ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ МОРЯ

Профессор М. В. Кленова
Океанографическая комиссия Академии наук СССР (Москва)

★

В историческом развитии геологии намечается новый этап. До сих пор, повинуясь требованиям практики, геологи изучали преимущественно сушу, т. е. две седьмых земного шара, покрывавшиеся водами морей в древние времена. Отдельные разделы геологии — тектоника, петрография, минералогия, историческая геология и др.— до последнего времени проявляли очень мало интереса к строению пяти седьмых поверхности земного шара, ныне занятых водами морей и океанов. Однако развитие техники исследования, новые требования народного хозяйства к геологии как науке о происхождении и распределении полезных ископаемых ведут к постановке все более глубоких проблем генезиса горных пород и связанного с ними минерального сырья.

Вопросы прогноза полезных ископаемых заставляют углублять исследования геологического строения и истории земной коры и все более настоятельно требуют учета строения морского дна. Знание истории образования и развития земной коры в областях, занятых океаном,— геологии моря— совершенно необходимо для выводов об образовании и развитии земной коры в целом. Поэтому изучение геологии моря стало одной из важнейших проблем современной геологии.

В первую очередь эти исследования должны помочь решению вопроса о соотношении и особенностях *строения континентов и океанов*. Геофизическими работами последних лет и, в частности, сейсмоакустическими методами и изучением волн землетрясений установлены с полной очевидностью ранее неясные различия в строении земной коры под материками и океанами. Толщина земной коры под океанами сравнительно мала. В центральной части Тихого океана она колеблется от 4,8 до 7,45 *км*, увеличиваясь на подводных возвышенностях и вблизи материков. При этом более плотный базальтовый слой земной коры в открытой части Тихого океана, между Маршалловыми и Гавайскими островами, имеет мощность от 3,14 до 5,69 *км*, а в южной части — от 3,31 до 9,58 *км*. Толщина вышележащего так называемого гранитного слоя между Гаваями и Северной Америкой колеблется в пределах от 0,35 до 1,16 *км*, между Гаваями и Маршалловыми островами — 1,57 до 2,60 *км* и в южной части океана — от 0,66 до 2,90 *км*. Еще более тонок верхний осадочный слой — от 0,03 до 1,14 *км*. Несколько большая мощность земной коры отмечается в Атлантическом и Индийском океанах, однако и в них она отлична от земной коры под материками.

Проблема мощности земной коры тесно связана с вопросом о происхождении ос-

новных элементов рельефа океана — материковой отмели (шельфа), материкового склона, ложа океана и глубоководных впадин. Она может быть разрешена только при большом развитии геологии моря, с применением геофизических методов — сейсмометрии, гравиметрии, аэромагнитной съемки и пр.

Первый шаг в изучении строения земной коры в области океанов — это исследование рельефа дна. В настоящее время составлены батиметрические карты океанов, которые дают в первом приближении общую картину морфологии дна. Но каждый новый рейс исследовательского судна, снабженного современной аппаратурой, позволяет обнаружить новые элементы рельефа и уточнить характер, расположение и направление ранее известных. Например, «Витязь» в 25-м рейсе обнаружил новые подводные горы в северо-западной части Тихого океана, а в 26-м рейсе по направлению к Новой Зеландии и Новой Гвинее открыл глубоководную впадину длиной более 600 *км* и глубиной около 6 *км*. Работы «Оби» дали возможность выявить неизвестные ранее впадины и возвышенности на материковом склоне Антарктиды и по-новому осветить строение ее материковой отмели. Выяснилось, что материковая отмель Антарктиды находится на бо́льших глубинах и отличается более сложным рельефом, по-видимому, тектонического происхождения, чем шельф материков северного полушария. Даже в наиболее хорошо изученном Атлантическом океане промеры эхолотом, проведенные на судне «Михаил Ломоносов», позволили обнаружить между Исландией и Гебридскими островами подводную возвышенность, протянувшуюся параллельно каледонидам Шотландии, аналогичную им по своей морфологии и, вероятно, по своему геологическому строению. В недавно закончившемся рейсе этого судна в центральной части северной Атлантики была открыта подводная гора, с вершины которой поднят свежий базальт.

Большой интерес представляет изучение подводных каньонов, особенно глубоководных океанических впадин, которым большое внимание было уделено в последних рейсах «Витязя». В этих впадинах необходимо поставить углубленные геофизические работы; последние, как правило, позволяют обнаружить здесь резкую изменчивость земной коры, ее состава и мощности.

Развитие геосинклиналей и платформ до сих пор в основном анализировалось на материале геологии суши. На протяжении известного нам геологического времени неоднократно происходила смена геосинклинального и платформенного режимов. По представлению геофизики, геосинклинальные движения вызваны глубинными процессами, периодически происходящими в земной оболочке на глубинах 600—700 *км*. В этих процессах выделяется огромное количество энергии, они сопровождаются дифференциацией вещества Земли, приводящей к выносу в земную кору более легких компонентов.

По данным геологии суши установлено, что развитие геосинклиналей постепенно приводит к консолидации и расширению платформенных образований, постепенному превращению морских осадков в горные кряжи. Однако мы ничего не знаем относительно влияния развития геосинклиналей на океаническое дно. В настоящее время выдвигается идея о том, что развитие океанического дна идет двумя путями. Один из них идентичен развитию геосинклиналей и приводит к созданию на месте первичной океанической земной коры геосинклинальных областей. На первой стадии развития здесь создаются островные дуги, т. е. участки прерывистого строения сиалической оболочки земной коры. Конечная стадия этого процесса — образование платформ, которые разрастаются за счет геосинклинальных областей и образуют массивы материков.

Второй путь ведет от разрушения материковых массивов к возникновению вторичных океанических впадин. М. В. Муратов полагает, что этот талассогенический процесс начался в мезозое и привел к разрушению платформенных массивов Гондваны и северного полушария и к образованию вторичных океанических впадин. В настоящее время он проявляется в медленном смещении материкового склона и в расширении океанов; с этим же связано образование впадины Красного моря и системы африканских грабенов.

Отсутствие детальных данных по строению земной коры в области океанов мешает решению вопроса о горизонтальных переме-

щениях материков. Теория горизонтального перемещения, широко известная под названием теории Вегенера, встретила в свое время серьезные возражения. Но не менее серьезные возражения выдвигаются и против теории «материков-мостов». В частности, их погружение под уровень океана никак не вяжется с отсутствием сиалического слоя. Предположение о бесследном переплавлении этих материковых масс пока голословно. Новые же данные по палеомагнетизму позволяют вновь ставить вопрос о перемещениях полюса, ранее основанный только на палеогеографическом материале. Отметим, что местоположения Северного полюса, вычисленные по измерениям английских и американских исследователей, не совпадают; зато они хорошо совмещаются, если соединить Северную Америку и Европу согласно теории горизонтального перемещения.

Не менее обширный комплекс вопросов связан с изучением *истории океанов и морей*. Исследования последних лет показывают, что в области шельфа в большинстве случаев непосредственно продолжаются геологические структуры прилегающей суши. Однако детали геологического строения шельфа, порой имеющие практический интерес, изучены еще недостаточно. Между тем, морские нефтяные, угольные и другие месторождения на шельфе обычно связаны с продолжением наземных структур.

Чрезвычайно важно изучение геологии шельфовых участков для понимания и правильной расшифровки геологии прибрежных областей. Выходы более древних пород на шельфе и на материковом склоне должны послужить объектом специального исследования — это позволит расширить геологические карты на морское дно.

Не меньший интерес представляет изучение подстилающих слоев открытых частей океанов и морей. Скорость накопления донных осадков здесь очень невелика, и современные грунтовые трубки, берущие пробы длиной до 25—35 *м*, захватывают не только четвертичные, но и третичные осадки. Необходимо добиться получения еще более длинных колонок — их всестороннее исследование даст возможность палеоклиматологических реконструкций для четвертичного и третичного времени и пополнит наши сведения о четвертичной истории Земли, о границе между третичным и четвертичным периодами. Изучение длинных колонок позволит установить также ход первых стадий диагенеза и превращения осадков в осадочные породы. По изотопному составу кислорода можно будет определить ход палеотемпературы, что, в свою очередь, внесет существенные уточнения в палеографические карты и т. д.

Особый интерес представляет применение радиохимических методов определения абсолютного возраста. Это позволит уточнить стратификацию осадков, определить относительный возраст океанических и морских бассейнов и получить новые данные по их генезису.

Нельзя отрывать от других проблем геологии моря *историю развития береговой линии и прибрежной зоны морей*, динамику и морфологию берегов. Это направление геологии моря может быть теснее, чем какое-бы то ни было другое, связано с практическими требованиями народного хозяйства. Разработка методов управления береговыми процессами, чрезвычайно важных для строительства портов, укрепления берегов и других практических целей, невозможна без детального изучения геологии прибрежной зоны в непосредственной ее связи с геологией прилегающей суши, без учета современных и неотектонических движений и их влияния на береговую линию. Изучение движения наносов, обусловленного морфологией береговой линии и гидродинамическими факторами, неотделимо от вопросов формирования прибрежных отложений, в том числе и накопления морских россыпных месторождений полезных ископаемых. С ростом в технике потребности в редких и рассеянных (титане, цирконии, вольфраме и др.), а также радиоактивных элементах особое значение приобретает изучение природных концентратов тяжелых минералов.

На первой стадии своего развития геология моря, возникшая в недрах океанографии, естественно, уделяла наибольшее внимание изучению *поверхностных слоев морского дна и современного осадкообразования*. Накоплено много данных как по общим закономерностям современного осадкообразования, так и по региональным и локальным его особенностям. Но эту проблему далеко еще нельзя считать исчерпанной.

Знание распределения и вещественного состава современных осадков, а также под-

стилающих их отложений имеет большое практическое значение. Грунтовые карты требуются для навигации, подводного плавания, рыбной промышленности. Совершенно недостаточно изучены распределение и характер изменений минералов глин в современных осадках, их физические свойства, агрегатное строение, акустические свойства, электропроводность, инженерно-геологические особенности. У нас еще мало данных о природных радиоактивных процессах, коллоидном составе осадков и поверхностных явлениях в них, не выяснено энергетическое значение отдельных компонентов осадка.

Как известно, значительная часть поступающей от солнца тепловой энергии переходит в механическую при измельчении и переносе минерального материала и впоследствии служит источником химических, биохимических и биологических превращений. Солнечная энергия поглощается также микроскопическими водорослями, фитопланктоном, которые создают органическое вещество из неорганических соединений. Органическое вещество после ряда превращений в виде морского гумуса попадает в донные отложения вместе с продуктами измельчения и изменения минерального материала и химических реакций. Накопление механически измельченного минерального материала, химических продуктов выветривания и продуктов биогенного происхождения приводит к тому, что осадки морского дна аккумулируют значительное количество энергии. Покрываясь новыми наслоениями, они уносят эту энергию в глубокие слои земной коры. Как показывают подсчеты акад. Н. В. Белова и В. И. Лебедева, перестройка кристаллической решетки минералов поверхностного происхождения под влиянием давления мощного покрова поверхностных отложений приводит к выделению тепла, которое с избытком может служить источником внутренней теплоты земли, образования магмы и т. п.

В процессах образования морских осадков большую роль играют поверхностные силы коллоидных и субколлоидных частиц. Их энергия создает структуру осадка, которая обусловливает его связность, проницаемость, плотность и другие физико-технические особенности. Коллоидные процессы в донных осадках приобретают особое значение также в связи с поглощением и сохранением в осадке радиоактивных элементов. Особенно важно изучение этих процессов в наше время, когда отходы атомной промышленности в США уже сбрасывают в океан.

Разумеется, изучение процессов осадкообразования и особенностей современных осадков чрезвычайно тесно связано с изучением последних стадий развития океана.

Мы перечислили только первоочередные проблемы геологии моря. Работы по этим направлениям дадут возможность построить более обоснованные, чем ныне, палеогеографические реконструкции мирового океана. Они позволят выяснить историю колебаний уровня мирового океана в процессе геологического развития, дать реконструкцию океанической циркуляции в древние геологические времена, что может внести новые данные и в познание геологии суши; они позволят, наконец, уточнить вопросы генезиса и условий формирования осадочных толщ морского происхождения.

Успехи геологии моря должны помочь также решению некоторых кардинальных вопросов смежных дисциплин, например, вопроса о происхождении глубоководной фауны, в частности, первична ли она, или сформировалась сравнительно недавно из форм, мигрировавших на глубины с мелководий.

Решение проблем геологии моря дает возможность геологически обосновать ряд материалов эволюционной палеонтологии (вопрос о «материках-мостах»), зоо- и фитогеографии. Детальное изучение рельефа дна, а также выявление путей разноса обломочного материала позволит уточнить распределение гидрологических элементов и, в частности, их изменчивость по горизонтали, связанную в большой мере с влиянием прибрежной зоны.

Геология моря, возникнув в недрах океанографии, в настоящее время соприкасается с ней только в небольшом кругу вопросов. Значительно более тесную связь она имеет с геологией в широком смысле, но своеобразие методики и народнохозяйственных приложений геологии моря дает ей право на самостоятельное существование.