕВЫЕ КОНКРЕЦИИ МИРОВОГО ОКЕАНА

Железо-марганцевые конкреции на дне океанов были открыты экспедицией на судне «Челленджер» в 1873—1876 гг. и описаны Д. Мерреем и А. Ренаром (1891). В дальнейшем конкреции привлекли внимание многих исследователей. Большой вклад в изучение конкреций морского дна внесли отечественные исследователи П. Ф. Андрущенко, П. Л. Безруков, Н. С. Скорнякова и др.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ КОНКРЕЦИЙ

Конкреции известны в Тихом, Индийском, Атлантическом океанах, на шельфе многих морей.

Пелагические конкреции приурочены преимущественно к глубоководным районам океана. Так, Д. Мери (1969) отмечает повсеместное развитие конкреций в Тихом океане между 50° с. ш. и 60° ю. ш., исключая

Таблица 7. Запасы металлов в конкрециях (по В. Н. Степанову, 1968, т*)

Элемент	Океан	Суша	Превышение запасов океанов
Марганец	$4,2 \cdot 10^{10}$	10^9	$\times 42$
Кобальт	$6,2 \cdot 10^8$	10^6	$\times 620$
Никель	$13,4 \cdot 10^8$	$1,5 \cdot 10^7$	$\times 90$
Медь	$8,6 \cdot 10^8$	10^8	$\times 8,6$
Цирконий	$1,2 \cdot 10^8$	Во много раз превышают запасы на суше	
Молибден	$0,8 \cdot 10^8$		
Цинк	$1,4 \cdot 10^8$		

* Другие авторы приводят иные значения. Тем не менее таблица В. Н. Степанова дает представление о порядках запасов и их соотношении в море и на суше.

континентальный шельф и глубоководные впадины. По данным Н. С. Скорняковой и П. Ф. Андрущенко (1970), конкреции в Тихом океане найдены на глубинах от 114 м на шельфе южнее о-ва Хонсю до 6000 м в центральных районах океана. Конкреции приурочены к областям пониженного темпа осадконакопления на материковом склоне и на аккумулятивных равнинах не встречаются. Основная масса конкреций сосредоточена на глубине 4000—6000 м в глубоководных котловинах с расчлененным рельефом (Северо-Восточной, Северо-Западной, Центральной, Южной, Перуанской).

По П. Л. Безрукову и др. (1970), в рельефе дна концентрация конкреций возрастает на вершинах или склонах, иногда у подножий склонов гор и холмов, и уменьшается в депрессиях между положительными формами рельефа. Все исследователи констатируют приуроченность конкреций чаще всего к областям развития красных глин, иногда к радиоляриевым и фораминиферным илам (глубины 4—4,5 тыс. м). Реже они встречаются в карбонатных пелагических осадках (1—4,5 тыс. м).

По вертикальному распространению конкреций в разрезе осадков нередко можно наметить несколько слоев обогащения конкрециями. Чаще всего конкреции приурочены к поверхности осадок—вода, но во время 34-го рейса «Витязя» горизонты обогащения конкрециями были найдены на глубине до 7,5 м, что свидетельствует о существовании эпох разной скорости осадконакопления и соответственно эпох, в различной степени благоприятных для накопления конкреций.

Наиболее крупные концентрации железо-марганцевых конкреций локализованы в определенных рудных районах Тихого океана.

Таких районов выделено семь (Безруков и др., 1970).

Первый из них (рис. 1, 51) включает южную часть Северо-Западной котловины между о-вами Гавайскими и Маркус и восточную часть Восточно-Марианской котловины. Это в основном холмистые равнины глубиной 4—6 км, осадки которых представлены красными глинами. Конкреции содержат ядра, преимущественно пемзу; по составу они отличаются высокими концентрациями марганца (обычно около 20%). Содержание конкреций по дочерпательным пробам $1,7\text{--}10 \text{ кг/м}^2$.

Второй район находится в пределах Среднего Тихоокеанского поднятия, в подводных горах Маркус-Неккер. Конкреции этого района беднее марганцем, но обогащены кобальтом.

Третий район расположен в Северо-Восточной котловине между Калифорнией и Гавайскими о-вами и в северной части Центральной котловины. Вмещающие конкреции осадки — красные глины и радиоляриевые илы. Конкреции, содержащиеся в количестве $0,5\text{--}11,6 \text{ кг/м}^2$, богаты Mn (20—30%), Ni (0,5—1,5%), Cu (0,5—1,3%).

Четвертый район занимает северную часть Северо-Восточной котловины. Это холмистая равнина, глубины ее достигают 5,5—6 км, рельеф

расчлененный. Содержание Mn в конкрециях 13—19,9%. Заметно меньше концентрации никеля, кобальта и меди.

Пятый район находится у подножья Императорских гор, в северо-восточной части Северо-Западной котловины. Скопления конкреций отмечаются на дне котловины (глубины 5,5—6 км) и на отдельных горах. Состав конкреций резко изменяется.

Шестой район расположен в Южной котловине Тихого океана. Скопления конкреций встречаются в красных глинах на глубинах 4,5—6 км. Среднее весовое содержание конкреций 17,2 кг/м². В конкрециях определено 17—23% Mn; 0,23—1,1 Ni; 0,31—1,52% Co; 0,1—0,64% Cu.

Седьмой район охватывает всю Перуанскую котловину. Это холмистая равнина с глубинами 4—4,5 км; скопления конкреций локализованы в областях развития красных глин и карбонатных осадков. Конкреции обогащены Mn (23,0—43,3%), содержат Ni (0,14—1,26%), Co (0,006—0,24%), Cu (0,13—0,78%).

В целом конкреции распространены почти на всей площади Тихого океана, поля, описанные выше, характеризуются наиболее высокими их концентрациями.

Площади железо-марганцевых концентраций в Атлантическом и Индийском океанах несравненно меньше, что Д. Мери (1969) объясняет гораздо более высокими темпами осадконакопления в Атлантике. Самые крупные поля железо-марганцевых конкреций в Атлантическом океане находятся в северо-западной части, в других районах они встречаются реже. Наиболее интересна залежь конкреций на глубинах 200—1000 м на плато Блейк у берегов Северной и Южной Каролины и Флориды. Гольфстрим, проходящий через это плато, уносит терригенные минералы и тем самым снижает темпы осадконакопления. По химическому составу конкреции Атлантического и Индийского океанов близки к тихоокеанским.

ОБЛИК И СТРОЕНИЕ КОНКРЕЦИЙ

Облик железо-марганцевых конкреций довольно разнообразен. Это плотные красновато-бурые или синевато-черные с тусклым или синеватым блеском стяжения, неправильные по форме, округлые, лепешковидные, гроздьевидные и плитоподобные (рис. 52). Размеры их значительно изменяются — от зерен песчано-алевритовых фракций до глыб диаметром 20 см и даже до 1—2 м. Величина конкреций чаще всего 3 см в диаметре. Наиболее крупные конкреции найдены в Тихом океане. Самая большая из когда-либо поднимавшихся тихоокеанских конкреций весом 850 кг обнаружена в 500 км к востоку от Филиппинских о-вов. В Атлантическом океане на плато Блейк поднята конкреция весом 55 кг. Плитообразные конкреции образуются в результате срастания множества мелких стяжений. Кроме собственно конкреций наблюдаются налеты и корки на породах морского дна, достигающие толщины 3 см и более. Для Тихого океана А. П. Лисицын (Скорнякова и др., 1970) отметил, что размеры конкреций уменьшаются в направлении к областям повышенных скоростей седиментации.

Как правило, конкреции содержат ядро, иногда даже несколько ядер. В большинстве случаев ядрами являются обломки вулканогенных пород, лапилли пемзы и вулканического стекла, зубы акул, кости китов, обломки кораллов и другие органогенные остатки.

Конкреции характеризуются сложными текстурно-структурными рисунками, обусловленными разнообразием конкрециеобразующих процессов. Уже визуальное изучение изломов конкреций, а особенно просмотр шлифов и аншлифов под микроскопом показывает частое развитие в одевающих ядра оболочках концентрически слоистых, скорлупо-

вато-чешуйчатых, иногда коломорфных текстур, связанных с процессами осаждения рудных коллоидов марганца и железа вокруг ядер. Последние изменены и преобразованы различными процессами замещения гидроокислами марганца и железа с образованием метасоматических структур — петельчатых, дендритовых, остатков от замещения и т. п. Обломки эффузивов и пирокластических пород подвержены палагонитизации и другим процессам.

МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ

Минералогия железо-марганцевых конкреций весьма сложна и представляет большие трудности для диагностики. Справедливо замечание Д. Мери о полиминеральности конкреций и в этой связи о необходимости считать конкреции породами.

Нет единого мнения о природе важнейших рудообразующих минералов конкреций, в особенности минералов марганца. Первоначально основным минералом марганца считался вад (Меррей и Ренар, 1891), но позднейшие исследования У. Базера и А. Грюттера (1956, 1957, 1959), Е. Голдберга, Г. Аррениуса (1958) и многих других, резюмированные Д. Мери (1969), показали существование в конкрециях по меньшей мере трех минералов марганца, причем два из них не похожи на известные минералы марганца и являются новыми.

Они характеризуются решеткой слоистого типа, в которой чередуются слои упорядоченной MnO_2 и неупорядоченных железо-марганцевых окислов. Слои Mn^{4+} , находящегося в шестерной координации с O^{2-} , разделяются 10 Å, прослоями с расположенным в них неупорядоченным слоем из Mn^{2+} , координированного с водой, гидроокислами и другими анионами (Na, Ca, Sr, Cd, Co, Ni, Mo). Структура напоминает структуру литиофорита, но точно не описана. Третий минерал подобен синтетической δ MnO_2 .

Отечественные исследователи пришли к несколько иным выводам о природе основных рудообразующих минералов марганца. По Н. С. Скорняковой и П. Ф. Андрущенко (1970), одним из главных рудообразующих минералов конкреций Тихого океана является псиломелан MnO_2 (0—1) $MnO \cdot nH_2O$; этот минерал подтвержден термическими и рентгенографическими анализами. Широко распространены в конкрециях также тодорокит и бернессит, тесно срастающиеся с псиломеланом.

Тодорокит (Mn, Ba, Ca, Mg) $Mn_3O_7 \cdot 2H_2O$ доказан минералогическими и рентгенометрическими исследованиями; марганцовистый манганит-бернессит (Ca, Hg, Na, K) \times (Mn, Mn) (O, H₂O) также подтвержден минералогически и рентгенографически. Впервые этот минерал описали Л. Джонс и А. Милн (1956).

Кроме минералов марганца в качестве породообразующего минерала в конкрециях установлен гидрогетит, из нерудных — монтмориллонит, тесно срастающийся с минералами марганца и гидрогетитом. Довольно распространен также филлипсит.

Среди терригенных минералов Д. Мери описывает со ссылкой на других исследователей кварц, апатит, биотит, пироксен, роговую обманку, слюды, шпинель, рутил, анатаз, натриевые и калиевые полевые шпаты и др.

ОСОБЕННОСТИ ХИМИЗМА ЖЕЛЕЗО-МАРГАНЦЕВЫХ КОНКРЕЦИЙ

Химический состав конкреций изучался почти каждой экспедицией, поднявшей их на борт судна. Наиболее полные обобщения по химизму конкреций принадлежат Д. Мери (1969), Н. С. Скорняковой и П. Ф. Андру-

Таблица 8. Химический состав железо-марганцевых конкреций Тихого и Атлантического океанов (содержание, вес. %)

Элемент	Тихий океан				Атлантический океан (четыре образца)		
	Количество проб	Максимальное	Минимальное	Среднее	Максимальное	Минимальное	Среднее
B*	54	0,06	0,007	0,029	0,05	0,009	0,03
Na	79	4,7	0,46	2,06	3,5	1,4	2,3
Mg	92	2,4	0,42	1,76	2,4	1,4	1,7
Al	124	7,93	0,48	3,27	5,8	1,4	3,1
Si	124	20,56	0,52	8,27	19,6	2,8	11,0
P	46	0,38	0,031	0,17	—	—	—
K	107	2,41	0,20	0,74	0,8	0,6	0,7
Ca	124	12,6	0,63	1,98	3,4	1,5	2,7
Sc*	54	0,003	0,001	0,001	0,003	0,002	0,002
Ti	123	2,52	0,06	0,66	1,3	0,3	0,8
V*	54	0,11	0,021	0,054	0,11	0,02	0,07
Cr*	54	0,007	0,001	—	0,003	0,001	0,002
Mn	124	42,3	1,7	21,06	21,5	12,0	16,3
Fe	124	21,7	0,83	11,97	25,9	9,1	17,5
Co	122	1,52	0,06	0,31	0,68	0,06	0,31
Ni	124	1,54	0,036	0,67	0,54	0,31	0,42
Cu	122	1,90	0,01	0,43	0,41	0,05	0,20
Zn	81	0,15	0,019	0,071	—	—	—
Ga*	54	0,003	0,0002	0,001	—	—	—
Sr	86	0,17	0,02	0,086	0,14	0,04	0,09
Y	54	0,045	0,033	0,016	0,024	0,008	0,018
Zr	54	0,12	0,009	0,063	0,064	0,044	0,054
Mo*	86	0,071	0,006	0,04	0,056	0,013	0,035
Ag*	5	0,0006	—	0,0003	—	—	—
Ba	97	0,98	0,05	0,32	0,36	0,10	0,17
La*	54	0,024	0,009	0,016	—	—	—
Yb*	54	0,0066	0,0013	0,0031	0,007	0,002	0,004
Pt	90	0,25	0,011	0,10	0,14	0,08	0,10
Сорг.	17	0,27	0,08	0,14	—	—	—
П.п.п.	54	39,0	15,5	25,8	30,0	17,5	23,8

Заимствовано у Н. С. Скорняковой (1970)

Заимствовано у Д. Мери (1969)

* По данным Д. Мери (1962).

щенко (1970). Химический состав железо-марганцевых конкреций довольно разнообразен. По данным Н. С. Скорняковой и П. Ф. Андрущенко (1970), в конкрециях обнаружено 29 элементов (табл. 8).

Важнейшие рудообразующие элементы конкреций — марганец и железо. Основная масса марганца находится в форме MnO_2 , железа — в форме Fe_2O_3 . Содержание Mg в конкрециях Тихого океана изменяется от 1,7 до 42,3%, в среднем 21,06%; в конкрециях Атлантического океана — 12,0—21,5%, в среднем — 16,3%; соответствующие данные для Fe в тихоокеанских конкрециях составляют 0,83—21,7%, в среднем 11—98, и 9,1—25,9%, в среднем 17,5% атлантических. Интересны сведения о концентрации Ni, Co и Cu в конкрециях (см. табл. 7).

Породообразующими являются Al_2O_3 и SiO_2 . Их среднее содержание 11% (Тихий океан) и 3,1—3,27% (Атлантический океан).

ПРОИСХОЖДЕНИЕ ПЕЛАГИЧЕСКИХ ЖЕЛЕЗО-МАРГАНЦЕВЫХ КОНКРЕЦИЙ

Открытие железо-марганцевых конкреций экспедицией на судне «Челленджер» в 1873—1876 гг. вызвало оживленную дискуссию о происхождении этих необычных образований. Первый исследователь конкреций К. Томсон (1875) на основании работ «Челленджера» в 1874 г. считал, что марганец при формировании конкреций освобождается в результате разрушения органических тел и раковин. По мнению Д. Бьюкенена

(1881), биогенное происхождение конкреций подтверждается их постоянной приуроченностью к остаткам фауны. Разложение органических остатков под действием сульфатов морской воды приводило к генерированию сульфидов железа и марганца, которые затем под действием кислорода воды окислялись, образуя желваки или корки окислов железа и марганца. Д. Бьюкенен же (1892) предполагал взаимосвязь образования конкреций с деятельностью аннелид, обитающих в иле. Д. Бьюкенена поддержал Д. Джэдд (1894) и некоторые другие авторы. В частности, Я. В. Самойлов и А. Г. Титов (1922) высказались в пользу химико-биогенного генезиса.

Параллельно со взглядами о биогенном происхождении конкреций была выдвинута гипотеза, суть которой сводится к признанию генезиса конкреций за счет вулканогенных процессов. Основоположителем ее были Д. Меррей (1877), Д. Меррей и А. Ренар (1891) и Д. Меррей и Р. Ирвин (1895). В соответствии с этой гипотезой, источником марганца служат обломки вулканических пород, разрушающиеся под воздействием углекислоты и кислорода морской воды. При засыпании слоев осадков ионы марганца способны диффундировать по поровым растворам к поверхности осадок—вода. Выделение углекислоты из вулканических очагов морского дна ускоряет образование карбонатов марганца, выпадающих позже вследствие окисления в виде перекиси марганца. Изменения в содержании CO_2 в морской воде, обусловленные деятельностью подводных вулканов, определяют различия в росте и размещении конкреций на морском дне.

Д. Меррей и Р. Ирвин (1895) считают, что, согласно взглядам Д. Бьюкенена, должна была бы существовать зависимость распределения живых организмов на дне моря от марганцевых конкреций. Между тем наблюдается обратное явление: вокруг коралловых островов, в голубом и глобигериновом иле, где живых организмов много, конкреций нет. В то же время они распространены в самых глубоких впадинах океана и близ вулканических островов, где живые организмы встречаются редко. Позже, на основании данных экспедиции на судне «Вальдивия» в 1898—1899 гг., Д. Меррей допускал участие бактерий в образовании конкреций (Меррей и Филиппи, 1908). Точку зрения о вулканогенном происхождении конкреций развивали В. Гюмбель (1878), Ф. Кларк (1908) и многие другие специалисты. Взгляды на конкреции как биогенные образования в ходе дальнейших работ поддержал К. Корренс (1941), предположивший биологическую экстракцию марганца и последующий его переход в четырехвалентную форму. Однако они не нашли сторонников и только В. О. Калинин в 1949 г. рассмотрел роль бактерий в образовании конкреций. В то же время представления о морских конкрециях как вулканогенных образованиях получили дальнейшее развитие. Взгляды эти во многом изменялись, но идея о влиянии вулканизма на генезис конкреций по-прежнему красной нитью проходит во многих работах.

Основные тезисы о вулканогенно-осадочном происхождении конкреций высказали Э. Бонатти и Р. Нейаду (1965). Они описывают крупные, со всех сторон равномерно оруденелые конкреции, неравномерность и локальность их развития на небольших площадях, ассоциацию с вулканитами, в частности наличие вулканогенных пород и продуктов их изменения в конкрециях, и локализацию конкреций вокруг вулканов. Бонатти и Нейаду отрицают такую закономерность, как развитие конкреций только в областях незначительной терригенной седиментации; по их данным, конкреции развиты и в некоторых областях высоких темпов седиментации. Механизм отделения железа и марганца от лавы вулканов и других вулканогенных пород эти авторы представляют в следующем виде. Извержение лавы всегда сопровождается выделением огромных

количеств газов. Образующиеся в результате взаимодействия этих газов и морской воды кислые восстановительные растворы при циркуляции через лаву выносят определенное количество железа, марганца и других элементов. Раздробленность и распыленность лавы при извержении способствуют развитию этого процесса вследствие больших площадей соприкосновения воды и лавы. По мере взаимодействия все новых и новых масс воды с иссякающим газовым очагом вулкана кислотность вод падает, возрастает содержание кислорода. По этой причине из вод осаждаются вначале железо; растворы обогащаются марганцем, который при дальнейшем обогащении воды кислородом тоже осаждается. Отмеченная многими исследователями концентрическая слоистость конкреций может возникать в результате взмучивания донных осадков при излиянии вулканических пород или растворов. Поэтому терригенные минералы или биогенные остатки, например зубы акул, слуховые косточки китов и т. п., могут быть включены в состав конкреций.

Тихий океан, на примере которого разбирается вопрос о генезисе конкреций, богат вулканическими очагами; способность выноса марганца из лавы довольно высока, поэтому даже небольших подводных извержений достаточно для поставок в океан огромного количества марганца. Для последнего характерна общая тенденция к накоплению в верхних слоях глубоководных осадков. К. Ведепол (1960) рассчитал геохимический баланс осадконакопления в Тихом океане и, исходя из медленных темпов осадконакопления, пришел к выводу о происхождении марганца за счет вулканических эксгаляций.

Радиологические исследования содержания изотопов U, Th, ^{231}Pa и ^{239}Pu в конкрециях Тихого океана указывают на образование конкреций «из вулканогенного вещества глубинного типа», о чем свидетельствует также недостаток ^{234}U , частое обогащение торием (Чердынцев, Кадыров, Новичкова, 1971). В качестве природного опытного полигона может служить вулканическая зона Фудзи близ юго-восточного побережья Японии, где Г. Ниино в 1959 г. наблюдал вынос марганца подводными источниками и образование густой сети марганцевых корок и конкреций под стометровой толщей воды (Меро, 1960). Взгляды на вулканогенное происхождение поддерживаются и другими исследователями (Петтерсон, 1945), но основная аргументация в их пользу фактически исчерпывается приведенными выше данными.

Еще во времена Д. Меррея отдельные авторы подчеркивали важную роль речного выноса в накоплении марганца, иными словами, роль выветривания континентов. А. Ренар придерживался подобных взглядов (Меррей, Ренар, 1891). Аналогичные взгляды высказал Л. Фермор (1909). Большинство последующих исследователей менее категоричны в своих суждениях, отводя главное место вулканогенному процессу.

Д. Аррениус, Д. Меро, Я. Коркиш (1964) признают большое значение как континентального выветривания, так и вулканических извержений в накоплении марганца в виде конкреций на дне океана. Они, однако, указывают, что подавляющая масса конкреций крупнейшего — Тихоокеанского — бассейна возникла в ходе быстрого осаждения двухвалентного марганца, поступавшего главным образом вследствие подводного вулканизма. Они же предполагают, что основная масса марганца, возникшего в итоге континентального выветривания, осаждалась в четырехвалентной форме близ континентов. Важную роль в генетическом разделении конкреций, возникших за счет разных источников поступления марганца, могут играть комплексы микроэлементов в их составе. Признавая, таким образом, равноценное участие континентального выветривания и подводных вулканических процессов, Д. Аррениус и другие авторы отдают предпочтение последним применительно к условиям Тихого океана.

Н. С. Скорнякова и П. Ф. Андрущенко (1966, 1970) рассматривают конкреции как диагенетические образования. Конкреции возникают как стяжения коллоидного рудного вещества из придонных и иловых вод, сопровождаются его перекристаллизацией и метасоматическим замещением ядер-обломков. Рудное вещество представляет собой взвеси и коллоиды гидроокислов железа и марганца; марганец и железо ядер-обломков имеют второстепенное значение. Скорнякова и Андрущенко признают, что поступление рудного вещества в океан связано с процессами выветривания континентов, а также с вулканическими эксгальциями и подводным выветриванием вулканогенных продуктов.

Если Э. Бонатти, Р. Нейаду (1965) и другие сторонники вулканогенной гипотезы допускают привнос марганца в результате выветривания суши, но его роль в образовании конкреций считают второстепенной, то Н. М. Страхов и др. (1968) высказали принципиально иную концепцию образования железо-марганцевых конкреций океана, отказались от гипотезы вулканогенного происхождения марганца и других рудных элементов конкреций, наложившихся на осадочный процесс, и предположили чисто осадочное происхождение конкреций. Основное внимание они уделили вопросу об источниках вещества и механизму формирования пелагических железо-марганцевых конкреций. По мнению Страхова и др., источником рудного вещества является выветривание пород континентов. Пирокластический и гидротермальный материал служил лишь второстепенным ингредиентом осадков.

Образование конкреций проходит две стадии — седиментационную и диагенетическую. Mn, Mo, Ni, Co, Cu, Zn, Fe, Pb накапливаются как во время седиментации, так и в период диагенеза.

Н. М. Страхов и др. (1968) считают несостоятельным объяснение Г. Менарда (1960) и Д. Мери (1965), что конкреции на поверхности осадка накапливаются в результате деятельности илоедов и выталкивания ими конкреций на поверхность осадка. Локализация конкреций на поверхности осадков — вода обусловливается существованием двойного электрического слоя, особенно резко проявляющегося на выступающих обломках вулканических пород, зубах акул и т. д. В зависимости от осаждения тех или иных коллоидов знак заряда может изменяться. Наличие обломков вулканогенных пород (пемза, лапилли) в качестве ядер конкреций истолковывается Э. Бонатти и Р. Нейаду (1965) как доказательство вулканогенного происхождения конкреций. По мнению Н. М. Страхова, это — недоразумение. Чередование в разрезе донных осадков, обогащенных и обедненных конкрециями горизонтов, вызывается различиями темпов осадконакопления. Обогащенные конкрециями горизонты соответствуют моментам замедленной скорости осадконакопления; ускорение осадконакопления соответствует обедненным горизонтам. Различие в химическом составе конкреций из разных районов океана объясняется неравномерностью распределения микроэлементов в водной массе океана, в значительной мере обусловленной неравномерностью распределения биомассы. Отсюда пестрота содержания различных элементов в конкрециях. Как правило, обогащенные марганцем конкреции богаче по составу примесей, что вызывается большими возможностями захвата микроэлементов коагелями марганца по сравнению с коагелями железа. Последние адсорбируют микроэлементы на своей поверхности, тогда как коллоиды марганца могут захватывать микроэлементы в структуру мицеллы полиперманганатов H_2MnO_3 и H_2O путем замещения H_2^+ на Mn^{2+} , Co^{2+} , Cu^{2+} и т. д.

Приведенные в литературе материалы свидетельствуют о разной скорости формирования конкреций в различных районах океана. Так, по находкам на дне обросших минералами марганца осколков артиллерийских снарядов можно судить о скорости нарастания минералов

марганца — несколько сантиметров за 100 лет. На основании радиометрических измерений Э. Голдберг определил скорость формирования конкреций 1 мм за 100 лет; Г. Петерсон и некоторые другие авторы — 0,6—1,3 мм за 1000 лет. Эти данные относятся к конкрециям из разных районов Мирового океана и трудносопоставимы. Они указывают, однако, на разнообразие условий роста конкреций и, вероятно, на влияние многих факторов на конкрециеобразование. Важную роль в выяснении условий образования конкреций вообще может сыграть изучение конкреций, развитых на шельфе.

Если конкреции Черного, Балтийского, Северных морей СССР и других районов, где вулканическая деятельность неизвестна, аналогичны пелагическим конкрециям, то вероятным представляется вывод о справедливости взглядов Н. М. Страхова о решающем значении выветривания в поступлении марганца в состав конкреций.

ВЕРОЯТНЫЕ ЗАПАСЫ ЖЕЛЕЗО-МАРГАНЦЕВЫХ КОНКРЕЦИЙ МИРОВОГО ОКЕАНА

Существующие методы оценки запасов железо-марганцевых конкреций весьма ориентировочны и субъективны. Это в основном отбор проб дночерпателем и подводное фотографирование. Суммарная оценка известных запасов конкреций океана в целом, по отчасти устаревшим данным, — 300—350 млрд. т, в том числе в Тихом океане — 90—120, в Атлантическом — 45, в Индийском — 41 млрд. т (Зенкевич, Скорнякова, 1961). В позднейших работах приводятся уже иные данные, свидетельствующие о несравненно больших размерах оруденения на дне Тихого океана. Подсчеты, выполненные Д. Мери (1965), позволяют определить рудоносные площади дна Тихого океана в $154,2 \cdot 10^6$ км², а запасы — $1656 \cdot 10^9$ т, в том числе в восточной части океана 350 млрд. т (площадь $44,9 \cdot 10^6$ км²), центральной части — 900 млрд. т (площадь $62,1 \cdot 10^6$ км²), западной — 406 млрд. т (площадь $47,2 \cdot 10^6$ км²).

По данным П. Л. Безрукова, А. П. Петелина и Н. С. Скорняковой (1970), запасы железо-марганцевых конкреций только в рудных зонах на поверхности дна Тихого океана достигают $3,4 \cdot 10^{11}$ т. Площадь рудных зон на дне Тихого океана, выделенная по площадным концентрациям конкреций, в среднем равная $9,4$ кг/м², составляет $36\,130\,000$ км².

Учитывая распространение конкреций в разрезе, а также вне рудных зон, эти авторы более оптимистически определяют общее содержание конкреций в Тихом океане. Запасы основных рудных элементов, подсчитанные по общим запасам конкреционных руд, составляют (в т): для Mn — $7,1 \cdot 10^{10}$; Ni — $2,3 \cdot 10^9$; Co — $1,0 \cdot 10^9$; Cu — $1,5 \cdot 10^9$.

Прирост запасов железо-марганцевых конкреций продолжается. Для всего Мирового океана он составляет 10 млн. т в год, в том числе для Тихого океана — 6 млн. т в год.

МЕТОДЫ ДОБЫЧИ ЖЕЛЕЗО-МАРГАНЦЕВЫХ КОНКРЕЦИЙ

Большинство выдвинутых к настоящему времени проектов добычи железо-марганцевых конкреций пока еще остается практически и даже экспериментально не испытанным. Одними из наиболее ранних разработок являются проекты Д. Мери (1965). Первый из них — глубоководное механическое драгирование — основан на использовании крупной, емкостью 13 т, драги-волокуши, влекаемой мощным морским буксиром водоизмещением около 2 тыс. т, складирование добытых конкреций планируется на втором судне горнодобывающего комплекса — крупной океанской самоходной барже. Ориентировочная производительность комплекса при работе по этому методу — 258—260 т в сутки. Стоимость 1 т конкреций,

добытых методом механического драгирования с глубины 300 м, составляет 11,5—12 долларов; с глубины 3000 м — 30,6—41,2 долларов. Другой проект Д. Мери основан на методе гидравлического драгирования с помощью трубопровода и специальной всасывающей головки. Ориентировочная производительность устройства, работающего по этому методу, — 4180 т в сутки. Стоимость добычи 1 т конкреций гидравлическим драгированием резко возрастает с глубиной.

Добычные устройства и в том и в другом проектах должны навеситься опущенными на дно телевизионными камерами. Считается, что работать в открытом море по погодным условиям можно будет примерно 300 дней в году.

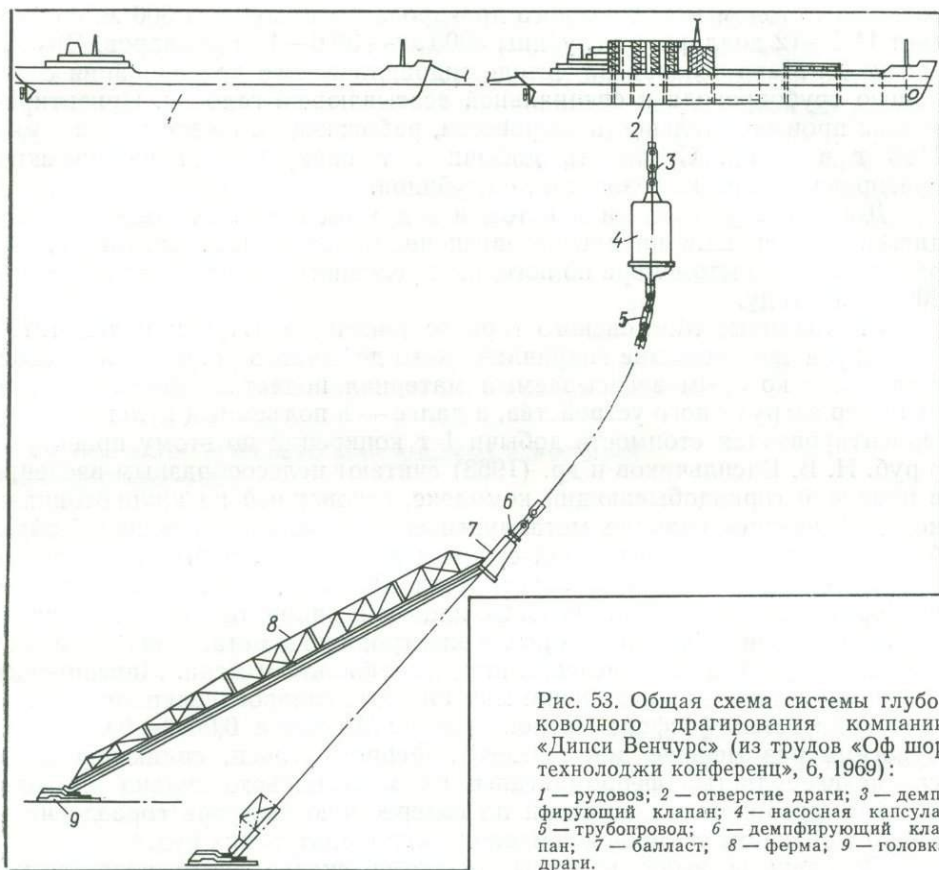
Специалисты Московского горного института (Нурок и др., 1970) выдвинули свое решение гидравлического добычного устройства, в соответствии с которым засасываемый материал подается сначала в одну из камер загрузочного устройства, а далее — в подъемный пульпопровод. Ориентировочная стоимость добычи 1 т конкреций по этому проекту — 3 руб. Н. В. Васильчиков и др. (1968) считают целесообразным введение в плавучий горнодобывающий комплекс, основанный на крупнотоннажном добывающем снаряде, металлургического звена для первичной обработки конкреций. Энергию для судовых двигателей, добывающей и металлургической установок, опреснителя должна давать установленная на борту электростанция. Опытные плавки в лабораториях показывают, что полученный из конкреций после электроплавки металл вполне может служить сырьем для извлечения никеля, кобальта и меди. Марганцевый шлак, пригодный для получения марганцевых сплавов, содержит небольшое количество фосфора (отношение Р : Мп ниже 0,0004—0,0005, что в восемь раз меньше допустимого). Ферромарганец, силикомарганец, среднеуглеродистый ферромарганец из марганцевого шлака на базе железо-марганцевых конкреций по содержанию фосфора гораздо чище соответствующих сплавов из никопольских и чиатурских руд.

Отмеченные выше проекты являются скорее очень интересными принципиальными решениями, чем техническим обоснованием добычи конкреций с морского дна.

К настоящему времени в мировой практике достаточно полно разработаны два проекта добычи железо-марганцевых конкреций компанией «Дипси Венчурс» и японским инженером Масуда. Фактически эти проекты — техническая реализация более ранних предложений Д. Мери.

Американская фирма «Дипси Венчурс» сконструировала установку, использующую гидравлический метод всасывания и транспортировки конкреций на поверхность с последующей их доставкой к месту переработки. По мнению американских специалистов (Флиппс, 1969), этот метод обеспечивает экономически наиболее выгодную постройку системы добычи и ее окупаемость в кратчайшие сроки.

Главные компоненты системы для гидравлической добычи конкреций включают оборудование для драгирования, управления драгой, оборудование для первичной обработки и хранения конкреций, судно-носитель драги, транспортные средства доставки конкреций к месту переработки (рис. 53). Судно-носитель оборудовано необходимыми силовыми установками, обеспечивающими маневренность при драгировании, и энергетическими установками для питания вспомогательных агрегатов. Во время операции драгирования судно движется со скоростью до 4 узлов. Головка драги сконструирована в виде саней таким образом, что она отсортировывает конкреции нужной величины и собирает их под всасывающим трубопроводом для последующей транспортировки на поверхность. Головка драги соединена с фермой до 50 м длиной, к верхнему концу которой прикреплен противовес в месте соединения со всасывающим трубопроводом. Ферма может изменять угол наклона (до 45°)



в зависимости от рельефа дна и условий драгирования. Роль фермы сводится к поддержанию минимального наклона трубопровода для уменьшения потерь на трение при транспортировке конкреций. Всасывающий трубопровод диаметром 50 см от головки драги ведет к погруженному на глубину до 150 м насосу, заключенному в герметическую капсулу для предотвращения кавитационных явлений.

Фирма «Дипси Венчурс» считает, что для успешной добычи железомарганцевых конкреций установка для их сбора должна отвечать следующим условиям: обеспечивать высший процент сброса конкреций нужного размера в сравнительно небольшое пространство; отсортировать как слишком крупные конкреции и другие побочные материалы, так и мелкие частицы песка и т. п.; затрачивать минимальное усилие для продвижения по дну; не засоряться на полях с высокой концентрацией конкреций; автоматически высвобождать груз при встрече с препятствием.

Многочисленные исследования различных устройств по сбору конкреций привели фирму «Дипси Венчурс» к выводу, что предложенное фирмой собирающее устройство является наиболее оптимальным вариантом.

Конструкция этого устройства отвечает следующим принципиальным условиям: размещение решеток с продолговатыми боковыми отверстиями, расположенными под углом 90° , обеспечивает наиболее эффективный сбор конкреций. При этом достигается отсечение донного песка и других мелких частиц, так как вода в трубопровод поступает из пространства над драгой; при скорости судна до 3 узлов и скорости водяного потока

в трубопроводе до 5 м/сек головка доставляет не более 0,5% (по объему) песка.

В конструировании систем гидравлической добычи железо-марганцевых конкреций важно выбрать оптимальный размер сечения трубопровода. Последний должен обладать производительностью, обеспечивающей экономическую рентабельность всей системы. Производительность 150 т конкреций в час от одной драги обеспечивает рентабельность добычи (Флипс, 1969). Установка фирмы «Дипси Венчурс» работает на глубинах от 1000 до 2000 м с поддержанием скорости течения в трубопроводе 5 м/сек при соотношении твердых частиц к воде 1 : 25. Одно из важнейших условий нормальной работы такой установки — выбор угла наклона трубопровода. От угла наклона трубопровода в свою очередь зависит трение частиц о стенки и, следовательно, производительность всей установки. Для поддержания трубопровода в вертикальном положении при одновременном сохранении маневренности головки драги к нижнему концу трубопровода подвешивается специальный балласт. Одновременно изменяется и скорость судна. Необходимо также в этом случае учитывать и то обстоятельство, что при увеличении скорости судна могут возникать трудности в стабилизации курса корабля.

При конструировании установки для подъема конкреций необходимо также предусмотреть возможность очистки трубопровода при засорении. Фирма «Дипси Венчурс» для этой цели сконструировала специальный демфирующий клапан, который производит очистку без поднятия трубопровода на поверхность. Все операции по добыче конкреций проводятся судном водоизмещением 18 000 т и силовой установкой 6000 л. с.

Особое место при добыче железо-марганцевых конкреций занимает процесс их предварительной обработки, хранения и перевозки. Для этого судно оборудовано сепаратором, где песок и вода отделяются от конкреций. От сепаратора конкреции на конвейере подаются в отсеки для хранения, каждый из которых имеет винтовые конвейеры, используемые для последующей перегрузки конкреций на транспортирующее судно. Перед перегрузкой на транспортное судно конкреции вновь смешиваются с водой и по трубопроводу длиной примерно 100 м и диаметром 60 см поступают в его трюмы. При отсутствии конкреций в грузовых отсеках они заполняются водой, чтобы поддерживать постоянными условия дрейфа судна во время добычи, сводя, таким образом, к минимуму требования к дебалластировке судна.

Во всей системе по добыче конкреций наиболее дорогостоящим является фабрика по их химической и металлургической переработке. Этот процесс значительно сложнее, чем переработка многих руд, добываемых на суше, из-за большего содержания металлических элементов. Важным условием успеха служит разработка экономически выгодного процесса обособления одного или двух металлов от остальной массы элементов.

При разработке устройств по разделению металлов, получаемых из конкреций, необходимо учесть, что из-за невозможности обогащения конкреций их нужно перерабатывать в том виде, в каком они поступают со дна океана. Этот факт в совокупности с проблемой разделения привел к мысли о создании гидрометаллургического процесса переработки, основанного на принципе растворения металлов в конкрециях путем подбора специальных сольвентов, что дает возможность в конечном итоге получать исключительно чистый металл. При выборе сольвента для гидрометаллургического процесса нужно учитывать, что содержащиеся в конкрециях карбонат кальция и силикаты будут потреблять определенную часть кислотных и щелочных растворителей. Окислы некоторых металлов в конкрециях находятся в двухвалентном состоянии, т. е. для их разделения может потребоваться несколько типов сольвентов.

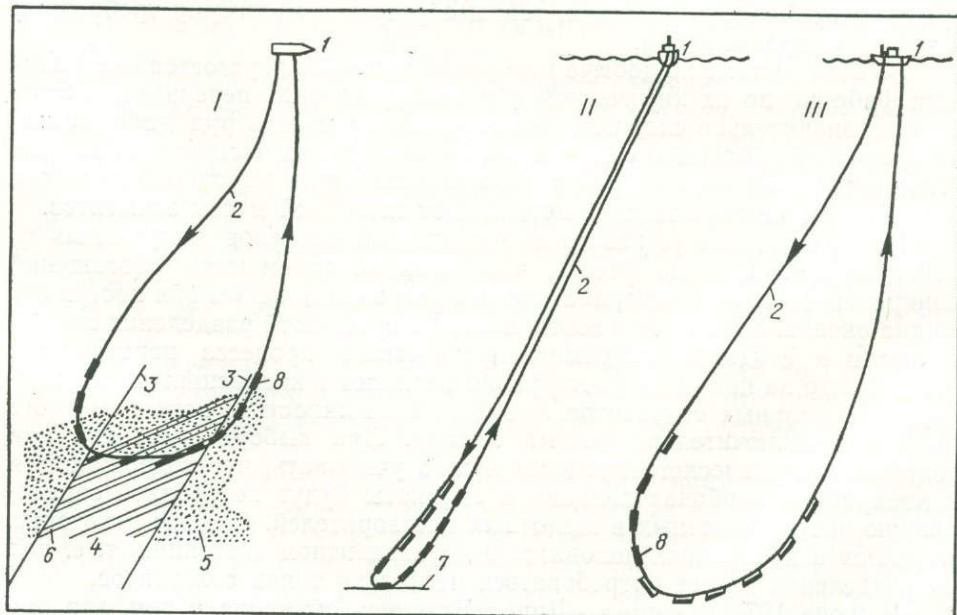
В июне 1971 г. фирма «Дипси Венчурс» объявила о том, что она

построила экспериментальный завод по получению из конкреций марганца, меди, кобальта и никеля. Завод работает на принципе химико-гидрометаллургического разделения металлов и обеспечивает экономическую рентабельность. Фирма планирует в ближайшем будущем построить в Мексиканском заливе завод по переработке конкреций мощностью 1 млн. т конкреций в год. Ожидается, что завод в 1975—1976 гг. ежегодно будет выпускать 260 тыс. т марганца, 12 600 т никеля, 10 тыс. т меди, 2400 т кобальта («Оушен Индастри», 1971).

Первым этапом разработанного фирмой «Дипси Венчурс» процесса является дробление и сушка конкреций с целью получения обширной поверхности для облегчения химических реакций. Далее пудра попадает в химический реактор, где она реагирует с хлористым водородом. В процессе реакции двуокись марганца восстанавливается, нарушаются кристаллические решетки и освобождаются другие металлы. Марганец, никель, кобальт и другие элементы одновременно растворяются с превращением большого количества хлористого водорода в хлорид. Хлориды металлов затем выщелачиваются. Оставшиеся твердые вещества отделяются как отходы производства, содержащие инертные силикаты, сульфаты, окислы железа и т. п. Раствор, содержащий хлориды марганца, никеля, кобальта и меди, поступает в камеру, где происходит ионно-обменный процесс разделения. Выделяются чистые водные растворы никеля, кобальта и меди. Эти три раствора направляются в электролитические ванны, где получают металлы в чистом виде. Раствор хлорида марганца, который остается после такого разделения, содержит примеси кадмия, цинка и хрома. Перед кристаллизацией хлорида марганца их удаляют. Хлорид марганца превращается в металлический марганец. Фирма рассматривает также вопрос о дополнительном получении из раствора серебра и молибдена. По свидетельству бостонской газеты «Крисчен Сайенс Монитор», компания «Дипси Венчурс» испытала свое всасывающее устройство 30 июня 1970 г. в Атлантике, на плато Блейк,

Рис. 54. Общая схема системы глубоководного драгирования японского инженера Йошио Масуда (из «Оф шор технолоджи конференц», 1971):

I (план): 1 — движущее судно; 2 — трос драги; 3 — пределы драгирования; 4 — область, очищенная от конкреций; 5 — нетронутая область; 6 — след отдельного черпака. II — (вид сзади): 1 — судно; 2 — трос драги; 7 — морское дно. III — (вид сбоку): 1 — судно; 2 — трос драги; 8 — черпаки вблизи морского дна.



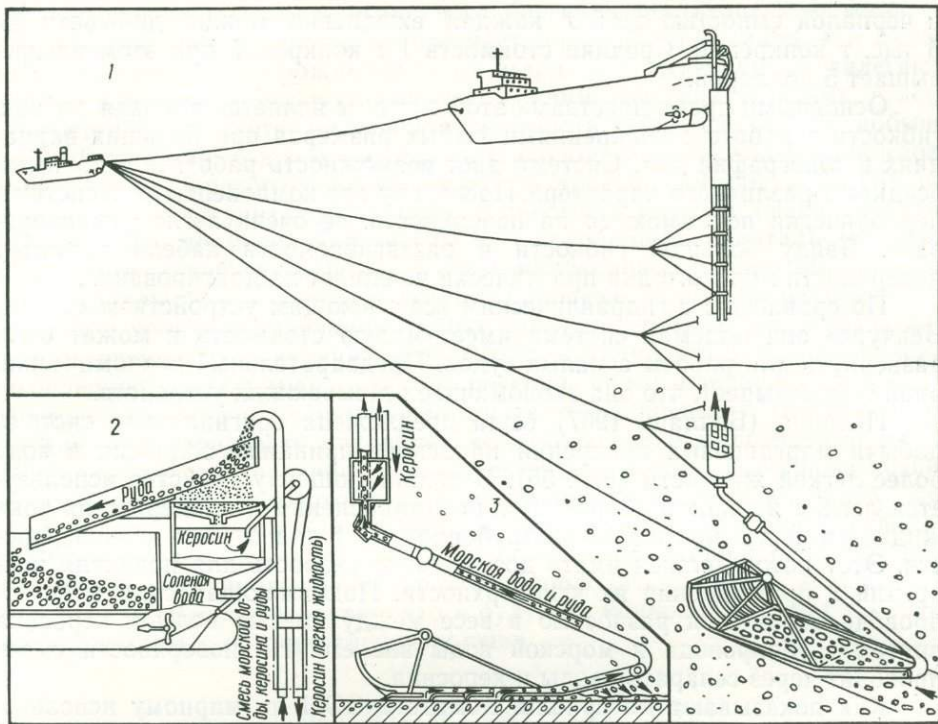


Рис. 55. Схема системы глубоководного драгирования с использованием керосина для подъема конкреций («Оушен Индастри», 1969):

1 — общий вид; 2 — устройство для отделения конкреций от жидкости на борту корабля; 3 — нижняя часть драги.

в 170 милях от побережья Джорджии и Флориды. Добыча конкреций велась с глубины 900 м при скорости судна 2—3 мили в час. На разработку гидравлического всасывающего устройства израсходовано 16—18 млн. долларов. Добычу необходимого для функционирования завода 1 млн. т конкреций компания планирует вести близ Гавайских островов.

Работы по изысканию новых путей по добыче марганцевых конкреций продолжаются и в других странах мира. В 1966 г. японец Й. Масуда изобрел оригинальный способ поднятия марганцевых конкреций со дна океана с помощью непрерывной линии черпалок, прикрепленных к кабельной петле (рис. 54). Петля достигает одним концом дна океана, а другой через соответствующее протягивающее устройство закрепляется на палубе добывающего судна. Вместе с тросом на палубу поднимаются наполненные конкрециями черпалки, где они опорожняются и возвращаются на дно. Стальной трос образует петлю, которая «тащится» по дну вместе с черпалками, наполняя их конкрециями. Чтобы петля не проходила дважды одно и то же место, добывающее судно движется в направлении, примерно перпендикулярном к плоскости петли и немного вперед. Для испытания этой системы в естественных условиях было сконструировано две машины для протяжки кабеля на борту судна. Использовался кабель длиной 10 тыс. м с разрывной силой около 20 т; 240 черпалок емкостью около 50 кг конкреций каждая было прикреплено к тросу на расстоянии 25 м друг от друга. Подводными телекамерами судно наводилось на наиболее «густонаселенные» конкрециями участки дна. Испытания системы непрерывной линии черпалок показали, что конкреции сравнительно легко могут быть добыты с глубин до 7 тыс. м. Эта система отличается простотой и надежностью, и ее автор считает, что при использовании более мощного троса (прочность на разрыв до 250 т)

и черпалок емкостью до 5 т каждая ежедневно можно добывать до 5 тыс. т конкреций. Средняя стоимость 1 т конкреций при этом не превышает 5 долларов.

Основными преимуществами этой системы является высокая степень гибкости в работе с конкрециями любых размеров при больших вариациях в топографии дна. Система дает возможность работать с донными осадками различного характера. Поскольку все компоненты этой системы периодически поднимаются на поверхность, ее очень легко ремонтировать. Ввиду большой гибкости и растягиваемости кабеля характер поверхности морского дна практически не влияет на драгирование.

По сравнению с гидравлическим всасывающим устройством «Дипси Венчурс» описываемая система имеет малую стоимость и может быть развернута для работы с малых судов. Предварительный экономический анализ показывает, что она экономичнее всасывающих устройств.

Недавно (Боллаш, 1967) была предложена оригинальная система добычи марганцевых конкреций на основе принципа поднятия в воде более легкой жидкости (рис. 55). В поднимающем устройстве используется легкая жидкость (керосин) для установления и поддержания тока жидкости через вертикальный трубопровод от дна океана до поверхности. Этот поток должен иметь достаточную скорость для поднятия конкреций и продвижения их к поверхности. Поднимающая сила в трубопроводе образуется разностью в весе между смесью воды и керосина внутри трубопровода и морской воды вне его. На поверхности смесь проходит через сепаратор воды и керосина.

Как показывают материалы Комитета ООН по мирному использованию морского дна, в 1971 г. уже 19 правительственных организаций и крупных фирм США, Японии, ФРГ занимались вопросами разведки и разработкой методов добычи конкреций. На изучение конкреций и методов их добычи ежегодно расходуются десятки миллионов долларов.

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРИЧИНЫ ВОЗРОСШЕГО ИНТЕРЕСА К ЖЕЛЕЗО-МАРГАНЦЕВЫМ КОНКРЕЦИЯМ

Д. Мерио рассматривает марганцевые конкреции как ценный источник минерального сырья. Некоторые специалисты высказали отрицательные прогнозы относительно экономической целесообразности их добычи. Однако появляется все больше работ с благоприятными экономическими прогнозами, обосновывающими рентабельность той или иной системы по добыче и переработке марганцевых конкреций. С 1964 по 1968 г. цены на марганец на мировом рынке выросли в два раза и продолжают расти, ибо вместе с увеличением производства стали увеличивается и потребление марганца. Аналогичная картина наблюдается в потреблении никеля и других металлов, находящихся в конкрециях. При существующем в настоящее время уровне развития горной промышленности добыча марганцевых руд из крупных и богатых месторождений на суше пока еще экономичнее добычи железо-марганцевых конкреций с морского дна, к тому же эксплуатация месторождений суши сопряжена с меньшим риском. Однако крупнейшие капиталистические государства — США, Великобритания, ФРГ, Япония — лишены собственных ресурсов марганцевых руд при весьма высоком уровне их потребления. Так, США добывают на своей территории ежегодно только 1% мировой добычи марганца, а потребляют до 20% мировой добычи. Понятен отсюда большой интерес американских, западногерманских, японских и других фирм к ресурсам марганца на морском дне, тем более, что средства добычи конкреций с морского дна непрерывно совершенствуются.

Иначе складывается баланс в Советском Союзе. Общие запасы марганцевых руд СССР на 1.1 1965 г. составляют 2,6 млрд. т, в том числе

запасы Никопольского марганцевого бассейна достигает 2,16 млрд. т. (из них собственно Никопольского месторождения 1,06 млрд. т и Большетокмакского месторождения — 1,1 млрд. т). Руды УССР залегают в благоприятных горно-геологических и климатических условиях, в легко доступной и густо населенной местности. При ежегодной добыче в СССР 13,2 млн. т, в том числе 2/3 в Никопольском бассейне (Любимов, 1964), запасы руд обеспечивают высокий уровень добычи в СССР на много лет, даже учитывая экспорт. Существует поэтому разная заинтересованность промышленности СССР и крупнейших капиталистических государств в добыче морских железо-марганцевых конкреций и даже принципиальное различие в подходе к проблеме. Тем не менее при определенном уровне организации горных работ на морском дне добыча железо-марганцевых конкреций может быть выгодна и для советской промышленности. Например, для обеспечения промышленности Дальнего Востока, возможно, рациональнее добывать конкреции с тихоокеанского дна, чем перевозить никопольские и чиатурские марганцевые руды. Ценность железо-марганцевых конкреций для нашего народного хозяйства может резко возрасти из-за комплекса примесей в конкрециях, особенно таких, как никель и кобальт. Уровень потребления этих металлов в СССР весьма высок, добыча руд, основные месторождения которых находятся в труднодоступных районах, обходится дорого, запасы руд ограничены. Весьма вероятно, что в будущем конкреции смогут успешно конкурировать с месторождениями суши.

ФОСФОРИТОВЫЕ КОНКРЕЦИИ МИРОВОГО ОКЕАНА

Интересным и перспективным видом полезных ископаемых Мирового океана является фосфатное сырье. Открытие фосфоритов на морском дне также связано с экспедицией «Челленджера»; по материалам этой экспедиции их описали Д. Меррей и А. Ренар (1891). В дальнейшем фосфориты неоднократно изучались многими исследователями; в результате в настоящее время выявлены обширные области их развития, изучены состав и генезис. Лучше других районов изучены фосфориты близ берегов Калифорнии.

К областям развития фосфоритов относятся континентальные шельфы и в меньшей мере материковый склон Тихого, Индийского и Атлантического океанов. В Тихом океане это широко известные залежи фосфоритов Калифорнии от мыса Рейес севернее г. Сан-Франциско до Калифорнийского залива на юге (протяженность свыше 2000 км), лежащие почти на всей площади шельфа — от нескольких километров от берега до внутренней кромки материкового склона на банке Чатам. Фосфориты обнаружены в Тихом океане у берегов Японии, Филиппин, Австралии, Новой Зеландии; в Атлантическом океане — у берегов Пиренейского п-ва, Юго-Западной Африки, в Гвинейском заливе. В Индийском океане залежи фосфоритов встречаются у о-ва Мадагаскар и у берегов Индии. В последние годы научно-исследовательскими судами Академии наук УССР («М. Ломоносов») и Азово-Черноморского научно-исследовательского института рыболовства и океанографии («Наука») обнаружены новые массовые скопления фосфоритов на шельфе северо-запада Индийского океана — у о-ва Сокотра, вдоль западного берега Индостанского п-ва, а также на материковом склоне (до глубины 600 м) северо-востока Аравийского п-ва (Геворкьян, Чугунный, 1969, и др.).

В 1968 г. П. Л. Безруков и др. (1969) на судне АН СССР «Витязь» установили широкое распространение фосфоритов в центральной глубоководной части Тихого океана, в пределах Срединного океанического

хребта. Район распространения фосфоритов в Тихом океане огромен. Так, расстояние между крайними точками находок фосфоритов по широте превышает 3000, а по долготе — 6000 км (Безруков, 1971).

Минимальные глубины залегания фосфоритов обычно 50—60, чаще всего 80—300 м, в центральной части Тихого океана 1000—2500, местами даже до 5000 м. Фосфориты залегают на морском дне, как правило, сплошным покровом или крупными, обособленными по площади пятнами. Мощность слоя фосфоритов обычно невелика и не превышает 0,3—1 м. В большинстве изученных районов фосфориты не перекрываются вышележащими слоями осадков. Содержание фосфоритов в донных осадках может быть самым разнообразным, но, к примеру, у берегов Калифорнии составляет в среднем 75 кг на 1 м² (Меро, 1969).

Как правило, фосфоритсодержащие породы — тонкозернистые пески или илы (глины). Вмещающие фосфориты илы во многих случаях диатомовые, с признаками сероводородного заражения. Размеры выделений фосфоритов — фосфоритовых конкреций — изменяются от нескольких долей миллиметра до метра (Коньчев, 1968). Визуальный облик конкреций разнообразен: светлоокрашенные неправильно-угловатые (рис. 56), иногда трубчатые, плитчатые, часто сглаженные и окатанные стяжения. Внутреннее строение конкреций мелкозернистое, неправильно-слоистое оолитовое. Степень уплотнения различна в разных районах и даже в разных образцах. Иногда это фосфатизированные комки ила, иногда плотные стяжения. Во многих пробах находят свежие чешуи и кости рыб, иногда кости морских млекопитающих (Батурин, 1969). Нередко наблюдаются признаки перемива и окатывания.

По составу фосфориты представляют собой сложные полиминеральные образования, фактически породы, а не минералы. Фосфатная часть породы — смесь различных апатитоподобных минералов. Так, на северо-западном шельфе Индийского океана фосфориты в своей продуктивной части сложены аморфным фосфатным веществом (коллофаном), карбонат-апатитом с примесью гидроксил-апатита (Геворкьян, Чугунный, 1969). В центральной части Тихого океана это преимущественно фтор-апатит (Безруков, 1969), на Калифорнийском шельфе — изотропный карбонатный фтор-апатит — коллофан и анизотропный минерал того же состава — франколит (Дитц и др., 1942). В фосфоритах содержится также тонкозернистое глинистое вещество, кальцит в виде раковин фораминифер, обломков и стяжений, спикулы губок, кварц, единичные зерна других терригенных минералов.

По химическому составу фосфориты разных районов Мирового океана неодинаковы. Калифорнийские желваковые фосфориты содержат 22,4—29,6% Р₂О₅ (Меро, 1969); фосфатные пески и глины — в среднем 5,84% Р₂О₅ (67 анализов по банке Колорадо; Бартон, 1970); фосфориты центральной части Тихого океана — 0,7—32% Р₂О₅; при этом в типичных фосфоритах его — 18,3—32%, а в фосфатизированных туфах — 0,7—11,45% Р₂О₅ (Безруков и др., 1969). На шельфе Юго-Западной Африки содержание Р₂О₅ составляет 8% и более в фосфатизированных илах; в рыхлых стяжениях до 25%; в крупных мелкозернистых стяжениях до 27—29%; в плотных бурых стяжениях до 31—33% (Батурин, 1969).

Вопрос о происхождении морских фосфоритов остается предметом дискуссии. Представления об аутигенном происхождении фосфоритов на морском дне выдвинуты еще Д. Мерреем и А. Ренаром (1891). Отмечалась приуроченность скоплений фосфоритов к зонам смешения холодных и теплых вод, к зонам смешения вод различной солености (шельфы, стыки полярных и экваториальных течений, дельты крупных рек). В этих участках Мирового океана происходит массовая гибель живых организмов, фосфатный материал накапливается на дне, растворяется,

мигрирует вследствие диффузии и течений. До сих пор неясно, является ли образование фосфоритов из фосфатов глубинных вод исключительно хемогенным, как это признают многие исследователи, или в формировании фосфоритов участвуют биогенные процессы (Г. И. Бушинский и др.). В условиях окислительной среды фосфаты осаждаются в форме коллоидов, как указывает Д. Мери. Фосфаты морской воды находятся в равновесии с фосфатами морских осадков и взвеси. Увеличение содержания газов в морской воде, в первую очередь фтора, вследствие вулканических процессов приводит к выпадению фосфатов в виде фосфата кальция. Именно в миоцене, когда формировалась основная масса конкреций на Калифорнийском бордерленде, в Калифорнии зафиксирована наиболее интенсивная вулканическая деятельность (Мери, 1969).

Советские исследователи показали зависимость растворимости фосфатов в морской воде от парциального давления углекислоты. При выходе глубинных вод на поверхность они теряют углекислоту, что приводит к выпадению фосфатов. Фосфаты, очевидно, накапливались в течение геологически длительного времени и в широком возрастном диапазоне (Угрен, 1968). Многие авторы отмечают, что фосфориты обычно переотложены. Критерии для различения аутигенных и переотложенных фосфоритов намечает Г. Н. Батурич (1969). Наличие рыхлых линз фосфатов, залегающие фосфатов в рыхлых илистых осадках, обрастание конкреций свежими костями рыб — все это говорит об аутигенности фосфоритов. Переотложение значительной части фосфоритов района Средних Тихоокеанских гор признают П. Л. Безруков и др. (1969), считающие вероятным снос фосфоритов с вершин гайотов подводными оползнями. Для глубоководных районов близ мыса Доброй Надежды такого рода взгляды уже давно высказали Д. Меррей и А. Ренар (1891). Речь идет о современных процессах. Для шельфа о-ва Сокотра В. Х. Геворкьян и Ю. Г. Чугунный (1969) допускают перемыв мезо-кайнозойских отложений дна; перемыв признают Ю. Г. Чугунный и О. Д. Орлова (1970) для фосфоритов индоостанского шельфа.

Запасы фосфоритов на морском дне оцениваются в настоящее время астрономическими цифрами. Вероятная общая масса фосфоритов на континентальном шельфе $3 \cdot 10^{11}$ т (Мери, 1969). Этого количества фосфатного сырья хватит для человечества на многие десятки тысячелетий. Открытие залежей фосфоритов в глубоководных районах Тихого океана еще более увеличивает интерес к этому виду минерального сырья. Возможности практического использования и освоения залежей морских фосфоритов в настоящее время оцениваются по-разному. П. Л. Безруков, В. П. Петелин, Н. С. Скорнякова (1970) считают, что говорить о практической ценности фосфоритов центральных районов Тихого океана преждевременно, ибо фосфориты распространены крайне невыдержанно и неравномерно, и сомневаются в экономической рентабельности добычи фосфоритов на шельфе Калифорнии. По мнению Д. Мери (1969), добыча фосфоритов будет рентабельной, если уровень ее будет не ниже 400 тыс. т. Общие запасы шельфа Южной Калифорнии, по данным этого исследователя, составляют 1,5 млрд. т; на шельфе п-ва Калифорния (район Байя Калифорния) Д. Ангельян (1967) насчитал фосфатное сырье с общими запасами 1,5—3 млрд. т P_2O_5 . Это, однако, преимущественно труднодоступные для эксплуатации фосфатные пески.

Вопрос о перспективах освоения морских залежей фосфоритов представляет большой интерес для Советского Союза. Многие районы СССР, особенно земледельческие, испытывают недостаток фосфатного сырья. Крупнейшее месторождение апатитового сырья — Хибинское — удалено от основных районов потребления фосфатов. Так, на территории УССР практически нет залежей промышленных фосфоритов, и сырье для суперфосфатных заводов Украины завозится по железной дороге с Коль-

ского п-ва. В качестве удобрений используются томас-шлаки завода «Азовсталь», получаемые при плавке керченских руд, содержащих фосфор. В итоге стоимость удобрений довольно высокая.

РУДНЫЕ ИЛЫ

Рудные илы — необычный вид полезных ископаемых, ранее неизвестный геологической науке. В литературе описаны (Батурин, 1969, и др.) рудные илы, которые накапливаются в рифтовых зонах (Красное море, Восточно-Тихоокеанское поднятие, Аравийско-Индийский хребет, Срединный Атлантический хребет) и близ вулканов в результате их подводных эксгаляций (вулканы Индонезии, Тихоокеанской зоны, вулкан Санторин в Средиземном море).

РУДНЫЕ ИЛЫ РИФТОВЫХ ЗОН

В последнее десятилетие выяснилось возможное промышленное значение рудных илов, накапливающихся в рифтах Красного моря. В 1947—1948 гг. шведское научно-исследовательское судно «Альбатрос» впервые обнаружило горячие насыщенные солями воды в Красном море. Последующие работы экспедиционных судов ФРГ, Великобритании и США дали возможность установить районы локализации горячих рассолов и обнаружить производные этих рассолов — рудные металлосодержащие илы (Миллер и др., 1966; Манхейм, 1966; Дегенс, Росс, 1967, 1969; Гартман, 1968 и др.). В 1967 г. в этом районе работало советское судно «Вавилон» (Войтов, 1967). Рассолы и рудные илы развиты в трех впадинах центральной части Красного моря — Атлантис II, Чейн, Дискавери (рис. 57, 58). Самой крупной из них является впадина Атлантис II, площадью 6×15 км, наименьшей — Чейн площадью $0,5 \times 3$ км; площадь впадины Дискавери 4×6 км (Гартман, 1970). Их глубины превышают 2000 м. Вода впадин имеет температуры $36-56^\circ\text{C}$, соленость 240 частей на 1000, рН не ниже 5,3. Судя по

данным для впадины Атлантис II, вода в них содержит в десять раз больше солей, чем вода Красного моря, и в 1000—50 000 раз более высокие концентрации таких металлов, как железо, марганец, цинк, свинец, медь, серебро и золото (Документ ООН/Е 4680).

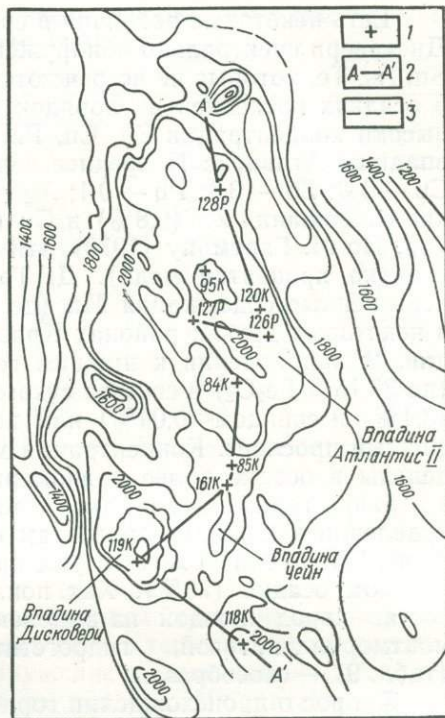
Осадки трех названных впадин, обогащенные рудными компонентами, резко отличаются от осадков остальной части Красного моря. В других депрессиях этой акватории, лишенных горячих рассолов, накапливаются обычные для Красного моря глинисто-карбонатные отложения. Геофизические исследования (сейсмическое зондирование) показали аномальную мощность осадков впадин Атлантис II, Чейн и Дискавери; слой потенциально рудоносных илов превышает 100 м (Бату-



Рис. 57. Местоположение впадин, заполненных рудными илами в акватории Красного моря (по А. Миллеру и др., 1966).

Рис. 58. Батиметрическая карта геотермальной площади Красного моря (по Д. Бишоффу, 1969):

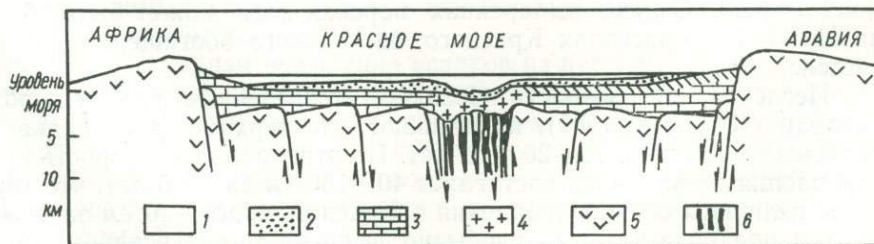
1 — номер скважины; 2 — линия профиля; 3 — предполагаемые линии горизонтали.



рин и др., 1969). Изучен только верхний слой илов, где удалось отобрать ряд колонок донных осадков длиной до 10 м (рис. 59). Площадь рудных илов до 53 км². В изученной части донных осадков выделяется несколько фаций. В основании этого 10-метрового разреза лежат детритусовые отложения, выше — последовательно сульфидная, гетитовая, железисто-монтмориллонитовая фации, содержащие линзы ангидрита и манганита (Тоомс, 1970). Минералогический состав осадков разных фаций изучали М. Гартман (1970) и другие исследователи. Ферримонтмориллонитовая фация представлена черно-коричневыми осадками железистого монтмориллонита и гидрогетита. В состав желто-оранжево-красных осадков железоокисной фации входят гетит, иногда лепидокрокит, гематит; осадки сульфидной фации окрашены в черный и фиолетово-черный цвет, состоят из галенита, халькопирита и пирита, содержат, вероятно, смешанную фазу ZnS—FeS. По данным Г. Н. Батурина и др. (1969), в тонкой фракции осадка рентгенографически установлено наличие сфалерита. Марганцевая фация незначительна и представлена в рудной части манганитом; характерным минералом ангидритовой фации является ангидрит. Г. Н. Батулин и др. (1969) на основании литературных данных и по материалам работ экспедиционного судна «С. Вавилов» в районе впадины Дискавери пришли к выводу о том, что по составу осадки во впадинах Дискавери и Атлантис II одинаковы и весьма своеобразны. Одним из основных компонентов осадка являются легкорастворимые соли, в основном NaCl; последние составляют иногда до 60% сухого осадка. Состав рудных илов разнообразен. Химическими и спектральными анализами в осадках установлено постоянное наличие железа, марганца, цинка, меди и свинца.

Рис. 59. Схематический геологический разрез Красного моря (по А. Миллеру и др., 1966):

1 — вода; 2 — перенасыщенные карбонатные осадки; 3 — осадки карбонатные выпаренные; 4 — осадки вулканические; 5 — погребенные породы; 6 — основные интрузивные породы.



Есть некоторые различия в составе илов разных впадин. Во впадине Дискавери спектрально обнаружены незначительные содержания Li, Ge, Sn, As, Te, которые не встречаются во впадине Атлантик II, и, наоборот, в осадках последней на порядок больше Ag, Cd, Yt, Yb, Zr. Наиболее высокие концентрации Zn, Cu, Pb. По оценке Д. Тоомса (1970), в илах впадины Атлантик II среднее содержание составляет (в %): Fe — 29; Cu — 1,3; Zn — 3,4; Pb — 0,1; Ag — 52,9 г/т и Au — 0,47 г/т. Самые высокие содержания Zn (9,8%) и Cu (3,6%) установлены в сульфидной фации. По М. Гартману (1970), эти содержания еще выше (20% Zn и несколько процентов меди). Д. Тоомс и М. Ругхайм (1969) отмечают повышенные содержания Mn (до 7%), Zn (до 0,3%) и Cu (до 0,26%) в некоторых других районах Красного моря, вне названных трех впадин. В направлении к нижним горизонтам илы обогащаются железом (до 33,15% Fe₂O₃) в составе сухого осадка. Наиболее обогащены цинком (3,4%) и свинцом (0,04%) илы на глубине 210—215 см и черный сульфидный прослой. Концентрации меди и никеля гораздо ниже и распределены в осадке более равномерно. Соединения железа представлены в верхних горизонтах осадков аморфными гидроокислами железа, в направлении к нижним горизонтам быстро кристаллизующимися в гидрогетит. На глубине 4 м гетит уже преобладает среди гидроокислов железа в сухом осадке (70%). Как показал Д. Бишофф (1969), химический состав пород каждой из выделенных фаций — детритовой, железисто-монтмориллонитовой, гидрогетитовой, сульфидной, манганитовой (табл. 9) — своеобразен.

Вопрос о происхождении горячих рассолов и рудных илов Красного моря остается до сих пор дискуссионным. Большинство исследователей склоняются к выводу о гидротермальном происхождении горячих рассолов Красного моря. Об этом свидетельствуют, в частности, результаты исследований изотопии элементов. Д. Тоомс (1970) изучил изотопный состав O, S, U из рудных илов и показал, что они образовались из гидротерм от 10 до 100 тыс. лет назад. По данным изотопных исследований М. Гартмана (1970), содержание изотопов серы сульфидов из отложенных рудоносных впадин Красного моря всего около $\delta^{34}\text{S} + 4 \div + 6\%$. Эти значения превышают цифры, какие можно было бы ожидать для серы сульфидов, возникших в результате нормальных восстановительных процессов в осадке. Они незначительно отличаются от общего содержания $\delta^{34}\text{S}$ в основных породах, приближающихся к 0%. Все это дало возможность М. Гартману (1970) допускать участие вулканической (гидротермальной) деятельности в формировании рассолов впадин Красного моря. В то же время на основании различия изотопного состава серы сульфидов и сульфатов М. Гартман и Х. Нильсон (1966) предположили привнос серы сульфидов вместе с рассолом и образование сульфатов в процессе осаждения из морской воды. Изотопный состав кислорода вод и рассолов Красного моря, определенный А. Миллером и др. (1966), исключает однозначную трактовку значения $\delta^{18}\text{O}$ морской воды Красного моря с глубины 1480 м, равного +2,3. Эта цифра близка значениям, полученным для морской воды обычной солености и температуры из района Багамских банок. Значения $\delta^{18}\text{O}$ из рассолов с глубины около 2 км составляют +1,4 \div +2,3. Сильно выпаренная морская вода может быть обогащена H₂¹⁸O, но в рассолах Красного моря такого обогащения не наблюдается.

Исследования возраста осадков, проведенные радиоуглеродным методом (Ку и др., 1969), показывают, что верхние слои осадка накопились за последние 10—20 тыс. лет. По этим данным, скорость осадконакопления во впадинах составляет 40—100 см за 1000 лет, что гораздо выше величины осадконакопления в Красном море — 10 см за 1000 лет. Можно предполагать, что необычно высокие темпы осадконакопления

Таблица 9. Химический состав осадков из впадин Красного моря (рассчитан по 43 выборочным типичным анализам Д. Бишоффом, 1969), %

Компонент	Фация				
	Детритусовая	Железисто-монтморилло-нитовая	Аморфно-гетитовая	Сульфидная	Манганитовая
SiO ₂	27,3	24,4	8,7	24,7	7,5
Al ₂ O ₃	8,4	1,7	1,1	1,5	0,7
Fe ₂ O ₃ общ	6,5	37,1	64,2	24,3	30,5
FeO	1,4	11,7	2,7	13,4	0,4
Mn ₂ O ₄	0,6	2,1	1,1	1,1	35,5
CaO	23,6	4,8	3,4	2,5	2,9
ZnO	0,08	3,2	0,7	12,2	1,4
CuO	0,1	0,8	0,3	4,5	0,1
CO ₂	23,1	8,6	3,6	5,7	2,2
S	0,3	3,9	0,6	16,8	0,6

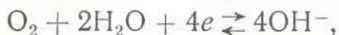
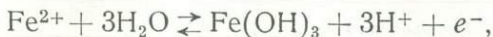
определяются участием глубинных термальных процессов в формировании осадка. Об этом же свидетельствует и то обстоятельство, что район развития горячих рассолов приурочен к тектоническим зонам, к пересечениям тектонических нарушений и зон высокой тепловой активности.

Одним из доводов в пользу предположения о термальном происхождении горячих рассолов является обнаружение на дне впадины Атлантис II трех заметных положительных форм рельефа. Их считают выступающими на дне вулканами (Документ ООН/Е 4680). О наличии подводных источников тепла свидетельствует зафиксированная К. Миллером и др. (1966) более высокая на (5—10°) температура осадка по сравнению с температурой горячих рассолов.

Альтернативы гидротермальной гипотезы предполагают образование рассолов из обычной морской воды. Эти рассолы накопились во впадинах вследствие движения горячих концентрированных вод вдоль склонов Красного моря (Чарнок, 1964) или представляют собой остатки огромного объема воды, испарившейся при частичном осушении Красного моря (Эмери, 1965). Во время последнего оледенения уровень Красного моря был почти на 2 км ниже современного; подводный порог, начинающийся в Суэцком заливе, выступал над водой и отделял море от океана. Естественно, что вода оставшихся небольших водоемов представляла собой насыщенный солями рассол, перекрытый в последующем менее плотными водами обычной солености. А. Миллер и др. (1966) подчеркивают, что эти гипотезы объясняют возможность возникновения горячих рассолов, но не причины обогащения вод и осадков тяжелыми металлами, избирательную приуроченность горячих рассолов и рудных илов только к некоторым впадинам, а не ко всем углублениям дна Красного моря, где в основном накапливаются известковые или глинисто-известковые осадки, а вода характеризуется обычной соленостью. По мнению К. Миллера и др. (1966), химизм рассолов впадин при их возникновении и вследствие испарения был бы иной (накопились бы магний и бром, хорошо растворимые элементы, равно как и сульфаты); изотопное отношение O¹⁸/O¹⁶ было бы заметно выше.

Собственно механизм выпадения осадков из рассола весьма сложен. Выпадение рудных коллоидов, образующих рудные илы, связывается с взаимодействием горячих восстановительных слабощелочных растворов и более холодных слабощелочных и содержащих кислород вод Красного моря (Батурин и др., 1969). Как подчеркивает Д. Бишофф (1969), до сих пор непонятны причины химических изменений, приводивших к накоплению разных фаций (рис. 60).

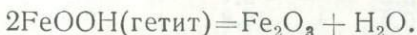
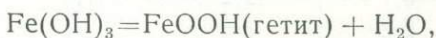
Накопление осадков гетитовой фации и аморфных гидроокислов железа происходит вследствие окисления растворенной в воде закиси железа; повышенные температуры рассолов ускорили этот процесс:



соединив

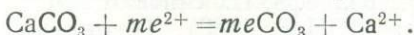


Накопившийся осадок аморфных гидроокислов железа кристаллизуется, преобразовываясь в гидрогетит и далее в гематит:



Осадки железисто-монтмориллонитовой фации накапливаются в условиях высокого содержания SiO_2 , гидратов железа в морской воде. Исходная природа накопления железистого монтмориллонита — коллоидальная. Осаждение ангидрита имеет свои особенности. Растворимость сульфата кальция уменьшается с возрастанием температуры, морская вода становится перенасыщенной, и сульфат кальция осаждается.

Осаждение манганосидерита трудно объяснить простым выпадением из морской воды. Скорее всего он образуется метасоматическим путем вследствие замещения карбоната кальция:



Образование манганита остается до сих пор неясным. Вероятно, окислы марганца являются продуктами выветривания ранее существовавших пластов манганосидерита.

Есть несколько гипотез осаждения сульфидов. Главным в каждой гипотезе является вопрос об их источнике. В рассоле с температурой 56°C сероводород не обнаружен. Как один из вариантов можно предполагать бактериальное происхождение сульфидов при температуре 44°C ; другой вариант — смешение воды, богатой сероводородом, и воды, богатой основными металлами, что приводит к осаждению сфалерита; но наиболее вероятен процесс накопления комплексов хлоридов с последующим выпадением по мере охлаждения; осаждение происходит в форме сфалерита вследствие взаимодействия с сероводородом.

По мнению авторов, многие факты можно удачно объяснить с позиций гидротермальной гипотезы. Подтверждением гидротермального происхождения рассолов и рудных илов Красного моря служит распространение аналогичных образований в некоторых других тектонически активных районах Мирового океана. Поэтому выявленные в депрессиях

Красного моря рудные илы не единственные в своем роде находки. В частности, они встречены в других местах, где зафиксирована высокая гидротермальная активность — в заливах Акаба, Аденском. По данным К. Миллера и др. (1966), в долине Империл близ Южной Калифорнии обнаружен район,



Рис. 60. Схема некоторых предполагаемых процессов осаждения минералов во впадине Атлантик II (по Д. Бишоффу, 1969).

напоминающий впадины Красного моря, с морской водой высокой температуры и солености.

А. Л. Безруков (1971) отмечает как общую закономерность осадочных формаций приразломных зон срединных океанических хребтов развитие признаков гидротермальной деятельности в связи с вулканизмом. Вероятно, обнаружение и в других районах Мирового океана значительных рудопроявлений железа, марганца в виде тонко рассеянных гелеобразных выделений, содержащих другие сопутствующие металлы. В качестве примера можно привести данные по Срединно-Индийскому хребту и Восточно-Тихоокеанскому поднятию (Скорнякова, 1964, Батурин, 1971). Комплекс тектоновулканокластических пород на дне, приуроченных к разломам рифтовых долин Срединного Индоокеанского хребта, местами содержит минералы, свидетельствующие о гидротермальной деятельности. В осевой приразломной части Восточно-Тихоокеанского поднятия кокколито-фораминиферовые осадки обогащены железом (до 25—30%) * и марганцем (до 7—9%), медью, цинком, хромом, мышьяком, ванадием, кадмием и бором. Это обогащение объясняется поствулканической гидротермальной деятельностью.

Во время рейса судна «Арго» (США) на Восточно-Тихоокеанском поднятии (станция с координатами 10° 38' ю. ш. и 109° 36' з. д. и др.) были подняты ожелезненные карбонатные илы, содержащие почти 30% железа в форме слабокристаллизованного гидрогетита. Илы содержат незначительное количество Mn, несколько больше Cu, Zn, Cr, Ni, Co, As, Mo, Cd, V, B.

Установлено совпадение содержаний рудных компонентов в осадках с величиной теплового потока (Батурин, 1971). К. Бостром и М. Петерсон (1969) обнаружили аналогичные рудные осадки в южной части Срединного Атлантического хребта. Вскрытая мощность рудных осадков в описанных рифтовых зонах достигает 6 м.

РУДНЫЕ ИЛЫ ВУЛКАНОВ

Особый интерес представляют ультракислые термы вулканического происхождения Тихоокеанской зоны, встреченные на Курильских о-вах (Верхнеюрьевские и Нижнеменделеевские источники), в Японии (Кава-Ю, Тамагава, Матсукава, Манза и др.), Тайване (Хокуто), в Индонезии (Чиатер, Кава, Инжен и др.) и в других вулканических районах (Ткаченко, Зотов, 1970). По их данным, температура воды от 40 до 100° С; pH — редко выше 2. По составу это сульфатно-хлоридные или хлоридно-сульфатные воды, газы представлены углекислотой и сероводородом. Источником анионов являются вулканические эманации, катионы образовались при выщелачивании вмещающих пород. Среди рудных компонентов встречается алюминий, железо (концентрации до первых граммов на 1 л), фосфор, мышьяк, марганец, свинец, цинк (не свыше 10 мг на 1 л). Вынос элементов ультракислыми растворами весьма значителен. На вулкане Мачеха (о-в Итуруп) из вулканических пород вынесено 100 млн. т Al_2O_3 ; на о-ве Парамушир — 700 млн. т Al_2O_3 и 800 млн. т Fe_2O_3 ; на о-ве Хоккайдо (район Угусу) — 90 млн. т Al_2O_3 и 150 млн. т Fe_2O_3 . При разгрузке вод образуются накопления лимонита (лимонитовый каскад на о-ве Итуруп), ярозита (о-в Кунашир, некоторые вулканы в Японии, Чиатер в Индонезии). Радиоактивный осадок сульфата бария и свинца — хокулит — образуется на о-вах Хонсю и Тайвань.

Если вулканы функционируют под водой, все эти процессы происходят на морском дне. Разгрузка вод очень часто осуществляется на мор-

* В пересчете на бескарбонатное вещество.

ском дне и в том случае, когда водные потоки вулканов суши достигают моря, а здесь в результате изменения физико-химических условий среды осаждаются рудные компоненты. Например, один из курильских вулканов дает начало водному потоку, который при впадении в море осаждаёт ежедневно 65 т алюминия, содержащего в виде микропримесей цинк, свинец, титан, медь, олово, ртуть, серебро, ниобий и другие элементы (Спрингис, 1971).

Сходные вулканические процессы установлены вблизи о-ва Санторин (о-в Тира), где известны поля накопления железистых осадков с примесью некоторых редких элементов, возникшие в результате подводного высачивания гидротерм в районе деятельности вулкана (Бутузова, 1969).

ВОЗМОЖНОСТИ ДОБЫЧИ РУДНЫХ ИЛОВ

Мощные толщи рудных илов, особенно из впадин Атлантис II и Дискавери, почти наполовину состоящие из окислов железа и цветных металлов (в пересчете на сухой обессоленный осадок), являются ценной комплексной железо-полиметаллической рудой. Только во впадине Атлантис II запасы верхней десятиметровой пачки илов составляют 130 млн. т руды стоимостью без железа и марганца 1,5 млрд. долларов (Манхейм, 1966).

С учетом специфики залегания рудных илов предусматривается два типа добывающих установок: стационарные платформы и свободно плавающие суда.

В любом случае технически вполне реально, что рудные илы или жидкая пульпа донных осадков методами эрлифта, прямой закачки или водной инжекции могут быть подняты на поверхность воды. Так, установка фирмы «Дипси Венчурс» для добычи марганцевых конкреций методом эрлифта может быть модифицирована и использована при добыче рудных илов. Для достижения экономической рентабельности, по видимому, необходимо устанавливать на одной платформе несколько параллельных систем эрлифта.

Спорным остается вопрос о том, где перерабатывать поднятые на поверхность илы. Некоторые специалисты считают, что выгоднее частично дегидратировать илы на месте добычи с последующей обработкой на суше, однако в последнее время фирмой «Оушен сайнс...» был предложен метод прямой перекачки пульпы ила через трубопровод к ближайшему пункту на берегу Красного моря с последующей обработкой ила.

Не исключается также постройка плавающего завода по переработке илов на месте добычи. В любом из приведенных вариантов будет, вероятно, целесообразно перерабатывать на месте сопутствующее сырье — соленую рапу, поднятую со дна вместе с илом.

Внимание к экономически выгодной эксплуатации рудных илов Красного моря с каждым годом возрастает. Так, недавно несколько американских компаний проявили значительный интерес к илам Красного моря с точки зрения возможности их коммерческого использования. Компания «Кеннекотт Коплер Корпорейшн» (США) приняла участие в экспедиции судна «Чейн» и провела предварительную экономическую оценку залежей ила. Компании «Интернейшен Геомаринс Корпорейшн» и «Прейсаг А. Г.» (ФРГ) предприняли интенсивную разведку района залегания рудных илов, однако результаты исследования не опубликованы.

Уже сейчас можно с уверенностью считать, что рудные илы Красного моря в ближайшем будущем могут стать дополнительным источником ценного минерального сырья.

РУДНАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ В ПОРОДАХ МОРСКОГО ДНА

Наряду с рудными илами и другими образованиями, свидетельствующими о продолжающейся в настоящее время гидротермальной деятельности в коренных породах морского дна, обнаружены признаки более древних по возрасту рудных проявлений. Т. В. Розанова, Г. Н. Батулин (1971) описали найденный на склоне рифтовой долины в Аравийско-Индийском хребте ($5^{\circ}27'$ ю. ш. и $68^{\circ}35'$ в. д.) обломок гидротермально измененного амфиболита размером $3,5 \times 3 \times 2$ см. Амфиболит пересекается кварцево-хлоритовой жилкой, в свою очередь рассеченной двумя прожилками с пирит-халькопирит-ильменитовой минерализацией. Порода состоит из реликтов роговой обманки, продуктов распада титаномагнетита и развивающихся по ним кварцу, хлориту, актинолиту, сфену, рутилу и анатазу. Ильменит встречается двух генераций, местами лейкоксенизированный. Жильные минералы — в основном кварц с хлоритом, содержащие клиноцоизит, эпидот и рутил. Рудные минералы прожилковых скоплений представлены пиритом, халькопиритом, ильменитом, гематитом, гидроокислами железа, ковеллином, малахитом. Судя по взаимоотношениям минералов, произошло наложение высокотемпературной сульфидной минерализации на более низкотемпературную — кварц-хлоритовую.

Кроме гидротермально измененных рудных образцов известны и другие рудные проявления на дне океанов. П. Л. Безруков (1971) указывает на наличие в сборах драг перидотитов с хромитом и хромовой шпинели из рифтовых зон Аравийско-Индийского хребта. А. П. Виноградов (1967) приводит для поднятых хромитов и хромошпинели следующий состав (в %): Cr_2O_3 — 46,78; Al_2O_3 — 18,69; Fe_2O_3 — 2,71; MgO — 13,26; FeO — 14,70; остальные включения — 0,86.

Вероятность обнаружения промышленных рудных месторождений в ультрабазитах и габброидах морского дна в этом районе незначительна, ибо они образуют полосы очень мелких прерывистых пятен, площадь которых, по данным П. Л. Безрукова, в тысячи раз меньше площади аналогичных массивов на суше.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЛУБОКОВОДНЫХ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

По мнению Д. Мери (1969), одним из интересных и перспективных объектов изучения и исследования донных отложений океанов являются красные глины как потенциальное сырье для добычи металлов в будущем. При среднем содержании глинозема до 15% в некоторых образцах красных глин концентрация глинозема достигает 25%. Меди содержится до 0,20%. Эти разности глин близки к тем породам, которые на суше используются в качестве сырья для получения алюминия. Если удастся наладить технологию обогащения красных глин, основанную на выделении частиц крупнее 0,1 мм, то можно будет получать обогащенный марганцем и многими другими металлами весьма ценный концентрат (при коэффициенте обогащения 1:25). Сравнительно невысокая стоимость добычи красных глин со дна моря на поверхность воды делает экономически выгодной добычу глин при содержании в них марганцевых стяжений до 10%. Запасы красных глин — астрономические (около 10^{16} т).

Возможно также использование карбонатных и кремнистых илов. Карбонатные (глобигериновые) илы почти полностью удовлетворяют требованиям к цементному сырью. Из них можно получать портландцемент хорошего качества. Ил вследствие его измельченности легко транспортировать методом перекачивания. Кремнистые илы применяются как наполнители бетона, кирпичного сырья и пр., как абсорбенты, мягкие абразивы и т. д. США ежегодно добывают 0,5 млн. т диатомита себестоимостью около 30 долларов за 1 т. Многие исследователи, однако, дают более сдержанные оценки перспектив использования глубоководных донных осадков в ближайшем будущем. Так, П. Л. Безруков (1971) считает взгляды Д. Мерио о практической ценности глубоководных красных глин излишне оптимистическими. По его мнению, экономическая ценность диатомовых илов и баритовых стяжений на больших глубинах в отдаленном будущем весьма сомнительна.

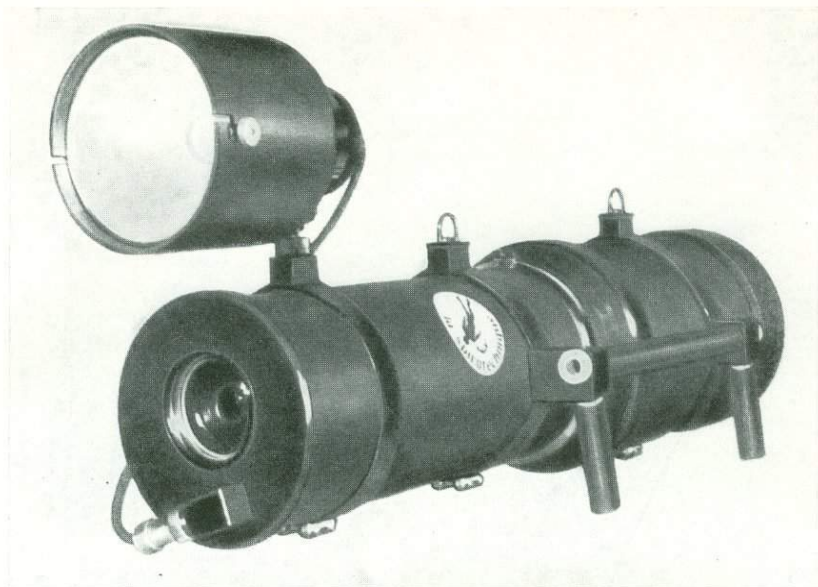


Рис. 6. Подводная телекамера с системой искусственного освещения французской фирмы «Спиротехник».

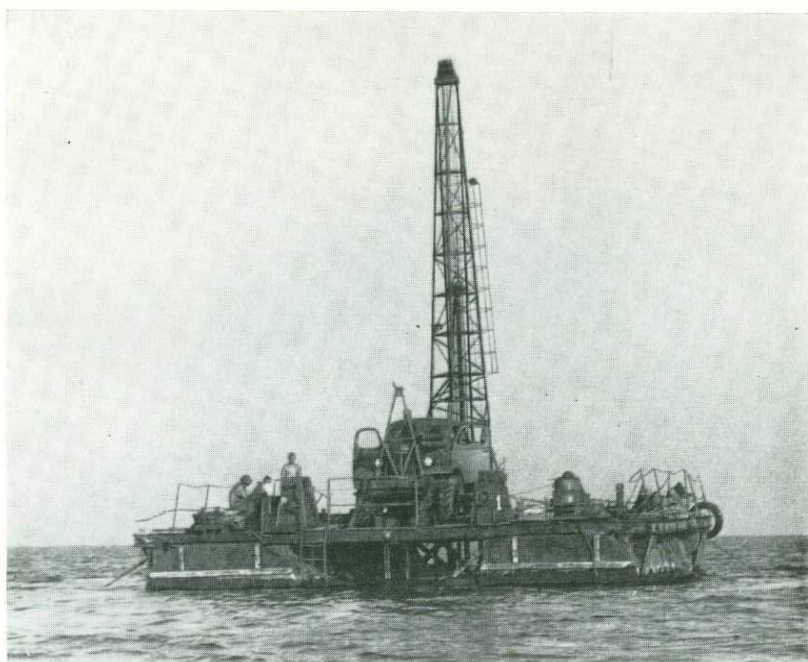


Рис. 14. Буровая платформа для бурения в мелководных районах шельфа Института геохимии и физики минералов АН УССР.

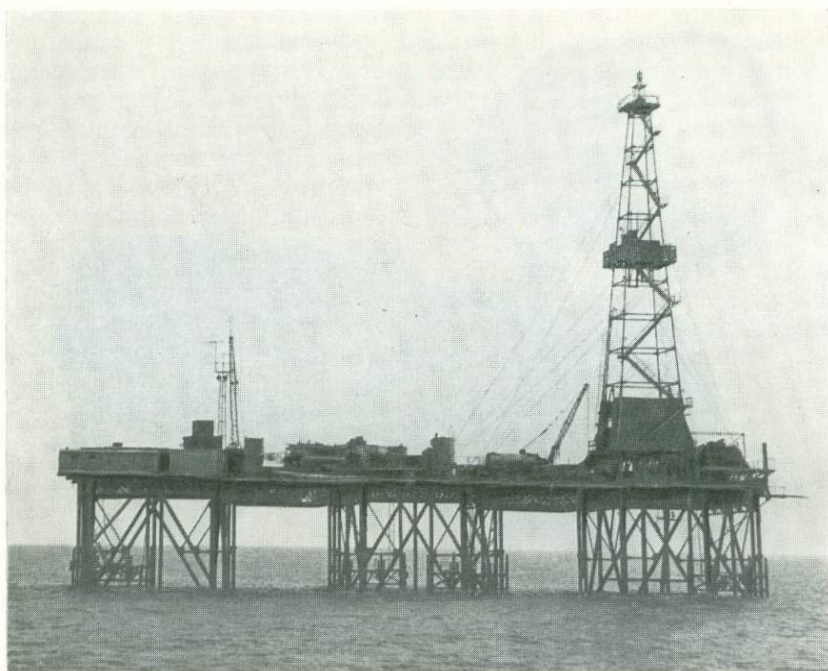


Рис. 15. Буровая платформа на поднятии Голицына.

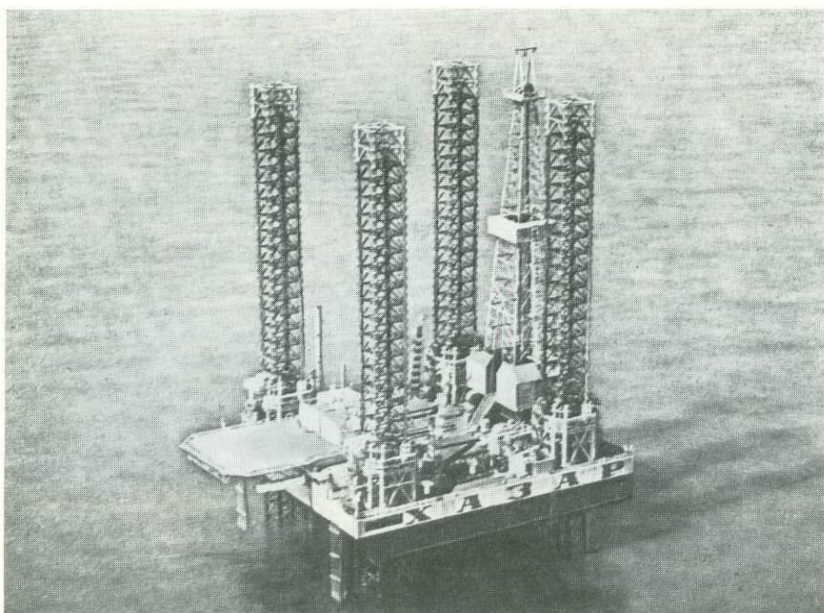


Рис. 18. Самоподнимающаяся платформа «Хазар» (из книги «Атлас грязевых вулканов», 1972).

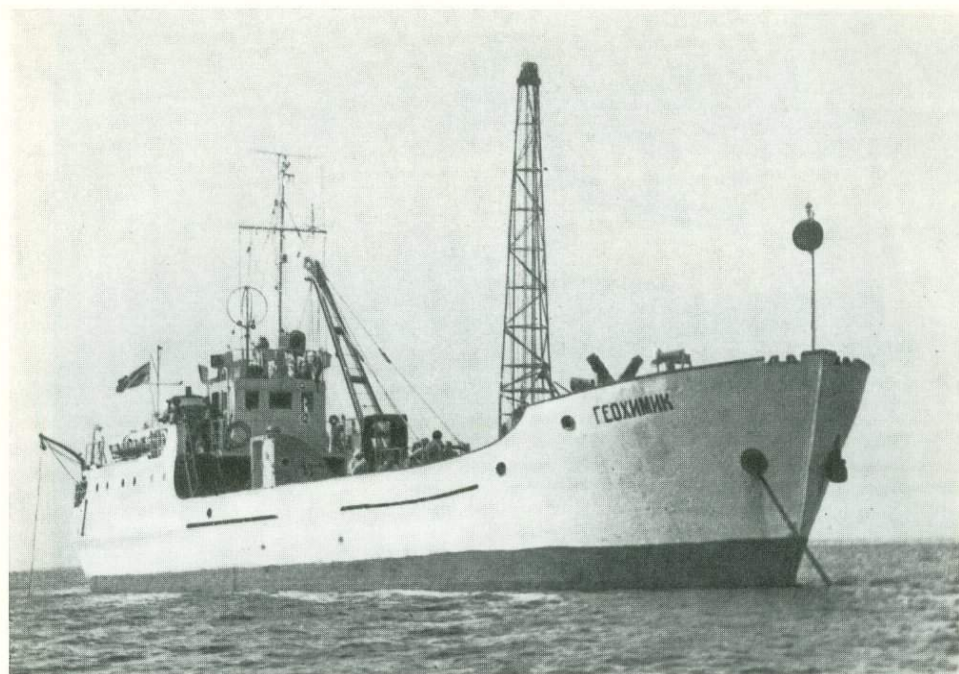


Рис. 23. Буровое судно ИГФМ АН УССР «Геохимик».

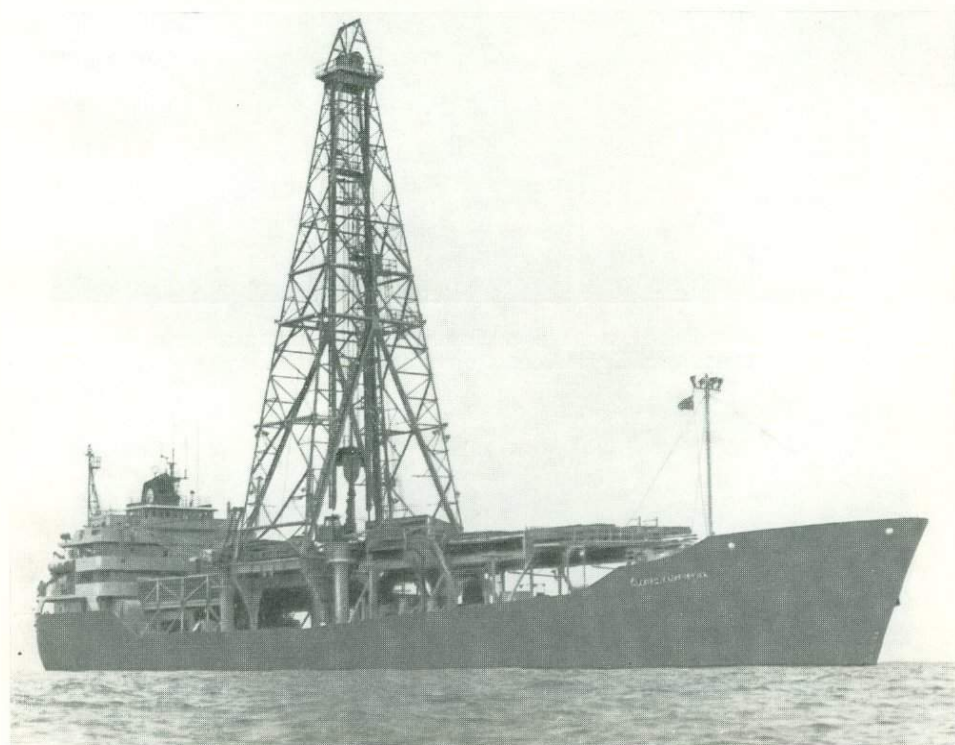


Рис. 24. Общий вид судна «Гломар Челленджер» (по материалам Скриппсовского института, США).

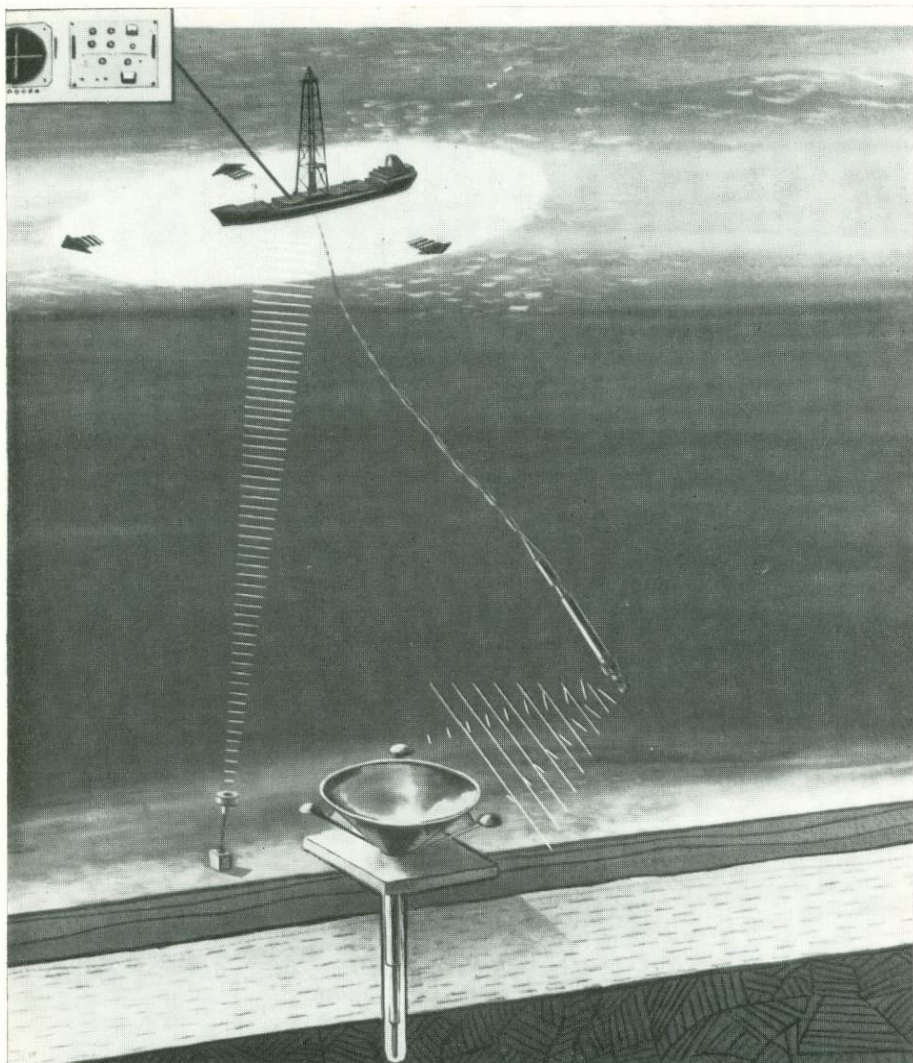


Рис. 26. Система повторного ввода в скважину буровой колонны судна «Гломар Челленджер» (по материалам Скриппсовского института, США).

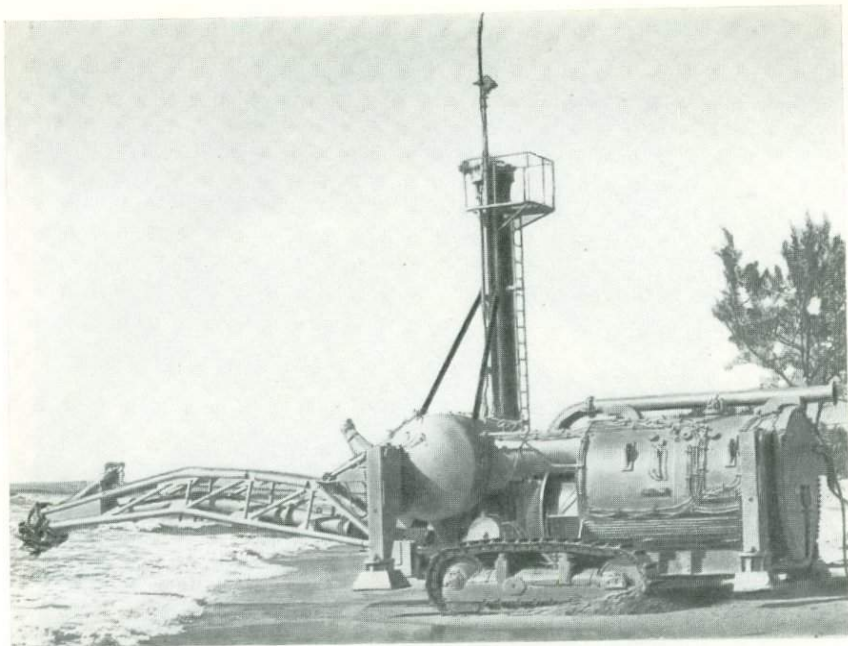


Рис. 49. Подводная драга для добычи песка, гравия и других минералов (из журнала «Оушен Индастри», 1970).



Рис. 52. Конкретии на конвейере после сепарации. Материалы фирмы «Дипси Венчурс» («Оушен Индастри», 1970).

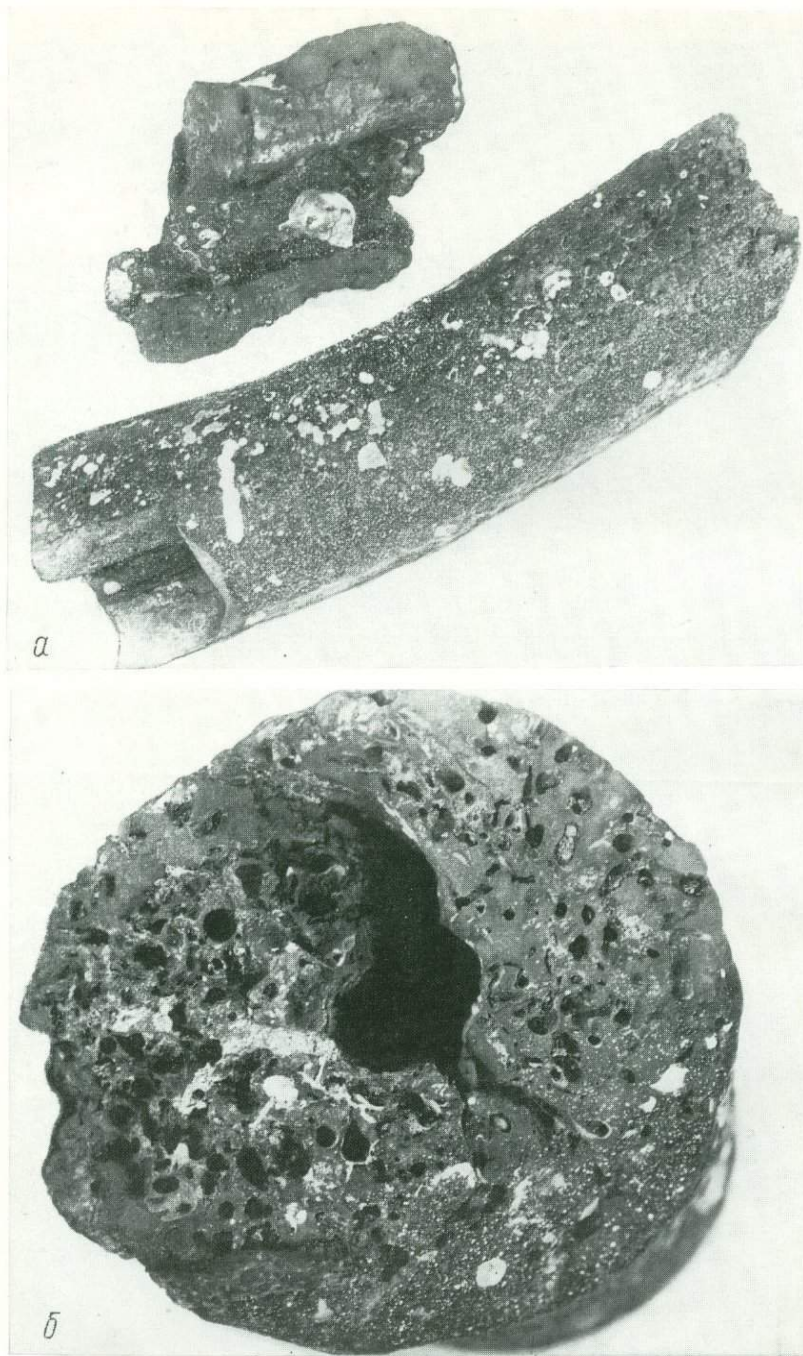


Рис. 56. Конкреции трубчатых фосфоритов (а). Краевая часть «трубки» фосфорита источена фоидами (б). Западная часть Индостанского шельфа (по Ю. Г. Чугунному и О. Д. Орловой, 1970; Ю. Г. Чугунному, 1972).

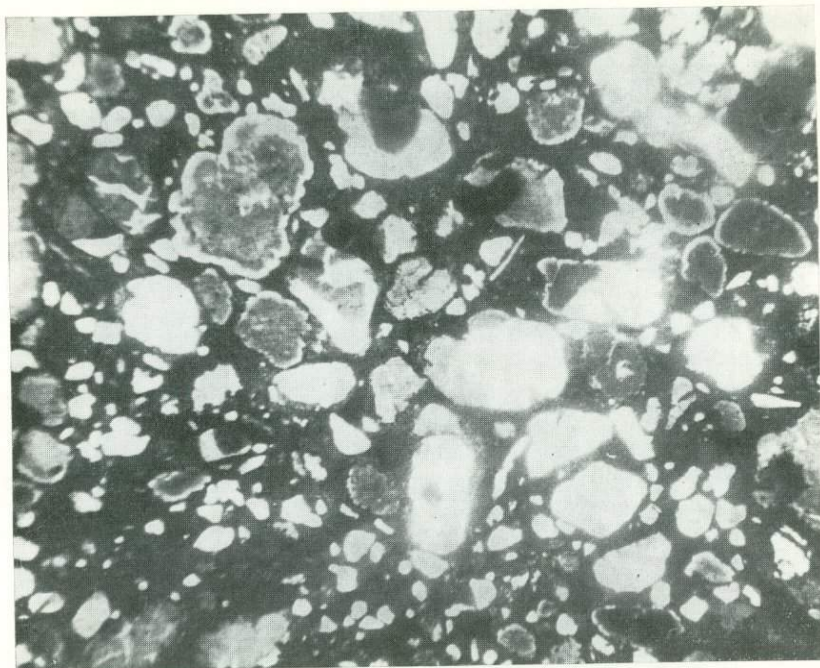


Рис. 72. Песчанная киммерийская железная руда. Прозрачный шлиф. Никколи II. Светлое — кварц, черное — гидрогетит, серое — хлорит. Казантипский залив Азовского моря.

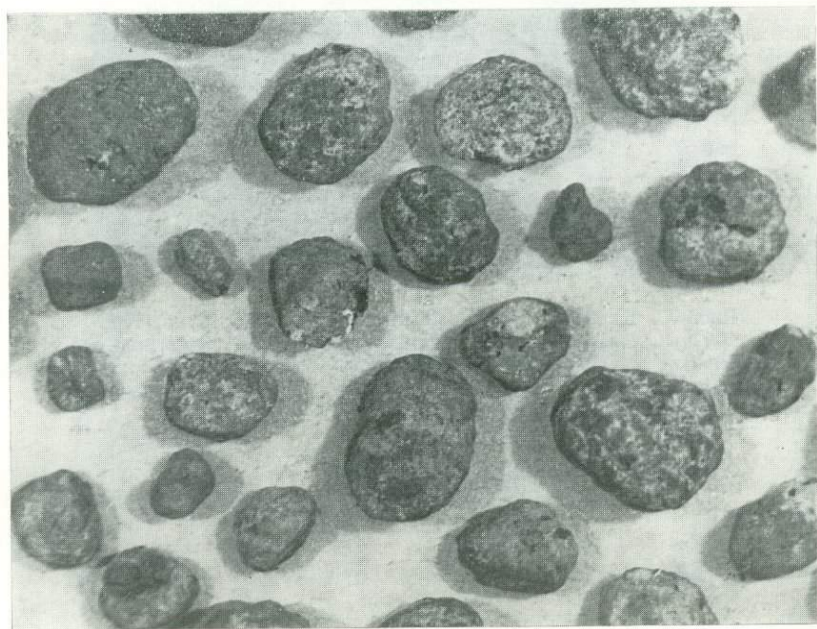


Рис. 75. Марганцево-железные конкреции из Тарханкутского поля. Фото авторов.

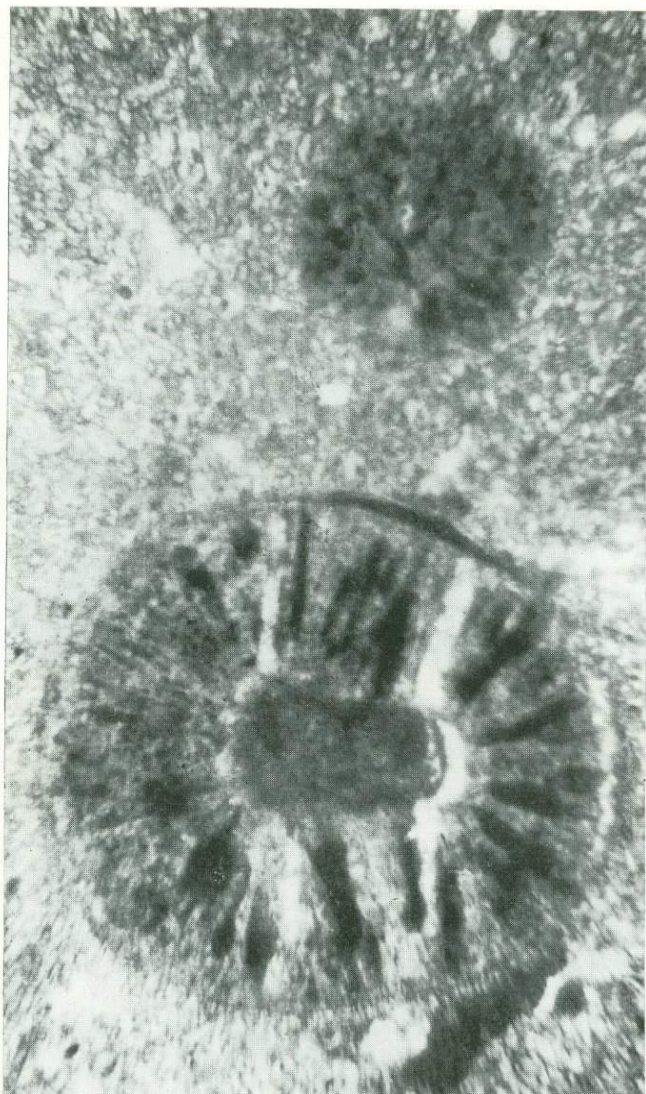


Рис. 73. Карбонатная киммерийская железная руда. Прозрачный шлиф. Николи II. Видно замещение хлоритового оолита марганцевистым сидеритом. Казантипский залив Азовского моря.

МОРСКАЯ ВОДА КАК ПОЛЕЗНОЕ ИСКОПАЕМОЕ

Морская вода в настоящее время может считаться одним из ценнейших сырьевых ресурсов. Широко известное в геохимии выражение об элементарном богатстве капли воды находит в последние годы все более и более обоснованное подтверждение. Многолетние исследования гидрохимии океана показали богатый качественный состав морской воды, количественную сторону концентрации элементов, дали возможность подчитать их абсолютные массы.

Средний химический состав воды океанов ($S = 35,0\%$; $Cl = 19,375\%$) по А. П. Виноградову (1967) следующий:

Элемент	мг/л	Элемент	мг/л	Элемент	мг/л
H	—	Se	0,0001	Dy	0,00000073
He	0,000005	Br	66	Ho	0,00000022
Li	0,15	Kr	0,0003	Er	0,0000006
Be	0,0000006	Rb	0,2	Tm	0,0000001
B	4,6	Sr	8,0	Yb	0,00000052
C	28	Y	0,0003	Lu	0,0000012
N	0,5	Zr	0,00005	Hf	—
O	—	Nb	0,00001	Ta	—
F	1,3	Mo	0,01	Sn	0,003
Ne	0,0001	Tc	—	W	0,1
Na	10,354	Ru	—	Re	—
Mg	1297	Rh	—	Os	—
Al	0,01	Pd	—	Ir	—
Si	3,0	Ag	0,0003	Pt	—
P	0,07	Cd	0,0001	Au	0,000004
S	890	In	0,00001	Hg	0,00003
Cl	19354	Mn	0,002	Tl	0,00001
Ar	0,6	Sb	0,0005	Pb	0,00003
K	387	Te	—	Bi	0,0002
Ca	408	I	0,05	Po	—
Sc	0,00004	Xe	—	At	—
Ti	0,001	Cs	0,00037	Rn	$6 \cdot 10^{-14}$
V	0,003	Ba	0,02	Fr	—
Cr	0,00002	La	0,0000029	Ra	$1 \cdot 10^{-10}$
Fe	0,01	Ce	0,0000013	Ac	$2 \cdot 10^{-16}$
Co	0,0005	Pr	0,0000006	Th	0,00001
Ni	0,002	Nd	0,00000023	Pa	$5 \cdot 10^{-11}$
Cu	0,003	Sm	0,00000042	U	0,003
Zn	0,01	Eu	0,0000011	Io	$5 \cdot 10^{-10}$
Ga	0,00003	Gd	0,0000006	^{228}Th	$7 \cdot 10^{-15}$
Ge	0,00006	Tb	—	(RdTh)	
As	0,003				

Надо полагать, что морская вода содержит все химические элементы, но некоторые из них еще не установлены. В океанической воде, общий объем которой, по А. П. Виноградову (1967), равен $1,37 \cdot 10^8 \text{ м}^3$, содержатся огромные массы различных химических элементов. Общие запасы всех растворенных в воде Мирового океана элементов составляют 50 квадриллионов т (Шигин, 1971). Больше всего в морской воде содер-

жится натрия и хлора (соответственно $1,418 \cdot 10^{16}$ и $2,65 \cdot 10^{16}$ т). Несмотря на небольшую концентрацию, общее количество малораспространенных элементов в воде огромно. По мнению американских авторов, в воде Мирового океана содержится 20 млрд. т U, 15 млрд. т Cu, 15 млрд. т Mn, 500 млн. т Ag, 8—10 млн. т Au.

Абсолютное содержание важнейших элементов в водах Мирового океана, по А. П. Виноградову (1967):

Элемент	Содержание, т	Элемент	Содержание, т	Элемент	Содержание, т
Na	$1,418 \cdot 10^{16}$	I	$6,85 \cdot 10^{10}$	Cu	$4,11 \cdot 10^9$
K	$5,30 \cdot 10^{14}$	Cs	$5,07 \cdot 10^8$	Zn	$1,37 \cdot 10^{10}$
Mg	$1,78 \cdot 10^{15}$	Ba	$2,74 \cdot 10^{10}$	Pb	$4,11 \cdot 10^7$
Ca	$5,59 \cdot 10^{14}$	Si	$4,11 \cdot 10^{12}$	As	$4,11 \cdot 10^9$
Sr	$1,10 \cdot 10^{13}$	U	$4,11 \cdot 10^9$	Ag	$4,11 \cdot 10^8$
Cl	$2,65 \cdot 10^{16}$	Ti	$1,37 \cdot 10^9$	Zr	$6,85 \cdot 10^7$
Br	$9,04 \cdot 10^{13}$	Cr	$2,74 \cdot 10^7$	V	$4,11 \cdot 10^9$
F	$1,78 \cdot 10^{12}$	Mn	$2,74 \cdot 10^9$	Mo	$1,37 \cdot 10^{10}$
SO ₄	$3,70 \cdot 10^{15}$	Fe	$1,37 \cdot 10^{10}$	P	$9,59 \cdot 10^{10}$
B	$6,35 \cdot 10^{12}$	Co	$6,85 \cdot 10^8$	Al	$1,37 \cdot 10^{10}$
Li	$2,05 \cdot 10^{11}$	Ni	$2,74 \cdot 10^9$	Th	$1,37 \cdot 10^7$
Rb	$2,74 \cdot 10^{11}$				

Концентрации элементов могут широко изменяться в зависимости от местных условий, таких как колебание температур, различия солености и т. д. В глубинных участках океана часто концентрируется более богатая солями вода. Однако средние данные о составе не отражают всего разнообразия химизма вод и, как следствие этого, не дают представления о возможности извлечения тех или иных элементов из морской воды. Общая стоимость добываемых в настоящее время из морской воды соединений достигает 500 млн. долларов (Шигин, 1971).

По В. Макиллени (1968), мировая добыча сырья из морской воды для некоторых видов полезных ископаемых весьма значительна (табл. 10).

Из всех перечисленных видов сырья человечество издавна добывало только поваренную соль. По свидетельству Д. Мери (1969), соль в Китае получали из морской воды 2200 лет до н. э. Однако за истекшие 4 тыс. лет прогресс в развитии технологии получения сырья из морской воды оказался весьма незначительным. В наши дни из морской воды добывают в промышленных масштабах, кроме натрия и хлора, лишь магний, его соединения и бром. Особый интерес представляют природные бассейны типа Сиваша или Кара-Богаз-Гола — перспективнейшие районы развития галургической промышленности. Известны проекты и экспериментальные разработки добычи других элементов — урана, золота, меди, серебра и т. д.

МОРСКАЯ ВОДА КАК ХИМИЧЕСКОЕ СЫРЬЕ

Простейшим процессом по добыче химического сырья является извлечение поваренной соли путем испарения морской воды. Этот метод применяется в странах с сухим жарким климатом, обширными мелководными заливами с малопроницаемыми грунтами. Так, в США из морской воды методом испарения получают примерно 5% всей потребляемой в стране соли. Крупнейший соляной промысел находится в заливе Сан-Франциско. Он основан в 1852 г. и занимает площадь около 230 км². Общий объем добычи соли на этом промысле достигает 1,2 млн. т в год. Довольно значительные промыслы, по 100 тыс. т соли каждый, располо-

Таблица 10. Объем мировой добычи сырья из морской воды *

Сырье	Объем добычи, т	% к общей мировой добыче
Хлористый натрий	35 000 000	29
Бром	102 000	70
Магний металлический	106 000	61
Магний соединения	690 000	6
Пресная вода	142 000 000	—

* По Д. Мери (1969), из морской воды добывается 6 млн. т NaCl.

жены в заливах Ньюпорт и Сан-Диего в Южной Калифорнии. Важную роль добыча соли из морской воды играет в Китае, Индии, Японии, Турции и Филиппинах. При испарительном методе в испарительных бассейнах соляных промыслов после частичного испарения первым садится сульфат кальция; сгущенная рапа переводится в другой бассейн, где садится поваренная соль; по достижении удельного веса 1,28 рапа извлекается и поступает на другие предприятия для извлечения магния и брома. Соль добывается обычными скреперами и погрузчиками (Мери, 1969). Соль может извлекаться из морской воды также методом вымораживания.

В морской воде содержится около 0,12% магния. После поваренной соли магний был первым элементом, извлечение которого освоено человечеством. Этот процесс включает подачу морской воды в специальные резервуары, где она смешивается с известковым молоком. Содержащийся в кальците раковин кальций замещает магний в морской воде, и нерастворимая гидроксид магния выпадает в виде иловидного осадка. Последний фильтруется и обрабатывается соляной кислотой с получением хлорида магния, который после испарения воды остается в испарителях в виде сухого порошка. Полученный порошок поступает в электролитические ванны, где превращается в магний и хлористый газ. Из электролитической ванны выходят слитки чистого магния (рис. 61). Впервые магний был получен из морской воды в Англии; первое крупное предприятие построено в 1941 г. в США близ г. Фрипорта. Несмотря на то, что природные магnezиты содержат в 300 раз больше магния, чем морская вода, получение магния из морской воды экономически выгоднее.

Бром — еще один элемент, который в основном добывается из морской воды. Технология его получения на предприятиях сводится к следующему (рис. 62). Морская вода закачивается в смесительную камеру на вершине башни, где находится в соответствующих пропорциях серная кислота и хлор. Растворенный в морской воде бром восстанавливается хлором до элементарного брома; серная кислота препятствует гидролизу хлора. Морская вода, содержащая элементар-

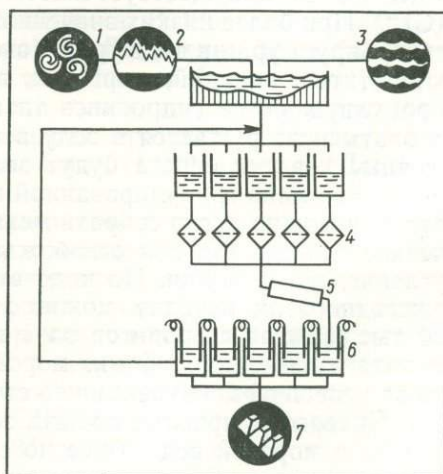


Рис. 61. Схема установки для производства магния из морской воды (по Н. Карлайлу, 1969):

1 — ракушняк; 2 — известняк; 3 — морская вода; 4 — фильтры; 5 — сушилка; 6 — электролитическая ванна; 7 — слитки магния.

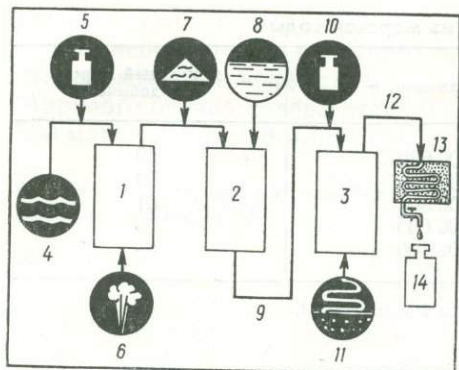


Рис. 62. Схема процесса получения брома из морской воды (по Н. Карлайлу, 1969):

1 — продувочная башня; 2 — поглотительная башня; 3 — испарительная башня; 4 — морская вода; 5 — хлор; 6 — воздух; 7 — воздух, насыщенный парами брома; 8 — вода; 9 — раствор бромистой кислоты; 10 — хлор; 11 — водяной пар; 12 — пары брома; 13 — конденсор; 14 — чистый бром.

ный бром, стекает вниз навстречу потоку воздуха. Этот поток выдувает бром из воды. Поток воздуха, насыщенный бромом, подается в абсорбционную башню с кальцинированной содой. Под действием серной кислоты образовавшиеся

броматы и бромиды натрия переводятся в чистый бром. В модифицированной схеме в поток воздуха подается сернистый ангидрид, образуется бромистоводородная кислота. Предприятия такого технологического цикла функционировали в США близ Фрипорта (два завода проектной мощностью 15 тыс. т брома в год) и Кьюр-Бич в Северной Каролине (до 20 тыс. т брома в год). В последние годы завод в Кьюр-Бич закрыт и 80% всего брома в США производится на заводах Фрипорта (Меро, 1969).

Большое экономическое значение в будущем может иметь растворенный в морской воде уран. Концентрация его достигает 3,34 мг на 1 л морской воды (Кин и др., 1967). В разработке метода извлечения урана из морской воды наиболее трудно было выбрать соответствующий абсорбент с повышенной чувствительностью к урану. В английских работах первоначально предпринималась попытка использовать как абсорбент специальные смолы, содержащие функциональные группы, чувствительные к урану. Однако смола быстро теряла абсорбционную способность. После изучения неорганических абсорбентов выбор пал на гидроокись титана, которая мало растворима в морской воде и обладает достаточно высокой абсорбционной способностью к урану — примерно 0,25 мг урана на 1 г титана. Абсорбционные свойства гидроокиси титана в значительной степени зависят от способа ее приготовления (Кеннеди и др., 1964; Кин и др., 1967). Наилучшим абсорбентом является гель, имеющий состав: TiO_2 — 60%, H_2O — 35%, Na — 5%. Он может быть приготовлен в виде гранул. При pH морской воды примерно 8 гель ведет себя как катионный обменник простых катионов малого заряда (Na^+ , K^+ , Ca^{2+}), хотя при этом существует небольшая вероятность анионного обмена (Cl^-). При более низких значениях pH анионный обмен возрастает. Гель абсорбирует уран в виде уранилового катиона. Одновременно абсорбируются титан, ванадий, марганец, в меньшей мере хром, никель и медь. Гранулированная гидроокись титана помещается на подложку из стекловаты и погружается в воду в местах наибольших приливов. Отгороженные участки берега будут заливаться во время приливов. Дно их будет выстлано гранулированной гидроокисью титана, которую во время отливов можно легко собрать механическим путем и отправить на химические заводы, где она освобождается от урана обработкой раствором углекислого аммония. По подсчетам английского ученого Д. Вильсона, ежегодно этим методом можно добывать 1000 т урана по цене 10—20 тыс. фунтов стерлингов за 1 т. Несмотря на перспективность этого метода извлечения урана из морской воды, работы пока приостановлены из-за успешной конкуренции со стороны природных руд урана.

Интересны проекты добычи золота из морской воды. О содержании золота в морской воде известно с середины XIX в. В 1902 г. известный шведский химик С. Аррениус при анализе воды, привезенной из морских

экспедиций, подтвердил, что в ней содержится высокая концентрация золота — не ниже 6 мг на 1 т. Считалось, что 1 т морской воды в наиболее обогащенных золотом районах содержит 11—32 (Калифорнийский залив) или даже 40—50 мг золота (у берегов Австралии). Основываясь на этих данных, Д. И. Менделеев подсчитал, что в Мировом океане содержится около 10 млрд. т золота. Вскоре было запатентовано свыше 30 проектов добычи золота из морской воды. В Германии в 1924—1928 гг. была организована специальная плавучая лаборатория на судне «Метеор» во главе с Ф. Габером. Это необычное предприятие финансировалось компаниями по добыче золота и серебра, банками и судовладельцами. Предполагалось, что удастся найти способы осаждения золота из морской воды; что в Мировом океане существуют течения, где концентрация золота выше, т. е. своеобразные «золотые реки». Такого рода течения и разыскивал «Метеор». Результаты экспедиции были разочаровывающими. Концентрации золота в воде оказались значительно меньше, чем определил С. Аррениус.

Многие ученые пытались после этого разработать методы экстракции золота из морской воды. В середине 30-х гг. американский химик Ч. Доу, применяя методику Ф. Габера, получил из 12 т воды 0,09 мг золота. Экономически, однако, этот процесс оказался нерентабельным.

Многие специалисты считают перспективным использование ионно-обменных смол (ионитов), адсорбирующих золото и другие металлы. В 1955 г. советский химик А. Б. Даванков получил золото из воды, в 1 л которой содержалось несколько миллиграммов его цианистых соединений. Воды такого состава получают в гидрометаллургии при выщелачивании золота из золоторудных жил цианистым натрием. На советском научно-исследовательском судне «М. Ломоносов» из морской воды удалось получить на ионитах доли грамма серебра и некоторых других металлов (Шнюков, Щирица, 1966). В 1965 г. немецкий химик Э. Бауэр из 100 л морской воды получил 1,4 мг золота. По современным литературным данным, среднее содержание золота в воде 0,032—0,049 мг на 1 т, а общие запасы в океане — 8 млн. т. Эти 8 млн. т золота в крупнейшей химической реторте — Мировом океане — и привлекают внимание.

Подсчитано, что лет через 60 будут полностью исчерпаны месторождения богатых медных руд. По расчетам Д. Дагана, добыча меди из бедных руд вызовет резкое ее удорожание и практически сравняет возможности добычи металла из морской воды и бедных руд. Мы все более приближаемся к тому моменту, когда морская вода займет свое место как комплексная руда номер один.

Большой интерес представляют данные о возможности выявления тяжелой воды в некоторых районах Атлантики. В 1955 г. американские исследователи обнаружили в иле из района Багамских о-вов бактерии, способные утяжелять воду. На основе этих фактов французские ученые создали гипотезу о том, что тяжелая вода вследствие большой плотности скапливается в Мировом океане на больших глубинах. Были даже оценены запасы природной тяжелой воды — до 274 000 млрд. т (Дерюгин, 1965). Однако эти данные требуют проверки.

С развитием промышленного производства резко возрастает потребление пресной воды, которая становится дефицитным сырьем. Огромным потребителем пресной воды является современная промышленность. С расширением больших и средних городов увеличивается объем потребления воды для бытовых нужд. В современном городе на душу населения приходится до 350 л пресной воды в сутки. Кроме промышленности огромные количества воды расходуются в сельском хозяйстве. Такая промышленно развитая страна, как США, ежедневно расходует для обеспечения всех своих потребностей 350 млрд. галлонов* воды (Кар-

* Галлон — в США 3,785 л.

лайл, 1971). Предварительные оценки показывают, что к 2000 г. мировое потребление воды увеличится в пять раз (Даймент, 1970). В этой связи возникает очень трудный вопрос, где брать такие огромные количества воды. Несомненно, что одним из главных источников пресной воды станет Мировой океан.

В настоящее время во многих странах ведется работа по опреснению морской воды различными методами. Эти методы можно подразделить на две группы. В первой используется метод экстракции самой воды, который оставляет соль и другие растворенные минералы и включает процессы дистилляции, разделения замораживанием и обратный осмос. Вторая группа процессов основывается на принципе изъятия солей и оставления воды (электродиализ, ионный обмен и др.). Принципиально самый простой метод опреснения морской воды — дистилляция. Нагреванием, а затем конденсацией паров можно получить пресную воду из морской воды. Это самый древний из всех известных методов. В современной многократной испарительной установке (рис. 63) морская вода нагревается и подается в большую испарительную камеру с несколько пониженным давлением. Последнее вызывает кипение морской воды с интенсивным испарением. Невыкипевшая вода поступает в аналогичные камеры со все более понижающимся давлением. При большом количестве камер удается использовать около 90% тепла. Общим недостатком всех опреснителей, основанных на методе дистилляции, является огромное потребление энергии.

В настоящее время специалисты разрабатывают опреснители, в которых для очистки воды от солей можно было бы использовать процессы замораживания, так как для этого требуется значительно меньше тепла, чем для испарения. Явление очистки морской воды при замерзании известно давно. Еще многие исследователи Арктики отмечали, что соленая вода в полярных широтах отстывает при замерзании, оставляя лед, состоящий из пресной воды. Однако только сейчас удалось создать экспериментальный опреснитель, использующий метод вакуумного охлаждения (г. Райтевилл-Бич, США).

Методом электродиализа можно опреснять морскую воду, используя диссоциацию растворенных солей на анионы и катионы (рис. 64). Аппаратура основана на системе из нескольких пар мембран. Приложение напряжения дает возможность пропускать через одну из мембран только положительно заряженные ионы (например, натрий), через другую — отрицательно заряженные ионы (например, хлор). Вода за мембранами насыщается солью, между ними — очищается. К сожалению, и этот метод опреснения недостаточно экономичен.

Весьма многообещающим является метод электросорбции. Сущность его заключается в том, что между двумя мембранами электродиализной установки монтируется дополнительная мембрана, значительно повышающая эффективность электродиализных установок ликвидацией выпадения CaCO_3 и Mg(OH)_2 на обменных мембранах (Лейс, 1970).

Весьма перспективно использование атомных реакторов для опреснения. В СССР создан атомный опреснитель в г. Шевченко на Каспийском море. На атомном реакторе на быстрых нейтронах мощностью 350 тыс. кВт электрической мощности можно получать 150 тыс. кВт электроэнергии и 120 тыс. т опресненной воды в сутки.

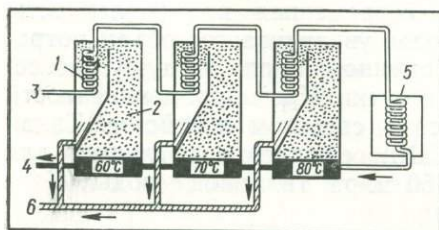
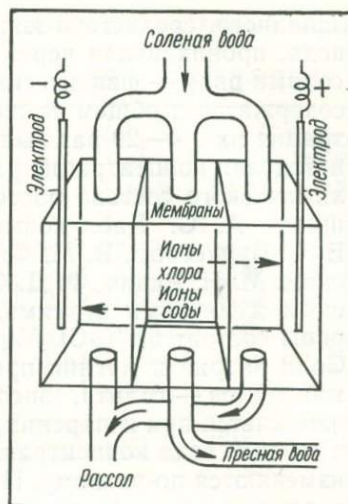


Рис. 63. Схема установки для опреснения морской воды (по Н. Карлайлу, 1969):

1 — конденсор; 2 — испаритель; 3 — морская вода; 4 — рассол; 5 — нагреватель; 6 — пресная вода.

Рис. 64. Схема установки для опреснения морской воды методом электролиза (по Н. Карлайлу, 1969).



Ранее опреснители г. Шевченко, работавшие на мазуте, выдавали около 100 тыс. т воды в сутки; с вводом атомного опреснителя производство воды удвоилось. Вода атомного опреснителя — самая дешевая, но все же себестоимость ее превышает отпускную государственную цену.

Параллельно с опреснением морской воды из рассолов, являющихся отходами опреснения, могут быть извлечены многие ценные компоненты (поваренная соль, магний, сера, калий, бром, бор и т. д.), что несколько удешевляет стоимость опреснения морской воды. По данным Э. Венка (1971), в мире построено или строится 680 опреснительных установок. В последнее время все большее внимание уделяется проектам использования айсбергов для водоснабжения засушливых районов.

В будущем, вероятно, удастся широко использовать биологические процессы для извлечения из морской воды тех или иных химических элементов. Наиболее известным примером такого рода является добыча иода из морских водорослей *Laminaria*, широко осуществлявшаяся в Англии в середине прошлого столетия и пришедшая в упадок в связи с конкуренцией минерального сырья, богатого иодом. В морской воде содержится 0,05 мг/л, или 0,000005% иода; в ламинарии — 0,5% в пересчете на воздушно-сухую навеску. Это огромная, стотысячразовая аккумуляция. Известны данные о гораздо большем накоплении в живых организмах таких элементов, как ванадий, свинец, медь и др., в отдельных отшнурованных заливах или лагунах типа Сиваша или Кара-Богаз-Гола.

ПРОБЛЕМА СИВАША

Одним из самых перспективных гидрохимических объектов Мирового океана является Сиваш, издавна эксплуатировавшийся как крупный источник поваренной соли. Роль сивашских соляных промыслов особенно возросла после проведения железной дороги в Крым (1875 г.). Тогда на Сиваше функционировало восемь соляных промыслов мощностью свыше 200 тыс. т ежегодно. За период работы промыслов — 40 лет — здесь было добыто почти 5 млн. т соли (Данильченко и Понизовский, 1954). Сейчас проблема заключается в комплексном использовании вод Сиваша, извлечении не только соли, но и многих других ценнейших продуктов.

Сиваш — обширный мелководный залив Азовского моря, площадь его достигает 2540 км² (рис. 65). С Азовским морем он связан узким Тонким (Геническим) проливом. Чонгарский п-в делит Сиваш на западную и восточную ветви, соединенные узким и мелким Чонгарским проливом. Значительную часть площади Сиваша (до 25%) составляют мелкие и пологие острова. Сиваш в значительной мере зарегулирован системой дамб; в целом очень мелководен. Треть Сиваша имеет глубину менее 0,5 м; $\frac{2}{3}$ — 1,0—2,5 м. Воды залива представляют собой ценнейшее комплексное химическое сырье. Для галургии наиболее интересны воды

западного, среднего и южного Сиваша. Вследствие испарения азовская вода, проникающая через Тонкий пролив, превращается в насыщенную солями рапу — фактически концентрат азовской воды (табл. 11). В рапе содержатся в общем те же элементы, что и в азовской воде, но концентрация их в 4—20 раз выше. При создании искусственного режима среднегодовая концентрация рассолов может достичь 21—23%. Исследования химического состава рассолов Сиваша, в течение многих лет проводившиеся А. С. Каблуковым, Н. С. Курнаковым, С. Ф. Жемчужным, Е. С. Бурксером, В. М. Филиппею, В. П. Ильинским, А. И. Дзенс-Литовским, М. И. Равич, Ф. Д. Овчаренко, П. Т. Данильченко, А. М. Понизовским и многими другими, показали, что солевой комплекс сивашской рапы состоит из NaCl , MgCl_2 , MgSO_4 , MgBr_2 , KCl , CaSO_4 и $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$. Соли натрия и магния преобладают и определяют выпадение основных минералов — галита, эпсомита, бишофита, мирабилита. Состав рапы изменяется при испарении и охлаждении в природных условиях. Поэтому в течение года концентрация рапы и ее состав в разных районах Сиваша изменяются по-разному. По данным А. М. Понизовского (1965), азовская вода, попадая в Сиваш, теряет часть бикарбоната и сульфата кальция вследствие их осаждения. В западном Сиваше летом высаживается хлористый натрий, зимой — мирабилит и реже — бигидрат. В восточном Сиваше эти процессы носят случайный характер и на состав рассолов не влияют.

Общие запасы рапы в Сиваше приблизительно 2 млрд. м^3 . По данным П. Т. Данильченко и А. М. Понизовского (1954), запасы солей в рапе достигают 190 млн. т , но практически неисчерпаемы, ибо ежегодно в Сиваш поступает 1,24 км^3 морской воды, приносящей около 12 млн. т солей. Поступление дождевой и речной воды (поверхностный сток в количестве 250 млн. м^3) играет разубоживающую роль. Примерно 55% всех запасов солей сосредоточено в южном Сиваше. Содержание важнейших компонентов рапы — брома и магния — довольно высокое. По оценкам П. Т. Данильченко и А. М. Понизовского, средние цифры составляют 240—270 $\text{г}/\text{м}^3$ брома и 5 $\text{кг}/\text{м}^3$ магния; по С. С. Маркову (1969) — в среднем Сиваше — 70—135, после естественной упарки — 150; в западном — до 400 $\text{г}/\text{м}^3$ брома. Для сравнения следует указать, что в США, Италии, Англии производство брома базируется на воде с содержанием брома 70 $\text{г}/\text{м}^3$ (Залкинд, 1969). Перспективы развития химической промышленности на базе сивашской рапы грандиозны. Еще в 1933 г. был построен в Красноперекопске второй в СССР бромный завод на базе Перекопских озер. К нему по рапопроводу подается рапа Сиваша; строится Крымский содовый завод; построен экспериментальный цех Сакского химического завода по производству рапной окиси магния; возведен ряд земляных дамб на западном Сиваше — Кугаранская, Биюк-Найманская. Это, однако, лишь первые шаги. По данным Г. М. Давыдова (1969), современная химическая технология переработки рапы Сиваша позволяет

извлекать комплекс ценнейших химических соединений: окись магния и хлористый магний; бром и его производные; хлористый натрий и др.



Рис. 65. Схематическая карта Сиваша (по Г. М. Давыдову, 1969):

- 1 — южный Сиваш; 2 — Алексеевская засуха; 3 — Шакалинское сужение; 4 — Стрелковое сужение; 5 — северный Сиваш; 6 — Тонкий пролив; 7 — Чонгарский пролив; 8 — Ярошский залив; 9 — Биюк-Найманская дамба; 10 — Средний водоем; 11 — Сергеевский залив; 12 — Алгазинский залив; 13 — Кугаранский п-в; 14 — Кугаранская дамба; 15 — п-в Литовский; 16 — Западный водоем; 17 — п-в Ад; 18 — Красная засуха.

Таблица 11. Солевой состав океана, морей и Сиваша (по А. М. Понизовскому, 1965) в % к солевой массе

Соль	Мировой океан (по Диттмару)	Черное море	Азовское море	Восточный Сиваш				Западный Сиваш		
				Сиваш у г. Геническа	Сиваш у Чонгарского пролива	Сиваш у с. Соляного	Сиваш у с. Рыбацкого	Средний водоем		
								Сергеевский залив	Ярошинский залив	Западный водоем
NaCl	77,68	77,29	76,75	77,00	79,00	77,22	78,58	78,36	78,11	79,65
KCl	2,10	2,11	2,15	—	—	2,13	2,13	2,09	2,09	2,10
MgCl ₂	9,21	8,92	9,81	9,92	9,87	9,92	10,05	9,39	9,22	9,53
MgSO ₄	6,39	6,33	6,80	6,37	6,51	6,52	7,44	6,95	6,98	6,79
MgBr ₂	0,21	0,20	0,21	0,21	0,21	0,21	0,22	0,22	0,22	0,23
CaSO ₄	3,70	3,64	3,79	4,37	3,65	3,84	1,63	2,82	3,13	1,37
Ca(HCO ₃) ₂	0,74	1,52	2,72	1,86	0,76	0,16	0,14	0,21	0,25	0,33
Соленость, вес. %	3,53	1,83	1,03	1,35	4,08	11,54	17,88	12,89	10,94	20,51

Важнейшее значение имеет извлечение рапной окиси магния. Она используется для производства огнеупоров, теплоизоляции, заменителей для очистки нефти, как наполнитель при изготовлении автопокрышек и пр. Ввод в эксплуатацию крупного Южносивашского завода рапной окиси магния позволит в основном удовлетворить потребности металлургии Юга и Центра, сократить на миллионы рублей транспортные расходы на завоз уральских магнезитов, улучшить качество огнеупоров; могут быть решены вопросы обеспечения окисью магния и других отраслей промышленности.

Окись магния и хлористый магний используются в производстве искусственных стройматериалов, абразивов мельчайших жерновов, металлического титана. В будущем должно быть расширено производство брома, нашедшего применение в фармацевтической промышленности, для изготовления кино- и фотоматериалов, красителей, этиловой жидкости, повышающей октановое число бензина. Планируется возрождение соляной промышленности Крыма в связи со строительством содового завода, основным сырьем для которого служит поваренная соль. Наряду с производством соды соль используется как пищевое сырье, для получения хлора, едкого натра. На базе Сиваша могут быть созданы соляные промыслы мощностью 1—2 млн. т (Резник, 1969).

ПРОБЛЕМА КАРА-БОГАЗ-ГОЛА

Кара-Богаз-Гол — еще один замечательный минерально-сырьевой гидрохимический район. Этот залив в восточной части Каспийского моря — неисчерпаемый источник минерального сырья для химической промышленности.

Площадь залива Кара-Богаз-Гола изменяется в зависимости от уровня воды в Каспийском море. В 1921—1922 гг. она равнялась 18,346 км²; его глубина достигала 9 м. В настоящее время глубина залива уменьшилась до 3,8 м, площадь водного зеркала резко сократилась. Разница в уровнях Каспийского моря и залива составляет сейчас 3,6 м (Седелников, Буйневич, 1963). В зависимости от уровня моря в залив попадает от 6 до 35 км³ каспийской воды и, следовательно, при солености последней 1,4% вносится от 84 млн. до 490 млн. т солей. За всю историю залива в нем испарилось до 3500 км³ каспийской воды. Для моря залив служит опреснителем, ибо реки ежегодно вносят в него 71 млн. т солей (Поляков, 1961). Объем воды в заливе не постоянный.

Есть предложения зарегулировать объем воды в Кара-Богаз-Голе на уровне 20—23 км³, а поступление каспийской воды — на уровне 5—8 км³ ежегодно (Поляков, Уразов, 1959, и др.). Рассолы залива являются фактически концентратом каспийской воды, сгущенной в 65 раз. Соленость воды Кара-Богаз-Гола достигает 30%. Средний состав ее следующий (в %): Na₂SO₄ — 9,78; MgCl₂ — 13,76; NaCl — 4,95; KCl — 0,83. Сумма солей — 29,33. Удельный вес рассола — 1,261. По В. Д. Полякову и Г. Г. Уразову (1959), в 1922 г. в рассоле содержалось 40 млрд. т солей, в том числе 18 млрд. т мирабилита, 543 млн. т хлористого кальция, хлористого натрия и др. К 1956 г. объем рассола в заливе сократился в пять раз; в рассоле оставалось 9 млрд. т солей (в том числе 6—7 млрд. т мирабилита); половина прежнего количества хлористого калия.

В водах Кара-Богаз-Гола обнаружен бром. Среднее содержание этого элемента составляет 0,04 вес. %, или 0,4 кг/м³ (Седельников, Лазарева, 1969), установлены также фтор в количестве от 2,1·10⁻⁴ до 39,7·10⁻⁴ и иод в количестве от 1,6·10⁻⁵ до 21,3·10⁻⁵%. Среднее количество иода в поверхностных рассолах 3,2·10⁻⁵%; в придонных рассолах — 2,5·10⁻⁵% (Седельников, Андриясов, 1968).

Огромные количества солей, составлявшие разницу запасов 1922 и 1956 гг., сконцентрировались в донных осадках в виде минералов галита (NaCl), мирабилита* (Na₂[SO₄]H₂O), астраханита (Na₂Mg[SO₄]₂H₂O); эпсомита (MgSO₄·7H₂O); тенардита (Na₂SO₄); глауберита (Na₂Ca[SO₄]₂); карналита (KMgCl₃·6H₂O), сингенита (K₂Ca[SO₄]₂·H₂O) и др. Две трети дна залива занято в настоящее время донными соляными отложениями, обнажающимися в его северной и восточной частях.

По данным А. И. Дзенс-Литовского (1959) и А. И. Дзенс-Литовского с соавторами (1959), геологоразведочными работами в акватории Кара-Богаз-Гола обнаружено четыре погребенных соляных пласта, разделенных слоями илов. Они соответствуют периодам осолонения и опреснения залива. К верхним трем пластам приурочены три погребенных горизонта, обогащенных рассолами.

Погребенные рассолы представляют собой высокоминерализованные сульфатные воды. Состав их зачастую неоднороден как по площади, так и по глубине. Общие запасы погребенных рассолов достигают 16·10⁹ м³. Мощность верхнего, местами обнажающегося соляного пласта достигает 2,5—3 м; он представлен в своей солевой части астраханитом, эпсомитом и галитом. Погребенные горизонты также сложены преимущественно сульфатами, их мощность 4—12 м. Мощность разделяющих их пластов илов до 4 м. Воды верхнего рассольного горизонта, локализованного в соляных отложениях верхнего пласта, близки по химическому составу к современной рапе залива. В рассолах второго горизонта больше сульфатного иона, содержится сероводород (до 300 мг/л), бром (в среднем 60 мг/л). Третий горизонт питается грунтовыми водами коренного берега; концентрация рассолов от 6—8 до 20—25% в зависимости от длительности движения вод в соленосных отложениях. Погребенные рассолы представляют собой ценное химическое сырье.

Главным объектом добычи в заливе Кара-Богаз-Гол является в настоящее время сульфат натрия. Добыча глауберовой соли была впервые начата в 1911 г. (Седельников, Буйневич, 1963); в 1912 г. было добыто уже 7300 т глауберовой соли (Лебединцев, 1930).

В послереволюционное время развитию работ по изучению и эксплуатации богатства Кара-Богаз-Гола уделил внимание лично В. И. Ленин, поставивший в апреле 1918 г. в своем «Наброске плана научно-технических работ» вопрос о практическом освоении этой «гигантской естествен-

* Мирабилит известен также под названием глауберовой соли.

ной лаборатории». Реализация указаний В. И. Ленина привела к дальнейшему расширению добычи химического сырья. До 1935 г. собирались природные «выбросы» мирабилита, с 1944 г. используется бассейновый способ добычи. В 1951 г. добывалось 126 тыс. т, в 1960 г.— 176 тыс. т, в последние годы — до 500 тыс. т. мирабилита (Михайлов, 1969). С 1955 г. эксплуатируются рассолы второго погребенного рассольного горизонта. Разрабатываются методы комплексной переработки рапы, позволяющие извлекать сульфат магния, сульфат натрия, получать магнезиальный цемент, магнезитовый порошок, соли редких металлов (Уразов, Седельников, 1959). В будущем комбинат «Кара-Богаз-Гол-сульфат» превратится в комплексное предприятие, где наряду с сульфатом натрия будут извлекаться многие другие ценные компоненты, в первую очередь бром, соли калия, стоимость которых в три раза выше стоимости сульфата натрия.

СССР — страна с наибольшим в мире континентальным шельфом. Его площадь достигает примерно 4 410 000 км² *. По своим минеральным ресурсам шельф Советского Союза займет, очевидно, видное место, когда будет изучен его основной массив, обрамляющий север и северо-восток страны и чрезвычайно труднодоступный из-за полярных условий Арктики. Есть все основания предполагать, что шельф севера и северо-востока нашей страны будет одним из грандиознейших нефтегазоносных районов мира. Уже в течение многих лет проводятся геолого-разведочные и эксплуатационные работы на нефть и газ в Каспийском море. Геофизическими исследованиями на шельфе Советского Союза уже выявлены перспективные структуры на Черном, Балтийском и дальневосточных морях. Заслуживают внимания россыпи минералов титана, золота, магнетита, янтаря и многие строительные материалы, а также железомарганцевые конкреции Балтийского (Варенцов, 1970) и Черного морей.

В этой главе рассматриваются минеральные ресурсы только шельфа одной республики — УССР, так как удельный вес полезных ископаемых шельфа всего Советского Союза в общем балансе запасов Мирового океана слишком велик, чтобы можно было ограничить изложение одной главой. Описание минеральных ресурсов шельфа СССР в отдельной главе нарушило бы последовательность изложения и композицию книги. Рассмотреть в общем плане ресурсы сравнительно небольшого шельфа УССР невозможно, если строго выдерживать пропорции изложения. Поэтому минеральные ресурсы шельфа УССР рассматриваются более детально, чтобы иметь возможность охарактеризовать весь комплекс полезных ископаемых акватории Черного и Азовского морей.

Черноморский шельф СССР — лишь небольшая часть обширных мелководий нашей страны.

Среди черноморских держав Советский Союз обладает наибольшим шельфом. Из общей площади черноморского шельфа СССР на Украину приходится почти 80 тыс. км². Для сравнения можно привести площадь шельфа такого морского государства, как Англия, составляющую ориентировочно 176 тыс. км². Шельф Черного моря, в том числе шельф УССР, является наиболее благоприятным в СССР в климатическом отношении; он находится вблизи густонаселенных побережий с крупными портами и в этой связи наиболее доступен для геологического изучения.

В состав шельфа УССР входят обширная площадь северо-западной части Черного моря, узкая полоса мелководий вдоль южных и юго-западных берегов Крыма (суммарная площадь всего собственно черноморского шельфа УССР до 50 тыс. км²) и Азовское море (29 тыс. км²), исключая его восточную и юго-восточную части. Геоморфологически шельф УССР довольно разнороден. Азовское море — обширная аккумулятивная равнина. Северо-запад Черного моря — аккумулятивная равнина, поло- го наклоненная к югу; шельф вокруг юго-западных и южных берегов

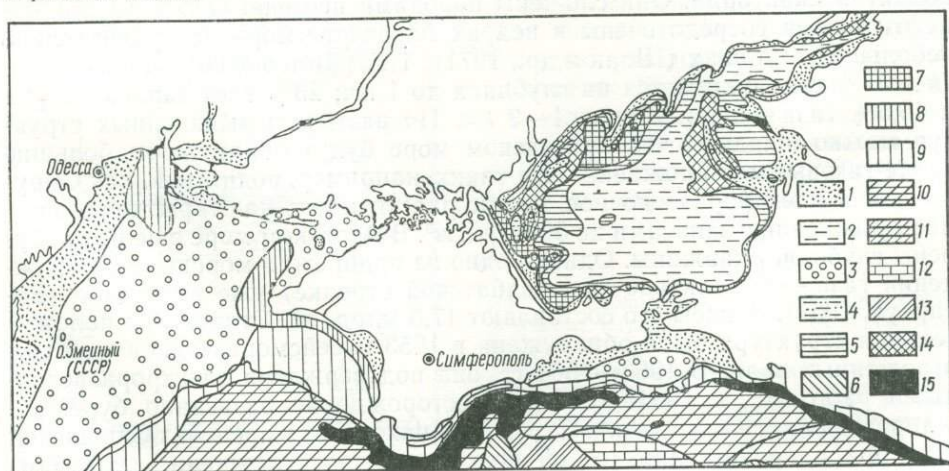
* 1 324 000 кв. миль. Учтены прибрежные мелководья глубиной менее 100 морских сажен. Данные заимствованы из документов ООН.

Крыма — круто падает к югу, поэтому очень узок; значительная часть его сложена коренными породами. В пределах шельфа УССР обширные площади заняты илами; вдоль берегов северо-западной части Черного и Азовского морей наблюдаются полосы песков и алевроитов (рис. 66). На северо-западе значительные площади дна покрыты илом, скоплениями слабо сцементированных раковин; в Азовском море — это локальные и небольшие пятна. Подводные склоны Крыма заняты узкой полосой преимущественно илов, либо выходами более древних коренных пород. Геологически шельф Украины близок к прилегающим территориям суши, особенно в глубоких структурных этажах. Он включает южную часть Причерноморской впадины, часть территории Азово-Кубанской впадины и Килийско-Симферопольско-Березанского поднятия.

Минеральные ресурсы шельфовой зоны УССР и всего Черноморского бассейна изучены в настоящее время еще недостаточно. Этот район исследован в основном геофизическими методами. Мы пока еще только начинаем изучение шельфа бурением; лучше обследованы донные осадки, для отбора которых достаточно простейшей аппаратуры. В пределах шельфа УССР известны некоторые заслуживающие внимания полезные ископаемые. Важнейшее потенциальное богатство шельфа Украины — залежи нефти и газа в положительных структурах глубоких структурных этажей морского дна. Они локализованы в акватории Азовского моря и в северо-западном углу Черного моря. Эти структуры установлены геофизическими исследованиями. Нефть и газ связаны с отложениями силура, девона, карбона (западная часть Черного моря, с отложениями мезо-кайнозоя, чаще всего с меловыми и майкопскими породами, Азовское море, восточная часть северо-западного залива Черного моря). В украинской части акватории Азовского моря прогнозные запасы газа оцениваются (на 1.I 1969 г.) в 424 млрд. м³ (Шпак и др., 1971). Подсчеты Б. С. Жигалина (1968) для всей акватории Азовского моря дают соответственно более высокую цифру — 1 528 млрд. м³. В разрезе слагающих акваторию отложений наиболее перспективен по газоносности нижнемеловой стратиграфический комплекс (54% всех запасов газа); залежи верхнемелового и палеоцен-эоценовых комплексов более ограничены (менее 10% запасов газа в сумме). Наиболее перспективные

Рис. 66. Донные осадки шельфа Украинской ССР (по литературным данным):

1 — песок; 2 — слабо алевроитистый ил; 3 — ил с примесью раковин; 4 — глинистый ил; 5 — серый слабо известковистый ил; 6 — слабо известковистый ил с прослоями известково-глинистого ила; 7 — известково-глинистый ил; 8 — мидневый ил; 9 — фазеолиновый ил; 10 — глинисто-известковый ил; 11 — известково-известковый ил с прослоями слабо известковистого ила; 12 — известково-глинистый ил; 13 — известково-глинистый ил с прослоями ила; 14 — смешанные осадки; 15 — области отсутствия современных осадков.



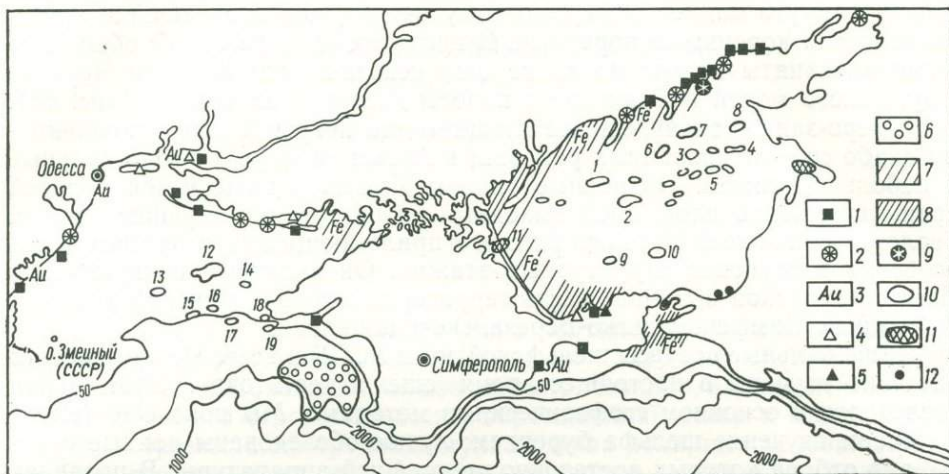


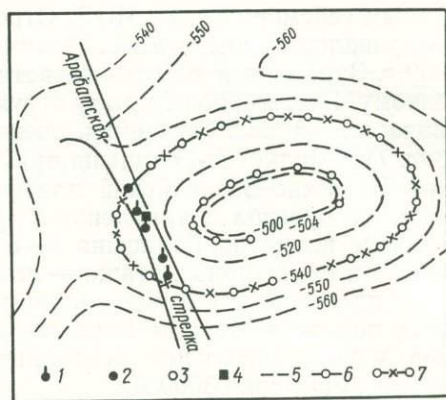
Рис. 67. Полезные ископаемые шельфа Украинской ССР (по литературным данным и материалам авторов):

1 — россыпные рудопоявления минералов некоторых редких элементов; 2 — находки единичных зерен алмазов; 3 — находки единичных зерен золота; 4 — строительные пески; 5 — стекольные пески; 6 — железо-марганцевые конкреции; 7 — области вероятного развития киммерийских железных руд; 8 — наиболее перспективные участки развития киммерийских железных руд; 9 — докембрийские железистые кварциты; 10 — нефтегазоносные структуры; 11 — месторождения газа; 12 — грязевые вулканы. Цифры на карте — важнейшие локальные поднятия Азовского моря: 1 — Обручевское; 2 — Электроразведочное; 3 — Морское; 4 — Приразломное; 5 — Безымянное; 6 — Бердянское; 7 — Белосарайское; 8 — Западно-Камышеватское; 9 — Северо-Казантипское; 10 — Северо-Керченское; 11 — Стрелковое; поднятия Черного моря: 12 — Голицына; 13 — Морское; 14 — Шмидта; 15 — Сельского; 16 — Архангельского; 17 — Крымское; 18 — Западно-Меловое; 19 — Тарханкутское.

с точки зрения нефтеносности майкопские отложения содержат 58,5% всех запасов нефти и 37% газа; среднемиоцен-плиоценовый комплекс — примерно 41,5% всех запасов нефти. В Азовском море выделяется три крупных тектонических зоны: Северо-Азовский прогиб и Сивашская впадина, Среднеазовское поднятие, Индоло-Кубанский прогиб. Основные прогнозные запасы газа (78%) сосредоточены в положительных структурах Среднеазовского поднятия, крупнейшими из которых являются Обручевская, Электроразведочная, Морская, Приразломная и Безымянная (рис. 67). Положительные структуры Северо-Азовского прогиба — Белосарайская, Бердянская, Западно-Камышеватская — менее перспективны как газоносные. Положительные структуры Индоло-Кубанской впадины, наиболее крупными из которых являются Северо-Казантипская и Северо-Керченская, — важнейшие потенциально нефтесодержащие поднятия акватории. Они сложены породами неогена. Основные запасы нефти и газа сосредоточены в недрах Азовского моря на сравнительно небольших глубинах (Шпак и др., 1971). Так, примерно 60% запасов нефти и 37% газа ожидается на глубинах до 1 км; 23% всех запасов нефти и 46,5% газа — на глубинах 1—3 км. По размерам выявленных структур можно ожидать, что в Азовском море будут обнаружены большие нефте-газовые месторождения. На таких, например, поднятиях, как Обручевское и Электроразведочное, можно рассчитывать на открытие газовых месторождений с запасами до 50 млрд. м³. В Азовском море еще не пробурены глубокие скважины. Однако одно из прибрежно-морских месторождений газа — Стрелковое (на Арабатской стрелке) уже разведано (Захарчук, 1967). Запасы его составляют 17,3 млрд. м³. Стрелковая положительная структура была обнаружена в 1953 г. сейсморазведкой методом отраженных волн. В 1963—1964 гг. она подтверждена электроразведочными работами, в 1964—1965 гг. месторождение разведано бурением и доразведано геофизически. Структура находится в пределах Сивашской впадины и представляет собой положительное осложнение субширот-

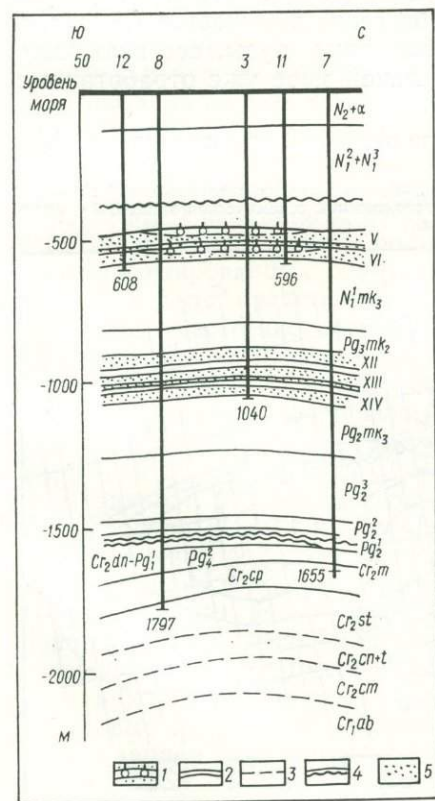
Рис. 68. Структурная карта месторождения Стрелковое по кровле продуктивного горизонта VI (верхний майкоп) (по С. М. Захарчуку и др., 1967).

Скважины: 1 — разведочные, в которых получены притоки газа; 2 — разведочные, давшие при испытании воду; 3 — разведочные неиспытанные; 4 — разведочные ликвидированные; 5 — изолинии кровли продуктивного горизонта VI; 6 — внутренний и 7 — внешний контуры газоносности.



но вытянутой зоны — брахиантиклиналь, свод которой лежит в 4 км от берега. Длина брахиантиклинали 8,95—12,75 км, ширина — 3,7—6,6 км (по отбиваемой гравиметрически границе терригенных и карбонатных пород палеоцена и верхнего мела). Амплитуда складки от 48 до 63 м (рис. 68, 69). Вскрытый скважинами разрез представлен отложениями неогена, палеогена верхнего мела (турон — коньяк, сантон, кампан, сеноман, маастрихт, дат). Газоносны V и VI горизонты майкопа, сложенные алевритами, песками, алевритистыми глинами. Размер залежи V горизонта 11×6 км; начальное пластовое давление 52 атм; VI горизонта — размеры 11×6 км; начальное пластовое давление 56,8 атм. Газ содержит (в %): метана — 97,3; этана — 0,15; пропана — 0,05; углекислого газа — 0,3; азота — 2,2; редкие и инертные газы. Возраст газа в майкопских ловушках, рассчитанный по формулам Д. Л. Козлова, примерно 10 млн. лет, что отвечает плиоцену.

Весьма значительные прогнозные запасы нефти и газа в шельфовой зоне северо-западной части Черного моря. В акватории Каркинитского залива сосредоточены запасы нефти и 72 млрд. м³ газа — данные на 1.1 1965 г. (Захарчук и др., 1967). Эти данные были дополнены последующими работами. На продолжении Тарханкутско-Джанкойских и Евпаторийско-Новоселовских поднятий Крыма обнаружены крупные структуры — Западно-Меловая, Крымская, Архангельского, Тарханкутская, Сельского, Гамбурцева. Севернее расположены поднятия Голицына и Шмидта, более мелкое Морское; к западу от них выявлены Одесское морское и Безымянное поднятия (Безверхов и др., 1969).



Наиболее крупное поднятие — структура Голицына, размерами по верхнему палеогену 59×15 км (рис. 70). Она выявлена в 1963 г. по

Рис. 69. Геологический разрез через месторождение Стрелковое (по С. М. Захарчуку, 1967):

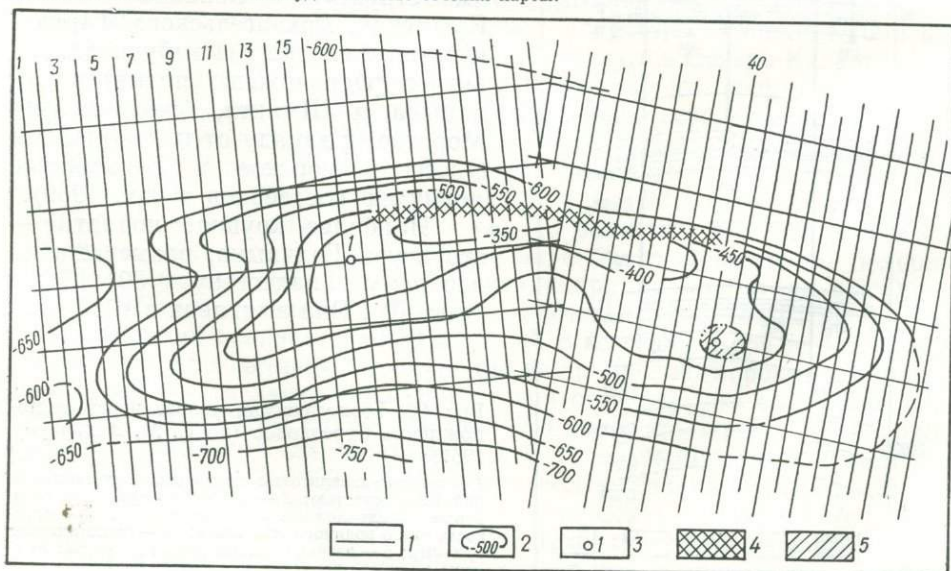
1 — песчано-алевритовые горизонты с установленной газоносностью; 2 — песчано-алевритовые горизонты предположительно газоносные; 3 — плоскость газо-водяного контакта; 4 — геологические границы; 5 — песчано-алевритовые горизонты; Римские цифры — номера горизонтов.

данным сейсморазведки МОВ. Строеие восточной части поднятия детализировалось магнитометрическими и гравиметрическими работами в 1969 г. Западная и восточная части свода структуры ориентированы по-разному. По северному крылу структуры проходит зона осложнения сейсмической записи, связанная, очевидно, с тектоническими нарушениями (рис. 71). Поднятие Голицына приурочено к зоне сочленения докембрийской Восточно-Европейской платформы и эпигерцинского Одесско-Сивашского прогиба (Гаркаленко и др., 1969). Мощность осадочного чехла в районе поднятия Голицына 7—8 тыс. м. В строении поднятия участвуют три структурных этажа — докембрийский кристаллический фундамент, палеозойский и мел-палеогеновый. На поднятии Голицына заложена первая в Черном море глубокая морская буровая, для которой сооружено специальное основание (см. рис. 15). Скважина достигла глубины примерно 3000 м.

Значительный интерес представляют осадочные железные руды плиоценового (киммерийского) возраста, встреченные в акватории Азовского и Черного морей. Азово-Черноморская киммерийская железорудная провинция, рудные залежи которой находятся в Северном Приазовье, Присивашье, на Керченском п-ве, Северо-Западном Предкавказье и частично в Причерноморье (Херсонская область), фактически обрамляет Азовское море, которое является ее географическим центром. Железорудные пласты, обнажающиеся по берегам, почти повсеместно падают в сторону Азовского моря. Поэтому вполне естественно ожидать продолжение пластов киммерийских железных руд в акватории Азовского моря и в некоторых районах Черного моря (Притаманский подводный склон, Каркинитский залив). Качество оолитовых железных руд Азово-Черноморской провинции, суммарные запасы которых достигают 8 млрд. т, в провинции не везде одинаково. Наиболее ценны и доступны для обогащения руды железорудных месторождений Керченского п-ва, запасы их достигают 1,8 млрд. т. В Керченском бассейне добывается 7,5 млн. т железных руд. Добываются только окисленные руды, составляющие треть общих запасов бассейна, в значительной мере уже отработанные

Рис. 70. Структурная карта поднятия Голицына по отражающему горизонту I^6 (P_{g3}^3) (по В. Д. Безверхову и др., 1969):

1 — детальные сейсморазведочные профили МОВ; 2 — изогипсы отражающих горизонтов I^6 ; 3 — рекомендуемые поисково-разведочные скважины; 4 — зоны осложненной сейсмической записи; 5 — антиклинальное поднятие с амплитудой меньше сечения карты.



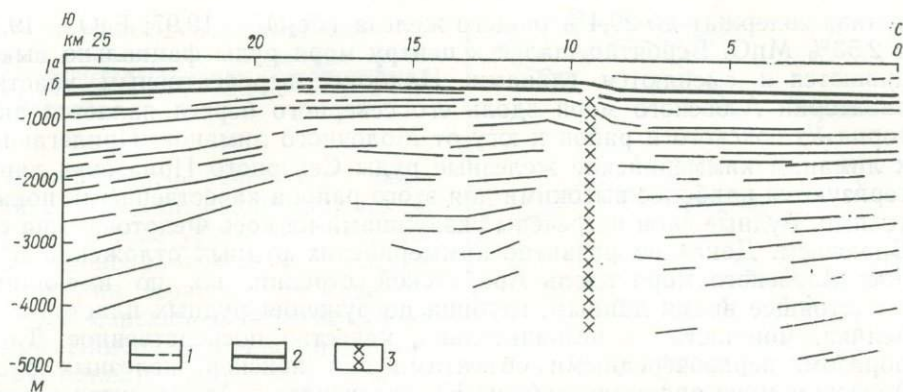


Рис. 71. Сейсмический разрез поднятия Голицына по профилю 40 (по В. Д. Безверхову и др., 1969):

1 — отражающие площадки; 2 — опорные и протяженные отражающие горизонты 1^a и 1^b ; 3 — зона предполагаемого тектонического нарушения.

или застроенные. Эти обстоятельства и определили поиски железных руд в первую очередь в той части акватории Азовского моря, которая непосредственно прилегает к Керченскому полуострову. Недавно Институтом геохимии и физики минералов в результате значительных поисковых работ вдоль северного берега Керченского п-ва было обнаружено крупное нарушение с большой амплитудой погружения. Выяснено, что перспективными для поисков железных руд являются Казантипский и Арабатский заливы Азовского моря, лежащие к югу от зоны нарушения. В этих акваториях уже исследован район у мыса Красного Кута, где выявлен рудный пласт, продолжающийся в море и соединяющий выходы по берегам Краснокутского залива, и полоса руд к западу от с. Золотого, протяжением примерно 2 км — как продолжение Чегене-Салынской рудной мульды Керченского п-ва. По составу это типичные оолитовые табачные руды, сидеритизированные, местами переходящие в табачные глины. Они сложены гидрогетитом, хлоритом, сидеритом и аналогичны известным керченским рудам. Химический состав руд из Казантипского залива изменяется в широких пределах. Так, содержания Fe_2O_3 и MnO изменяются от 22,92 и 0,04% в табачных глинах, до 50,39 и 0,75% соответственно в оолитовых рудах и до 55,02—61,33 и 0,65% в сидеритизированных оолитовых рудах. Железные руды близ мыса Красного Кута представлены в отобранных со дна акватории образцах преимущественно сидеритизированными разностями оолитовых руд (Шнюков, 1965; Шнюков и др., 1969).

Вдоль северного берега Азовского моря несомненно существование широкой полосы киммерийских железорудных отложений, как это показывают результаты бурения скважин на азовских косах и в акватории моря (скв. 25 ИГФМ АН УССР в 4 км к югу от с. Юрьевки в Белосарайском заливе). Если исходить из сложившихся представлений о фациальной зональности киммерийских железных руд, в частности применительно к североприазовским условиям, очевидным является распространение железных руд в прибрежной полосе Азовского моря шириной до 10 км (рис. 72). По аналогии с рудами Северного Приазовья, загрязненными примесью терригенного материала, можно ожидать, что качество железных руд будет, вероятно, ниже качества собственно керченских руд. Поднятые из скв. 25 образцы представляли собой типичные оолитовые железистые песчаники, сложенные терригенными минералами — кварцем и полевым шпатом, а из рудных — хлоритом, сидеритом, гидрогетитом. По химическому составу руды из района Белосарайского

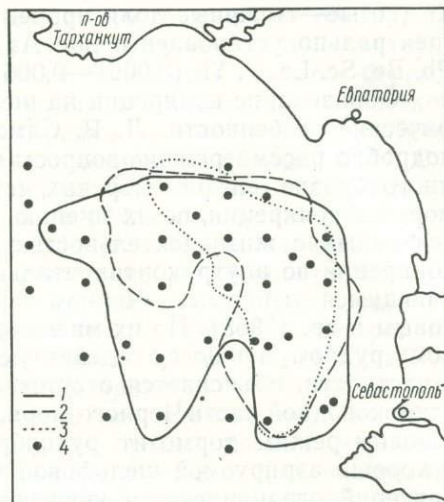
залива содержат до 29,4% общего железа (Fe_2O_3 — 19,97; FeO — 19,15) и 2,53% MnO . Вероятно, далее к центру моря руды фациально выклиниваются и сменяются глинами. Наиболее перспективным участком акватории Азовского моря вдоль его северного берега является акватория Утлюкского и район к югу от Молочного лиманов. Прилегающие к лиманам киммерийские железные руды Северного Приазовья характеризуются наиболее высокими для этого района качественными показателями. Рудные слои встречены скважинами на косе Федотова и на о-ве Бирючем. Доказано развитие киммерийских рудных отложений в полосе Азовского моря вдоль Арабатской стрелки, но, по имеющимся в настоящее время данным, глубина погружения рудных пластов здесь велика, мощность их незначительна, качество посредственное. Таким образом, первоочередными объектами для поисков железных руд в Азовском море являются районы Казантипского и Арабатского заливов на северном склоне Керченского п-ва, а также районы северо-западной части Азовского моря в районе о-ва Бирючьего (рис. 73). Вне Азовского моря, уже за пределами шельфа УССР, в первую очередь следует изучать Притаманский подводный склон, где работами В. В. Шаркова и др. (1960, 1961) обнаружены подводные обнажения железорудного пласта. Общее протяжение выходов киммерийских железных руд на подводном склоне Таманского п-ва достигает 70 км, мощность около 2 м. Руды слагают несколько подводных гряд высотой до 8 м, обрамляющих антиклинальные структуры. По данным В. В. Шаркова (1960), запасы только выходящих на дне пластов составляют 5,6 млн. т. По составу большинство изученных нами образцов — сидеритизированные оолитовые руды, реже табачные глины. Содержание Fe — 35,9—39,5; Mn — 0,3—1,47%. Пока еще трудно достоверно оценить запасы оолитовых железных руд на дне Азовского и Черного морей. По всей вероятности, они измеряются сотнями миллионов тонн.

В недра Азовского моря тянется и магнитная аномалия в районе Белосарайской косы, вызванная докембрийскими магнетитовыми кварцитами Мангушского месторождения. В будущем эта аномалия также, очевидно, станет объектом геологоразведочных работ.

Одним из интереснейших полезных ископаемых черноморского шельфа являются марганцево-железные конкреции. Они впервые встречены в Черном море в 1890 г. академиком Н. И. Андрусовым во время экспедиции на судне «Черноморец». По его мнению, «весьма любопытны небольшие бурые желвачки продолговатой формы, выпуклые с одной стороны и с впадиной на другой стороне. Эти желвачки представляют стяжения, по-видимому, железистого характера вокруг створок *Modiola*». Материалы Н. И. Андрусова частично описаны в статье известного английского ученого Д. Меррея, посвященной залежам конкреций Черного моря (1900). Позже конкреции изучались во время экспедиций на судах «Мэотида», «Альбатрос», «Эдинька». Сборы материалов проводили К. О. Милашевич, С. А. Зернов и другие, детальная обработка материалов выполнена Л. В. Самойловым и А. Г. Титовым, посвятившим марганцево-железным конкрециям Черного моря специальный раздел своей монографии (1922). После этих исследований интерес к марганцево-железным конкрециям Черного моря резко уменьшился; изучение их возобновилось лишь в послевоенные годы. Работы этого периода, в том числе материалы И. И. Волкова и В. Ф. Севастьянова (1965; 1965а; 1966; 1967) по геохимии железа и марганца в осадках Черного моря, обобщены Н. М. Страховым и др. (1968). В последние годы марганцево-железные конкреции неоднократно поднимались во время черноморских рейсов научно-исследовательских судов АН УССР (Бабинец, Митропольский и др.), в частности, судном «Геохимик» в 1973 г. В настоящее время можно в общих чертах очертить поля конкреций в Черном

Рис. 74. Каламитское поле конкреций:

1 — ареал развития поверхностного слоя конкреций; 2 — верхнеджеметинского; 3 — джеметинского; 4 — точки взятия колонок осадков (по Е. Ф. Шнюкову и др., 1973).



море, определить условия их залегания, содержание в донных осадках, структурно-текстурные особенности, химико-минералогический состав. В акватории Черного моря известно два поля марганцево-железные конкреций. Наиболее крупное поле конкреций локализовано к югу от мыса Тарханкут; второе, недостаточно изученное, находится западнее дельты Риони (рис. 74). На больших глубинах марганцево-железные конкреции неизвестны. Правда, Н. И. Андрусов восточнее г. Синопа на глубине

826 м в остатке от промывания ила обнаружил множество палочковидных железистых конкреций, которые Я. В. Самойлов и А. Г. Титов (1922) считают псевдоморфозами по сульфидам. Лучше других изучено поле конкреций к югу от мыса Тарханкут (Шнюков и др., 1973). Здесь на площади до 2300 км², локализованной в пределах континентального шельфа Крыма на глубинах 70—180 м, в верхнем двухметровом пласте модиоловых илов установлено три обогащенных конкрециями слоя — поверхностный, верхнеджеметинский, джеметинский мощностью 30—40 см каждый (рис. 79). Как правило, конкреции невелики по размерам — до 1—2 см в диаметре, изредка крупнее, имеют форму лепешки, блюдца, в отдельных случаях — палочковидные (рис. 75). Преобладающая лепешковидная форма обусловлена образованием конкреций в большинстве случаев вокруг раковин двустворчатых моллюсков, чаще всего *Modiola phaseolina*. Замечено, что на глубине обрастание раковин происходит в меньшей степени. Содержание конкреций на дне достигает 2,5 кг/м² (Страхов и др., 1968). Они сложены темно- и коричнево-бурой или светло-кирпичной сажистой массой коллоидальных, рентгенаморфных гидроокислов железа и рентгенаморфных гидроокислов марганца. В аншлифах на фоне порошковатых сажистых масс прослеживаются отдельные ветвящиеся жилки более плотных агрегатов, очевидно, раскристаллизованных гидроокислов железа. В сажистой массе наблюдаются точки сульфидов, скорее всего пирита, имеющие резкие контуры. Термографическое изучение также дает сравнительно немного: на кривой нагревания видны глубокие пологие эндоэффекты с максимумами при температуре 200, 550° и 700° С. Очевидно, вещество конкреций представляет собой сложную полиминеральную смесь соединений железа и марганца и глинистого материала. Химический состав конкреций значительно изменяется. Элементарный состав конкреций разнообразен, их составляет не менее 30 элементов. По данным 15 анализов различных авторов, собранных Н. И. Страховым и др. (1968), конкреции содержат (в %): от 18,24 до 36,56 Fe, в среднем 26,62; Mn — 1,42—13,95, в среднем 6,79; P — в среднем 1,10; Ti — в среднем 0,095; C_{орг} — в среднем 0,675. По восьми более ранним анализам (Самойлов и Титов, 1922), в конкрециях, кроме того, находится (в %): SiO₂ — 10,17—18,42, в среднем 14,45; Al₂O₃ — 0,83—3,71, в среднем 2,13; CaO — 2,34—6,84, в среднем 4,4; MgO — 1,51—3,58, в среднем 2,44; K₂O — 0,03—0,10, в среднем 0,07; Na₂O — 0,10—0,21, в среднем 0,14; CO₂ — 2,41—5,09, в среднем 3,95. Н. М. Страхов и др. (1968) отмечают наличие V, Cr, Ni, Co, Cu, Mo, W,

Zr (сотые—тысячные доли процента). По нашим данным, в конкрециях спектрально установлены еще As (0,04—0,1%), Ba (0,04—0,08%), Si, Pb, Be, Sc, La, Y, Yb (0,0001—0,006%).

Образование конкреций на шельфе Черного моря имеет свои специфические особенности. Л. В. Самойлов и А. Р. Титов (1922), впервые подробно рассмотревшие вопросы образования конкреций, предполагали многообразие генезиса морских марганцево-железных конкреций. Черноморские конкреции, по их мнению, образовались в результате процессов, связанных с жизнедеятельностью микроорганизмов. Вопросы генезиса конкреций во внутриконтинентальных морях с газовым режимом, уклоняющимся от нормы, — Черном и Балтийском — разобраны Н. М. Страховым и др. (1968). По их мнению, при прочих равных условиях осадочному рудному процессу содействуют условия нормальной аэрации. Этим, в частности, объясняется отсутствие марганцево-железных конкреций в глубоководной части Черного моря, где аномальный — сероводородный — газовый режим тормозит рудообразование, и локализация конкреций в хорошо аэрируемой шельфовой части моря. Роль железо- и марганцеобактерий ограничивается участием в формировании наиболее богатой рудными элементами тонкой, несколько сантиметров, окисной пленки на поверхности осадка. Окисные конкреции располагаются на границе осадок—вода; микроорганизмы в их формировании участия не принимают. По И. И. Волкову и В. Ф. Севастьянову (1968), марганец и железо находятся в окисной зоне осадка в виде насыщенного коллоидного раствора. По мере поступления коллоидов железа и марганца из более глубокой восстановительной зоны осадка порог устойчивости дисперсной системы в окисленном слое повышается, коллоиды коагулируют. При этом граница ил—вода имеет, очевидно, двойной электрический слой, всегда существующий на границе двух сред; поэтому конкреции, образуемые коллоидами, локализованы на поверхности раздела двух фаз. Все выступающие на поверхности ила предметы, чаще всего это раковины *Modiola*, характеризуются наибольшей плотностью электрического заряда, и поэтому коллоиды осаждаются вокруг раковин и других предметов как естественных центров кристаллизации.

При захоронении под илистыми осадками образуются обогащенные конкрециями слои. Наличие нескольких конкрециеносных слоев отражает, возможно, колебания уровня моря.

Заслуживают внимания изучение рассыпных рудопроявлений прибрежной зоны современных Черного и Азовского морей и поиски ископаемых россыпей на территории шельфа. С точки зрения выявления россыпных рудопроявлений в Черноморском бассейне лучше других районов изучено Азовское море. В прибрежной части последнего известны прибрежно-морские рудопроявления некоторых редких минералов (циркона, ильменита, рутила, лейкоксена). В акватории Азовского моря выделяется несколько терригенно-минералогических провинций: Таганрогская циркон-ильменитовая, Бердянская гранат-ильменит-амфиболовая, Геничская силлиманит-ильменитовая, Керченская ильменит-эпидот-амфиболовая, Кубанская гранат-эпидот-амфиболовая (Логвиненко и др., 1964). В пределах Таганрогской циркон-ильменитовой и Бердянской гранат-ильменит-амфиболовой провинции известен ряд россыпных проявлений циркона и ильменита, протянувшихся вдоль береговой линии от Кривой косы до г. Ногайска примерно на расстоянии 120 км. Все россыпи этого района относятся к типу прибрежно-морских (Чирвинский, 1925; Пантелеев, 1935; Савич-Заблоцкий, 1937; Сулоев, 1938; Карякин, 1948; Щербаков, 1961, и др.). Генетически это продукты механической сортировки песчано-алевритового материала в зоне волнового воздействия. Накопление тяжелых минералов происходило непосредственно в волноприбойной зоне — на пляже и в полосе подводных валов, изредка в лагунных

и лиманных отложениях. Местами прибрежные отложения обогащены за счет воздействия эоловых процессов. Максимальные количества рудных минералов приурочены к пляжевым отложениям и к полосе береговых валов. Мощности обогащенных рудными минералами участков россыпей невелики, ширина — десятки, редко сотни метров; протяжение — от сотен метров до нескольких километров, по данным А. И. Сулоева (1938), между Кривой и Обиточной косами известно 13 россыпных рудопроявлений, в том числе Ногайское (в 17,5 км западнее г. Бердянска), Бердянское (на одноименной косе), Новопетровское (около с. Новопетровского), Ганшуковское (в 8 км восточнее с. Новопетровского), Морозовское, Юрьевское (около одноименных сел), Белосарайское (в северо-восточной части Белосарайской косы), Портовое (в районе Мариуполя), Найденовское, Ореховское, южная часть Кривой косы. Типичным является Белосарайское россыпное проявление. По литературным данным, пески зоны прибоя вытянуты здесь узкой, от 5 до 50 м полосой вдоль береговой линии. Обогащенные прослои песка приурочены к верхней части разреза (верхние 20—30 см), ниже выход шлиха незначительный. Пески берегового вала образуют полосу шириной 50—100 м, вытянутую параллельно берегу. Пески средне- и крупнозернистые, мощности рудных прослоечков — 2—3 см. Минералогический состав весьма непостоянен. Пески в разных точках содержат кварц в количестве от 10 до 80%; полевые шпаты — от 2 до 25%; гранат — 1—15%; пироксены и роговая обманка — 1—8%; ставролит — 1—5%; ильменит, циркон, остальные минералы — до 8%: магнетит, турмалин, биотит, эпизодически андалузит, силлиманит, корунд, глауконит, флюорит, топаз, хлорит, каолинит. В двух случаях был встречен касситерит. Генетически и по характеру распределения рудного материала другие россыпи Северного Приазовья существенно не отличаются от Белосарайской. В размещении прибрежно-морских россыпей Азовского моря фиксируется общая закономерность — приуроченность известных в настоящее время рудопроявлений к северо-восточной части акватории. Видимо, в этом районе существует наиболее удачное сочетание различных факторов, вызывающих образование прибрежно-морских россыпей — наличие источников питания, в первую очередь Приазовского кристаллического массива, интенсивная волновая деятельность, наличие многочисленных дельт мелких рек и дельты Дона как источников выноса материала, наличие мощных потоков в западном направлении. Результаты бурения Института геохимии и физики минералов АН УССР вдоль северного берега Азовского моря показывают, что близкие современным терригенно-минералогические провинции характерны и для четвертичных отложений (новоэвксин, карангат, древний эвксин) акватории Азовского моря. В этой связи можно считать перспективными участки береговой линии четвертичных морей в их северо-восточном районе. Находки в нижнечетвертичных отложениях района Казантипского залива небольших линз, обогащенных ильменитом и цирконом (абсолютный возраст циркона 1 млрд. 800 млн. лет с берегов Казантипского залива характерен для Приазовского кристаллического массива), указывают на более дальний разнос материала в четвертичное время и на перспективность с точки зрения поисков россыпей всей северной и западной части Азовского моря, точнее зоны колебаний береговых линий новоэвксинского, карангатского, древнеэвксинского, чаудинского водоемов. Перспективны северные береговые линии более древних плиоценовых бассейнов, но они находятся далеко за пределами современного Азовского моря, на территории Приазовья, и поэтому здесь не рассматриваются. Все сказанное может быть отнесено и к северо-западным берегам Черного моря. В настоящее время признаки россыпного оруденения выявлены в ряде точек современной береговой линии. По М. Г. Барковской (1960), налеты естественных шлихов из тяжелых мине-

ралов наблюдаются на побережье Черного моря в полосе пляжей почти повсеместно. Наиболее значительные содержания тяжелых минералов установлены в приустьевой части Дуная на косах, в пляжевых песках от устья Дуная до мыса Бурнас, от Днепровско-Бугского лимана до восточного окончания о-ва Джарылгач; в Крыму — пляжевые пески от озера Донузлав до озера Учкучевкой, в Коктебельском, Янышарском и восточной части Феодосийского залива. На о-ве Джарылгач, в частности, выявлено небольшое россыпное проявление ильменита, рутила, циркона. Сам остров представляет собой морскую аккумулятивную форму, возникшую за счет абразии берега (Новодран, 1965). В пределах северо-западной части Черного моря большинство геологов связывает перспективы возможного выявления погребенных россыпных проявлений с древними палеодолинами. В последние годы на территории УССР были найдены алмазы. Оказалось, в частности, что прибрежно-морские пляжевые россыпи шельфа северо-запада Черного и севера Азовского морей содержат единичные мелкие алмазы. Очень мелкие алмазы установлены в пляжевых песках Таганрогского залива (Желдаков, Ефанова, 1967), среди песчаных отложений Белосарайской, Обиточной, Бердянской кос (Еременко и др., 1967), в пляжевых отложениях восточной части северного побережья Черного моря, близ Новоалексеевки и Железного Порто (Кашкаров и др., 1968), в южной части Днестровского лимана, между Цареградским гирлом и с. Затокой (Трофимов, 1970). Размеры алмазов из прибрежно-морских россыпей — не крупнее 0,14—0,35 мм, среди них много кристаллов кубического облика; они бесцветны, желтые, серые, люминесцируют желто-оранжевым цветом. С алмазами ассоциируют зерна красно-оранжевого и лилового пироба. По мнению А. П. Бобривича и др. (1970), повышенные содержания пироба (несколько сотен и даже тысяч знаков в пробе) в современных пляжевых песках северо-запада Черного моря позволяют считать перспективной мелководную часть шельфа между устьем Дуная и Тилигульским лиманом, особенно в районе Днестровского лимана, где развиты подводные бенчи из сцементированного галечника или крупнозернистого песка. По нашему мнению, не менее интересно северо-азовское побережье. Источниками алмазов служат, очевидно, в конечном итоге породы Украинского щита, в частности Приазовского кристаллического массива. В морские россыпи алмазы попадают из вторичных коллекторов (девонские, неогеновые, в особенности балтские, и другие отложения).

Рис. 76. План Одесской банки (по Л. Б. Розовскому и др.):

1 — буровые скважины; 2 — поверхностные пробы;

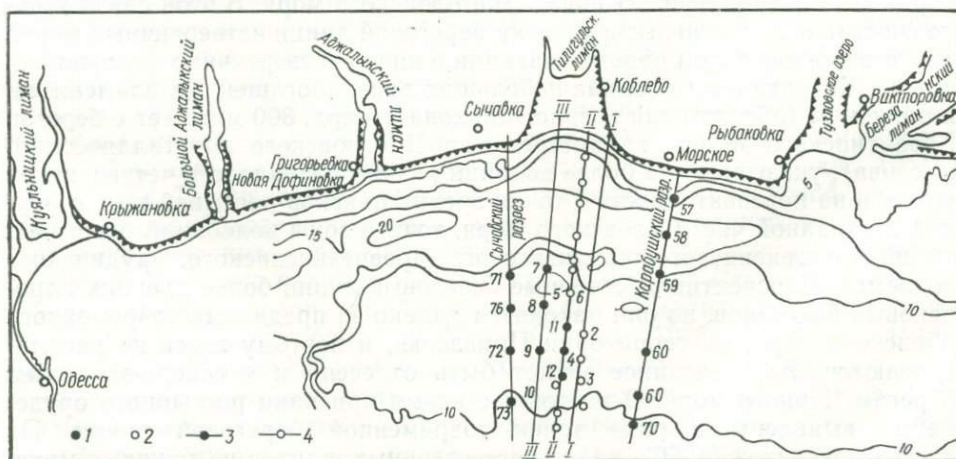


Таблица 12. Средний гранулометрический состав песков центрального участка Одесской банки (по Н. И. Рычковой, 1969), %

Песок	Фракция, мм										Сумма
	10	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,10	0,10	
Кварцевый разнозернистый слабо раковинный	0,38	0,81	1,00	2,67	3,29	4,14	12,48	29,66	39,05	6,52	100,0
Мелкозернистый, кварцевый, алевритистый	—	0,04	0,06	0,30	0,33	0,63	3,52	17,28	64,71	13,23	100,0

В северо-западной части Черного моря встречено золото в составе прибрежных россыпей. Так, оно установлено в пляжевых отложениях в районе устьев Дуная и Днестра, у г. Очакова, в Коктебельской бухте в Крыму (Полканов, 1969, и др.).

Шельф УССР и слагающие его отложения еще не изучались детально с целью поисков различного рода стройматериалов. Между тем, уже в настоящее время вопрос этот ставится на повестку дня как одна из первоочередных задач. Важнейшие месторождения строительных песков и другого сырья на пляжах Причерноморья, Крыма, Северного Приазовья все в большей мере исключаются из сферы добычи в связи с широко проводимыми мероприятиями по охране прибрежной полосы от катастрофических последствий нарушения природных равновесий — оползней, абразии берегов и других процессов, сопутствующих разрушению пляжей. Особенно остро вопрос стоит о добыче строительных песков в промышленно развитых районах — в Одессе, в Крыму, Приазовье. Так, добыча песка в прибрежных месторождениях вокруг г. Одессы, составлявшая до недавнего времени (1965 г.) 2—2,5 млн. т в год, способствовала оживлению оползневых явлений в черте города. На суше в радиусе 30—40 км вокруг города, по данным Л. Б. Розовского, крупных месторождений песка не было. Эти обстоятельства стимулировали работы по разведке Беляевского месторождения песков в 50 км от г. Одессы на р. Днестр и поиски новых месторождений песка в акватории Черного моря. Работы, проведенные группой геологов Одесского государственного университета под руководством Л. Б. Розовского, увенчались успехом. Крупное месторождение песков было найдено в непосредственной близости от г. Одессы, в пределах Одесской банки. Одесская банка — обширная подводная отмель, находящаяся в 20 км восточнее города. Очерченная десятиметровой изобатой глубин, отмель вытянулась широтно примерно на 50 км от района с. Григорьевки на западе до Кинбурнского п-ва на востоке. При ширине 8—10 км банка отделена от берега глубоким (до 15—17 м) желобом шириной 4,5—9 км. В рельефе морского дна она возвышается на 10—20 м (рис. 76). Банка известна издавна. Геология и генезис ее изучались В. П. Зенковичем (1958, 1962), Е. Н. Невесским (1964) и некоторыми другими исследователями. Разведку банки на строительные пески проводили геологи Одесского государственного университета Б. А. Гидалевич, Л. И. Пазюк, С. С. Шалыгин под руководством Л. Б. Розовского (1965). Буровые работы (11 скважин по 9—10 м каждая) выполнены ЧерноморНИИпроектом. Тело банки слагается довольно сложным чередованием линз и слоев различного литологического состава, среди которых преобладают преимущественно мелкозернистые пески, в меньшей мере развиты алевропсаммиты, алевриты, илы, ракуша, детрит. Продуктивная залежь песков, явившаяся объектом разведочных работ, перекрыта в пределах разведанного участка слоем современного детрита или детрита с песком мощностью

до 1 м (на меридиане с. Сычавки) — 4 м (на меридиане с. Коблево). Наибольшая мощность залежи — до 8 м в западной части; здесь наиболее высоко качество кварцевых мелкозернистых песков, заключающих в себе пласт среднезернистых песков мощностью до 1 м. Н. И. Рычковская (1969) выделяет два слоя среди песков: верхний — разнозернистые кварцевые пески с повышенным содержанием раковин и детрита и нижний — мелкозернистые, равномернозернистые, иногда алевритистые пески без детрита (табл. 12). Состав песков почти одинаков. Главные породообразующие минералы — кварц и органогенный кальцит, акцессорные минералы — калиевый полевой шпат, плагиоклаз, ильменит, магнетит, гранат, ставролит, силлиманит, турмалин, дистен, циркон, рутил и другие.

Вопрос о происхождении слагающих банку песков остается предметом дискуссии. По мнению В. П. Зенковича (1958, 1962), это зародившаяся к концу плиоцена морская аккумулятивная форма — подвижный морской вал; литологически и минералогически слагающие его пески отличаются от отложений дельты Днепра. По мнению Е. Н. Невесского (1964), банка сформировалась в новоэвксинское время как сложный комплекс русловых, болотных, эоловых образований палео-Днепра и перекрыта сериями морских осадков. Л. Б. Розовский и другие (1965) полагают, что независимо от первоначального морского или континентального происхождения части банки весьма интенсивно перерабатывались морским волнением, что и определило ее асимметричный профиль и ряд других геоморфологических и литологических особенностей.

Изученные пески Одесской банки пригодны для производства бетона, строительных растворов. По оценкам группы геологов Одесского университета во главе с Л. Б. Розовским, запасы песков на разведанном участке Одесской банки оцениваются по категории С₂ в 69 млн. м³. Прогнозные запасы песка на Одесской банке, при вероятной площади распространения песков 100 км² и предполагаемой мощности 9—10 м, составляют 900—1000 млн. м³ (включая и разведанный участок), что полностью обеспечивает потребности на много лет. Стоимость добычи 1 м³ песка (2 рубля) ниже стоимости песка из прибрежных разработок (3,1 рубля за 1 м³).

Эксплуатация месторождения начата трестом «Черноморгидрострой» уже в 1965 г. в процессе разведки Одесской банки, когда за пять месяцев было добыто 200 тыс. м³ песка. Л. И. Пазюк, Л. Б. Розовский (1969) подчеркивают необходимость изучения на предмет поисков залежей песка Днестровской и некоторых других более мелких банок.

По данным О. Н. Кириченко, добыча строительных песков производится со дна Ялтинской бухты. За последние 20 лет добыча песков достигла здесь 5,6 млн. т, что составляет примерно 250—300 тыс. т ежегодно. Заслуживает внимания разведанная Бакальская банка. Необходимо изучить возможность выявления новых залежей строительных песков в Каркинитском заливе, а также на ряде банок Азовского моря. В акватории Азовского моря в течение многих лет добывался песчоракучечник на Арабатской стрелке. Крупные механизированные карьеры МПС СССР выдавали до 700 тыс. т песка ежегодно. В последние годы эти карьеры, однако, закрыты из-за угрозы прорыва тела Арабатской стрелки. Вдоль северо-восточного берега Азовского моря, в пределах прибрежных участков акватории в процессе съемочных работ, проведенных Институтом геохимии и физики минералов АН УССР и трестом «Артемгеология», встречена довольно значительная (не менее 20—30 м) толща кварцевых песков, погребенная под несколькими метрами илов. Эти породы пригодны для использования в качестве бетонных песков.

На берегу Казантипского залива Азовского моря, близ с. Пресноводного, расположен крупный карьер по добыче стекольных песков четвертичного (чаудинского) возраста. Ежегодно добывается до 80 тыс. т кварцевых песков, служащих основной сырьевой базой Керченского стекольного завода; часть песков вывозится на стекольные предприятия других городов Причерноморья. Пробуренная в Казантипском заливе скважина позволяет расширить полосу стекольных песков на всю площадь южной части залива и предполагать возможность добычи стекольных песков и сопутствующих им минералов титана и некоторых других со дна акватории Казантипского залива. Пески из Джарылгачского залива северо-запада Черного моря (окрестности г. Скадовска) и Днепро-Бугского лимана (с. Владимировка) эксплуатируются как сырье для строительства; в ряде случаев они могут быть использованы для стекольной промышленности (Новодран, 1965).

Научно-технический прогресс дал возможность начать практическое освоение дна морей и океанов, добывать из них нефть, газ, полезные ископаемые. Эта деятельность государств настолько интенсифицировалась, что возникла острая необходимость полнее урегулировать правовой режим морской поверхности и ее глубин, пределы суверенных прав прибрежных государств на освоение морского дна и его недр.

Морское право — одна из наиболее старых отраслей международного права. Оно построено на принципах и нормах, выработанных обычаями и договорами. Расширение сферы научной и практической деятельности государств в морском пространстве поставило на повестку дня многих международных форумов, межгосударственных двусторонних переговоров международно-правовые проблемы Мирового океана (Хлестов, 1973).

Вопросы дальнейшего исследования и освоения богатств Мирового океана, их рационального использования, выявления естественных ресурсов прибрежных шельфовых зон были предметом рассмотрения на XXIV съезде КПСС и нашли свое отражение в отчетном докладе Генерального секретаря ЦК КПСС товарища Брежнева Л. И. и Директивах XXIV съезда КПСС по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1971—1975 гг.

В правовой регламентации нуждается научная и практическая деятельность государств по исследованию и освоению морского пространства, разработке и использованию живых и минеральных ресурсов морского дна за пределами континентального шельфа. Нуждается в урегулировании проблема внешних пределов территориальных вод, вопросы прохода судов в морских проливах, используемых для международного судоходства, и т. д. Нерешенных правовых проблем использования богатств Мирового океана много, что определяет активную деятельность в этом направлении международных организаций, прежде всего ООН.

Проблема исследования и освоения богатств Мирового океана имеет два правовых аспекта — национальный и международный. Они тесно связаны между собой и могут решаться только совместно.

Национальным аспектом этой проблемы является исследование и освоение части Мирового океана, находящейся под суверенитетом прибрежных государств. Сюда относится правовая регламентация деятельности государств по освоению морского дна во внутренних морях, территориальных водах, на континентальном шельфе. В этих пределах суверенное государство само определяет направления исследований, необходимость освоения богатств моря и морского дна. Оно независимо, суверенно и полностью осуществляет свою юрисдикцию над прибрежной зоной и территориальными водами. Это не означает, однако, что оно может действовать в своих внутренних и территориальных водах, не соотносясь с общими интересами соседних и других заинтересованных государств и народов.

Международный аспект проблем Мирового океана состоит в исследовании и освоении тех его богатств, которые находятся за границами

территориальных вод и континентального шельфа, в зоне открытого моря. Учитывая возросший научно-технический потенциал различных стран, проблема освоения богатств открытого моря становится все более острой, так как у человека появилась реальная возможность проникать в недосягаемые прежде глубины.

Особый интерес к этой деятельности государств на морском дне стал проявляться с конца 1973 г., когда арабские страны, основные экспортеры нефти, ограничили или вовсе прекратили свои поставки нефти в развитые капиталистические страны в связи с израильской агрессией на Ближнем Востоке. Разразившийся энергетический кризис охватил крупнейшие капиталистические страны мира (США, Англию, ФРГ, Японию и многие другие), заставив их интенсифицировать свою исследовательскую и разведывательную работу на морском дне в поисках новых источников нефти и газа.

Различные возможности отдельных стран определяют и разный подход к установлению международного режима, выработке международного механизма по освоению богатств Мирового океана в зоне открытого моря. Принимая во внимание особенности геологической структуры морского дна и современное состояние технических средств его исследования и освоения, при которых наиболее эффективная работа происходит на небольших глубинах, в прибрежной части моря, представляется необходимым осветить первоначально правовую сторону исследования и освоения морского дна, находящегося под суверенитетом прибрежного государства, остановиться на правовой характеристике внутренних и территориальных морских вод и дна, находящихся под юрисдикцией прибрежного государства.

ВНУТРЕННИЕ МОРСКИЕ ВОДЫ

По советскому закону — «Положению об охране государственной границы СССР» — к внутренним морским водам относятся «...воды заливов, бухт, губ и лиманов, морей и проливов, исторически принадлежащие Советскому Союзу» (ст. 4).

В правовом смысле морские пространства считаются внутренними водами тогда, когда они находятся в границах действия суверенной власти государства. К ним относятся внутренние моря. Этим правовым термином определяются моря, берега которых принадлежат одному государству. В нашей стране внутренними морями являются Аральское море, не имеющее выхода в океан и полностью окруженное территорией СССР, Азовское море, соединенное с Черным морем, и Белое море, соединенное с Баренцевым морем и океаном. Отнесение Белого моря к внутренним морским водам Советского Союза сложилось исторически. Расположенное к юго-востоку от Кольского п-ва, оно полностью окружено сухопутной территорией СССР. В связи с этим Советский Союз осуществляет свой суверенитет над всем морским пространством Белого моря. Правовым актом, определившим режим Белого моря, стала Нота Наркоминдела РСФСР министру иностранных дел Норвегии от 4 мая 1920 г., в которой указано, что Белое море является внутренним русским морем. Морская граница СССР у входа в Белое море пролегает за территориальными водами, отсчитанными от прямой линии, соединяющей мысы Святой Нос и Канин Нос на 12 миль в сторону Баренцева моря.

Внутренними морями Советского Союза считаются также моря заливного типа. В Северном Ледовитом океане — это Карское море, море Лаптевых, Восточно-Сибирское и Чукотское моря. Отнесение этих морей к внутренним морям Советского Союза определяется особыми правами

нашей страны над частью Северного Ледовитого океана. Права России на часть Северного Ледовитого океана были декретированы еще в 1916 г. в связи с исключительными заслугами русских землепроходцев, ученых в освоении Арктики. Подвиг русских исследователей Арктики, открывших и описавших острова и земли Северного Ледовитого океана, дал возможность русскому правительству объявить, что все острова, расположенные в этом океане, к северу от побережья Сибири, являются территорией России.

После Великой Октябрьской социалистической революции Советское правительство продолжало исследовать Арктику и последовательно отстаивало свои суверенные права на эту часть Северного Ледовитого океана от посягательств империалистических государств. Когда в 1921—1923 гг. были сделаны попытки высадить канадские охотничьи партии на о-в Врангеля, то Советское государство защитило свою территорию от неправомерных посягательств. Энергично были защищены права СССР на о-в Геральда, который в 1924 г. попыталась освоить американская экспедиция с судна «Герман». В связи с этими посягательствами на советские территории в Северном Ледовитом океане Нарком по иностранным делам Г. В. Чичерин 4 ноября 1924 г. направил всем государствам меморандум, в котором указано, что Советский Союз полностью подтверждает права на земли, расположенные на север от Сибирского континентального плоскогорья и являющиеся его продолжением. Несмотря на Меморандум Наркоминдела в 1926 г. была предпринята попытка американской экспедиции подыскать места для высадки на островах и землях в Советском секторе Арктики. Это вынудило Советский Союз принять специальное постановление о правах СССР на часть Арктики. В постановлении ЦИК СССР от 15 апреля 1926 г. точно определена территория Советского Союза в Северном Ледовитом океане: между Северным полюсом и меридианами $32^{\circ}4'35''$ восточной долготы и $168^{\circ}49'30''$ западной долготы от Гринвича. Советское правительство, подтверждая права на эту часть Северного Ледовитого океана, объявило, что все земли и острова как открытые, так и могущие быть открытыми в этой части океана, являются территорией Советского Союза. Исключение составляют о-ва Шпицбергенского архипелага, принадлежащие Норвегии. Кроме закрепленных прав СССР на часть Арктики, международным правом признаны права Норвегии на Шпицбергенский архипелаг (Парижский договор 1920 г., к которому присоединился и Советский Союз в 1935 г.), права Канады о контроле над прилегающей частью Арктики (подтверждено в 1925 г.) и права Дании на Гренландию, подтвержденные в 1933 г. Международной палатой правосудия. Таким образом, Северный Ледовитый океан оказался поделенным на секторы, прилегающие к суше прибрежных государств, где они осуществляют свои суверенные права. Деление Арктики на сектора признали все государства, имеющие такие области, и не возражают против него неарктические государства. Следует при этом отметить, что Северный Ледовитый океан является малоисследованной частью нашей планеты и обладает обширным континентальным шельфом, богатства которого еще не разведаны и не освоены. Во внутренних морях Северного Ледовитого океана и выделенных секторах Арктики прибрежные государства осуществляют свои суверенные права. Здесь действуют законы и правила прибрежного государства. Морской промысел, разведка и добыча полезных ископаемых с морского дна регулируются суверенными государствами в соответствии с их законами. Разрешение на проведение научных исследований в этой части Мирового океана дается прибрежным государством, юрисдикция которого распространяется на это морское пространство.

Международные организации не вправе вмешиваться в эту деятельность суверенного государства. Рекомендации международных органи-

заций могут касаться характера использования морского дна, ведения промысла и добычи полезных ископаемых в том случае, если эта деятельность прибрежного государства нарушает гармонию природы, приносит ущерб Мировому океану, загрязняет его. Весь правовой режим внутреннего моря, его водного пространства, воздушного бассейна над ним и морского дна определяется законами прибрежного государства, осуществляющего над ним свой суверенитет. Особую ценность для нашей страны представляет Азовское море, так как его небольшая глубина дает возможность вести разведку и разработку полезных ископаемых практически на всей акватории.

Азовское море — это внутреннее море Советского Союза, и вся деятельность по освоению его недр ведется сообразно с законами нашего государства.

Морские заливы — часть океана или моря, вдающаяся в сушу, но соединенная с ними морским проливом и имеющая с ними свободный водообмен. Международная конвенция 1958 г. о территориальном море и прилежащей зоне определяет залив, как «...хорошо очерченное углубление берега, вдающееся в сушу в такой, в соотношении к ширине входа в него, мере, что содержит замкнутые сушей воды и образует нечто большее, чем простую извилину берега» (ст. 7, п. 2).

При определенных условиях морские заливы признаются внутренними водами прибрежного государства, и на них распространяется его суверенитет. В упомянутой Конвенции даны положения, в соответствии с которыми можно относить морские заливы к внутренним водам прибрежного государства. Такое решение возможно при условии, «если расстояние между отметками наибольшего отлива пунктов естественного входа в залив не превышает двадцати четырех миль, замыкающая линия может быть проведена между этими двумя отметками наибольшего отлива и отграниченные таким образом воды считаются внутренними водами» (ст. 7, п. 4).

Наряду с морскими заливами, относящимися к внутренним водам прибрежного государства, по изложенному выше критерию (ширина входа не более 24 миль), есть морские заливы, которые исторически, по природным условиям, являются внутренними морскими акваториями, на побережье которых находятся порты прибрежного государства и через них не проходят океанские пути сообщения, в которых заинтересованы другие государства. Конвенция не содержит определения «исторических» заливов, а лишь оговаривает, что положения, определяющие заливы, «...не распространяются на так называемые исторические заливы...». Неопределенность этого понятия в Конвенции обусловлена различным подходом государств к его решению. Единого подхода к определению понятия «исторических» заливов не выработано и сейчас, хотя по этому поводу было поручение XIV сессии Генеральной Ассамблеи ООН (резолюция 1453 от 7 декабря 1954 г.) Комиссии международного права.

Отсутствие четкого определения «исторических» заливов в Конвенции не исключило из доктрины и практики международного права признание «историческими» норвежского залива Варангер-Фиорд (ширина входа 32 мили), канадского Гудзонова залива (ширина входа 50 миль), египетского залива Эль-Араб (ширина входа 75 миль), французского залива Канкаль, английского Бристольского залива (ширина входа 100 миль) и некоторых др. В Советском Союзе также есть морские заливы, которые хотя и соединены с открытым морем входом шириной более 24 морских миль, но исторически признаны внутренними водами нашей страны. К ним относятся Рижский залив (ширина входа 55 миль), залив Петра Великого (ширина входа 102 мили). История признания залива Петра Великого внутренним водоемом России относится к 1901 г., когда в правилах морского рыбного промысла Приамурского генерал-

губернаторства это обстоятельство было специально оговорено. Позднее статус внутренних вод залива Петра Великого был подтвержден соглашениями с Японией по вопросам рыболовства. Согласно изданным тогда правилам, внутренние воды указанного залива проходили по линии соединения устья реки Тюмень-Ула с мысом Поворотным.

Позднее Советское правительство уточнило это положение (Постановление Совета Министров СССР от 4 июля 1957 г.), указав, что залив Петра Великого является внутренними водами СССР, а от линии Тюмень-Ула — мыс Поворотный отсчитывается ширина советских территориальных вод. Объявление залива Петра Великого внутренними водами СССР обусловлено было его особым географическим положением (глубокий врез в материк), экономическим и оборонным значением для нашей страны.

Исторически считается также внутренним морским водоемом СССР Чешская губа в Баренцовом море, потому что она глубоко вдается в сушу Советского Союза.

Советский Союз в Положении об охране государственной границы (1960 г.) объявил, что к внутренним морским водам СССР относятся «воды заливов, бухт, губ и лиманов, морей и проливов, исторически принадлежащие Союзу ССР» (ст. 4). Международная практика выработала несколько критериев, по которым заливы относятся исторически к внутренним водам прибрежного государства: 1) длительное время осуществления власти прибрежного государства над этими водами при отсутствии возражений со стороны большинства государств; 2) глубокое вдавание в сушу; 3) экономическое и оборонное значение залива для прибрежного государства. Всем этим критериям отвечают «исторические» заливы Советского Союза, суверенитет над которыми осуществляется эффективно, а не только декларируется.

Во всех морских заливах, на которые распространяется статус внутренних вод прибрежного государства, прибрежное государство осуществляет свою власть над внутренними водами и полностью реализует свои суверенные права на научные исследования, разведку и разработку морского дна.

Территориальные воды — морская полоса определенной ширины вдоль берегов государства, находящаяся под его суверенитетом и входящая в состав его национальной территории. Положение о территориальных водах (о территориальном море) выработано международной практикой, а с 1958 г. оно закреплено в Конвенции о территориальном море и прилежащей зоне, где указано, что это примыкающий к берегу морской пояс, на который распространяется суверенитет прибрежного государства (ст. 1). Конвенция не содержит положения о ширине территориальных вод. Не принято решения по этому поводу и на последующей конференции 1960 г. по морскому праву, специально собиравшейся по вопросу о ширине территориальных вод. Конвенция четко определила лишь границы отсчета территориальных вод. Внутренняя граница, от которой в сторону моря производится отсчет территориальных вод, это линия наибольшего отлива, внешняя граница параллельна внутренней, но отстоит от нее на ширину территориальных вод, а боковые пределы — линия, проведенная от границы между сопредельными государствами.

Историческая доктрина и практика к определению ширины территориальных вод подходили по-разному. Ее определяли как расстояние от берега до видимой линии горизонта, как расстояние, достигаемое пушечным выстрелом, как расстояние, на которое слышен голос с берега, и т. д. Но теоретическое обоснование этому правилу дал Гуго Гроций, определивший, что ширина территориальных вод связана с эффективным господством прибрежного государства над территориальным морем.

Власть прибрежного государства кончается там, где кончается сила его оружия. В пределах территориального моря суверенитет государства распространяется на водное и воздушное пространство, на морское дно и его недра.

Исторически установление прибрежными государствами суверенитета над территориальным морем диктовалось необходимостью защитить свои морские границы от чужеземного вторжения и посягательств на интересы государства. Отсюда ширина территориальных вод определялась по пушечному правилу — пределами действия береговой артиллерии (дальность пушечного выстрела). Практика государств в конце XIX — начале XX в. выработала ширину территориальных вод от 3 до 12 миль. При кодификации норм морского права Комиссия международного права ООН в 1950 г. констатировала, что «международное право не допускает расширения территориального моря за пределы 12 миль».

В теории морского права положение о суверенитете над морским пространством прибрежного государства до принятия конвенции о территориальном море признавалось не всеми. Такие крупные буржуазные ученые, как Хиггинс, Коломбос, Ссель, утверждали, что прибрежное государство имеет в территориальных водах лишь право дополнительного контроля (военного, санитарного), обеспечивающего его национальные интересы. В то же время территориальное море является частью открытого моря и прибрежное государство не должно рассматривать его как часть своей национальной территории. Такие теории направлены были на ограничение суверенных прав прибрежных государств и совершенно правильно были отвергнуты на конференции по морскому праву.

Ширина территориальных вод прибрежных государств постепенно вырабатывается практикой. Подавляющая часть прибрежных государств (95) установила ширину территориальных вод от 3 до 12 миль. Наряду с ними есть страны, ширина территориальных вод которых составляет в милях: Камерун — 18, Габон — 25, Гвинея — 130, девять латиноамериканских государств, в том числе Аргентина, Бразилия, Чили, — 200. Ширина территориальных вод Советского Союза в 1927 г. установлена в 12 морских миль, что подтверждено и в «Положении об охране государственной границы СССР» (1960 г.).

В 1960 г., когда состоялась Вторая конференция ООН по морскому праву, подавляющее большинство прибрежных государств имели территориальные воды в пределах 3—12 миль и только пять латиноамериканских государств — Сальвадор, Чили, Эквадор, Перу и Коста-Рика — стали претендовать на установление ширины территориальных вод 200 миль. Однако после этой конференции, на которой подавляющее большинство высказалось за 3—12-мильную ширину территориальных вод, отдельные государства стали в одностороннем порядке заявлять о расширении своих территориальных вод за пределы 12-мильной полосы. В 1966 г. Аргентина приняла закон об установлении ширины территориальных вод 200 миль. Затем аналогичные законы приняли Панама, Уругвай, Бразилия. В 1971 г. с заявлением о расширении своих территориальных вод до 100-мильной ширины выступил Габон, а в 1972 г. — Сьерра-Леоне (200 миль).

В последнее время в дискуссии о ширине территориальных вод несколько изменилась позиция латиноамериканских стран и стран так называемого третьего мира. В их стремлении расширить границы территориальных вод усилились тенденции экономического характера. В значительной мере этому способствовала позиция, занятая Венесуэлой в 1971 г. в Женеве на пленарном заседании Комитета по мирному использованию дна морей и океанов за пределами действия национальной юрисдикции. Тогда в выступлении руководителя венесуэльской делега-

ции Андреса Агилара по вопросу о статусе и ширине территориальных вод было выдвинуто положение о «патримониальном море» как об экономической зоне морского пространства шириной не более 200 миль, исчисляемой от исходной линии территориальных вод. В этой зоне сохраняются свободы мореплавания и воздухоплавания, но с целью «рационального использования морских ресурсов» прибрежному государству предоставляются исключительные права на морские богатства, а также на богатства поверхности и недр морского дна.

Позднее тезис о «патримониальном море» приобретает популярность, включается в международные соглашения и документы, становится предметом обсуждений и споров. Это обусловлено компромиссным характером режима патримониального моря, который не предполагает распространения на эту зону суверенитета и исключительной юрисдикции прибрежного государства, но обуславливает его экономические преимущества в виде исключительных прав над всеми природными богатствами патримониального моря. Специальная конференция по морскому праву в Санто-Доминго (1972 г.) стран Карибского моря, в которой приняли участие Венесуэла, Колумбия, Коста-Рика, Мексика, Панама, Барбадос, Гватемала, Гаити, Доминиканская Республика, Никарагуа, Сальвадор, Тринидат и Тобаго, Ямайка, высказалась за установление зоны патримониального моря и ограничение территориальных вод шириной 12 морских миль. В «Декларации Санто-Доминго» патримониальное море определено как экономическая зона моря, прилегающая к территории прибрежного государства. В пределах патримониального моря прибрежное государство осуществляет суверенное право на все природные богатства вод, а также морского дна и его недр. Прибрежное государство обязано способствовать и иметь право регламентировать порядок проведения научно-исследовательских работ, принимать меры для предохранения от загрязнения морской среды и защиты своих суверенных прав на природные богатства патримониального моря. Ширина патримониального моря устанавливается на основе международных соглашений, но общие пределы патримониального моря и территориальных вод с учетом географических условий не должны превышать 200 морских миль. Разграничение между территориальными водами и патримониальным морем в границах общей зоны осуществляется по объему суверенных прав прибрежного государства. В пределах территориальных вод в полной мере осуществляются суверенные права прибрежного государства и действует его юрисдикция. Поэтому в этих водах проходы морских судов, пролеты самолетов и другие действия иных держав допустимы лишь с ведома и разрешения прибрежного государства. В то же время в зоне патримониального моря суды и самолеты всех стран мира без каких-либо ограничений пользуются правом свободного прохода и полетов, естественно, если они не ущемляют прав прибрежного государства. Здесь не допускается также, чтобы прибрежное государство вводило какие-либо ограничения на прокладку морского кабеля или подводных трубопроводов.

Близкое по своему содержанию определение суверенной зоны территориальных вод и патримониального моря приняла конференция стран «третьего мира», состоявшаяся в апреле 1974 г. в Найроби (Кения).

Между тем вопрос об установлении границ территориальных вод и тезис о патримониальном море стали предметом острой дискуссии на III конференции ООН по морскому праву, проходившей в июне—августе 1974 г. в Каракасе (Венесуэла) под девизом «Море — достояние всего человечества». Несмотря на компромиссный характер тезиса о патримониальном море он оказался неприемлемым для многих государств, особенно для тех, которые не имеют обширных морских границ, а тем более выхода к морю. Против тезиса о патримониальном море выступает также

часть латиноамериканских стран, в том числе такие страны, как Бразилия, Перу. Они противопоставляют тезису о патримониальном море требование установить 200-мильную ширину территориальных вод.

Позиция Бразилии в этом вопросе бескомпромиссна. Она выступает против любых изменений и дополнений в международном праве, ограничивающих право государств самостоятельно определять границы своих территориальных вод. Режим территориальных вод, который предлагает Бразилия, более строгий, чем тот, какой для этих вод предлагает, например, Аргентина. Бразилия считает, что в пределах 200-мильной полосы территориальных вод морские и воздушные суда других стран могут находиться только с разрешения прибрежного государства. Аргентина же, отстаивая 200-мильную ширину территориальных вод, выступает за свободный морской и воздушный проход и пролет судов в территориальных водах. Бразилия в своих доводах руководствуется экономическими и военно-стратегическими интересами, а Аргентину позиция Бразилии лишает важнейших для страны воздушных и морских путей.

Нет единства в вопросе о режиме территориальных вод и между другими латиноамериканскими странами — Перу, Уругваем, Чили и Эквадором. Перу, например, выступает за признание 200-мильной ширины территориальных вод и установление в этой зоне суверенитета и юрисдикции прибрежного государства на прилегающие воды, дно и его недра с 1947 г. Издав по этому поводу Декрет, Перу на практике осуществляет свое право на территориальные воды в пределах 200 миль. Перу неоднократно задерживала иностранные суда, находившиеся в пределах 200-мильной зоны без ее разрешения.

Суть изменений, которые пытается внести Перу в морское право, сводится к расширению границ территориальных вод; к использованию суверенитета и юрисдикции прибрежного государства не только для военной обороны, но и для сохранения экономических и ихтиологических ресурсов моря; к использованию своих прав для охраны и эксплуатации морских ресурсов, предупреждения загрязнения окружающей среды, регламентации научных исследований и установки специальных сооружений. Многие положения перуанского тезиса находят поддержку других стран. В этих условиях попытки Бразилии создать единый фронт латиноамериканских государств в борьбе за международное признание права страны устанавливать 200-мильную зону территориальных вод оказываются тщетными. Бразилия остается в меньшинстве даже в Латинской Америке.

В последнее время сторонником 200-мильной ширины территориальных вод стал выступать Китай. Позиция Китая на конференции в Каракасе сводилась не только к поддержке прав прибрежных государств на 200-мильную зону территориальных вод, но и к попыткам подорвать основы международного сотрудничества и соглашений по этому поводу. Китай настаивает на том, чтобы в пределах 200-мильной территориальной зоны не могли находиться и вести промысел рыболовецкие суда неприбрежных государств без разрешения прибрежной страны, владеющей территориальными водами. Прибрежное государство должно контролировать прохождение и пролет морских и воздушных судов в этой морской зоне. Позиция КНР на конференции в Каракасе направлена на подрыв международного сотрудничества, торпедирование усилий государств, стремящихся достигнуть соглашения по вопросу о границах территориальных вод и воспрепятствовать государствам в одностороннем порядке провозглашать ширину территориальных вод больше 12 морских миль.

О недопустимости в одностороннем порядке устанавливать ширину территориальных вод было решение международного суда ООН (1951 г.) по рыболовному спору между Великобританией и Норвегией. Междуна-

родный суд отметил, что такое установление ширины территориальных вод связано с разграничением морского пространства, имеет международный характер и потому не может зависеть только от воли одного прибрежного государства, выраженной в его национальном законе. Некоторые латиноамериканские страны, объявив 200-мильную зону территориального моря, пытаются силой принудить иностранные суда подчиниться их односторонним действиям. Эквадорский сторожевой катер в 1969 г. в 200-мильной зоне обстрелял, а затем доставил в свои порты шесть американских рыболовных судов, а затем оштрафовал их. В то же время были оштрафованы три японских траулера.

Следует подчеркнуть, что установление 200-мильной зоны «абсолютного суверенитета» латиноамериканскими странами тесно связано с правами на рыбную ловлю, стремлением установить свое исключительное право использовать рыбные запасы в этой зоне. Санитарный и другой контроль они сохранили лишь в пределах 12-мильной зоны. Советский Союз считает недопустимым, с точки зрения международного права, расширение территориальных вод за пределы 12 миль, о чем в январе 1967 г. было сделано заявление посольством СССР в Аргентине правительству этой страны. СССР исходит из того, что в современном международном праве действует принцип, по которому каждое государство и его граждане имеют право рыболовства в открытом море.

Значительное расширение зоны территориального моря привело бы к разделению Мирового океана между прибрежными государствами. Это затруднило бы свободу судоходства, создало непреодолимые препятствия для исследований, разведки и добычи полезных ископаемых с морского дна.

Советской гидрографической службой подсчитано, что объявление всеми прибрежными странами 200-мильной ширины территориальных вод вдоль материков и островов привело бы к перекрытию ими 50% всей площади Мирового океана, 180 млн. км² водного пространства, являющегося сейчас открытым морем, подпало бы под национальную юрисдикцию прибрежных государств. Средиземное море, например, через которое проходят жизненно важные морские пути не только средиземноморских государств, но и других стран, оказалось бы почти полностью перекрытым территориальными водами. Из гигантского водного бассейна Средиземного моря (2,5 млн. км²) открытым морем оказались бы только 12%.

Объявление латиноамериканскими странами 200-мильной ширины территориальных вод односторонним актом расширяет их национальную территорию на огромную площадь. Только Бразилия пытается таким путем распространить свой суверенитет на 3,5 млн. км² Мирового океана, что составляет 0,4 площади страны и почти в 1,5 раза превышает площадь Средиземного моря. Тенденции неоправданно расширить территориальные воды так же неприемлемы в международном праве, как и попытки ограничить суверенные права прибрежных государств в территориальных водах общепризнанной широты. На конференциях по морскому праву (1958, 1961, 1974 гг.), на международных форумах по этому вопросу Советский Союз последовательно выступает за то, чтобы предельной шириной территориальных вод были 12 морских миль. Соединенные Штаты Америки, Великобритания, Франция, Япония настаивали на ограничении территориальных вод 3-мильной полосой. Международное соглашение по этому поводу не принято, что, естественно, затрудняет решение вопроса о международном урегулировании режима морского дна, исследовании, разведке и разработке его естественных богатств.

Стремясь достигнуть взаимоприемлемых решений, Советский Союз и социалистические страны, учитывая интересы стран «третьего мира» на Третьей конференции ООН по морскому праву в Каракасе (1974 г.)

поддержали идею установления 200-мильной экономической зоны, рыбные богатства которой, так же как и богатства морского дна, должны эксплуатироваться в первую очередь прибрежным государством. Выступая с такой поддержкой, Советский Союз и социалистические страны решительно отстаивают сохранение в «экономической зоне» свобод открытого моря — свободного прохода судов и полетов самолетов всех стран мира без каких-либо ограничений, а также свободу прокладывать морские кабели и трубопроводы. Безусловно, все эти свободы не должны использоваться во вред прибрежному государству. По своему усмотрению прибрежное государство может заключать двухсторонние и многосторонние соглашения с другими государствами на право разведывать и эксплуатировать рыбные и минеральные богатства экономической зоны.

К эксплуатации рыбных и минеральных богатств морского дна в последнее время стали проявлять повышенный интерес развивающиеся страны, не имеющие выхода к морю либо географически невыгодно расположенные. На конференции этих стран, проходившей в Кампале (Уганда) в марте 1974 г. была принята Кампальская декларация, в которой отстаиваются права этих стран «на свободный и неограниченный доступ к морю и от него» (ст. 1, 2 Декларации) для того, «...чтобы иметь возможность участвовать в исследовании и эксплуатации этого района и его ресурсов и извлекать из этого выгоду» (ст. 4). В Декларации выдвинуто положение, согласно которому государства, не имеющие выхода к морю или невыгодно географически расположенные должны получить равные права с другими государствами и не подвергаться дискриминации при осуществлении этих прав в соответствии с нормами международного права. Учитывая, что в мире насчитывается 33 страны, не имеющих выхода к морю, они как равноправные были представлены на III конференции ООН по морскому праву в Каракесе, а Кампальская декларация была распространена там в качестве документа Конференции.

Некоторые государства, поддерживая страны, не имеющие выхода к морю, предлагают, чтобы им в качестве компенсации предоставлялась часть морских богатств, добываемых в экономической зоне прибрежных государств этого континента с учетом количества населения страны, не имеющей выхода к морю, и пропорционально количеству этого населения к населению континента и доходам на душу населения.

Осуществление прибрежным государством суверенных прав над территориальными водами имеет свои особенности в морских проливах, лежащих на основных путях морского судоходства. Следует при этом различать правовой режим проливов в зависимости от характера пролива, его ширины и интенсивности судоходства.

По правовому режиму морские проливы классифицируются (Дронов, 1932) на проливы, ведущие во внутренние моря (Керченский); проливы, ведущие в закрытые моря (Босфор и Дарданеллы — в Черное море; Зунд, Большой и Малой Бельты — в Балтийское море); проливы, соединяющие открытые моря и океаны и являющиеся мировыми водными путями (Гибралтар, Баб-эль-Мандебский, Магелланов, Ла-Манш).

В соответствии с этой классификацией режим проливов первой группы регулируется законами государства, которому принадлежит побережье внутреннего моря; режим проливов второй группы — соглашением прибрежных государств, заинтересованных в свободе судоходства и безопасности своих стран.

Режим международных проливов подлежит международному контролю с обязательным участием заинтересованных стран.

Есть и другие классификации проливов, например: проливы, ведущие во внутренние моря, и международные проливы (Кожевников, 1952 г.), либо добавляющиеся к классификации Дранова проливы исто-

рические, проливы архипелагов, проливы, ведущие в закрытые моря (Бараболя, 1972, и др.).

Правовой режим проливов связан с шириной территориальных вод прибрежных государств. Если территориальные воды перекрывают пролив, то на них должна распространяться суверенная власть прибрежных государств. Свобода судоходства в проливах, представляющих собой территориальные воды, серьезно ограничивается. Подсчитано (Бараболя, 1972), что установление 12-мильной ширины территориальных вод всеми государствами приведет к тому, что около 100 проливов будет перекрыто ими, хотя большинство из них сейчас является частью свободного моря. Между тем есть группа проливов, имеющих важнейшее значение для международного судоходства, в отношении которых положение о территориальных водах не может применяться полностью. Резонно и в этом случае применить положение об «исторических» водах и к таким проливам, как Гибралтар, Ла-Манш, Па-де-Кале и др., среднюю часть которых даже в самых узких местах провозглашать открытым морем. Пользование международными проливами не должно расходиться с принципом свободы открытого моря.

Режим территориальных вод отличается от режима внутренних морей тем, что здесь допускается право мирного прохода невоенных судов иностранного государства и прибрежное государство не должно им чинить препятствий. Во всех остальных вопросах режимы внутренних и территориальных вод подобны.

На использование естественных богатств моря, его дна и недр, в пределах территориальных вод, прибрежное государство имеет исключительное право. Иностранным судам запрещается в территориальных водах вести разведку и разработку богатств морского дна без разрешения прибрежного государства.

Предельной шириной территориальных вод ограничиваются национальные территории, суверенные права прибрежного государства на морское пространство и воздушное пространство над ним. За этими границами прибрежное государство не имеет никаких исключительных прав, а пользуется лишь правами, вытекающими из свободы открытого моря.

Закрытое море представляет собой замкнутый водный бассейн, связанный с океаном проливами или не имеющий выхода в океан. Особенностью закрытых морей является их правовой режим, который определяется прибрежными государствами. Закрытым морем является Каспийское море, не связанное с Мировым океаном. Прибрежными государствами Каспийского моря являются только Советский Союз и Иран, которые путем двусторонних соглашений определили его правовой режим. В соответствии с ним в Каспийском море имеют право находиться только советские и иранские торговые суда. Здесь разрешен лов рыбы гражданам обоих государств в любой части акватории Каспийского моря за исключением 10-мильной прибрежной полосы, в которой могут осуществлять лов рыбы только суда прибрежных государств. Разведку и разработку континентального шельфа советские и иранские граждане и организации имеют право вести только в своих водах.

Положение о территориальных водах на это море не распространяется.

К закрытым морям относится также Черное море. Оно связано проливами Босфор и Дарданеллы со Средиземным морем. Принцип закрытия Черного моря был закреплен в русско-турецких соглашениях 1798, 1805, 1833 гг. и выражался в том, что Черное море было закрыто для появления в нем военных судов неприбрежных государств. После заключения Конвенции о Черноморских проливах 1936 г. принцип закрытого моря был подтвержден и установлены ограничения в отношении на-

хождения в нем военных кораблей по тоннажу, количеству и времени пребывания.

В Черном море действует положение о территориальных водах — Советский Союз, Болгария и Румыния установили ширину территориальных вод 12 морских миль и отсчитывают ее по правилам, определенным Женевской конвенцией о территориальном море и прилежащей зоне. В 1958 г. Турция установила ширину территориальных вод в 6 морских миль. Длительное время закрытым морем считалось Балтийское. Это положение отражено в конвенции, заключенной Россией в 1800 г. с прибалтийскими странами, в которой Балтийское море на вечные времена объявлялось закрытым морем. После первой мировой войны это положение было изменено, а попытка Советского Союза в 1924 г. на Римской конференции об ограничении морских вооружений восстановить принцип закрытия Балтийского моря оказалась безуспешной, однако не ослабляет борьбы Советского Союза и социалистических прибалтийских государств за восстановление принципа закрытого моря для Балтийского моря, объявив его мирным морем и т. д. Три социалистических прибалтийских государства выработали принципы мирного использования континентального шельфа Балтийского моря, что отражено в Декларации о континентальном шельфе Балтийского моря 1968 г., подписанной СССР, ГДР, ПНР и открытой для подписания всеми прибалтийскими государствами. В Декларации подтверждены суверенные права прибрежных прибалтийских государств на принадлежащий им континентальный шельф, определяемый в соответствии с Конвенцией 1958 г. о континентальном шельфе.

Открытое море — это все водное пространство Мирового океана, находящееся за пределами территориальных и внутренних вод прибрежных государств. Международной практикой в течение многих лет выработан принцип, по которому открытое море свободно для использования всеми государствами. На этом принципе основана свобода мореплавания, использования рыбных и других богатств Мирового океана в открытом море и другие права государств, которые в открытом море полностью уравниваются независимо от того, является государство морской или неморской державой. Режим открытого моря распространяется на водные пространства океанов, а также на моря такого типа, как Средиземное, Карибское и др., которые по своим размерам и географическому положению используются многими государствами как морские коммуникации.

Принцип свободы открытого моря был выработан многолетней практикой и начал утверждаться в период борьбы буржуазии с феодальными порядками, при которых абсолютизировалось право собственности на землю, воды и другие блага. Развив торговые и экономические связи, буржуазия выступила против феодальной ограниченности, в том числе против попыток отдельных развитых морских держав — Англии, Испании, Португалии, Голландии — утверждать свое исключительное право на монопольное использование отдельных морей.

Выдвижение принципа свободы открытого моря для использования всеми государствами связывают с именем голландского ученого юриста, социолога и государственного деятеля Г. Гроция, который в книге «Свободное море» (1609 г.) научно обосновал свободу морского пространства для использования всеми государствами. Утверждение этого принципа в международной практике относится к XVIII в., когда за признание его международной нормой стало выступать много государств, в том числе Россия, внесшая большой вклад в установление общепризнанности принципа свободы открытого моря.

Международно-правовой нормой принцип свободы открытого моря стал после принятия Конференцией ООН по морскому праву в 1958 г.

«Конвенции об открытом море», вступившей в силу в 1962 г. Конвенция об открытом море закрепила свободу его использования всеми государствами, подтвердила, что «открытое море открыто для всех наций, и никакое государство не вправе претендовать на подчинение какой-либо части его своему суверенитету».

Свобода открытого моря предполагает свободу судоходства, рыболовства, свободу прокладывать подводные кабели и трубопроводы, свободу полетов над открытым морем. Наличие таких свобод вытекает из принципа неприисвоения открытого моря отдельными государствами и в определенной мере обуславливает режим морского дна в открытом море и пределы использования его богатств отдельными государствами. Если доктрина свободы открытого моря в настоящее время является практически общепризнанной, то в вопросе применения свободы открытого моря в полной мере к режиму морского дна есть расхождения в позициях разных государств. Советский Союз последовательно отстаивает позицию, согласно которой на режим дна морей и океанов следует распространить и принципы свободы, характерные для режима открытого моря. Эта концепция предполагает, что «...морское дно должно быть открыто для всех наций и находиться в общем пользовании государств, которые соответственно должны иметь равный доступ... к исследованию и использованию дна островами морей и океанов без какой-либо дискриминации» (Калинкин, 1970). Если подходить к решению проблем освоения природных богатств морского дна с этих позиций, то это дает возможность всем государствам и народам пользоваться его несметными богатствами и в то же время не истощать их неправомерным использованием.

Положение о распространении доктрины открытого моря на режим морского дна не имеет пока общей поддержки. Против этой позиции выдвигаются возражения, в том числе и то, что уже сейчас регламентируются международным правом некоторые положения, которые закрепляют разные режимы открытого моря и морского дна. В частности, делается ссылка на Конвенцию о континентальном шельфе, которая распространяет суверенитет прибрежного государства на континентальный шельф, считая его национальной территорией, хотя покрывающие его воды имеют режим открытого моря.

Континентальный шельф — это поверхность и недра морского дна подводных районов, примыкающие к берегу, но находящиеся вне зоны территориального моря до глубины 200 м или за этим пределом до такого места, где глубина покрывающих вод дает возможность разрабатывать естественные богатства морского дна. Такое определение дано в ст. 1 Женевской конвенции 1958 г. о континентальном шельфе. Само понятие «континентальный шельф» заимствовано из геологической науки, где оно определяет занятую морем часть материковой платформы, расположенную между линией наибольшего отлива и значительным изменением наклона в верхней кромке прибрежной зоны, лежащей в интервалах отметок 0—200 м (Леонтьев, 1963). Внешняя граница континентального шельфа с глубиной 200 м определена Э. Коссино в 1932 г. Позднее Ф. Шепард (1951) предложил эту отметку снизить до 182 м. В основу конвенционального определения континентального шельфа положено три критерия — примыкание к берегу, глубина покрывающих вод до 200 м и возможность разрабатывать естественные богатства морского дна. Каждый из этих критериев неточен и не исчерпывающий, поэтому ширина континентального шельфа изменяется от 1 до 800 миль. Особой неточностью характеризуется критерий возможности разработки естественных богатств морского дна. В условиях научно-технического прогресса в последние годы возможность разрабатывать морское дно шагнула за 400—500-метровый предел. Поэтому такой критерий не может быть определяющим.

Неопределенными являются границы континентального шельфа, отсчитываемые от внешней границы территориальных вод с различной шириной, и потому установить точную линию начала отсчета континентального шельфа как единого, признанного критерия не представляется возможным. То же следует сказать и о таком критерии, как 200-метровая глубина покрывающих вод. В связи с этим возникают трудности с установлением внешней границы континентального шельфа. Наконец, неопределенность внешней границы геологического определения континентального шельфа и отсутствие связи между ним и правовым понятием «территориальных вод», в которых прибрежное государство осуществляет свой суверенитет, выдвинули отдельное, чисто правовое понятие континентального шельфа для определения прав прибрежного государства на разработку естественных богатств морского дна.

Есть еще одно обстоятельство, которое заставило отказаться от строго геологического определения понятия континентального шельфа. Если исходить из этого, то право прибрежных государств на освоение ресурсов морского дна ставится в зависимость от геологического характера этих участков. Отказ от геологического определения континентального шельфа упрощает структуру правоотношений между государствами. Критерии по определению континентального шельфа в этом случае носят более объективный характер, что, естественно, ограничивает основания для спора между государствами по этому поводу.

По этим же причинам для определения прав прибрежных государств на континентальный шельф в основу его не могут быть положены географические критерии континентального шельфа. Это не значит, что в правовом определении континентального шельфа не должны учитываться его геологические и географические характеристики. Они используются в той мере, какая необходима для определения его морфологической природы и местоположения. В то же время юридическое определение континентального шельфа при всей абстрактности тесно, неразрывно связано с его территориальным распространением. Сама дискуссия о континентальном шельфе возникла именно потому, что нужно было определить, кто имеет право на разработку тех или иных районов этого шельфа.

Международный интерес к континентальному шельфу возник после второй мировой войны, когда технические средства стали позволять вести разработку и добычу полезных ископаемых с морского дна. Начало международной дискуссии о континентальном шельфе положила Декларация Президента США № 2667 от 28 сентября 1945 г., в которой, в частности, говорилось, что континентальный шельф может рассматриваться как продолжение земельного массива прибрежного государства. «Правительство Соединенных Штатов,— говорилось в Декларации,— считает, что природные ресурсы подошвы и дна моря континентального шельфа, расположенного под водами открытого моря, но прилегающего к побережью Соединенных Штатов, принадлежат Соединенным Штатам и подлежат юрисдикции Соединенных Штатов Америки».

В течение последующих 10 лет аналогичные акты были приняты Аргентиной, Саудовской Аравией, Индией, Ираном, Пакистаном, Чили, Португалией, Гондурасом и другими государствами.

Предъявление прав на контроль за деятельностью на морском дне в пределах континентального шельфа за границей территориального моря и на его разработку вызвали международную дискуссию. Вопрос о континентальном шельфе неоднократно (1950, 1951, 1953 и 1956 гг.) рассматривался комиссией международного права Организации Объединенных Наций.

В ходе обсуждения вопроса о континентальном шельфе на комиссии назывались разные критерии для ограничения континентального шельфа.

Индия и Швеция, например, предлагали, чтобы континентальный шельф заканчивался глубиной 550 м. Югославия выдвинула два критерия — глубину 200 м для ограничения линии шельфа и максимальное удаление от внешней границы территориальных вод на расстоянии 100 миль. Попытки изменить исчисление внешней границы континентального шельфа на горизонтальный отсчет от границы территориальных вод предпринимаются и теперь. Франция и Канада отстаивают только один критерий внешней границы шельфа — глубину 200 м покрывающих морское дно вод.

Комиссия международного права неоднократно возвращалась к вопросу о внешней границе континентального шельфа и одно время предлагала отказаться от критерия 200 м глубины, считая, что он вносит элемент неустойчивости, ибо технические возможности в ближайшее время позволят разрабатывать морские богатства и на больших глубинах. На 5-й сессии Комиссия вновь подтвердила, что 200-метровая отметка наиболее приемлема, так как она удовлетворяет все практические потребности государств и, кроме того, именно на этой глубине континентальный шельф в геологическом смысле оканчивается и начинается материковый склон.

На 8-й сессии Комиссия, продолжая обсуждать внешнюю границу континентального шельфа и стремясь максимально ограничить споры, предложила компромиссное решение о внешней границе шельфа, используя для этой цели два критерия — подводные районы морского дна, прилегающие к берегу, но находящиеся вне зоны территориального моря до глубины 200 м, а также подводные районы морского дна вне этих пределов до такого места, где глубина покрывающих вод дает возможность разрабатывать природные ресурсы. Включив оба критерия в определение понятия «континентальный шельф», Комиссия тем самым максимально ограничила споры по этому поводу.

Окончательный проект Конвенции о континентальном шельфе, подготовленный Комиссией для обсуждения на Женевской конференции ООН по морскому праву в 1958 г., основывался на этих двух критериях.

Президиум Верховного Совета СССР ратифицировал Конвенцию о континентальном шельфе 20 октября 1960 г., а после вступления ее в силу в полном соответствии с определением Конвенции установил, что «континентальным шельфом СССР является поверхность и недра морского дна подводных районов, примыкающие к побережью или островам СССР, но находящиеся вне зоны территориального моря до глубины 200 м или за этим пределом до такого места, до которого глубина покрывающих вод позволяет разработку естественных богатств этих районов» (6 февраля 1968 г.).

Конвенция, как известно, обязательна для стран ее подписавших и присоединившихся к ней. Поэтому принятие Конвенции не сняло споры по этому поводу между государствами, что отражено в законодательстве и практике различных государств. Кроме Советского Союза полностью воспроизвели определение континентального шельфа, данного в Конвенции, итальянский закон о континентальном шельфе от 21 июня 1967 г., югославский закон о пограничных морях к прилегающей зоне и континентальном шельфе 1965 г., закон о континентальном шельфе Малайзии от 28 июля 1966 г. и многих других государств.

Некоторые государства в своих законах не дают определения континентального шельфа вообще и в этой части просто отсылают к Женевской конвенции о континентальном шельфе (Финляндия — закон от 5 марта 1965 г., австрийский закон от 22 ноября 1967 г. и др.), тем самым солидаризируясь, без всяких оговорок, с критериями континентального шельфа, данными в Конвенции.

Наконец, есть государства, которые в национальных законах дают свое определение континентального шельфа, не соотнося его с положениями Женевской конвенции 1958 г. Наиболее ярко это выражено в Норвежском королевском указе от 31 мая 1963 г., который установил, что «морское дно и недра подводных районов за пределами побережья Королевства Норвегии находятся под суверенитетом Норвегии в той мере, в какой глубина покрывающих вод позволяет разработку природных ресурсов как в пределах, так и за пределами морских границ, но не выходя за среднюю линию в отношении других государств». Примерно такое же определение континентального шельфа дается в Декларации Президента Филиппин № 370 от 20 марта 1968 г., но здесь вместо «средней линии» с соседними государствами говорится о границах с ними, установленных соглашениями, основанными на принципах «права и справедливости».

Отдельные государства воспроизводят в своих законах только часть критериев Конвенции для определения континентального шельфа. Так, ганский закон о территориальных водах и континентальном шельфе от 19 апреля 1963 г. провозглашает континентальным шельфом Ганы поверхность и недра морского дна до глубины 100 саженей, примыкающие к побережью. Эквадор в своем гражданском кодексе пользуется понятием «континентальный, или островной, шельф», определяя им подводные районы, примыкающие к национальной территории до глубины 200 м.

Споры об определении континентального шельфа продолжаются и сейчас в связи с рассмотрением в ООН вопроса о режиме морского дна за пределами национальной юрисдикции. Учитывая, что на континентальном шельфе прибрежные государства пользуются суверенными правами для разработки и разведки его естественных богатств, необходимо четко ограничить эту зону морского дна от той его части, которая не находится под юрисдикцией прибрежного или другого государства.

Следует также разграничить права прибрежного государства на континентальный шельф, покрывающие его воды и воздушное пространство над ним.

Прибрежное государство осуществляет свои суверенные права только в пределах континентального шельфа, при этом они не затрагивают правового положения покрывающих его вод и воздушного пространства над ними. Суверенные права прибрежного государства на воды заканчиваются границей территориальных вод и в этих же пределах действуют его права на воздушное пространство (ст. 3 Конвенции).

В определенной мере в интересах общего блага прибрежное государство, в соответствии с Конвенцией, ограничивает свои суверенные права на континентальный шельф тем, что не может препятствовать прокладке подводных кабелей или трубопроводов на континентальном шельфе, кроме случаев, когда оно осуществляет свое право принимать разумные меры для разведки шельфа и разработки его естественных богатств (ст. 4 Конвенции).

Разведка и разработка континентального шельфа не должна создавать неоправданных помех судоходству, рыболовству, охране живых ресурсов моря, капитальным океанографическим научным исследованиям, выполненным с целью опубликования.

Учитывая, что поверхность и недра морского дна разрабатываются с помощью сооружений или установок, последние находятся под юрисдикцией прибрежного государства, но не имеют статуса островов, т. е. на них не распространяется положение о территориальном море. Такие установки не должны препятствовать судоходству, а после окончания их эксплуатации должны быть убраны.

На прибрежное государство, ведущее разведку и разработку естественных богатств морского дна и его недр на континентальном шельфе, возлагается обязанность принимать меры по охране живых ресурсов моря от вредных воздействий в связи с разработкой недр и недопущению загрязнения воды.

Конвенция регламентирует порядок разделения континентального шельфа между соседними прибрежными государствами и прибрежными государствами, расположенными на противоположных морских берегах. Соседние государства, как правило, разграничивают свой континентальный шельф соглашением между собой, а если такового нет или оно не достигнуто, то разделительной линией шельфа является линия, равно отстоящая от точки отсчета границы территориальных вод каждого прибрежного государства. По этому признаку, например, разделен континентальный шельф в Черном море между Советским Союзом и Румынией, Советским Союзом и Турцией.

Для прибрежных государств, расположенных на противоположных берегах, континентальный шельф определяется от средней линии, равно отстоящей от ближайших точек тех исходных линий, от которых отмеряется ширина территориального моря каждого государства. Эти признаки кладутся и в основу соглашений между прибрежными государствами, расположенными на противоположных берегах. Соглашением разделен континентальный шельф между Советским Союзом и Ираном в Каспийском море, континентальный шельф между Советским Союзом и Соединенными Штатами в районе Берингова пролива.

Разграничение континентального шельфа между соседними и противоположными прибрежными государствами, если оно оформляется соглашением стран, а не односторонним актом одного из государств, должно содержать ссылки на действующие географические карты, географические признаки и неподвижные ориентиры на суше. В этом случае оно признается международными организациями и другими государствами.

Все эти положения Конвенции о континентальном шельфе стремятся максимально урегулировать отношения, по которым возникают споры о пользовании континентальным шельфом. Это, однако, не спасло Конвенцию от нападков на неопределенность отдельных ее положений, особенно о внешней границе континентального шельфа. Действительно, ссылаясь на отдельные положения Конвенции, некоторые государства начинают претендовать на неограниченное пространство континентального шельфа, обосновав это тем, что технические средства позволяют в настоящее время разрабатывать богатства морского дна на любой глубине.

Толкуя ст. 1 Женевской конвенции о континентальном шельфе, некоторые американские юристы (в частности, Ф. Кристи) гипертрофируют критерий «возможности эксплуатации» естественных богатств шельфа, берут его изолированно от других и потому утверждают, что внешний предел континентального шельфа по существу отодвигается в сторону моря на беспредельное расстояние, так как развитие технических средств в ближайшее время позволит исследовать и разрабатывать морское дно на неограниченных глубинах. Озадаченные этим страны, в частности Заир, внесли на XXIII Сессии Генеральной Ассамблеи ООН (ноябрь 1968 г.) предложение всем государствам уточнить определение «континентальный шельф». К этому предложению присоединились в качестве соавторов Уругвай и Либерия. В этом же проекте содержалась просьба ко всем прибрежным государствам воздержаться от реализации своих суверенных прав на континентальный шельф за пределами национальной юрисдикции до окончательного согласования внешней границы континентального шельфа. В 1969 г. в Комитет по морскому дну было

внесено предложение об определении континентального шельфа по двум критериям — предельная глубина 200 м и продление его от берега в сторону моря лишь на ограниченное расстояние, установленное соглашением между государствами. Попытки уточнить отдельные положения Женевской конвенции по морскому праву были использованы отдельными государствами для внесения предложений об их полной отмене.

Так, на XXIV Сессии Генеральной Ассамблеи Мальта внесла предложение о полном пересмотре Женевских конвенций по морскому праву. В декабре 1969 г. была принята резолюция Генеральной Ассамблеи ООН, поручившая Генеральному Секретарю ООН выяснить мнение членов ООН о желательном созыве конференции для пересмотра всех женевских конвенций по морскому праву. Советский Союз голосовал против этой резолюции.

Попытки пересмотреть Женевские конвенции по морскому праву в целом таят в себе опасность игнорирования общепризнанных норм и принципов, на которых они построены, на которых зиждется в настоящее время международное сотрудничество в этой области. Нет необходимости ставить разработку правового режима морского дна в зависимость от пересмотра всех Женевских конвенций. Последние основаны на многих общепризнанных и согласованных принципах, и попытки начать по этому поводу новую дискуссию означают стремления потопить в ее потоке два действительно острых вопроса — предельную ширину территориальных вод и внешнюю границу континентального шельфа. Именно на выработке согласованных решений по этим пунктам конвенций и следует сосредоточить усилия государств — членов ООН. Советская делегация на XXV Сессии Генеральной Ассамблеи ООН подчеркнула, что «...дальнейший прогресс в рассмотрении и решении проблем морского дна без более точного международного определения внешних границ континентального шельфа» трудно себе представить (Документ ООН А/С. I/РУ. 1777).

Учитывая, что дискуссия, связанная с пересмотром женевских конвенций по морскому праву не прекращается и что продолжают выдвигаться разные проекты, Секретариат ООН в январе 1972 г. составил сравнительную таблицу проектов договоров, рабочих документов и проектов статей по этому вопросу. При составлении этой сравнительной таблицы отдельно был выделен рабочий документ Мальты (А/АС. 138/53), представляющий собой проект договора о морском пространстве. Выделение этого проекта было обусловлено тем, что «Мальта предлагает создать новый международный порядок для морского пространства», т. е. пересмотреть действующие сейчас женевские конвенции по морскому праву, установив режим, который охватывал бы «все аспекты морского пространства и виды деятельности в морском пространстве», в том числе и разработку и разведку полезных ископаемых морского дна и его недр на континентальном шельфе.

Выше отмечалось, что прибрежные государства в соответствии с действующей Конвенцией обладают суверенными правами на разведку природных богатств континентального шельфа. Под «естественными богатствами» морского дна и его недр Конвенция понимает «минеральные и прочие неживые ресурсы поверхности и недр морского дна, а также живые организмы «сидячих» видов, т. е. организмы, которые в надлежащий с промысловой точки зрения период своего развития либо прикреплены к морскому дну или под ним, либо могут передвигаться только по морскому дну или же в его недрах».

Права прибрежного государства на континентальный шельф являются исключительными в том смысле, что не зависят от активной или фиктивной оккупации континентального шельфа или сделанного прямого заявления по этому поводу. Презюмируется, что континентальный шельф

в тех пределах, в каких это определено Конвенцией, является суверенной территорией прибрежного государства и лишь оно вправе определять режим использования его природных богатств.

Конвенция о континентальном шельфе, определив преимущественное право на использование его прибрежным государством, в то же время всячески оберегала принцип «свободы открытого моря». Различные оговорки, дополнительные толкования статей Конвенции, касающиеся режима покрывающих вод, воздушного пространства над ними, права на прокладку кабелей, ведение капитальных научных исследований, толкование понятия «естественные богатства» и т. п., свидетельствуют о том, что установление режима континентального шельфа не должно поколебать «важнейшего принципа свободы морей и воздушного пространства над морями». Континентальный шельф является той крайней чертой территории прибрежного государства, на которую распространяется его право разрабатывать и использовать природные богатства морского дна. Он находится под суверенитетом прибрежного государства только как «целевая территория», ибо по Женевской конвенции о континентальном шельфе (ст. 2) прибрежное государство может использовать ее лишь «в целях разведки и разработки его естественных богатств».

Пользуясь суверенными правами на континентальный шельф, прибрежные государства, подписавшие Женевскую конвенцию о континентальном шельфе, контролируют деятельность организаций и граждан в этом районе морского дна, разрабатывают и осуществляют меры по его охране.

В Советском Союзе 11 марта 1974 года Советом Министров утверждено Положение об охране континентального шельфа СССР (СП СССР, 1974, № 3, ст. 18), в соответствии с которым, любая деятельность на континентальном шельфе СССР по исследованию, разведке, разработке (добыче) естественных богатств шельфа может проводиться только в порядке, установленном законами СССР и союзных республик и соглашениями с другими государствами.

Положение весьма подробно регулирует вопросы охраны континентального шельфа и шельфовой зоны СССР, определяет принципиальные положения о возмещении ущерба, причиненного ресурсам живых организмов «сидячих» видов в результате их незаконной добычи гражданами СССР, иностранными физическими и юридическими лицами, порядком задержания судов, конфискации судов, грузов и т. п.

Отдельные нормы указанного положения определяют позицию Советского Союза по поводу использования континентального шельфа прибрежного государства, конкретизируют требования Женевской конвенции, применительно к континентальному шельфу нашей страны.

Положение констатирует, что естественные богатства континентального шельфа являются государственной собственностью СССР (ст. 1). Этим определением естественных богатств шельфа устанавливается правовая режим владения, пользования и распоряжения ими.

До последнего времени закон не выделял естественные богатства континентального шельфа как одну из разновидностей государственной собственности. Однако в ст. 6 Конституции СССР и ст. 21 Основ гражданского законодательства, дающих перечень объектов государственной собственности, указаны земля, ее недра и воды. Естественные богатства континентального шельфа располагаются как на поверхности морского дна, так и в его недрах. По своему характеру эти объекты государственной собственности находятся в одном ряду с землей и ее недрами и поэтому их правовое положение идентично. Континентальный шельф и его недра являются объектами исключительной собственности государства и могут предоставляться только в пользование. К пользованию следует отнести любые работы на континентальном шельфе — исследование,

разведку, разработку (добычу) минеральных и прочих неживых ресурсов, а также живых организмов «сидячих» видов. Все это представляет собой форму использования континентального шельфа. Их проведение допустимо только после соответствующей регистрации и получения на это разрешения компетентного государственного органа.

Для проведения работ на континентальном шельфе СССР Положением установлено два порядка — регистрационный и разрешительный. Регистрацию работ на континентальном шельфе СССР производят:

— Министерство геологии СССР — в отношении исследований и разведки минеральных и прочих неживых ресурсов шельфа;

— органы Госгортехнадзора СССР — в отношении разработки минеральных и прочих неживых ресурсов шельфа;

— органы рыбохраны Министерства рыбного хозяйства СССР — в отношении исследований, разведки и добычи на шельфе живых организмов «сидячих» видов.

По поводу состоявшейся регистрации работ на континентальном шельфе СССР, организации или лицу, которые ставили этот вопрос, выдается регистрационное удостоверение, в котором указывается конкретный район континентального шельфа СССР, где будет проводиться работы, и называется вид деятельности, которая будет выполняться. Кроме регистрации заявки на осуществление любого вида деятельности на континентальном шельфе, по отдельным работам требуется специальное разрешение на их выполнение. Разрешение требуется на выполнение только тех работ, которые специально оговорены в Законе. В Положении подчеркнуто, что каждая из упомянутых форм установления прав на выполнение работ на континентальном шельфе самостоятельна и наличие одной из них не освобождает от необходимости получить другую. Так, в Положении оговорено, что наличие регистрации не освобождает иностранные физические и юридические лица и советские организации от получения соответствующего разрешения на проведение работ, если таковое предусмотрено законодательством.

Положением регламентируется порядок осуществления государственного надзора за проведением работ на континентальном шельфе СССР. Его ведут:

— органы Министерства геологии СССР — за соблюдением правил проведения исследований и разведки минеральных и прочих неживых ресурсов шельфа;

— органы Госгортехнадзора — за соблюдением правил и требований по разработке и охране минеральных и прочих неживых ресурсов, а также по безопасности работ при проведении исследований, разведке и разработке указанных ресурсов шельфа;

— органы рыбохраны — за соблюдением правил проведения исследований, разведки, добычи и охраны на шельфе живых организмов «сидячих» видов;

— органы государственного санитарного надзора — за соблюдением требований к составу вод над шельфом и донных отложений по микробиологическим и гидробиологическим показателям (в районе водопользования населением);

— Главное управление гидрометеорологической службы при Совете Министров СССР — за соблюдением требований к составу вод над шельфом и донных отложений, в том числе по показателям химического и радиоактивного их загрязнения.

Осуществление регистрации, выдача разрешений на работы, надзор за проведением работ определяют порядок пользования континентальным шельфом СССР и направлены на его рациональное использование, охрану естественных богатств континентального шельфа и окружающей его водной среды.

В соответствии с Положением охрана естественных богатств континентального шельфа СССР осуществляется органами рыбохраны, а при необходимости им оказывают содействие пограничные войска.

Положение регламентирует порядок выполнения органами рыбохраны их охранительных функций по континентальному шельфу СССР. Кроме пограничных войск всяческое содействие в охране континентального шельфа, представлений необходимых для этого сведений и т. п., осуществляют органы, ведающие регистрацией, выдачей разрешений, проведением надзора за работами.

Должностным лицам органов рыбохраны, ведающим охраной континентального шельфа СССР, предоставлены широкие полномочия по проверке документов о регистрации выполняемых работ, разрешений на их проведение, приостановке работ, если они ведутся с нарушением обязательных правил, задержанию нарушителей, судов, орудий лова, других технических средств, которыми пользовались нарушители, изъятию всего незаконно добытого, передаче материалов на виновных лиц, для привлечения их к ответственности.

Порядок и меры, предусмотренные Положением об охране континентального шельфа СССР, распространяются на советские организации и граждан, иностранные физические и юридические лица.

Описываемое Положение не распространяется на иностранные военные корабли и военно-вспомогательные суда, в отношении которых действуют особые правила (ст. 29 Положения). Положение об охране континентального шельфа СССР является важным звеном в цепи мероприятий по укреплению международного режима континентального шельфа, его охране и рациональному использованию.

Несмотря на целевой характер суверенных прав прибрежного государства на континентальный шельф, проблема его разграничения между прибрежными государствами продолжает таить в себе опасность споров, хотя большинство из них в настоящее время может быть разрешено с помощью действующих норм международного права и международных конвенций по морскому праву. Сложнее решается проблема освоения богатств морского дна в Мировом океане за пределами континентального шельфа. Эта проблема по мере развития техники, дальнейшего прогресса в исследованиях и освоении морских глубин становится все более острой.

МОРСКОЕ ДНО ЗА ПРЕДЕЛАМИ КОНТИНЕНТАЛЬНОГО ШЕЛЬФА

Ширина континентального шельфа определяется геологической структурой прибрежной зоны. У берегов, вдоль которых идут горы, шельфовая зона уже, так как уклон в сторону моря обычно крут. В равнинной части ширина шельфовой зоны больше, поскольку здесь уклон в сторону моря меньше. За внешней границей континентального шельфа идет материковый склон — зона дна мирового океана, которая круто снижается в сторону моря, а за ним находится ложе океана, или абиссаль, наиболее глубоководная его часть.

Как материковый склон, так и абиссаль хранят огромные природные богатства, которые пока еще мало разведаны и практически не используются. Для определения характера и размеров полезных ископаемых материкового склона и абиссали необходимо проведение большой исследовательской работы, разведки морского дна. Перспектива освоения природных богатств морского дна за пределами континентального шельфа связана с решением проблем о правовом режиме этого района морского дна. Предложений о правовом режиме морского дна за пре-

делами континентального шельфа много, однако принципиально их можно свести к нескольким концепциям.

Одна из правовых концепций, на которых основываются различные предположения о правовом урегулировании использования дна Мирового океана за пределами континентального шельфа, состоит в том, что этот район морского дна рассматривается как «правовой вакуум». Сторонники этой концепции утверждают, что на морское дно за пределами континентального шельфа не распространяются определенные принципы свободы открытого моря, и в частности принцип, по которому никакое государство не вправе претендовать на подчинение какой-либо части открытого моря своему суверенитету. Исходя из того, что правовой режим морского дна отдельно и специально не оговорен, сторонники этой концепции считают, что в этом районе не действуют правовые нормы и выдвигают предложение о правовом урегулировании международного режима морского дна. К сторонникам концепции «правового вакуума» морского дна в какой-то мере примыкают и те, которые выдвигают предположения о новом и полном правовом урегулировании этого района морского дна. Ибо они также исходят из того, что общепринятые нормы морского права здесь не действуют.

Опасность концепции «правового вакуума» состоит в том, что она по сути отвергает все действующие принципы современного морского права, выработанные международной практикой и международными соглашениями.

Советский Союз не считает морское дно «правовым вакуумом» и поэтому предлагает, чтобы выработка правового режима морского дна за пределами континентального шельфа основывалась на «...укреплении международно-правовых принципов свободы открытого моря, включая свободу научных исследований» (Документ ООН. А/АС. 138/43). Советский Союз исходит из того, что морское дно и его недра за пределами континентального шельфа должны использоваться рационально и исключительно в мирных целях, на благо народов всех стран.

Морское дно за пределами континентального шельфа не является «правовым вакуумом». Здесь действуют общепринятые нормы и принципы международного права, а деятельность государств на морском дне в этом районе должна осуществляться в соответствии с целями и принципами устава ООН в интересах всех государств и народов.

В литературе получила распространение теория разделения дна морей и океанов между прибрежными государствами и превращения их в своеобразные «национальные озера». Ее выдвинул американский юрист С. Бернфельд (1957), который считает, что такое разделение позволит избежать конфликтов между государствами. По его мнению, такую именно цель в отношении прибрежного дна преследует и Женевская конвенция о континентальном шельфе, но поскольку она ее не решает из-за неопределенности положений о внешней границе континентального шельфа, то ее следует отменить, а вместо нее разделить дно морей и океанов посредством медианы, проходящей в направлении их наибольшей длины акватории, затем предоставить каждому прибрежному государству право на морское дно до этой медианы от крайних точек границ этого государства на побережье океана. Таких взглядов придерживается и другой американский юрист Ф. Кристи, однако он считает, что такого разделения можно добиться, используя для этого Женевскую конвенцию о континентальном шельфе, но распространить «...нашу юрисдикцию на морское дно в сторону открытого моря до тех пор, пока не достигнем срединной линии между нашим побережьем и побережьем противлежащих государств».

Американские юристы, представляющие интересы крупных монополий своей страны, видят безусловные выгоды для своей страны при раз-

делении дна морей и океанов по такому принципу, ибо это позволило бы распространить притязания США на значительную часть Атлантического и Тихого океанов, воды которых омывают берега штатов. В какой-то мере эта концепция нашла свое отражение и в обобщениях Секретариата ООН по морскому дну, сделанных в 1968 г., в которых проводится мысль о теоретической возможности заключить соглашение в рамках международного сообщества, о разделе дна морей и океанов за пределами существующей национальной юрисдикции. При этом, однако, отмечается, что «...было бы чрезвычайно трудно определить и установить критерий, в соответствии с которым необходимо произвести такой раздел (Документ ООН А/АС 135/19 Add. 2, p. 5).

Таким образом, концепция раздела морского дна за пределами континентального шельфа между прибрежными государствами имеет достаточно широкое хождение. Ее опасность в том, что она может подорвать сотрудничество различных государств в области исследования и разработки морского дна, закрепить неравенство государств в освоении богатств Мирового океана и на этой основе может создать предпосылки для конфликтов между государствами в деятельности по освоению морского дна.

Другой вариант раздела морского дна между государствами базируется на концепции морского дна как «ничейной вещи» («*res nullius*»). Согласно этой концепции, морское дно может стать собственностью любого государства, первооткрывателя его определенного района. Эту концепцию называют также «теорией флага государства», или «теорией оккупации».

В правовом отношении эта теория несостоятельна, так как основывается на буржуазном частноправовом понятии вещного права. Морское дно, отношения по разведке и использованию которого являются отношениями междугосударственными, возникающими между суверенными государствами, и потому не могут отождествляться с отношениями частного лица к «ничейной вещи», собственником которой по вещному праву становится первооткрыватель. Здесь мы видим теоретическое смешивание междугосударственных и частноправовых отношений, беспредметную экстраполяцию отношений частного лица к ничейной вещи на отношения государств к объектам, представляющим международный интерес.

Практической предпосылкой этой концепции стала многолетняя деятельность империалистических государств, оккупировавших обширные территории, населенные слаборазвитыми народами. Сторонник этой концепции, например, американский юрист Н. Эли (1968) считает, что минеральные ресурсы морского дна свободны для присвоения и разработки на основе флага государства, первым открывшим эти ресурсы. Сторонники этой теории отстаивают также право «эффективной оккупации», т. е. не простой заявки на определенную территорию морского дна, после проведения там разведки, а предоставление такого права государству только после проведения там активной деятельности по освоению определенного района морского дна в течение длительного времени.

По сути эта концепция также сводится к разделу морского дна между государствами, но она направлена не только на защиту интересов нескольких крупных технически развитых стран, но и на устранение от эксплуатации морского дна слаборазвитых, технически отсталых стран, в том числе и прибрежных. Богатства морского дна, которыми должны пользоваться на равных условиях все государства, таким образом могут оказаться в распоряжении небольшой группы технически развитых стран, что углубит неравенство между различными государствами.

Морское дно за пределами континентального шельфа предлагают также рассматривать как «общую собственность» («*ges communis*») всех государств. Эта концепция в конечном итоге сводится к тому, что морское дно будет поделено между государствами, которые первыми начнут его эффективное освоение. В теоретическом плане такая концепция несостоятельна потому, что рассматривает морское дно как объект частнособственнического присвоения и эти права приравнивает к публично-правовым факторам — суверенным правам и междугосударственным отношениям. Концепция признания морского дна «общей собственностью» в конечном итоге приводит к тому, что морское дно делится между собственниками, которые эксплуатируют определенный район, полностью владея, пользуясь и распоряжаясь им. Между тем главной особенностью режима морского дна должна быть такая правовая конструкция, при которой оно никем не присваивается и остается в общем пользовании всех государств и народов.

Одной из концепций, которая нашла свое отражение и в практике (Конвенция ООН о международной территории морского дна, подготовленная США), есть утверждение, что «международная территория морского дна является общим наследием человечества». Такое же определение этой территории морского дна дают Канада и 13 государств в своем совместном рабочем документе (Венесуэла, Гватемала, Мексика, Панама, Перу, Сальвадор, Колумбия, Тринидад и Тобаго, Уругвай, Чили, Эквадор, Ямайка и Мальта). В сравнительной таблице проектов договоров, рабочих документов и проектов статей, подготовленной Секретариатом ООН, территория морского дна называется «общим достоянием человечества». «Общим достоянием человечества» называет эту территорию в своем проекте и Танзания.

В этих нюансах нет, однако, принципиальной разницы. И «наследие» и «достояние» предполагают, что морское дно за пределами континентального шельфа принадлежит всему человечеству и никакое государство не может проводить на нем никаких работ до получения разрешения от международного органа. Эта концепция мало чем отличается от концепции «общей собственности», но если там речь идет об общей собственности государств, то здесь государства со своей различной социальной, политической системой объединены в неопределенное понятие «всего человечества».

При всей своей кажущейся объективности и демократичности, при том, что она уравнивает права всех государств на морское дно и подчеркивает недопустимость претензий одних государств в ущерб другим, она по сути сводится к тому, чтобы узаконить неравенство стран в освоении богатств Мирового океана. Страны делятся на технически развитые и технически неразвитые. Причем первые разрабатывают морское дно с разрешения международной организации, приобретая для этой цели лицензии. Значительная часть средств, полученная от разработки морского дна, идет в пользу слаборазвитых стран. К группе технически развитых стран относятся страны независимо от их социальной системы — как социалистические, так и капиталистические. Предложение ввести недифференцированный налог на технически развитые страны также неправильно, как и предоставлять им привилегии в освоении богатств Мирового океана.

Наиболее правильной, теоретически обоснованной и практически приемлемой является концепция, в которой морское дно рассматривается как объект общего пользования всех государств и народов. Ее разделяют советские дипломаты и ученые. Согласно этой концепции, все государства и народы за пределами континентального шельфа могут пользоваться равными правами и возможностями по использованию богатств дна Мирового океана, не получая при этом никаких преимуществ и привиле-

гий. Правовыми основами этой концепции являются принципы свободы открытого моря и нормы международного морского права, гарантирующие равные права в пользовании Мировым океаном для всех стран как прибрежным, так и внутриконтинентальным. Деятельность государств на морском дне не должна регламентироваться в зависимости от их географического положения. До установления договорного международного режима о порядке использования дна морей и океанов за пределами континентального шельфа правовыми основами такой деятельности являются принципы свободы открытого моря.

Научно-техническая проблема, которую предстоит решить человечеству в освоении богатств Мирового океана и ресурсов морского дна, в первую очередь связана с усилением научно-исследовательских работ в этом районе планеты. Если практическое освоение ресурсов морского дна еще только начинается, то научно-исследовательская работа в океане ведется весьма интенсивно различными странами. Осуществление научно-исследовательской работы в океане непосредственно связано с правовым режимом той его части, в которой ведется научное исследование. В связи с этим вопрос о свободе научных исследований в Мировом океане в современных условиях является наиболее актуальным, ибо он непосредственно связан с правовыми режимами морского дна в территориальных водах государств, на континентальном шельфе и за его пределами. Эта проблема представляет собой как теоретический, так и практический интерес.

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА В МИРОВОМ ОКЕАНЕ

Вся деятельность государств, организаций и лиц в море и на морском дне обусловлена глубиной знаний о Мировом океане, особенностях его поведения, наличием сырьевых ресурсов в конкретных акваториях. Расширению таких знаний в первую очередь способствует научно-исследовательская работа в океане, результаты которой в конечном итоге используются на благо всего человечества. Именно поэтому научно-исследовательская работа в Мировом океане, если она направлена на всемерное использование богатств моря и его дна в мирных целях, должна всемерно поддерживаться и поощряться всеми государствами.

Осуществление научных исследований в океане и на морском дне определяется правовым режимом соответствующего района океана и морского дна.

Принципиальным положением, относящимся в целом к проблеме научных исследований в океане, является свобода их осуществления. Свобода научных исследований в океане вытекает из принципа свободы открытого моря и на практике осуществляется всеми государствами.

В Конвенции об открытом море свобода научных исследований специально не оговорена, однако она вытекает из духа и смысла этой Конвенции. В то же время правовой режим моря регламентирует свободу научных исследований в определенных районах Мирового океана. В связи с этим мы можем условно говорить о трех правовых режимах, в которых осуществляются научные исследования в море — во внутренних водах государства, на континентальном шельфе и в открытом море, за пределами континентального шельфа.

Во внутренних водах государства полную свободу научных исследований осуществляет лишь прибрежное государство. Оно суверенно в пределах своей территории и лишь оно может принимать решения о необходимости и целесообразности проведения таких работ в его внутренних водах. Научно-исследовательские работы во внутренних водах могут

проводиться силами и средствами самого прибрежного государства или по его желанию для этих работ могут быть привлечены научные силы и других государств. Однако это внутреннее дело прибрежного государства, и никто не может навязать ему проведение научных исследований в его внутренних и территориальных водах.

Иной правовой режим научных исследований на континентальном шельфе. Он регламентируется Конвенцией о континентальном шельфе. Континентальный шельф является суверенной территорией прибрежного государства, и лишь оно вправе определять режим использования его природных богатств. Отсюда и разрешение на право проведения научно-исследовательских работ в этом районе дает только оно.

В то же время Конвенция о континентальном шельфе, закрепляя права прибрежного государства на этот участок морского дна, предусматривает, что прибрежное государство в первую очередь само должно «...принимать разумные меры для развития континентального шельфа и разработки его естественных богатств» (ст. 26 Конвенции об открытом море), не создавая при этом «...неоправданной помехи судоходству, рыболовству или охране живых ресурсов моря...» (ст. 5, п. 1 Конвенции о континентальном шельфе). Если же прибрежное государство не считает такую работу целесообразной или по тем или иным причинам не полностью занимается ею само, то оно не должно создавать препятствий капитальным океанографическим или иным научным исследованиям, выполненным с целью опубликования, которые будут проводить другие государства, организации и лица (ст. 5, п. 1. Подчеркнуто мною. — В. Ц.).

Отмечая полезность таких работ на благо всего человечества, Конвенция о континентальном шельфе исходит из суверенных прав прибрежного государства на континентальный шельф и потому оговаривает, что научные исследования в этом районе морского дна должны проводиться только с согласия прибрежного государства, которое при этом «...не должно, однако, как общее правило, отказывать в своем согласии, если просьба исходит от обладающего надлежащей квалификацией учреждения, в связи с проведением чисто научного исследования физических или биологических свойств континентального шельфа, при условии, однако, что прибрежное государство имеет право, если оно того пожелает, участвовать или же быть представленным в исследовании и что, во всяком случае, результаты последнего должны быть опубликованы» (ст. 5, 8). Таким образом осуществляются научные исследования на континентальном шельфе в определенных границах, обусловленных согласием прибрежного государства на их проведение другими государствами, организациями и лицами.

За пределами континентального шельфа, в открытом море, свобода научных исследований не ограничена. Это положение специально не оговорено ни в одной из конвенций по морскому праву, но вытекает непосредственно из тех свобод, которыми пользуется любое государство в открытом море. Свобода научных исследований в открытом море — это реализация гарантированных свобод пользования открытым морем в конкретной области — исследования его природных богатств для обращения их на благо человечества. Именно поэтому Советский Союз считает, что никаких ограничений научных исследований по проблеме морского дна в открытом море не должно быть и что право на такую деятельность государств, организаций и отдельных лиц гарантировано свободой пользования открытым морем, закрепленной в соответствующей международной конвенции, выработанной многолетней международной практикой государств.

Эту позицию Советский Союз последовательно отстаивает в Комитете по морскому дну ООН. Она вытекает из общего подхода нашего

государства к проблемам морского дна, исследование, разведку и освоение которого целесообразно проводить, руководствуясь принципами свободы открытого моря. Во всех случаях, когда речь идет об использовании морского дна в мирных целях, Советский Союз исходит из принципов свободы открытого моря, но наряду с ними подчеркивает, что они включают и «...свободу научных исследований» (проект Договора, Преамбула, Док. ООН А/АС. 138/43).

В предложениях Советского Союза, внесенных в Комитет по морскому дну ООН, подчеркивается, что никакие соглашения «...на любые права, предоставленные или используемые согласно Договору, не затрагивают свободы научных исследований морского дна и его недр» (ст. 27 проекта статей Договора об использовании морского дна в мирных целях).

Советский Союз считает, что в интересах эффективного освоения ресурсов морского дна и его недр необходимо всемерно развивать международное сотрудничество по научным исследованиям в этой области путем:

а) участия в международных программах и поощрения сотрудничества ученых различных стран при проведении научных исследований;

б) опубликования программ и распространения результатов исследований, в том числе и через международные каналы;

в) сотрудничества в мероприятиях, направленных на расширение исследовательских возможностей развивающихся стран, включая участие их граждан в исследованиях (проект Договора, ст. 27).

Такой подход к проблеме научных исследований на морском дне будет всемерно способствовать расширению сведений о Мировом океане, морском дне, его геологических ресурсах и полезных ископаемых. В то же время он будет способствовать расширению международного сотрудничества ученых, укреплению дружбы между народами.

Следует подчеркнуть, что в этом вопросе с позицией Советского Союза солидаризируется подавляющее большинство государств, в предложениях которых в разной форме варьируется необходимость международного сотрудничества в области научных исследований морского дна*.

Материалы научных исследований морского дна представляют несомненный интерес для всего человечества. Ярким примером тому могут быть научные исследования в Мировом океане, которые проводят ученые Советского Союза, в частности Академия наук СССР и Академия наук УССР. В результате работ Института океанологии АН СССР в акватории Тихого океана обнаружены новые обширные поля фосфоритов, составлены карты распространения железо-марганцевых конкреций в Тихом океане, установлены некоторые гидротермальные проявления и т. д. Эти материалы, равно как и выявленные в 1965—1969 гг. научно-исследовательскими судами «Ломоносов» и «Наука» массовые скопления фосфоритов на шельфе и материковом склоне северо-запада Индийского океана, получили широкую известность, описаны в литературе и, без сомнения, будут полезны всему международному сообществу, в первую очередь прибрежным государствам, послужат основой для дальнейшего научного исследования и при положительных результатах — для возможной промышленной разработки. Несомненно, что исследования, проводимые другими государствами, также весьма полезны для всех. Важную

* См., например, ст. 24 проекта США (Документ ООН/А/АС. 138/25), в которой отмечено, что «договаривающиеся страны содействуют международному сотрудничеству в научно-исследовательской работе, связанной с международной территорией морского дна»; ст. 10 проекта Канады (А/АС.138/59): «Государства способствуют международному сотрудничеству в проведении научных исследований исключительно для мирных целей»; ст. 5 п. d проекта Англии (А/АС.138/26) и др.

роль в их развитии играют международные организации, такие как международная океанографическая комиссия ЮНЕСКО. Специалисты Советского Союза активно участвуют в реализации долгосрочных международных программ ЮНЕСКО, в том числе в разделе программы «Геология, геофизика и минеральные ресурсы морского дна».

Материалы проведенных исследований широко освещаются в советской научной печати. Через мировой центр «Б» передаются данные работ десятков океанографических судов. В 1971 г. были переданы материалы свыше 70 рейсов советских научно-исследовательских судов. За последние годы в различных периодических изданиях и издательствах СССР опубликованы сотни научных статей по морской геологии, вышли капитальные монографии по исследованию важнейших районов Мирового океана, например фундаментальное многотомное издание по Тихому океану, подготовленное Академией наук СССР. Публикации основных итогов работ служат делу освоения богатств дна Мирового океана.

В свете изложенного выше совершенно неоправданы попытки некоторых государств ограничить свободу научных исследований открытого моря за пределами территориальных вод и континентального шельфа. Вследствие своеобразия исторического развития каждой страны, ее географического положения, специфики развития науки и наличия тех или иных научных кадров в каждой стране сформировались свои направления научных исследований геологии моря, которые трудно втиснуть в прокрустово ложе принудительного регулирования. Международное сотрудничество в этой области приведет к взаимному обогащению науки о Земле в разных странах, послужит ее прогрессу. Все государства имеют равные права на проведение исследований. Свободное развитие научных исследований, без дискриминации каких бы то ни было стран, обеспечит максимальное использование научного потенциала каждой страны, даст возможность в полной мере использовать опыт и знания специалистов. Контроль и ограничения свободы исследований Мирового океана неизбежно сузят научные исследования. Введение регулирования и контроля над научными исследованиями морского дна в открытом море невозможно еще и потому, что познание морского дна, его рельефа, строения, тектоники, геологических процессов имеет важное значение не только для изучения морского дна как определенной территории, но в большей степени необходимо для успешного развития науки о Земле в целом. Выдающийся советский геолог академик А. П. Карпинский, первый Президент Академии наук СССР, говорил: «Геологу нужна вся земля». Эти слова с каждым годом получают все новый и новый смысл. Делегация УССР справедливо отмечала на заседаниях Комитета ООН по морскому дну, что современная наука о Земле не сможет развиваться без изучения дна океана. Проверка гипотезы дрейфа материков, общая тектоника Земли немислимы без исследований морского дна. Современная литология основана на сопоставлении процессов накопления современных осадков в морях и океанах с древними толщами, слагающими сушу. В некоторых случаях океан служит единственным районом, где могут быть решены задачи глобального значения — проблемы питания, энергетических ресурсов и т. п. Не случайно возникли, к примеру, проекты глубокого бурения в акватории Мирового океана. Земная кора в океане гораздо тоньше земной коры континентов и лишена одного из слагающих ее на суше слоев, в частности гранитного. Поэтому бурение научных скважин в океане может дать данные, недоступные на суше.

Как подчеркнула делегация СССР на одном заседании Комитета ООН по морскому дну, свобода научных исследований не должна затрагивать приоритет в исследованиях. При обсуждении вопроса о свободе научных исследований СССР, УССР и БССР считали необходимым проводить различия в подходе к правовому регулированию научных иссле-

дований морского дна, промышленной разведке полезных ископаемых и их эксплуатации.

Аналогичной позиции придерживается и Англия, которая в своем рабочем документе о Международном режиме (Документ ООН А/АС. 138/26) отметила, что «...научные исследования должны быть определены таким образом, чтобы четко отделить их от коммерческих изысканий» (ст. 5, п. d проекта). Подобные предложения выдвигают в связи с тем, что в деятельности государств на морском дне не выработано общепринятых понятий, отделяющих «научные исследования» от «разведки» и «эксплуатации» полезных ископаемых в океане. В этом направлении не выработано еще общих критериев для определения этих понятий. Возможно, что в качестве определителей этих понятий взяты цели работ, их конечные результаты, глубины проникновения в морское дно или масштабы самих работ. По мере освоения морского дна, разграничение этих понятий будет играть принципиально важное значение. Уже сейчас понятия «научные исследования на морском дне» и «разведка полезных ископаемых морского дна» являются разделителями при определении правового статуса морского дна.

Хотя разграничительные критерии между понятиями «научные исследования» и «разведка полезных ископаемых морского дна» еще четко не определены, однако проекты соглашений о правовом режиме морского дна в открытом море, за пределами континентального шельфа, исходят из того, что международный механизм должен быть выработан для регламентации разведки и разработки ресурсов морского дна и связанной с этим деятельности, а не для регламентации научно-исследовательских работ.

В проектах международных соглашений по правовому регулированию режима морского дна за пределами континентального шельфа основное внимание уделяется регламентации такой сферы деятельности государств на морском дне. Предложения эти во многом определяются теми концепциями о правовом режиме морского дна за пределами континентального шельфа, которых придерживаются разные государства и которые описаны нами выше.

ПРОБЛЕМЫ ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ РЕСУРСОВ МОРСКОГО ДНА И ЕГО НЕДР

Использование ресурсов морского дна за пределами континентального шельфа — весьма актуальная проблема. Этот вопрос был поднят на XXIII Сессии Генеральной Ассамблеи ООН 21 декабря 1968 г. Генеральная Ассамблея ООН образовала постоянный Комитет по мирному использованию дна морей и океанов за пределами действия национальной юрисдикции (Резолюция 2467 А/XXIII).

Генеральная Ассамблея ООН определила также основные задачи, которые должен решить этот комитет:

а) изучение вопросов о разработке правовых принципов и норм, которые могли бы содействовать международному сотрудничеству при исследовании и использовании дна морей и океанов и его недр за пределами действия национальной юрисдикции, и обеспечение эксплуатации его ресурсов на благо человечества, а также изучение требований экономического и иного порядка, которым такой режим должен отвечать для удовлетворения интересов всего человечества;

б) изучение путей и средств содействия эксплуатации и использования ресурсов этого района, а также международному сотрудничеству в этих целях, учитывая предполагаемое развитие техники и экономиче-

ские последствия такой эксплуатации и имея в виду, что такая эксплуатация должна осуществляться на благо всего человечества;

в) подготовку обзоров исследований, проводимых в области разведки и изучения этого района и направленных на интенсификацию международного сотрудничества и стимулирование обмена и самое широкое распространение научных знаний по этому вопросу;

г) изучение предлагаемых для принятия международным сообществом мер сотрудничества для предотвращения загрязнения моря, могущего явиться результатом разведки и эксплуатации ресурсов этого района.

Комитету практически поручена разработка некоторых новых положений морского права.

В резолюции 2574 в (XXIV) от 15 декабря 1969 г. Генеральная Ассамблея ООН поручила также Комитету разработку рекомендаций по вопросам, переданным ему в соответствии с его кругом ведения. Комитет занялся разработкой правовых принципов и норм, которые могли бы содействовать международному сотрудничеству в использовании дна морей и океанов и их недр за пределами континентального шельфа.

Деятельность Комитета в этом направлении исходила из того, что богатства океана должны быть использованы на благо всех народов и государств, независимо от их географического положения, с учетом особых интересов и потребностей развивающихся стран как прибрежных, так и не имеющих выхода к морю.

Дискуссия, которая разгорелась по этим вопросам в Комитете, отражена в докладах Комитета, представленных Генеральной Ассамблее на XXV сессии (официальные отчеты, дополнение № 21 (А—8021), Нью-Йорк, 1970) и на XXVI сессии (официальные отчеты, дополнение № 21 (А—8421), Нью-Йорк, 1971).

Советский Союз, «придавая огромное значение рациональному и упорядоченному использованию морского дна и его недр за пределами континентального шельфа исключительно в мирных целях и на благо народов всех стран», считает, что сотрудничество в этой области между государствами «...содействовало бы использованию ресурсов морского дна в интересах экономического прогресса, в том числе и интересах экономики народов развивающихся стран» (проект Договора, Преамбула. Документ ООН А/АС. 138/43).

Следствием обсуждения вопроса об использовании дна морей и океанов в мирных целях была Декларация принципов, определяющих правовое положение дна морей и океанов за пределами действия национальной юрисдикции. Декларация принята Генеральной Ассамблеей ООН на XXV сессии. Среди принципов, провозглашаемых Декларацией, были: признание морского дна и его естественных богатств общим достоянием человечества, необходимость создания международного механизма и др.

Международный режим дна морей и океанов за пределами континентального шельфа предусматривает регулирование различных видов деятельности по использованию дна морей и океанов в мирных целях. Одни страны предлагают, чтобы международный механизм охватывал все виды использования, а другие только те, которые связаны с разведкой и разработкой его естественных богатств. Независимо от широты охвата видов использования международный режим должен быть установлен международным общепринятым договором универсального характера. Особо должны учитываться права и интересы прибрежных государств. При обсуждении этого вопроса в Комитете совершенно резонно подчеркивалось, что международный режим должен включать положения, учитывающие интересы прибрежных государств и предусматривающие предварительные консультации с ними, а также уведомление

о деятельности, предпринимаемой вблизи районов, подлежащих их юрисдикции.

Международный режим морского дна за пределами континентального шельфа предполагает как неотъемлемую часть международного механизма. Есть несколько проектов создания международного механизма. Они нашли свое отражение в проектах «договоров», «конвенций» и «рабочих документов», составленных различными странами. Такие предложения содержатся в проекте статей Договора об использовании морского дна в мирных целях, представленном СССР (А/АС. 138/43). О международном механизме говорится в проекте Конвенции ООН о международной территории морского дна — в рабочем документе о международном режиме, представленном Соединенным Королевством (А/АС. 138/26), в предложениях об установлении режима исследований и эксплуатации дна морей и океанов, представленных Францией (А/АС. 138/27), проекте Устава международного органа по морскому дну, представленного объединенной республикой Танзания (А/АС. 138/33) и др. Все проекты исходят из того, что международно-правовой режим морского дна за пределами национальной юрисдикции должен определить международный орган. Советский Союз предлагает создать Международное агентство по ресурсам морского дна, главными органами которого будут Конференция государств членов Агентства и Исполнительный совет. Во всех проектах декларируется использование территории морского дна за пределами национальной юрисдикции в мирных целях, подчеркивается, что режим не затрагивает правового статуса вод открытого моря и воздушного пространства над водами.

В проекте США детально разработан вопрос о выдаче лицензий на разведку и разработку минеральных ресурсов морского дна. За лицензию оплачивается денежный сбор. В ней указывается район и полезные ископаемые. Лицензии предлагаются двух видов: а) неисключительная лицензия на разведку, дающую право на географические и геотехнические работы, а также отбор проб грунта в целях разведки. Действия этой лицензии не ограничены определенным районом, она не дает никаких особых прав при заявке на лицензию по разработке; б) лицензия на разведку и разработку конкретных ископаемых в определенном районе, в том числе на глубокое бурение. Срок действия лицензий ограничен и истекает через 15 лет, если не начат выпуск товарной продукции.

Вопросы демилитаризации морского дна красной нитью проходят во всех предложениях Советского Союза, касающихся правового режима этой части территории Мирового океана. Советский Союз 18 марта 1969 г. внес в Комитет по разоружению проект Договора о запрещении использования дна морей и океанов и их недр в военных целях. Не размещать за пределами 12-мильной морской зоны на морском дне и в его недрах ядерное или другое оружие массового уничтожения, не создавать военные базы, не устанавливать укрепления, не строить объекты военного назначения — таковы предложения СССР (Документ ООН ЕИДС/240). Советский Союз предлагал договориться о полной демилитаризации морского дна и использования его исключительно в мирных целях. Это было бы важным шагом по прекращению гонки вооружений и разоружению государств. Такая позиция Советского Союза столкнулась с сопротивлением США, Англии и их союзников по военным блокам, которые выступили против полной демилитаризации морского дна. Однако важный принципиальный шаг в этом направлении был сделан Комитетом по разоружению ООН, а за ним и Генеральной Ассамблеей ООН. Благодаря усилиям Советского Союза 7 декабря 1970 г. был принят Договор о запрещении размещения на дне морей и океанов и в их недрах ядерного оружия и других видов оружия массового уничтожения.

Депозитариями этого договора по решению ООН стали СССР, США

и Англия, и он был открыт для подписания 11 февраля 1971 г. одновременно в Москве, Вашингтоне и Лондоне.

Особенностью договора является то, что запрещение использовать морское дно и его недра для размещения ядерного и другого оружия массового уничтожения относится к морскому дну за пределами национальной юрисдикции прибрежных государств, включая и район континентального шельфа. Распространение на этот район морского дна запрещения размещать ядерное и другое оружие массового уничтожения обусловлено тем, что он наиболее доступен для этих целей.

Договор о запрещении размещать на континентальном шельфе и глубоководных районах морского дна ракетно-ядерное, химическое, бактериологическое оружие закрепил частичную демилитаризацию морского дна и его недр. Это важный этап в решении основной проблемы морского дна — его полной демилитаризации. Значение договора состоит в том, что он явился первым этапом международно-правового регулирования режима морского дна и его недр в одной области — запрещении размещать на них ракетно-ядерное оружие и другое оружие массового уничтожения. Советское правительство не считает, что проблема демилитаризации морского дна и его недр решена окончательно. Это лишь первый шаг, и Советское правительство готово приложить все усилия, чтобы окончательно решить эту задачу (см. выступление А. Н. Косыгина при подписании Договора, «Правда», 12 февраля 1971 г.).

Частичная демилитаризация морского дна и его недр открывает простор для согласованной деятельности государств по его экономико-хозяйственному использованию. Пути реализации этих целей различны и позиции государств в этом вопросе зачастую не совпадают.

Советский Союз считает, что международный режим дна морей и океанов должен быть выработан на основе принципов открытого моря. Деятельность государств на морском дне необходимо подчинить желаниям и принципам Устава ООН и проводить ее исключительно в мирных целях на благо народов всех стран, развивать сотрудничество государств в этой области.

Увязывая решение вопроса о международном режиме морского дна с принципами свобод открытого моря, следует подчеркнуть, что за пределами континентального шельфа морское дно не должно иметь какого-либо особого правового статуса, отличающего его от свобод открытого моря. В самой Конвенции об открытом море содержатся положения, которые говорят о том, что при ее выработке имелось в виду распространить свободы открытого моря не только к поверхности вод, но и к самим водам, воздушному пространству над ними и касалось морского дна. В частности, свобода прокладывать трубопроводы и кабели на морском дне в открытом море — явное тому подтверждение. Ряд статей Конвенции об открытом море говорит о том, что свободы открытого моря относятся и к морскому дну и к его недрам (ст. 2, 15, 19, 26—29). Обязательства государств издавать правила, запрещающие загрязнять морскую воду нефтяным трубопроводом, и не допускать загрязнения морской воды в результате развития и разработки морского дна и его недр (ст. 24), свидетельствуют о том, что принципы, закрепленные в Конвенции об открытом море, имели отношение к поверхности воды, воздушному пространству над ней, самой воде и морскому дну за пределами континентального шельфа. А принятие специальной конвенции о континентальном шельфе, регулирующей режим морского дна в определенном районе морского дна, яркое тому подтверждение.

Исходя из этого, на морское дно за пределами континентального шельфа в первую очередь следует распространить одну из свобод, закрепленную в ст. 2 Конвенции об открытом море, о том, что открытое море «...открыто для всех наций и каждое государство не вправе претен-

довать на подчинение какой-либо части его своему суверенитету». В соответствии с этим положением на морское дно распространяется правовой режим открытого моря, и дно морей и океанов за пределами континентального шельфа, как и их недра, не могут быть объектами национального присвоения. Морское дно за пределами континентального шельфа должно находиться в общем пользовании всех стран, и каждое государство должно иметь свободный допуск к его ресурсам.

Учитывая, что последние годы стала появляться реальная возможность разрабатывать ресурсы морского дна вне шельфовой зоны, наметилась тенденция разработать специальный международно-правовой режим морского дна. Не возражая в принципе против детального международно-правового урегулирования работ на морском дне, Советский Союз отстаивает позицию, в соответствии с которой международно-правовой режим морского дна за пределами континентального шельфа должен быть выработан на основе свобод и принципов Конвенции об открытом море. Это по сути должен быть правовой режим, конкретизирующий, привязывающий свободы открытого моря к морскому дну за пределами континентального шельфа, к морскому дну и его недрам в открытом море.

В своих предложениях по созданию специфики международно-правового режима этого района морского дна Советский Союз исходит из того, что «использование морского дна и его недр в целях разведки и разработки их ресурсов не должно находиться в противоречии с принципами свободы судоходства, рыболовства, научных исследований и других видов деятельности в открытом море» и не должно «...создавать неоправданные препятствия деятельности в морской среде, осуществляемой в соответствии с общепризнанными принципами международного права» (ст. 4, 12 проекта Договора).

Проводя мысль о распространении принципов и свобод открытого моря на морское дно, Советский Союз оговаривает, что обратного воздействия норм и правил международного режима морского дна, когда они будут выработаны, на открытое море не должно быть. В проекте Договора по этому поводу говорится, что «ни настоящий Договор, ни любые права, предоставленные или используемые согласно Договору, не затрагивают ни правового статуса покрывающих вод открытого моря, ни правового статуса воздушного пространства над этими водами» (ст. 25 проекта. Подчеркнуто мною.— В. Ц.). Это принципиально важное положение, ибо оно подчеркивает, что свободы открытого моря ни в какой мере не должны быть ограничены, что открытое море, как и морское дно под ним и недра последнего, должны быть «открыты для использования исключительно в мирных целях, всеми государствами как прибрежными, так и не имеющими морского берега, без какой-либо дискриминации» (ст. 1 проекта Договора).

Советский Союз считает, что должна быть создана специальная организация, которая контролировала бы выполнение государствами норм и правил, связанных с упорядоченной и рациональной эксплуатацией ресурсов морского дна и его недр. Такой организацией может быть Международное Агентство по ресурсам морского дна, членами которого будут государства-участники соответствующего Договора. Главными органами этого Агентства должны быть Конференция государств-членов Агентства и Исполнительный Совет (ст. 17, п. 2 проекта Договора). Исполнительный Совет обязан наблюдать «за осуществлением положений договора и за деятельностью по промышленной разведке и разработке ресурсов морского дна и его недр...»; координировать деятельность государств участников Договора по всем вопросам, связанным с промышленной разведкой, общей оценкой запасов обнаруженных ресурсов, площадям их распространения и географическом распределении на морском

дне; содействовать обмену научно-технической информацией и разрешать споры между государствами по этим вопросам.

Последовательно проводя линию на общедоступность морского дна для использования всеми государствами, Советский Союз считает, что не только никакое государство не должно претендовать на суверенитет или суверенные права над частью морского дна в открытом море, но и Международное Агентство, осуществляя функции контроля за выполнением договора, не может осуществить свою «...юрисдикцию над морским дном и его недрами». Создание Агентства не означает, что ему даются права или правооснования «...рассматривать морское дно и его недра, как объекты, находящиеся в его собственности, либо владении, пользовании или распоряжении» (ст. 26 проекта Договора). Морское дно и его недра за пределами континентального шельфа должны быть свободны для доступа всех государств и не находиться ни под чьей юрисдикцией. Оно свободно так, как свободно открытое море. В этом случае государства и народы могут быть гарантированы, что интересы всех будут учтены и освоение ресурсов морского дна и его недр не может быть использовано во вред другим.

Это принципиальная позиция, которую проводит Советский Союз в решении всех правовых проблем морского дна и его недр за пределами континентального шельфа.

В литературе и практике международных форумов имеют хождение также другие концепции правового режима морского дна и создания международного механизма по контролю за деятельностью государств по расследованию, разведке и разработке минеральных ресурсов морского дна. Наиболее широко среди них распространена американская концепция интернационализации морского дна.

Идея интернационализации морского дна появилась в период, когда начал обсуждаться правовой режим континентального шельфа прибрежных государств. Популяризация этой идеи связывалась с необходимостью осуществления всех работ на морском дне по разведке и использованию его ресурсов и недр под эгидой Организации Объединенных Наций. С таким предложением выступил французский юрист А. де ля Прадель. Его соотечественник и коллега Ж. Ссель предлагал, чтобы на разведку и разработку ресурсов континентального шельфа выдавал концессии наднациональный международный орган.

Эта концепция применительно к континентальному шельфу была отвергнута при разработке и принятии соответствующей международной конвенции. Правда, отвергая ее, Комиссия по международному праву отметила, что интернационализация морского дна в тех условиях столкнулась бы с практическими трудностями и не обеспечила бы эффективной разработки ресурсов морского дна и его недр.

«Континентальные шельфы,— констатировала Комиссия международного права,— имеются во многих местах земного шара; разработка их должна осуществляться в самых различных условиях, и в настоящее время было бы нецелесообразно поручать такую разработку международным органам». Таким образом, не соображения принципиального правового характера, а практическая целесообразность руководила Комиссией, когда она отвергала концепцию интернационализации континентального шельфа. Причем в этом решении подчеркивается, что к такому выводу Комиссия приходит применительно к **«настоящему времени»**, а с развитием техники интернационализация континентального шельфа для разведки и разработки его ресурсов может быть признана целесообразной. После принятия Конвенции о континентальном шельфе, ни о какой интернационализации шельфа для развития и разработки его ресурсов и ресурсов его недр не могло быть и речи, так как были признаны суверенные права прибрежного государства на этот район моря.

В 60-е гг. концепция об интернационализации морского дна за пределами континентального шельфа стала усиленно популяризироваться в Соединенных Штатах Америки. Этим вопросом занималась так называемая Комиссия по изучению организации мира, по мнению которой морское дно за пределами континентального шельфа должно быть признано собственностью международного сообщества, а контроль за деятельностью государств и организаций по эксплуатации морского дна осуществляло бы «Агентство ООН по морским ресурсам». В 1969 г. эта Комиссия подготовила доклад «Организация Объединенных Наций и дно моря», в которой предлагалось, чтобы при ООН была создана организация, которая распорядилась бы ресурсами морского дна за пределами континентального шельфа. Исполнительный орган этой организации — Совет, — по мнению авторов доклада, должен быть управомоченным на сдачу в аренду участков морского дна для разработки его ресурсов, устанавливать размер арендной платы, сроки действия договоров аренды, размера отчислений от прибылей в пользу Агентства и т. д.

В этот же период готовятся различные проекты договоров «по регулированию разведки и использованию океанского дна», «по международному режиму мирного использования открытого моря и морского дна за пределами национальной юрисдикции» (проект Э. Боргезе) и др. Смысл проектов этих договоров сводился к интернационализации морского дна за пределами континентального шельфа, объявлению его общей собственностью всех народов» и предоставлению права на организацию и контроль по использованию морского дна международному органу, создаваемому при ООН.

Подобные идеи нашли свое развитие в работах известных американских юристов С. Бернфельда, Ф. Кристи, Н. Эли, Р. Янга и др. Сенатор К. Пелла в 1968 г. подготовил проект договора об океанской среде, в котором предлагалось разведку и эксплуатацию природных богатств морского дна осуществлять только по лицензиям международного органа, создаваемого при ООН. Лицензии предлагалось давать на срок до 50 лет, но их можно было аннулировать, если на морском дне не велась работы или не соблюдались условия лицензии. Здесь же предлагалось ограничить континентальный шельф 600-метровой изобатой. Цель этого и подобных договоров — обеспечить возможность разведки и разработки ресурсов морского дна странами и организациями, которые располагают финансовыми и техническими возможностями для эксплуатации глубоководных районов моря. Учитывая размеры затрат и степень риска, эти страны и организации и должны получать прибыль.

Таким образом, интернационализация морского дна и эксплуатация его ресурсов под эгидой международной организации в конечном итоге создает преимущественные возможности для его эксплуатации развитыми странами и мощными капиталистическими монополиями.

Эти правовые позиции о режиме морского дна и международном механизме легли в основу тех предложений, которые выдвинули США в Комитете по мирному использованию дна морей и океанов за пределами действия национальной юрисдикции.

В проекте «Конвенции ООН о международной территории морского дна», рабочем документе, представленном в Комитет США (А/АС. 138/25), нашли свое отражение предложения о разведке и разработке ресурсов морского дна только по лицензиям международного органа (ст. 13 проекта). Доход, получаемый от эксплуатации ресурсов морского дна, частично поступает международному органу, который использует его для помощи развивающимся странам, а частично для активизации капиталовложений по эффективной эксплуатации морского дна (ст. 5 проекта). Международный орган по ресурсам морского дна предлагается создать под эгидой ООН и определить его «привилегии и иммунитет

в соответствии с тем, каким пользуются специализированные учреждения ООН» (ст. 3 проекта).

США разработали даже специальные «Условия и процедуры, применяемые по всем лицензиям в международном районе морского дна», поданные в виде приложения к проекту Конвенции (А/АС. 138/25), в которых обсуждены все виды деятельности, требующие выдачи лицензии или разрешения,— разведка и разработка международного района морского дна, «главной конечной целью которых является открытие или оценка, а также разработка залежей полезных ископаемых»..., в них детализируются арендная плата и условия эксплуатации («до начала выпуска товарной продукции», «после начала выпуска товарной продукции») и т. д.* В других добавлениях к проекту Конвенции США предлагают определить «условия и методы, применяемые к лицензиям в международном районе морского дна за пределами международной подмандатной территории» (Добавления «В»), установить «условия и методы, применяемые к лицензиям в международном подмандатном районе» (Добавление «С»). Детально расписываются доходы международного органа по ресурсам морского дна (Добавление «Д» — Распределение доходов) и наконец рекомендуют процедуру формирования исполнительного органа — Совета (Добавление «Е» — назначаемые члены Совета) в соответствии с которой — «шесть договаривающихся стран, являющиеся развитыми государствами и имеющие наибольший валовой национальный доход», назначают в Совет.

Таким образом, рабочий документ — проект Конвенции ООН о международной территории морского дна, представленный США вместе с добавлениями,— направлен на интернационализацию морского дна и создания под эгидой ООН коммерческого предприятия по эксплуатации его ресурсов. Исходя из того, что США являются «развитым государством» с большим «валовым национальным доходом», они рассчитывают на руководящее положение в международном органе и эффективное использование ресурсов морского дна и его недр в интересах своих монополий. Такое положение привело бы к углублению экономических различий между странами, к неправильному пользованию благами Мирового океана, присвоению их в основном промышленно развитыми странами.

Международный контроль за использованием ресурсов морского дна в случае его интернационализации предлагается осуществлять с помощью так называемого международного механизма.

Идея создания «международного механизма» для контроля за деятельностью государств на морском дне содержится в предложениях многих государств.

В 1967 г. Мальта распространила в ООН свой меморандум, в котором идею международного контроля за морским дном предлагалось облечь в форму Международного Агентства, которое осуществляло бы юрисдикцию над морским дном и за пределами национальной юрисдикции от имени всех стран. Это предложение было использовано странами, которые не имеют своей развитой технической базы и не могут сами осваивать морское дно. С помощью Международного Агентства они рассчитывали извлечь пользу для себя за счет деятельности на морском дне технически развитых стран. Поэтому проект Мальты получил поддержку отдельных стран Азии, Африки и Латинской Америки, правящие круги которых вместо мобилизации и развития собственной материальной базы уповают на помощь извне. Обсуждение Мальтийского проекта вызвало к жизни ряд новых концепций и предложений о международном контроле за деятельностью государств на морском дне под эгидой ООН.

* Приложение А/АС, 138/25, пп. 6, 1, 6, 5.

Предложения о «международном механизме» по контролю за деятельностью государств на морском дне были систематизированы и представлены на рассмотрение XXIV сессии Генеральной Ассамблеи ООН (см. Документ ООН А/8021). Авторы этого исследования после обобщения различных концепций и предложений пришли к выводу, что международный контроль за деятельностью на морском дне предлагается осуществлять в нескольких формах: регистрации заявок на эксплуатацию ресурсов морского дна; выдаче лицензий на разведку и разработку морского дна и, наконец, осуществлении такой эксплуатации непосредственно международными органами.

Каждая из этих форм международного контроля имеет свои недостатки. Как регистрационная, так и лицензионная система по сути распределяют морское дно между отдельными государствами и предприятиями. Предоставление монопольного права на разработку ресурсов морского дна международной организации имеет свои трудности, связанные с образованием первоначального капитала, со справедливым распределением получаемых благ, конкуренцией с другими государствами, ведущими разработку минеральных ресурсов на суше. Все эти моменты выявили серьезные разногласия между государствами по вопросу о целесообразности и форме «международного механизма». Окончательного решения по этому поводу так и не было принято, тем более, что не решен еще основной вопрос о пределах, до которых распространяется власть прибрежного государства на ресурсы морского дна.

Советский Союз в своем проекте установления международного контроля за деятельностью государств на морском дне исходит из того, что «международный механизм» должен лишь содействовать разумной и рациональной эксплуатации морского дна. В своих предложениях о проекте «Договора об использовании морского дна в мирных целях» Советский Союз предлагает создать Международное Агентство по ресурсам морского дна, членами которого могут быть государства — участники Договора (ст. 17). Главными органами этого Агентства должны явиться конференция государств — членов Агентства и Исполнительный Совет. Административно-техническое обслуживание деятельности Агентства и его органов осуществляется Секретариатом, руководимым Исполнительным секретарем.

Функцией Конференции являются организационные вопросы: образование исполкома, рассмотрение и утверждение административного бюджета, рассмотрение докладов, назначение Исполнительного секретаря и рассмотрение вопросов персонала секретариата. Наряду с ними Конференция занимается рассмотрением общих вопросов эксплуатации ресурсов морского дна и его недр. Конференция разрабатывает общие правила и рекомендации государствам по предупреждению загрязнения и заражения морской среды в связи с разработкой и разведкой морского дна.

Конференция уполномочивается выносить постановления о лишении государств прав и привилегий, вытекающих из членства в Агентстве в случае систематических нарушений положений Договора.

Исполнительный Совет по проекту СССР должен состоять из 30 государств, по пяти государств от таких групп: социалистических стран, стран Азии, Африки, Латинской Америки, западноевропейских и других стран, не входящих в перечисленные выше группы, и по одной стране от каждой из перечисленных групп, не имеющих выхода к морю. Членство в Совете сохраняется в течение четырех лет.

По этому же проекту на Совет возлагаются: наблюдение за осуществлением положений Договора государствами-участниками; координация деятельности государств — участников Договора по промышленной разведке ресурсов морского дна и его недр; общая оценка обнаружен-

ных запасов, площади их распространения и географического распределения на морском дне; функции по выдаче лицензий и распределению благ; содействие обмену научной информацией; принятие рекомендаций по предотвращению загрязнения морской среды; содействие в разрешении споров, возникающих между государствами, и другие вопросы, вытекающие из положений Договора.

Все предложения Советского Союза по созданию международного органа по эксплуатации морского пространства за пределами национальной юрисдикции сводятся к тому, чтобы обеспечить максимальную охрану морской среды от загрязнения и хищнической эксплуатации, содействовать всесторонней оценке ресурсов, обеспечить интересы всех государств и делить добываемые блага на основании справедливого учета их нужд.

Сам по себе международный орган по этому проекту не наделяется функциями по организации эксплуатации морского дна и другими промышленными и контрольными правами, которые позволили бы ему стать над государствами-участниками Договора и вне их контроля.

В проектах других государств вопросам создания «международного механизма» уделяется большое внимание и многие из них наделяют этот механизм самостоятельными производственными и контрольными функциями.

Танзания, например, наделяет его самостоятельной правосубъектностью, при которой он может выступать в суде в качестве истца и ответчика (ст. 38). Мальта считает, что международный орган должен иметь суда под своим флагом, которые обладают иммунитетом по отношению к юрисдикции любого государства в международных водах (ст. 89), может принимать в управление от любого государства рифы, песчаные отмели и острова с населением до 10 тыс. постоянных жителей (ст. 90). Канада предлагает, чтобы «международный механизм» состоял из организации, являющейся юридическим лицом, обладающим способностью заключать договора, владеть собственностью и выступать в суде. Это должно быть совершенно новое учреждение, не имеющее себе подобных в настоящее время в системе ООН.

В рабочем документе тринадцати государств предлагается создать предприятие при международном органе, которое бы уполномочивалось «...предпринимать все технические, промышленные или коммерческие виды деятельности, относящиеся к разведке территории и эксплуатации ее ресурсов» (ст. 33). Предприятие должно наделяться неограниченными правосубъективностью и правоспособностью, чтобы выполнять эту свою деятельность.

Выдвигаемые проекты о международном режиме, международном органе и организациях и предприятиях при нем имеют целью поставить использование морского пространства и эксплуатацию его естественных богатств на широкую предпринимательскую основу. Все это настораживает, так как создание таких организаций и предприятий междугосударственного характера, находящихся под эгидой ООН, таит в себе опасность их использования в интересах той группы государств, которая войдет в руководство органа, его предприятий или внесет наиболее крупный вклад в их организацию.

Стремление выработать согласованное положение о правовом регулировании международной деятельности по разведке и разработке естественных ресурсов морского дна за пределами национальной юрисдикции вполне объяснимо, так как интерес к этой части Мирового океана постоянно возрастает. Освещение основных положений различных проектов, представленных заинтересованными государствами в Комитет по мирному использованию дна морей и океанов за пределами национальной юрисдикции, показывает, что позиции этих государств во мно-

гом расходятся. Выработка согласованных решений о международном режиме этого морского пространства — дело будущего. Между тем научно-исследовательская работа, разведка и разработка морского дна и его недр за пределами национальной юрисдикции ведутся уже теперь. Международное право, действующие Конвенции о свободном море и континентальном шельфе, положение о борьбе с загрязнением морской воды являются той правовой основой, которая позволяет в интересах общего блага регулировать эту деятельность.

Советский Союз, сторонник охраны окружающей среды, справедливого распределения естественных богатств Мирового океана между всеми государствами, имея в виду первоочередную научно-техническую помощь слаборазвитым странам, последовательно выступает за то, чтобы действующие нормы международного права стали основой для урегулирования действий государств в морском пространстве за пределами национальной юрисдикции. Практическая деятельность научно-исследовательских и промышленных организаций Советского Союза сосредоточена именно в этом направлении.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Систематический обзор важнейших видов полезных ископаемых морского дна и их основных месторождений с полной определенностью позволяет констатировать весьма важную в настоящее время и все более возрастающую в будущем роль минеральных ресурсов Мирового океана. Дно океана является источником нефти и газа, россыпных минералов, марганца, фосфоритов и многих других полезных ископаемых. Геологические и геофизические исследования морского дна пролили свет на геологическое строение многих районов океана. Изучен рельеф морского дна, созданы карты рельефа дна Мирового океана, по многочисленным пробам донных осадков, отобранным грунтовыми трубками, составлен комплекс разнообразных карт, отражающих относительно полную картину закономерностей распределения донных осадков в Мировом океане.

В акваториях пробурены уже десятки тысяч скважин, преимущественно в районах шельфа. Так, только на мелководьях шельфа у берегов США с 1946 г. пройдено около 10 тыс. скважин (Венк, 1971). Научно-исследовательское судно «Гломар Челленджер» пробурило скважины на безбрежных просторах Атлантического, Тихого и Индийского океанов, в морях Антарктики. Бур проник в толщу осадков океана на глубину до 1000 м; вскрыты породы возрастом 160 млн. лет (Лисицын, 1971). Эти исследования ставили задачу многопланового изучения океанического дна, в частности проверку гипотезы дрейфа материков, определение возраста районов океанического дна; изучение древнего оледенения и изменений палеоклимата; измерение скорости осадконакопления; проверку геофизических данных; поиски богатых металлами горизонтов в осадках глубоководных районов, обнаружение хотя бы незначительных количеств нефти и газа на больших глубинах океанов. Материалы, полученные на «Гломар Челленджере», свидетельствуют о молодом возрасте океанических структур, о горизонтальном движении континентов. Например, по данным изучения керна скважин «Гломар Челленджера» можно сделать вывод о том, что северная часть Тихого океана когда-то лежала на экваторе.

Однако полученные ценнейшие данные и весь объем информации о морском дне по сравнению с масштабами океана все еще ничтожны. Сегодня геология океана изучена на несколько порядков хуже геологии континентов. Между тем морские недра начинают играть все более важную роль в добыче полезных ископаемых.

По сведениям Г. А. Нурка и др. (1970), еще в III в. до н. э. с глубины 4 м вблизи о-ва Халка у пролива Босфор ныряльщики добывали медную руду. Известны древние разработки коралловых рифов в Полинезии и средневековые угольные и оловянные копи в Англии. В наше время человечество вплотную подошло к созданию морской горной и нефтяной промышленности. В больших масштабах эксплуатируются месторождения нефти и газа в мелководной зоне шельфа; россыпи многих редких минералов. Созданы установки для бурения на шельфе, крупные драги и земснаряды для разработки прибрежно-морских россыпей. Шахты

и горные выработки проникли в море на 5—7 км, в море строятся настоящие искусственные острова для горных предприятий. Ближайшие десятилетия обещают нам дальнейший гигантский прогресс морской техники и морского горного дела. Горные предприятия опустятся на дно, богатства его недр будут освоены. Будет добываться нефть с больших глубин, за пределами шельфа резко возрастет количество нефтяных вышек; будет освоена добыча железо-марганцевых конкреций и фосфоритов с морского дна на больших глубинах. Шахты переместятся далеко в море, на десятки километров от берега, базируясь на искусственных островах. Освоение морского дна предполагает использование энергии атомного взрыва, например для создания в недрах морского дна резервуаров для хранения газа в районах его добычи (Томлин, 1967). Для обеспечения этой своего рода научно-технической революции в горном деле должны быть созданы принципиально новые и усовершенствованы старые типы горных механизмов, невиданный размах приобретут геологоразведочные работы, в первую очередь геофизические и буровые. Резко возрастет флот плавучих буровых установок, увеличится их тоннаж и глубины проникновения в недра. Будут созданы экономичные и технически совершенные подводные методы дистанционного управления подводными буровыми скважинами, подводные установки для первичной переработки нефти и ее хранения. Для проведения работ на больших глубинах планируется создание глубоководных аппаратов, вооруженных новейшим манипуляционным оборудованием; рабочие глубины этих аппаратов непрерывно растут.

При добыче минералов со дна моря получают развитие подводные аппараты, в частности подводные земснаряды с мощными системами вертикальной и горизонтальной транспортировки минералов.

Все это приведет к расширению географии геологических исследований океана; геологи выйдут за пределы шельфа в глубоководные районы океанских акваторий.

Гидрокосмос становится ареной соревнования различных стран. Советский Союз и другие социалистические государства выполняют огромные геолого-геофизические исследования в Мировом океане. В работах по изучению Мирового океана участвуют сотни советских научно-исследовательских и производственных организаций, сотни кораблей советской науки, в том числе такие крупные современные суда, как «Менделеев», «Курчатов» и др. Значительный вклад в изучение морского дна вносят ученые Академии наук УССР, располагающие большими, хорошо оборудованными научно-исследовательскими судами «Вернадский» и «Ломоносов». В распоряжении советской науки имеются подводные лодки, различные типы глубоководных аппаратов. Наша буровая техника позволяет успешно осваивать месторождения шельфа, предполагается в дальнейшем выход на большие глубины. Отечественные исследователи ставят вопрос о создании в СССР судна, подобного «Гломару Челленджеру» (Безруков, 1971). Несомненно, что научное бурение в ближайшем будущем будет производиться многими странами.

Созданная в 1972 г. Международная Объединенная организация океанографических институтов для глубокого бурения (ДЖОИДЕС), в которую входит Институт океанологии АН СССР, предполагает в соответствии с международным проектом выполнить большой объем исследовательского бурения в тех районах Мирового океана, где легче всего будет решить вопросы о природе и происхождении океанической коры, о природе океанических окраин, палеоокеанографии. Эти работы начнутся после 1975 г. До этого времени базовое судно проекта «Гломар Челленджер» пробурит более 400 скважин, которые охватят все географические районы Мирового океана, кроме Арктики.

Как отмечают В. И. Игревский, Н. П. Будников, В. А. Левченко (1972), генеральным направлением морских геологоразведочных работ в СССР в 1972—1975 гг. является изучение геологического строения шельфа геолого-геофизическими методами для оценки перспективности районов шельфа на различные виды полезных ископаемых. В девятой пятилетке планируется увеличить объем морских геолого-геофизических работ на 2,5—3,5 раза. Основными задачами морских геолого-геофизических работ на нефть и газ являются изучение геологического строения и нефтегазоносности Черного, Балтийского, Каспийского, арктических (Баренцева, Карского) и дальневосточных (Охотского, Японского) морей; регионального геологического строения переходных от континента к океану зон и разработка методики поисков нефте-газовых залежей в этих районах.

Для решения этих задач наряду с геофизическими исследованиями планируется бурение скважин на арктических островах Баренцева и Карского морей, бурение наклонных скважин на прибрежно-морских структурах, бурение скважин со стационарных оснований и плавучих установок на шельфе Сахалина (Татарский пролив, Охотское море), Камчатки, в Каспийском, Балтийском и Черном морях.

Основными задачами морских геологоразведочных работ на твердые полезные ископаемые в девятой пятилетке В. И. Игревский и др. (1972) считают региональное изучение металлоносности континентального шельфа СССР для поисков тех видов сырья, добыча которого рентабельна, выявление зон концентрации золота, олова, алмазов; поиски подводных россыпей и отработку методики. Региональные исследования будут сосредоточены на шельфе морей Лаптевых, Восточно-Сибирском, Чукотском, Охотском, Японском; на северном Сахалине и Курильских о-вах, где выявлены повышенные концентрации золота, олова и титано-циркониевых минералов в прибрежно-морских россыпях.

Советский Союз оказывает помощь Кубе, Болгарии, ГДР и другим социалистическим странам в геологическом изучении шельфа. СССР успешно помогает многим слаборазвитым странам.

Геологические исследования морского дна в больших масштабах проводят также Япония, Франция, Великобритания, ФРГ. Важнейшее значение изучению Мирового океана, в том числе и морским геологическим исследованиям, придают США. Чрезвычайно интересные в этом отношении материалы приводят А. А. Громыко и А. Т. Кокошкин (1971). США стараются, как записано в американском «законе 89—454», «сохранить роль лидера в морских науках и разработке ресурсов» (Марин Сайнс Афес, 1970). С этой целью в США приняты меры по координации исследований и созданию правительственных органов по изучению и освоению Мирового океана. Уже в 1959 г. в рамках федерального совета по науке и технике при Президенте США была создана подкомиссия по океанографии; в 1966 г. — Национальный Совет по морским ресурсам и техническому развитию во главе с вице-президентом США. В 1970 г. организовано Национальное агентство по изучению и освоению океана и атмосферы (НАОА) в составе Министерства торговли. В соответствии с дальнейшими планами намечаются вопросы освоения океана передать в ведение планируемого Министерства природных ресурсов. В 1971—1972 финансовом году на исследования океана в США было выделено 609,1 млн. долларов. Если в 1967 г. в США было 5 тыс. человек, занятых изучением океана, то к 1980 г. их количество достигнет 100 тыс. человек. Уже сейчас в исследовании океана участвуют прямо или косвенно 90 федеральных, 40 местных (находящихся в ведении штатов), 90 академических и 25 частных научных организаций. Океанографический флот США насчитывает свыше 200 судов и около 100 подводных аппаратов, в том числе атомную научно-исследовательскую подводную лодку,

построенную в 1969 г. фирмой «Дженерал дайнэмикс». Создание подводной лодки обошлось примерно в 100 млн. долларов. В настоящее время 3 тыс. крупных американских компаний планируют участие в разработке ресурсов океанов.

Изучение и освоение недр Мирового океана резко расширит сырьевые ресурсы всего человечества, ускорит темпы развития народного хозяйства нашей страны. В связи с этим все острее ставятся правовые проблемы регламентации деятельности государств в морском пространстве и на его дне. В их практической деятельности, в позициях, занимаемых на международных форумах, наблюдается различный подход к определению ширины территориальных вод, пределов распространения суверенных прав прибрежного государства на континентальный шельф, демилитаризации морского дна, борьбе с загрязнением морского пространства, охране ихтиологических ресурсов, перспектив использования богатств Мирового океана в открытом море и многими другими.

III конференция ООН по морскому праву в Каракасе (1974 г.) показала, что интерес к решению этих проблем постоянно возрастает и что в мире практически нет государств, безразлично относящихся к правовой дискуссии о перспективах освоения минерально-сырьевых ресурсов Мирового океана и его недр.

В этой дискуссии участвует более 150 стран не только прибрежных, но и не имеющих выхода к морю или невыгодно географически расположенных, а также региональные сообщества государств.

Минеральные и сырьевые богатства Мирового океана огромны. Современный уровень развития науки и техники позволяет решать вопросы их освоения на больших глубинах. Освоение этих богатств даст возможность человечеству во многом решить сложные проблемы энергетики, питания, новых источников полезных ископаемых. Четкая правовая регламентация деятельности государств в морском пространстве и на его дне быстрее поставит на службу человечеству эти грандиозные ресурсы.

Советский Союз и социалистические страны последовательно отстаивают правовые принципы, которые позволяют использовать Мировой океан в интересах всех государств и народов на благо развития человечества и укрепления международного сотрудничества.

ЛИТЕРАТУРА

- Агеев К. С., Андреев С. И., Семенов Н. А., Ли Ю. А. — В кн.: Проблемы геологии россыпей. Магадан, 1970.
- Ажажа В. Г., Соколов О. А. Подводная лодка в научном поиске. «Наука», М., 1966.
- Акимушкин И. И., Пожарицкая Н. М. Дары океана на службу человека. «Знание», М., 1966.
- Аксенов А. А. Литодинамика береговой зоны моря. Автореф. докт. дисс. М., 1969.
- Аксенов А. А. Рудный процесс в верхней зоне шельфа. «Наука», М., 1972.
- Аксенов А. А. и др. Вопросы образования прибрежно-морских россыпей.— Тр. Ин-та океанологии АН СССР, 1965, 76.
- Аксенов А. А. и др.— В кн.: Геология россыпей. «Наука», М., 1965.
- Алборов З. Б.— Горнодобывающая промышленность. М., 1965.
- Алиханов Э. Н.— Изв. АН АзССР, серия геолого-географ., 1965.
- Арутюнов Н. Б., Рясной А. А. Черная металлургия Канады. Месторождения и запасы железных руд. Металлургиздат, М., 1961.
- Барковская М. Г.— В кн.: Вопросы накопления и распределения тяжелых минералов в прибрежно-морских песках.— Тр. Ин-та геологии, изд-во АН ЛатвССР, Рига, 1960.
- Батурин Г. Н.— ДАН СССР, 1969, 189, 6.
- Батурин Г. Н., Коченов А. В., Тримонис Э. С. Океанология, 1969, вып. 3.
- Башкиров Г. С. Динамика прибрежной зоны моря. «Морской транспорт», М., 1961.
- Безверхов И. И. и др.— В кн.: Проблемы рационального использования природных богатств Сиваша. «Наукова думка», Киев, 1969.
- Безруков П. Л.— ДАН СССР, 1960, 189, 6.
- Безруков П. Л.— Океанология, 1962, 2, вып. 6.
- Безруков П. Л.— Океанология, 1971, 11, вып. 6.
- Безруков П. Л., Петелин В. П.— Тр. Ин-та океанологии, 1960, АН СССР, 44.
- Безруков П. Л., Петелин В. П., Скорнякова Н. С.— В кн.: «Тихий океан», кн. 2, «Наука», М., 1970.
- Безруков П. Л. и др.— ДАН СССР, 1969, 185, 4.
- Безруков П. Л. и др.— Современные осадки морей и океанов. Изд-во АН СССР. М., 1961.
- Бейтс Р. Геология неметаллических полезных ископаемых. «Мир», М., 1965.
- Белоусов В. В.— БМОИП, отд. геологии, 1970, 45 (4).
- Беспальный В. Г., Черепанов Г. Ю.— В кн.: Проблемы геологии россыпей. Магадан, 1970.
- Беспальный В. Г., Павлов Г. Ф., Сухорослов В. Л.— В кн.: Проблемы геологии россыпей. Магадан, 1970.
- Билибин Ю. А. Основы геологии россыпей. Изд-во АН СССР, М., 1955.
- Брамлетт М. Н. Океанография, Скриппсовский ин-т. «Прогресс», М., 1965.
- Бубнов С. Н. Геология Европы. ОНТИ НКТП, М., 1936.
- Буткевич В. С.— Тр. Морского научн. ин-та, 1928, 3, вып. 3.
- Бутузова Г. Ю.— Тр. Геол. ин-та, 1969, вып. 194, М.
- Васильчиков Н. В.— Горный журнал, 1963, 3.
- Васильчиков Н. В. Проблемы поисков и разработки прибрежно-морских россыпей СССР. Объед. научная сессия, посвящ. исслед. Каспия, берегов и морей. Тезисы докладов. Баку, 1963.
- Васильчиков Н. В. Поделись, Нептун! Сов. Россия; М., 1964.
- Васильчиков Н. В., Ширер Г. Б., Маценон Ю. А., Красных И. В., Гришанкова Е. А.— Цветные металлы, 1968, 1.
- Варенцов И. М.— В кн.: Конкреции и конкреционный анализ. Л., 1970.
- Варенцов И. М.— В кн.: Конкреции и конкреционный анализ. Л., 1970.
- Величко Е. А., Корбут Е. А. Геолого-экономические показатели по важнейшим морским россыпям зарубежных стран. Нил-зарубежгеология, М., 1966.

- Величко Е. А., Корбут Е. А.— В кн.: Полезные ископаемые и закономерности их размещения в странах Африки и зарубежной Азии. Нилзарубежгеология, М., 1970.
- Венк Э.— В кн.: Океан. «Мир», М., 1971.
- Виноградов А. П. Введение в геохимию океана. «Наука», М., 1967.
- Волков И. И., Севастьянов В. Ф.— В кн.: Геохимия осадочных пород и руд. «Наука», М., 1968.
- Гаджиев Б. А., Кулиев И. П., Малядов Б. М., Юсуфзаде Х. Б.— Азербайджанское нефтяное хозяйство, 1964, 9.
- Гаркаленко И. А. и др.— В кн.: Проблемы рационального использования природных богатств Сиваша. «Наукова думка», Киев, 1969.
- Геворкьян В. Х., Чугунный Ю. Г.— ДАН СССР, 1969, 187, 4.
- Гончаров В. П., Непрочнов Ю. П.— В кн.: Доклады советских геологов на XXI сессии Международного геологического конгресса. Проблема 10. Морская геология. Госгеолтехиздат, М., 1960.
- Гриценко И. И., Жигин Д. П., Тютрин И. И.— В кн.: Проблемы геологии россыпей. Магадан, 1970.
- Громыко А. А., Кокошкин А. Т. Мировой океан в политике США. США, 11, 1971.
- Гужов С. С. Морское бурение за рубежом. «Недра», М., 1970.
- Гурвич С. И., Казариннов Л. Н., Хмара Н. В. Древние редкометалльные россыпи, методы их поисков и оценки. «Недра», М., 1964.
- Давыдов Г. М.— В кн.: Проблемы рационального использования природных богатств Сиваша. «Наукова думка», Киев, 1969.
- Данильченко П. Г., Понизовский А. М. Гидрохимия Сиваша. Изд-во АН СССР, М., 1954.
- Дерюгин К. К. Человек покоряет глубины океана. «Наука», М., 1965.
- Дзенс-Литовский А. И. Первая садка поваренной соли на Кара-Богаз-Голе.— Природа, 1940, 11.
- Дзенс-Литовский А. И. Геологическое прошлое и настоящее Кара-Богаз-Гола. Доклады на чтениях памяти Л. С. Берга. Изв. АН СССР, М.—Л., 1956.
- Дзенс-Литовский А. И.— Тр. Океанографич. комиссии АН СССР, 1959, 5.
- Дзенс-Литовский А. И., Васильев Г. А., Горкова М. Ю.— В кн.: Проблемы комплексного использования минеральных богатств Кара-Богаз-Гола. Изд-во АН Туркм. ССР, Ашхабад, 1959.
- Добровольский А. Д.— Океанология, 1971, 11, вып. 5.
- Еланский А. Н.— Цветная металлургия, 1963, 20.
- Ерьоменко Г. К. та ін.— ДАН УРСР, серія В, 1967, 1.
- Желдаков М. Е., Ефанова В. А.— В кн.: Матер. геол. исследований на территории Нижнего Дона и Нижн. Волги. Ростов-на-Дону, Ростов. ун-т, 1964.
- Железный рудник под дном Балтийского моря. Бюллетень ЦИИИ ЧМ, 1957, 10.
- Жилинский Г. Б.— В кн.: Геология россыпей. «Наука», М., 1965.
- Залкинд Г. Р.— В кн.: Проблемы рационального использования природных богатств Сиваша. «Наукова думка», Киев, 1969.
- Захарчук С. М., Куришко В. А. и др.— Нефтяная геология и геофизика, 1967, 12.
- Зенкевич Н. Л., Скорнякова Н. С.— Океанология, 1961, вып. 1, 1.
- Зенкович В. П. Динамика и морфология морских берегов, ч. 1. Волновые процессы. «Морской транспорт», М., 1946.
- Зенкович В. П. Берега Черного и Азовского морей. Географиздат, М., 1958.
- Зенкович В. П. Основы учения о развитии морских берегов. Изд-во АН СССР, М., 1962.
- Зубрев И. Н., Савельев А. К. Геология, поиски и разведка россыпных месторождений. Изд-во АН СССР, М., 1963.
- Игревский В. И., Будников Н. П., Левченко В. А.— Сов. геология, 1972, 11.
- Ики Шожи.— «Въглица», 1965, 3.
- Калиненко В. О.— Микробиология, 1949, 18, вып. 6.
- Калиненко В. О., Белокопытова О. В., Николаева Г. Г.— Океанология, 1962, 11, вып. 6.
- Калинкин Г. Ф., Островский Я. А. Морское дно: кому оно принадлежит? Госполитиздат, М., 1970.
- Калинко М. К. Нефтегазоносность акваторий мира. «Недра», М., 1969.
- Кара-Богаз-Гол и перспективы его промышленного использования. Проблемы Каспийского моря.— Тр. Океанографич. комиссии, 1959, 5.
- Карякин Л. И. Минералогический состав песков побережья Азовского моря между косами Бердянской и Обиточной, Минерал. сб., № 2, Львов, 1948.
- Кашкаров И. Ф., Полканов Ю. А., Еременко Г. К., Борисов В. В., Яловенко И. П.— ДАН СССР, 1968, 179, 4.
- Кленова М. В. Геология моря. Учпедгиз, М., 1948.
- Кленова М. В.— Океанология, 1971, 11, вып. 5.
- Коган Б. И.— В кн.: Вопросы накопления и распределения тяжелых минералов в прибрежно-морских песках. Изд-во АН ЛатвССР, Рига, 1960.

- Конычев М. И. Техника геологоразведочных работ. Изд-во АН СССР, М., 1965.
- Косыгин А. Н. Выступление при подписании договора. «Правда», 12 февраля 1971.
- Крейвен Дж.— В кн.: Освоение глубин океана. Воениздат, М., 1971.
- Кузнецов Ю. А., Левин Л. Э. и др. Тектоника и нефтегазоносность окраинных и внутренних морей СССР. «Недра», М., 1970.
- Кушенский К. С.— ВЦИИНЧМ, 1959, 2.
- Лайонс Дж. С.— В кн.: Структурная геология рудных месторождений Канады. Симпозиум. Перевод с английского. М., 1964.
- Лебединцев А. А. Карабугазский залив и значение его для русской и мировой химической промышленности. Карабугаз и его промышленное значение, 73. Л., 1930.
- Леонтьев О. К. Основы геоморфологии морских берегов. Изд-во МГУ, М., 1961.
- Леонтьев О. К. Дно океана. «Мысль», М., 1968.
- Лисицын А. П.— Океанология, 1971, 11, вып. 6.
- Лисицын А. П., Бариннов Л. П.— Тр. Ин-та океанологии АН СССР, 1960, 14.
- Логвиненко Н. В., Ремизов И. Н., Бергер М. Г.— ДАН СССР, 1964, 159, 3.
- Лонгинов В. В. Динамика береговой зоны бесприливных морей. Изд-во АН СССР, М., 1963.
- Любимов И. М. Полезные ископаемые СССР. Учпедгиз, М., 1964.
- Магакьян И. Г. Рудные месторождения. Промышленные типы месторождений металлических полезных ископаемых. Госгеолтехиздат, М., 1955.
- Марков С. С.— В кн.: Проблемы рационального использования природных богатств Сиваша. «Наукова думка», Киев, 1969.
- Матвеев А. К. Угольные месторождения зарубежных стран, 1. «Недра», М., 1966.
- Материалы XXIV съезда КПСС. Политиздат, М., 1971.
- Махадеван В., Наралыдас Г., Нагараджарао Н.— В кн.: Геология атомного сырья. Атомиздат, М., 1959.
- Меро Д. Минеральные богатства океана. «Прогресс», М., 1969.
- Месторождение алмазов в океане.— Природа, 1966, 4.
- Минеральные ресурсы зарубежных стран. 1949, вып. 11, 12.
- Минеральные ресурсы капиталистических стран, ч. 3, 1963.
- Михайлов С. В. Экономика мирового океана. «Экономика», М., 1966.
- Михайлов С. В. Мировой океан и человечество. «Экономика», М., 1969.
- Невеский Е. Н. Закономерности прибрежного осадкообразования (на примере верхнечетвертичных отложений Черного моря). Автореф. докт. дисс. М., 1964.
- Невеский Е. Н., Щербатов Ф. А.— В кн.: Закономерности размещения полезных ископаемых, кн. 4. Россыпи. Гортехиздат, М., 1960.
- Нискоковский Ю. Н.— Записки Ленинградского горного ин-та, 1960, 42, вып. 1.
- Новодран В. В.— В кн.: Советские по изучению геологии побережья и дна Черного и Азовского морей в пределах УССР. Тезисы докладов (10—20 октября, 1965). Одесса, 1965.
- Нурок Г. А., Костин В. Н., Бруякин Ю. В. и др. Добыча полезных ископаемых со дна морей и океанов. «Недра», М., 1970.
- Обзор минеральных ресурсов стран капиталистического мира. Азия, Япония. М., 1965.
- Обзор минеральных ресурсов стран капиталистического мира. Африка. М., 1966.
- Обзор минеральных ресурсов стран капиталистического мира. Европа. М., 1965.
- Обобщенные данные о добыче из прибрежно-морских россыпей. Полезные ископаемые и закономерности их размещения в странах Африки и зарубежной Азии. Нилзарубежгеология, М., 1970.
- Океан, техника, право. М., 1972.
- Окли О.— В кн.: Освоение глубин океана. Воениздат, М., 1971.
- Оруджев С. А., Тимофеев, Аса-Нури А. О.— Нефтяное хозяйство, 1967, 10.
- Осокин С. Д. Сокровища «Планеты Океан». «Знание», М., 1962.
- Остроумов Э. А.— Тр. Ин-та океанологии, 1957, 22.
- Павлидис Ю. А.— Океанология, 1964, 4, вып. 6.
- Пазюк Л. И., Розовский Л. Б.— В кн.: Геология побережья и дна Черного и Азовского морей в пределах УССР, вып. 3. Изд-во КГУ, 1969.
- Пантелеев П. Г.— Геол. журнал, 1, вып. 3—4, 1935.
- Пахомов А. С.— Марганец в морских осадках.— Тр. Океанографич. ин-та, 1948, вып. 5(17).
- Перспективы глубоководных морских разработок. Бюл. научн.-техн. информации, ОНТИ. 1962.
- Петелин В. П.— Океанология, 1964, 4, вып. 6.
- Полезные ископаемые и закономерности их размещения в странах Африки и зарубежной Азии. Нилзарубежгеология, М., 1970.
- Поливина М. Г. Промышленное освоение подводных месторождений твердых полезных ископаемых за рубежом. Изд-во АН СССР, М., 1966.
- Полканов Ю. А.— ДАН СССР, 1967, 174, 2.
- Полканов Ю. А., Яловенко И. П.— Геология, 1970, 10.
- Поляков В. Д. Природные соли. «Знание», М., 1961.
- Поляков В. Д., Уразов Г. Г.— Тр. Океанографич. комиссии АН СССР, 5, 1959.

- Понизовский А. М. Соляные ресурсы Крыма. «Крым», Симферополь, 1965.
 Приложения к документу ООН. А/АС, 138/25 п. п 6.1; 6.5.
- Путанс Б. Д., Ульст В. Г., Эмс В. Б. Литология, геохимия и полезные ископаемые Белоруссии и Прибалтики. Изд-во АН БССР, Минск, 1968.
- Пятнов В. И.—Разведка и охрана недр, 1956, 5.
- Пятнов В. И.—В кн.: Редкие элементы, сырье и экономика, 1970, вып. 5.
- Резник Б. Г.—В кн.: Проблема рационального использования природных богатств Сиваша. «Наукова думка», Киев, 1969.
- Рожанец А. В., Коган Б. И.—В кн.: Редкие элементы, сырье и экономика, 1970, вып. 2.
- Розанова Т. В., Батурич Г. Н.—Океанология, 1971, 11, вып. 6.
- Розовский Л. Б., Шпиков А. В. Состояние и перспективы инженерно-геологического изучения морского дна на побережье Черного и Азовского морей (в пределах УССР), 1965.
- Рудницкий М. А.—Природа, 1968, 9.
- Рычковская Н. И.—В кн.: Геология побережья и дна Черного и Азовского морей в пределах УССР. Вып. 3. Изд-во КГУ, К., 1969.
- Савич-Заблоцкий К. Н.—Наукові зап. Харківського ун-ту, 1937, 10.
- Самойлов Я. В., Титов А. Г.—Тр. Геологич. и минералогич. музея Петра Великого Российской Академии наук, 3, вып. 2, 1917—1918, Петроград, 1922.
- Седельников Г. С., Андриясов Г. М.—Изв. АН ТуркмССР, серия физ.-техн., химич. и геол. наук, 1968, 4.
- Седельников Г. С., Буйневич Д. В.—В кн.: Полезные ископаемые и энергетические ресурсы пустынь и их использование, Ашхабад, 1963.
- Седельников Г. С., Лазарева А. И.—Неорганическая химия, 1964, 9, вып. 2.
- Скорнякова Н. С.—ДАН СССР, 1960, 130, 3.
- Скорнякова Н. С., Андрущенко П. Ф. Железо-марганцевые конкреции Тихого океана. «Наука», М., 1968.
- Скорнякова Н. С., Андрущенко П. Ф.—Океанология, 1968, 8, вып. 5.
- Скорнякова Н. С., Андрущенко П. Ф.—В кн.: Тихий океан, 6. «Наука», М., 1970.
- Скорнякова Н. С., Андрущенко П. Ф.—Литология и полезные ископаемые, 1971, 1.
- Скорнякова Н. С., Зенкевич Н. Л.—Океанология, 1961, 1, вып. 1.
- Скорнякова Н. С., Андрущенко П. Ф., Фомина Л. С.—Океанология, 1962, 2, вып. 2.
- Смолдырев А. Е., Лаврик Н. И.—Изв. вузов. Геология и разведка, 1, 1972.
- Смирнов В. И. Геология полезных ископаемых. «Недра», М., 1969.
- Соболева В. В.—Разведка и охрана недр, 1965, 3.
- Справочник по океанографическим приборам и оборудованию. Изд-во АН СССР, М., 1962.
- Спрингис К. Я. Морская геология и проблемы минерального сырья. «Знание», М., 1971.
- Стаблфилд К. Угольные бассейны Великобритании. ИЛ, М., 1960.
- Страхов Н. М. и др.—В кн.: Геохимия осадочного марганцево-рудного процесса, вып. 185. «Наука», М., 1968.
- Сулоев А. И. Россыпь Белосарайской косы как возможный источник получения цирконового и ильменитового сырья. Госгеолиздат, М.—Л., 1938.
- Ткаченко А. И., Зотов А. В.—В кн.: Современные рудообразующие растворы. Тезисы докладов. Петропавловск-Камчатский, 1970.
- Трофимов В. С.—Геология россыпей. «Наука», М., 1965.
- Трофимов В. С.—Литология и полезные ископаемые, 1971, 6.
- Тумс Дж., Тейлорсмит Д., Никол И., Онг П., Уэлдон Дж.—В кн.: Геология и геофизика морского дна. «Мир», М., 1969.
- Угольная промышленность Англии. Зарубежная техника, Углетехиздат, М., 1956.
- Угольная промышленность Великобритании и Франции. М., 1971.
- Угольная промышленность капиталистических стран, 1. Госгортехиздат, М., 1962.
- Угольная промышленность капиталистических стран. М., 1970.
- Уразов Г. Г., Седельников Г. С.—Тр. Океанографич. комиссии АН СССР, 1959, 5.
- Фрост Адам—За рубежом, 1966, 10.
- Ханли У.—В кн.: Освоение глубин океана. Воениздат. М., 1971.
- Хизен Б., Тарп М., Юинг М. Дно Атлантического океана. ИЛ, М., 1962.
- Хейндрих Э. Ц. Минералогия и геология радиоактивного минерального сырья. ИЛ, М., 1962.
- Хлестов О. Н.—Международная жизнь, 1973, 2.
- Чаповский А. З.—Угольная промышленность, 1971, 45.
- Чердынцев В. В., Кадыров Н. Б., Новичкова Н. В.—Геохимия, 1971, 3.
- Черная металлургия капиталистических стран. Часть 7. Железорудная промышленность Канады. Госгортехиздат, 1960.
- Чирвинский П. Н.—Зап. Российского минералог. общества, 4, 1925, вып. 1.

- Чугунный Ю. Г.—Геол. журнал, 1972, 32, вып. 2.
- Чугунный Ю. Г., Иваник М. М.—Геол. журнал, 1972, 32, вып. 3.
- Чугунный Ю. Г., Орлова О. Д.—ДАН УРСР, 1970, 5, 8.
- Шамрай И. А., Орехов С. Я.—В кн.: Геология узбережжя дна Чорного та Азовського морів у межах УРСР, вип. 4. Вид-во КДУ, Київ, 1970.
- Шарков В. В.—Тр. Лаборатории аэрометодов, 10. Изд-во АН СССР, М., 1960.
- Шарков В. В., Гурьева З. И.—Ученые записки ЛГУ, 1961, 298, серия геолог. и географич., вып. 15.
- Шацов А. Н. Морская радиометрия. «Недра», М., 1969.
- Шепард Ф. П. Морская геология. «Мир», М., 1969.
- Шнюков Е. Ф. Генезис железных руд Азово-Черноморской провинции. «Наукова думка», Киев, 1965.
- Шнюков Е. Ф. Геохимия и рудообразование, 1972, 1.
- Шнюков Е. Ф., Красножина З. В., Федоров Б. Г. Методика изучения и перспективы рудоносности акватории Азовского и Черного морей. Тезисы конференции. «Наукова думка», Киев, 1965.
- Шнюков Е. Ф., Рыбалко С. И., Орловский Г. Н.—В кн.: Новые данные по геологии, геохимии и минералогии плиоценовых отложений акватории Азовского моря. «Наукова думка», Киев, 1969.
- Шнюков Е. Ф., Федоров Б. Г., Науменко П. И. О перспективах рудоносности акватории Азовского и Черного морей. Тезисы конференции. «Наукова думка», Киев, 1965.
- Шнюков Е. Ф. и др. Каламитское поле конкреций. Изд-во АН УССР, Киев, 1973.
- Шпак П. Ф. и др.—Сов. геология, 1971, 9.
- Штеренберг Л. Е., Горикова Т. И., Нактинас Е. М. Литология и полезные ископаемые, 1968, 4.
- Шуйский Ю. Д., Болдырев В. Л., Кочетков П. В.—ДАН СССР, 1970, 194, 1.
- Щербаков Ф. А.—Тр. Океанографич. комиссии, 1961, 12.
- Щирица А. С., Юханов И. С., Орловский Г. Н., Белоненко И. И.—В кн.: Геология побережья и дна Черного и Азовского морей в пределах УССР, вып. 3. Изд-во КГУ, Киев, 1969.
- Экспресс-информация. Горнорудная промышленность (Рефераты), 38, 1960.
- Эмери К.—В кн.: Океан. «Мир», М., 1971.
- Яковкин А. А.—В кн.: Карабугаз и его промышленное значение. (Материалы КСПС, 73). Л., 1930.
- Alleyne D. H. N.—Working Paper on the Development of the Mineral Resources of the Continental Shelf. Dok. UN ESA (RT), 1971.
- The American Assembly Columbia University. Uses of the Seas, Prentice-Hall, Ins. Englewood Cliffs, N. Y., 1968.
- Andrassy Jurai. International Law and the Resources of the Sea. Columbia University Press, 1970.
- Anglejan D. B. F.—Marine Geol., 1967, 5, 5/6.
- Anson C. M.—Canad. Mining and Metallurgical Bull., 1951, 473.
- Arrhenius, Mero J., Korkisch I.—Science, 1964, 144, 3615.
- Austin F.—Engin. and Mining J. 1967, 168, 8.
- Bailey R. J.—Information Bull. JPS Sci. Technology Press, June 1971.
- Barnes B. B.—In: Offshore Technol. Conf. Houston, 1970.
- Barrow T. D.—In: Proceedings of a Symposium on Mineral Resources of the World Ocean. Occasional Publication, 4, University of Rhode Island, 1968.
- Bayhl J. F.—In: Preprints, Offshore Technol. Conf. 1969, 1.
- Bernfeld S. Developing of the Resources and the Security of Investment. The International Lawyer, Oct. 1957, 2, 1.
- Bischoff J. L.—In: Degens E. T. Hot Brines and Recent Heavy Metal Deposits in the Red Sea. Springer-Verlag, N. Y., 1969.
- Bischoff J. L., Mannheim F. T. Economic Potential of the Red Sea.—Heavy Metal Deposits in the Red Sea, Springer-Verlag, N. Y., 1969.
- Bonatti E., Nayudu V.—Raminohanroy.—Amer. J. Sci., 1965, 1, 263.
- De Bosset.—Geoexploration. 1970.
- Botke H.—Bergbauwissenschaften, 1970, 17, 12.
- Brède E. C., Viger H. L., Johnston R. C.—In: Preprints, Offshore Technol. Conf. 1969, 1.
- Brewer P. G., Riley I. P., Culkin F.—Deep Sea Res., 1965, 12.
- Brooks W. H.—Mining Electrical and Mechanical Engineer. 1960, 40, 473.
- Brooks D., Lloyd B. S.—In: Proceedings of a Symposium on Mineral Resources of the World Ocean. Occasional Publication, 4, University of Rhode Island, 1968.
- Brown G. A.—Underwater Information Bull., IPS Sci. Technology Press, 1971.
- Browning D. S.—In: Preprints, Offshore Technol. Conf. 1969, 1.
- Buchanan J. G.—The Chemical News, 1881, 54.
- Buchanan J. G.—In: Proceedings of the Royal Soc. of Edinburgh, 1890—1891, 18, Edinb., 1892.

- Burnell E. H., von Simpson.—Pacem in Maribus. 1, 4 (The center for the study of democratic institutions, Santa Barbara), 1970.
- Buser W.—In: International Oceanological (Am. Assoc. Advan. Sci.), 1959.
- Buser W., Grutter A., Uber die Natur der Manganknollen.—Schweiz mineral und petrogr. Mitt, 1956, 36, 1.
- Carlisle N. Riches of the Sea. Sterling Rube., Co, INC, 1968.
- Cathcart I. B.—Miner. Resour. Develop. Ser. V. N. T, 1968, 32.
- Charnock H.—Nature, 1964, 203, 590.
- Chernoff I.—In: Preprints, Offshore Technol. Conf., 1969, 1.
- Christy F. Alternative Regimes for Marine Resources Underlying the High Seas, Natural Resources Lawyer, 1968, 1, 2.
- Coene G. T.—Proceeding of a Symposium on Mineral Resources of the World Ocean. Occasional Publication, 4, University of Rhode Island, 1968.
- Correns C. W. Beitrage zur Geochemie des Eisens und Mangens.—Nachr. Akad. Wiss. Cottingen. Math-phys. KL., 219, 1941.
- Cronan D. S., Tooms J. S.—Deep Sea Res., 16, 4, 1969.
- Cruickshank M. I.—Journal of the West, 1971, 10, 1.
- Cruickshank M. I. Mining and Mineral Recovery. UST (Handbook Directory) 1969.
- Cruickshank M. I., Collins Jan I.—In: Preprints, Offshore Technol. Conf. 1969.
- Curtis H., Jonson D., Blue M.—In: Preprints, Offshore Technol. Conf, 1969.
- Daily A. F.—In: Preprints, Offshore Technol. Conf. 1969.
- Dangard L., Pioult M.—Submarine Geology and Geophysics, L., Butlerworths, 1965.
- Davenport I. M.—Journal of Marine Technology Society, 1971, 5, 4.
- Day E., Pearson K.—Geography, 1967, 52, 3.
- Degens E. T., Ross D. A. Hot Brines and Recent Heavy Metal Deposits in the Red. Sea. Springer—Verlag, N. Y., 1969.
- Degens E. T., Ross D. A. Oceanus, 1967, 13, 2—3.
- Dennis W. H.—World Mining, 1967, July.
- Diets R. S., Emery K. O., Shepard F. P.—Bull. Geol. Soc. Am., 1942, 33.
- Divitt, James F. Minerals and Men. The John Hopkins Press, Baltimore, 1965.
- Doumani G. A. Exploiting the Resources of the Sea Bed. (Subcommittee on National Security Policy and Scientific Developments). US House of Representatives, 1971.
- Drake C. L., Girdler R. W.—Geophys. J. Roy. Austr. Soc., 1964, 8.
- Dunham K. C.—Proceedings of the Conference on the Resources of Sea Bed. Harwell, 1967.
- Eden R. A., Carter Anne V. F.—Marine Geol., 1967, 7, 3.
- Ely N. American Policy Options in the Development of under Sea Mineral Resources. The International Lawyer, June, 1968, 2, 2.
- Emery K. O.—In: Submarine Geology and Geophysics, London Butlerworths, 1965.
- Emery K. O.—In: Proceedings of the Symposium on Mineral Resources of the World Ocean. University of Rhode Island, 1968.
- Ewing M.—In: Preprints, Offshore Technol. Conf, 1, 1969.
- Fermor L. L.—Memoirs of the Geological Survey of India, 37, 1909.
- Flawn P. T. Mineral Resources (Geology, Engineering, Economics, Politics, Law) L. Rand McNally Company, 1966.
- Fleming N.—In: Interregional Seminar on the Development of the Mineral Resources of the Continental Shelf. Dok. UN ESA (RT) Meeting 1/7, 1971.
- Flipse I. E.—In: Preprints, Offshore Technol. Conf., 1969.
- Foose P. M.—Mining Magazine, 1959, 49, 5.
- Frankenberg W. G., Allred I. H.—In: Preprints, Offshore Technol. Conf. 1, 1969.
- Friedmann W.—Amer. J. International Law, October, 1971.
- Friedrich G., Rosner B., Demirsoy Selcuk.—Mineral. Deposits, 1969, 4, 3.
- Frosch R. A.—In: Proceedings of a Symposium on Mineral Resources of the World Ocean Occasional Publication, 4, University of Rhode Island, 1968.
- Goldberg E. D., Arrhenius G.—Geochim. et cosmochim. acta, 1958, 13.
- Goodeil H. G., Meylan M. A., Grant B.—Antarct. Oceanol., 1. Washington, D. C., 1971.
- Goodier I. L., Nalwalk A. I.—In: Preprints, Offshore Technol. Conf. 1, 1969.
- Greene D. C., Hildebrand B. P.—In: Preprints, Offshore Technol. Conf. 1, 1969.
- Grenfell E. W.—In: Preprints, Offshore Technol. Conf. 1969.
- Gfindrod J.—Mining Magazine, 1960, 9, 103.
- Grütter A., Buser W.—Chimia (Aarau), 1957, 11.
- Gumbel W. Veber die im Stillen Ocean auf dem Meeresgrunde vorkommenden Manganknollen.—Sitzungsberichte. d. Wissensch zu Munchen, 1878, 8.
- Haage R. Beitrag zur Kenntnis der schwarzen Sande von Burgas.—Berg. deutsch. Ges. geol. Wiss., B. Miner Lagerstättenf 1968, 13, 5.
- Harms I. E., Hugh C. Hinds.—In: Working Paper for the Interregional Seminar

- on the Development of the Mineral Resources of the Continental Shelf. Dok. UN ESA (RT) Meeting 1/12, 1971.
- Hartmann M.—*Geol. Rundschau*, 1970, **60**, 1.
- Hartmann M.—*Meteor-Forschung. sergebnisse Reihe C.*, 1968, 1.
- Hartmann M., Nielsen H.—*Marine Geology*, 1966, **4**.
- Heezen B. C., Tharp M., Ewing M.—*Geol. Soc. America, Spec. Papers*, 1959, **65**.
- Hersey J.—*The Sea*, 1963, **3**, 1.
- Hockings W. A., Rose D. H., Shelgrove A. K.—*Skillings Mining Rev.*, 1969, **58**, **43**, 1.
- Humphrey H. H.—In: *Proceedings of a Symposium on Mineral Resources of the World Ocean. Occasional Publication*, **4**, University of Rhode Island, 1968.
- Ilmenite and monazite in Brazil.—*Mining J.*, 1962, **258**, 6597.
- James H. L.—In: *Proceedings of a Symposium on Mineral Resources of the World Ocean, Occasional Publication*, **4**, University of Rhode Island, 1968.
- James H. L.—In: *Hot Brines and Recent Heavy Metal Deposits in the Red Sea*. Springer—Verlag, N. Y., 1969.
- James D. Yancey, Dabig C. Hagen, Horward A. Slack J.—In: *Preprints, Offshore Technol. Conf.* **1**, 1969.
- Judd I. W. *The Fortnightly Review*, 1894.
- Keen N. J., Miles I. H., Spencer R.—In: *Proceeding of the Conference on the Technology of the Sea and the Sea Bed*, Herwell, 1967.
- Kelvey V. E., Tracy Jr. J. I.—*United States Geological Survey, Circular* 619, 1969.
- Kelvey V. E.—In: *Proceedings of a Symposium on Mineral Resources of the World Ocean. Occasional Publication*, **4**, University of Rhode Island, 1968.
- Kolodny Y.—*Nature*, 1969, **224**, 5223.
- Kramer F. S., Peterson R. A., Walter W. C.—In: *Preprints, Offshore Technol. Conf.*, **1**, 1969.
- Krueger R. B.—In: *Preprints, Offshore Technol. Conf.*, **1**, 1969.
- Kullenberg B.—*Reports of the Swedish Deep Sea Expedition*, **4**. *Bottom Investigations*, **2**, 1955.
- La Que F. L. *Prospects for and from Deep Ocean Mining, Conference "Pacem in Maribus"*, 1970.
- De Lerno J. Marchal A. W.—In: *Preprints, Offshore Technol. Conf.*, **1**, 1969.
- Libby F. *Sea Front*, 1969, **15**, 4.
- Lockwood G. S.—*Marine Syst.*, 1967, **2**, 1.
- Wowd I., Burrus B. S., Hill E. C.—In: *Preprints, Offshore Technol. Conf.* **1**, 1969.
- Mcilhenny W. F.—In: *Preprints, Offshore Technol. Conf.* **1**, 1969.
- Menard H. W.—*Bull. Geol. Soc. Amer.*, 1969, **71**.
- Menard H. W.—*Deep-Sea Res.*, 1960, **7**, 1.
- Mero J.—*Mining Congr. J.*, 1960, **46**, 10.
- Mero J.—*Scient. Amer.*, 1960, **203**, 6.
- Mero J. *Sea-Floor Manganese Nodules.—10th Pacific Science Congress, Honolulu*, 1961.
- Mero J.—*Mining J.*, 1962, **258**, 6615.
- Mero J.—*Mining J.*, 1962, **258**, 6613.
- Mero J.—*Econ. Geol.*, 1962, **57**, 5.
- Mero J.—*Discovery*, 1964, **25**, 7.
- Mero J.—*Trans. Institute of Mining and Metallurgy*, 1966, **1375**.
- Meylan M. A.—*Sedimental Res. Lab. Dept. Geol. Fla State Univ. Contrib.*, 1968, **22**.
- Miller A. R.—*Geochim. et cosmochim. acta*, 1966, **30**, 3.
- Milliman J. D., Rosse David A., Ku Teh-Lung.—*J. Sediment. Petrol.*, 1969, **39**, 2.
- Milton B. Dabrin.—In: *Preprints, Offshore Technol. Conf.* **1**, 1969.
- Mining J.*, 1960, **254**, 6514.
- Mine and Quarry Eng-ing*, 1960, **26**, 4.
- Mineral Trade Notes*, 1966, **63**, 3.
- Mining J.*, 1963, **261**, 6695.
- Mining J.*, 1964, **262**, 6713.
- Mohole Sea Prospecting.—South African Mining and Engineering, J.*, 1964, **75**, 3704.
- Monney N. T.—*Marine Technology Society Journal*, 1971, **5**, 2.
- Moor J. R.—In: *Preprints, Offshore Technol. Conf.* **1**, 1970.
- Moore T. C. Jr., Hecth G. R.—*Nature*, 1966, **212**, 5066.
- Murray J.—*Nature*, 1877, **15**.
- Murray J.—*The Scottish Geographical Magazine*, 1900, **16**.
- Murray J., Irvine R.—In: *Trans. Roy. Soc.*, **37**, Edinburgh, 1895.
- Murray J., Philippi E.—In: *Ergebnisse der Deutschen Tiefsee—Expedivia*, 1898—1899. Jena, 1908, 10.
- Murray J., Renard A. F. *Report on the Specimens Collected during the Voyage of H. M. S. Challenger in the Years from 1872 to 1876, 1891.*

- Muscarella G.—In: Working Paper for the Interregional Seminar on the Development of the Mineral Resources of the Continental Shelf. Dok. UN ESA (PT) Meeting, 1/5, 1971.
- Newcomb P. F., Perkins I. L. L.—In: Preprints, Offshore Technol. Conf. 1, 1969.
- Niino Hiroshi.—In: Submarine Geology and Geophysics., London, Butlerworths, 1965.
- Northcutt Ely.—In: Preprints, Offshore Technol. Conf., 1, 1969.
- Overseas Geol. and Mineral Resources., 8, 1, 1960.
- Okada Akihiko, Shima Makoto.—J. Oceanogr. Soc. Jap., 1970, 26, 3.
- Orlin Hyman.—In: Proceedings of the Third Annual Conference of the Law of the Sea. University of Rhode Island, 1968.
- Overeem Van L. A.—In: Preprints, Offshore Technol. Conf. 1, 1969.
- Palmer P.—Sea Frontiers, 1960, 6.
- Pecherzewski K.—Zesz. geogr. WSP Gdansku, 1969, 11.
- Peterson N. R.—In: World Oceanogr. Inst., 7, Göteborg, 1945.
- Peterson N. R.—Canad. Mining J., April, 1967.
- Phillips I. D., Woodside I., Bowin C. O.—In: Hot Brines and Recent Heavy Metal Deposits in the Red Sea. Springer-Verlag, N. Y., 1969.
- Price N.—In: Proceedings of the Conference on the Technology of the Sea and the Sea-Bed. Harwell, 1967.
- Paper for the Interregional Seminar on the Development of the Mineral Resources of the Continental Shelf. Dok. UN ESA (RT) Meeting 1/3, 1971.
- Preston C.—In: Resources and Man, National Acad. Sci.; National Research Council. N. Y. 1968.
- Price N., Calvert S. E.—Marine Geol., 1970, 9, 3.
- Prud'homme de Saint-Maur Guy. Atomes. 1970, 25, 273.
- Navy, 1960, 65, 11.
- Redford A. A., Cooke A. F.—In: Preprints, Offshore Technol. Conf. 1, 1969.
- Robertson I. T.—Canad. Mining J, 1964, 12.
- Rona P. A.—In: Working Paper for the Interregional Seminar on the Development of the Mineral Resources of the Continental Shelf. Dok. UN ESA (RT) Meeting 1/3, 1971.
- Ross A., Earl E. H.—In: Hot Brine and Recent Heavy Metal Deposits in the Red Sea. Springer-Verlag, N. Y., 1969.
- Rossmann Ronald, Callender E.—Science, 1968, 162, 3858.
- Scelle G. Plateau Continental et Droit International "Revue General de Droit International Public, 5, 1955.
- Schneider E. D.—In: Preprints, Offshore Technol. Conf, 1, 1969.
- Schneider W. P.—In: Preprints, Offshore Technol. Conf, 1, 1969.
- Shepard F. P. a. oth.—Distribution of Sediments on East Asiatic Continental Shelf.—Allan Hancock Foundation Occasional Paper, 19, 1949.
- Shigley C. M.—In: Proceedings of a Symposium on Mineral Resources of the World Ocean, Occasional Publication, 4, University of Rhode Island, 1968.
- Smith R. E., Gassaway I. D., Giles H. N.—Science, 1968, 161, 3843.
- Sonenson P. E., Mead W. I.—Amer. J. of Agricultural Economics, 1968, 50, 5.
- Steenland N. C.—Geoexploration, 1970.
- Steidle E. Mineral Forecast 2000 A. D., State College, Pennsylvania, 1952.
- Straczek J. A.—In: Proceedings of a Symposium on Mineral Resources of the World Ocean. Occasional Publication, 4, University of Rhode Island, 1968.
- Summerhayes C. P., Hazelhoff-Roelfzema B. H., Tooms I. S., Smith D. B.—Econ. Geol., 1970, 65, 5.
- Talwani Manik.—Geoexploration, 1970.
- Talwani Manik.—In: Proceedings of the Third Annual Conference of the Law of the Sea. University of Rhode Island, 1968.
- Tagg A. R., Greene H. G.—Ocean Industry Digest. August, 1971.
- Tegner I. V.—In: Working Paper for the Interregional Seminar on the Development of the Mineral Resources of the Continental Shelf. Dok. UN ESA (RT) Meeting 1/2, 1971.
- Thomas A., Stansell Ir.—In: Preprints, Offshore Technol. Conf. 1, 1969.
- Thomas N., Walthier, Clifford E. Schatz.—In: Hot Brines and Recent Heavy Metal Deposits in the Red. Sea. Springer-Verlag, N. Y., 1969.
- Thomson C. W.—In: Proceedings of the R. Society of London, 23, 1875.
- Tombin I. T. et al.—In: Proceedings of the Conference on the Technology of the Sea and the Sea-Bed, Harwell, 1967.
- Tooms J. S.—In: Proceedings of the Conference on the Technology of the Sea and the Sea Bed, Harwell, 1967.
- Tooms J. S.—Underwater Sea and Technol. I, 1970, 2, 1.
- Tooms J. S., Rugheim M.—Nature, 1969, 223, 5213.
- Tooms J. S. a. oth.—In: Submarine Geology and Geophysics, London Butlerworths, 1965.

- Tracey I. R.— In: Working Paper for the Interregional Seminar on the Development of the Mineral Resources of the Continental Shelf. Dok. UN ESA (RT) Meeting 1/1, 1971.
- Truelove H.— In: Preprints, Offshore Technol. Conf., 1, 1969.
- Uchupu Elazar — In: Preprints, Offshore Technol. Conf., 1, 1969.
- United Nations and the Bed of the Sea, 19th Report of the Commission for study of the Organization of the Peace N. Y, March, 1969.
- Uses of the Seas Report of the American Assembly, May 2—5, N. Y., 1968.
- Wang F. H., Michael I.— In: Preprints, Offshore Technol. Conf., 1, 1969.
- Wang F. H., Sharp I. R.— In: Preprints, Offshore Technol. Conf., 1, 1969.
- Warin O. N.— Mineral Resources Development Ser. V. N., 1968, 32.
- Wedepohl K. H.— Geochim. et cosmochim. acta, 1960, 18, 3—4.
- Weeks L. G.— In: Exploration and Economics of the Petroleum Industry, 4, Houston, 1966.
- Wenk Edward Jr. — Scientific American, 1969, 221, 3.
- Wright I. I.— In: Encyclopedia of Marine Resources, von Mostrand Reinhold Company, 1969.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	ПРЕДИСЛОВИЕ	5
Глава I.	ГЕОЛОГИЯ МИРОВОГО ОКЕАНА	7
	Геоморфология морского дна	7
	Шельф	10
	Материковый склон	12
	Ложе океана и глубоководные впадины	13
	Донные осадки Мирового океана	14
	Строение морского дна	20
Глава II.	МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ В АКВАТОРИЯХ МОРЕЙ И ОКЕАНОВ	22
	Геологическое изучение морского дна и лежащих на его поверхности полезных ископаемых	22
	Отбор проб донных осадков	24
	Геофизическое изучение дна	29
	Морское бурение	31
	Определение местоположения	39
Глава III.	ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ В НЕДРАХ МОРСКОГО ДНА	43
	Нефтегазонасность Мирового океана	43
	Атлантический океан	47
	Индийский океан	53
	Тихий океан	55
	Некоторые внутриконтинентальные бассейны	58
	Добыча нефти и газа в акваториях Мирового океана	61
	Серные месторождения	63
	Угольные месторождения	64
	Железорудные месторождения	68
	Коренные оловорудные месторождения	72
	Месторождение барита близ берегов Аляски	73
	Прибрежно-морские россыпные месторождения	73
	Ильменит - рутил - циркон - монацитовые россыпи	77
	Россыпные месторождения магнетита	91
	Оловорудные россыпи	92
	Алмазные россыпи	94
	Россыпи золота	96
	Россыпи платины	98
	Россыпи янтаря	98
	Методы разработки россыпных месторождений	99
Глава IV.	ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ МОРСКОГО ДНА	102
	Железо-марганцевые конкреции Мирового океана	102
	Закономерности распространения конкреций	102
	Облик и строение конкреций	104
	Минералогический состав	105
	Особенности химизма железо-марганцевых конкреций	105
	Происхождение пелагических железо-марганцевых конкреций	106

	Вероятные запасы железомарганцевых конкреций Мирового океана . . .	110
	Методы добычи железомарганцевых конкреций	110
	Экономические причины возросшего интереса к железомарганцевым конкрециям	116
	Фосфоритовые конкреции Мирового океана	117
	Рудные илы	120
	Рудные илы рифтовых зон	120
	Рудные илы вулканов	125
	Возможности добычи рудных илов	126
	Рудная минерализация в породах морского дна	127
	Перспективы промышленного использования глубоководных донных отложений	127
Глава V.	МОРСКАЯ ВОДА КАК ПОЛЕЗНОЕ ИСПО-	
	ПАЕМОЕ	129
	Морская вода как химическое сырье	130
	Проблема Сиваша	135
	Проблема Кара-Богаз-Гола	137
Глава VI.	МИНЕРАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ШЕЛЬФА СССР	
	(на примере шельфа УССР)	140
Глава VII.	ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И	
	ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИРОВОГО ОКЕАНА	
	И ЕГО НЕДР	154
	Внутренние морские воды	155
	Морское дно за пределами континентального шельфа	174
	Научно-исследовательская работа в Мировом океане	178
	Проблемы правового регулирования эксплуатации ресурсов морского дна и его недр	182
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	193
	ЛИТЕРАТУРА	197

ШНЮКОВ
Евгений
Федорович,

БЕЛОДЕД
Ростислав
Митрофанович,

ЦЕМКО
Владимир
Павлович

ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ МИРОВОГО ОКЕАНА

Редактор
Н. Я. ЧЕХОВИЧ

Художественный
редактор
И. П. АНТОНЮК

Оформление
художника
В. Г. САМСОНОВА

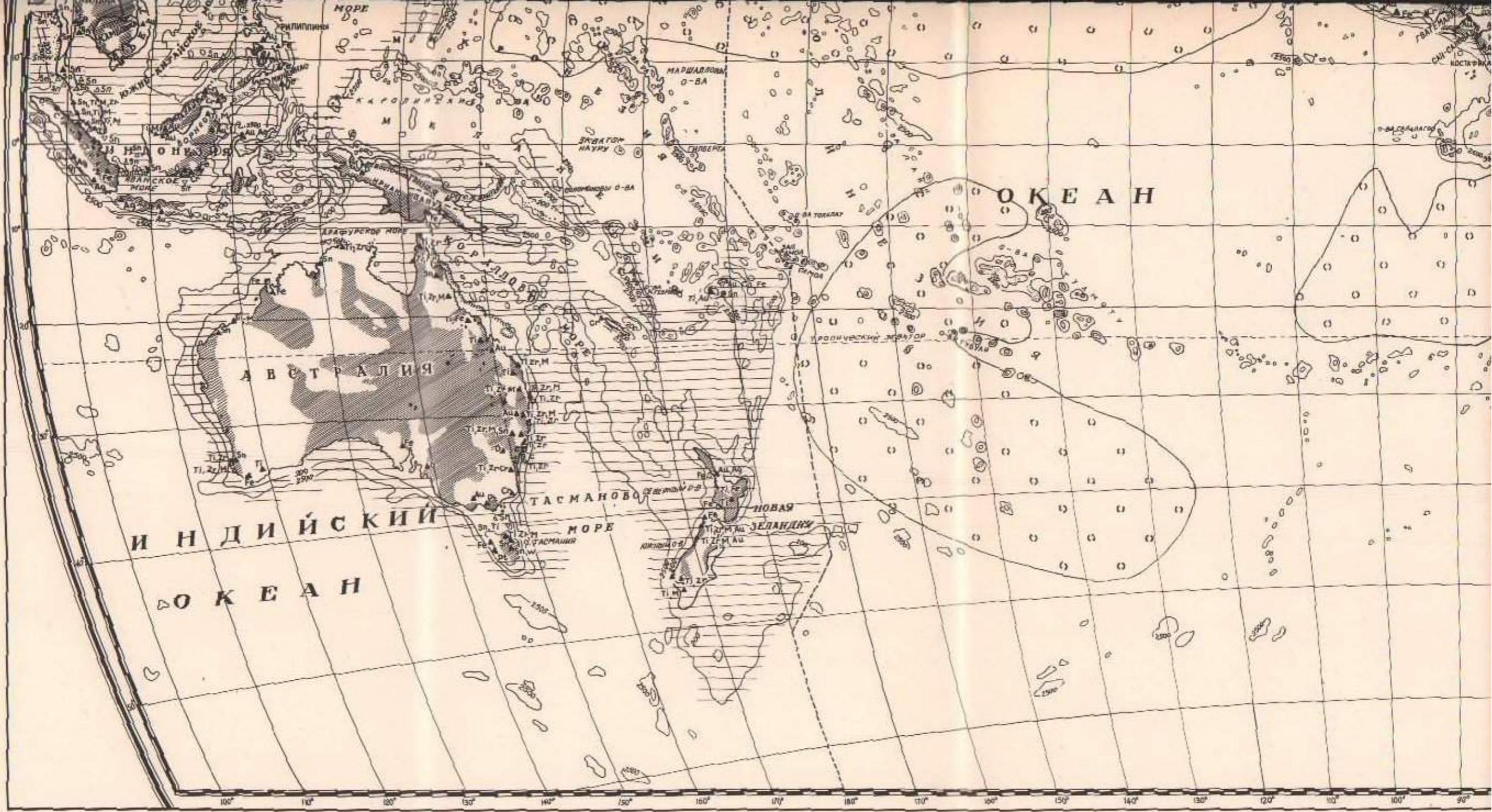
Технический
редактор
Б. М. КРИЧЕВСКАЯ

Корректоры
Л. М. ТИЩЕНКО,
Л. Г. УСАЛЬЦЕВА

Сдано в набор
28.IV 1974 г.
Подписано к печати
14.X 1974 г.
БФ 31887. Зак. № 432.
Изд. № 14. Тираж 2000.
Бумага № 1, 70×108¹/₁₆.
Усл. печ. листов 20,3.
Учетно-изд. листов 20,3.
Цена 2 руб. 46 коп.

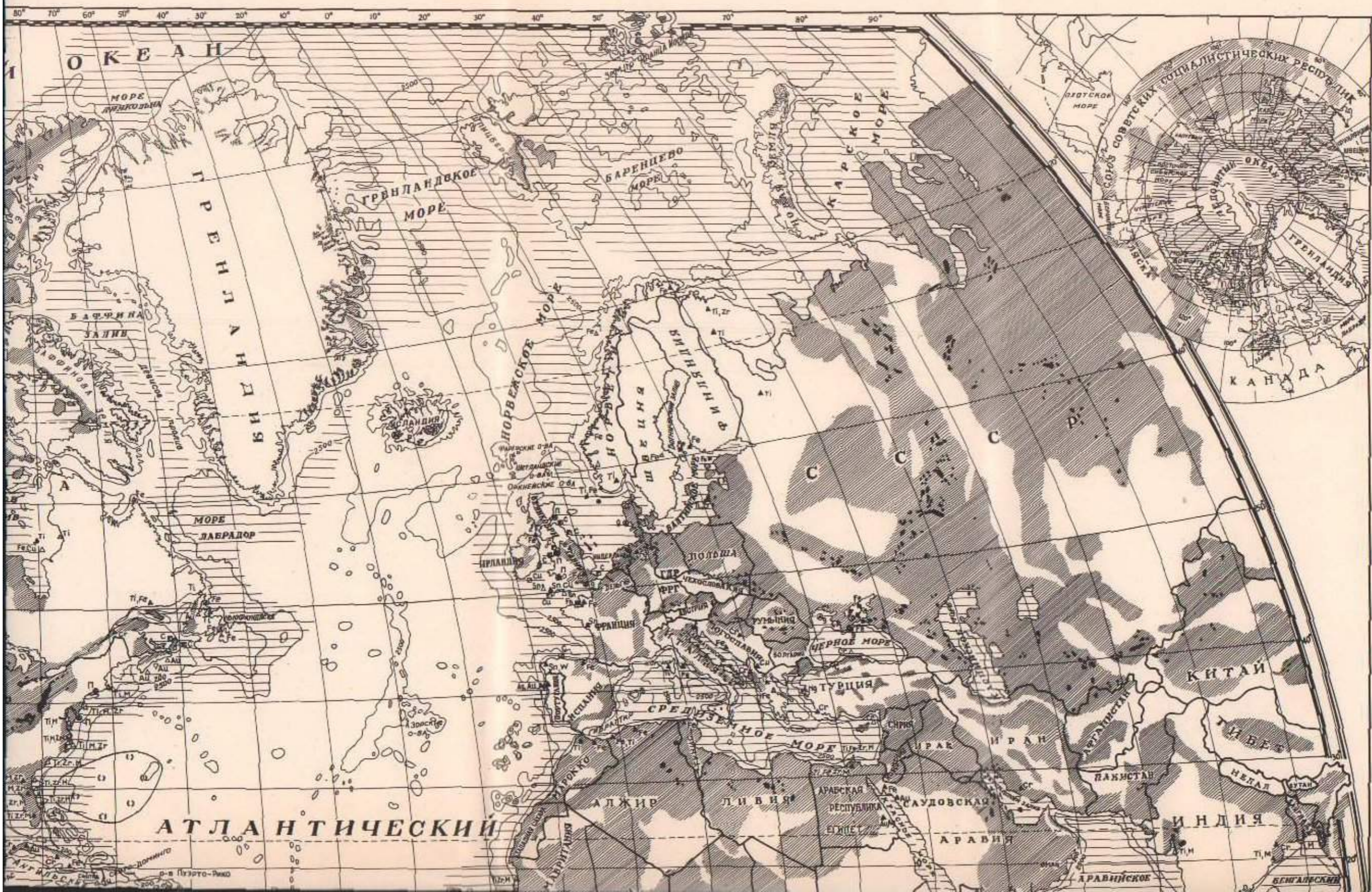
Издательство
«Наукова думка»,
Киев, Репина, 3.

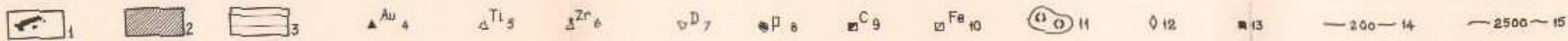
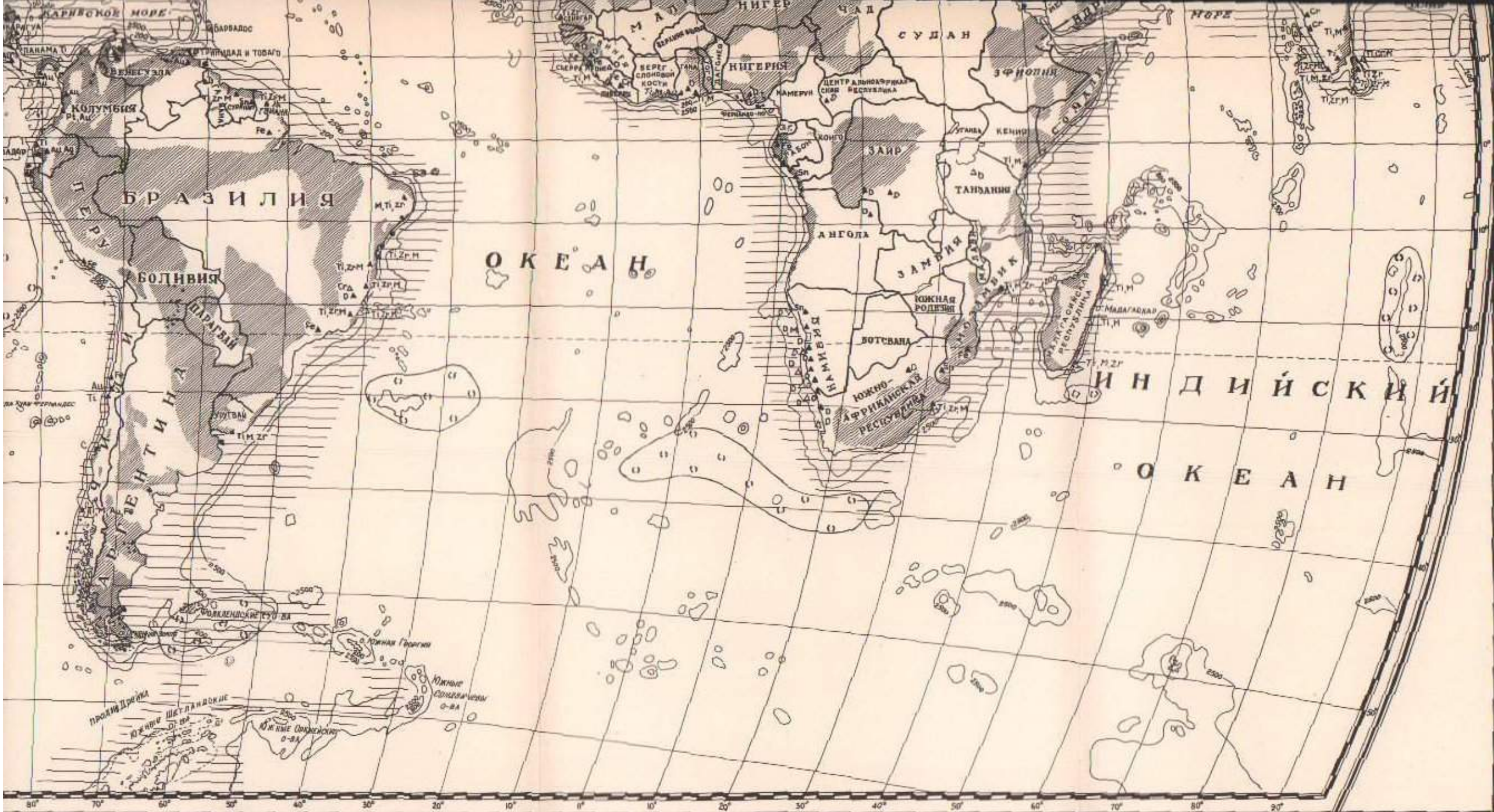
Книжная
ф-ка «Жовтень»
республиканского
производственного
объединения
«Полиграфкнига»
Госкомиздата УССР,
Киев, Артема, 23а.



500 0 500 1000 1500 2000 2500 3000 км

ров)





1 — нефтегазоносные продуктивные районы, включая брошенные и законсервированные поля; нефтегазоперспективные площади: 2 — на суше, 3 — на море; 4 — береговые россыпи или континентальные их источники питания; 5 — перспективные районы подводных прибрежных россыпей; 6 — пляжевые или подводные прибрежные разрабатываемые участки; 7 — прибрежные подводные районы, где ведутся поисковые работы на россыпные минералы; 8 — прибрежные подводные песок, гравий, ракуша и известковый ил; шахты в море; 9 — эксплуатируемые, 10 — неэксплуатируемые; 11 — поля железо-марганцевых конкреций; 12 — рудные илы; 13 — полезные ископаемые в

коренных породах дна; 14 — изобата 200 м — примерная граница шельфа; 15 — изобата 2500 м — примерная граница подошвы континентального склона. Полезные ископаемые указаны символами химических элементов: Fe — железо, Ti — титан, Sn — олово, Au — золото, Pt — платина, Cr — хром, Zr — циркон, Ag — серебро, W — вольфрам, Cu — медь, Zn — цинк, Hg — ртуть, S — сера, C — уголь; буквенными обозначениями: M — монашит, D — алмаз, g — песок и гравий, sh — ракуша, lm — известковый ил. Залежи фосфоритов не нанесены из-за неопределенности их контуров.

1149

