
Л. А. Зенкевич

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ, СВЯЗАННЫЕ С ИЗУЧЕНИЕМ ГЛУБИН ОКЕАНА

В течение последнего десятилетия на корабле Института океанологии АН СССР «Витязь» проводятся обширные исследования западной части северной половины Тихого океана. Выполняя свою часть программы МГГ, «Витязь» посетил некоторые части Тихого океана южнее экватора. В настоящее время «Витязь» находится в своем 31-м плавании, также посвященном выполнению программы МГГ. В течение МГГ «Витязь» находился в плавании около 15 месяцев.

На борту «Витязя» 65—68 научных сотрудников: физиков, метеорологов, химиков, биологов и геологов. Исследования «Витязя» имеют широко комплексный характер. Они устанавливают взаимосвязи и взаимообусловленности между химическими, физическими и биологическими явлениями в исторической смене и связи их со строением и историей развития земной коры, изучают все стороны жизни целостного природного явления — океана, галосферы.

В этих исследованиях очень большое внимание уделялось глубоководным исследованиям. За истекшие 10 лет «Витязь» прошел 220 000 миль, из них около 200 000 миль с эхолотным промером. Было выполнено свыше 1000 глубоководных станций, из них более 100 глубже 6000 м, т. е. на ультраабиссальных глубинах. Некоторые районы изучены с большей тщательностью. Приборы «Витязя» достигли наибольших глубин (11 034 м), открытых им в Марианской впадине.

Изучение глубин и дна океана — новый и многообещающий раздел геологии, который должен и имеет возможность помочь в решении ряда важнейших геофизических, геологических и географических проблем.

Самое большое внимание морских геологов должно быть направлено на изучение мощности и распределения донных осадков океана. К сожалению, на это пока не обращено нужного внимания, а полученные данные недостаточны и противоречивы. Процесс формирования донных отложений Мирового океана — это грандиозный процесс горизонтального перемещения твердого вещества земной коры объемом около миллиарда кубических километров. Эта масса во много раз превышает массу всех горных образований, массу ледяного покрова во время ледниковой эпохи. Не может ли земная кора ложа океана прогибаться под давлением этой громадной массы донных осадков? Кроме того, естественен вопрос, не должно ли было накопление километровых толщ донных отложений обуславливать подъем уровня воды в океане? Но, может быть, оба процесса совершались параллельно. Донные отложения не могут сохранять постоянно свой первоначальный объем — они слеживаются, теряют значительную часть воды. Это должно вызвать изменение размеров океана.

Вероятно, и для изучения этого вопроса вполне применим метод моделирования.

Картирование распределения истинной мощности донных отложений может в результате решить вопрос о правильности теории постоянства океанов и материков, теории мобилизма и о погрузившихся на дно океана материках, если они существовали.

С этих точек зрения методика сейсмических определений мощности донных отложений требует разработки и широкого применения, однако необходимо учесть встречающиеся при этом затруднения: дегидратацию, слеживание и метаморфизацию осадков, лавовые потоки и т. д.

При подобных исследованиях необходимо всегда также учитывать, что массы океанических вод не могли существенно изменять своего объема, и эти 1 400 000 000 км³ должны были всегда где-то присутствовать, и глубоководные донные осадки должны были всегда накапливаться и образовывать километровые толщи на площади 200 000 000 км².

Столь же важно разработать методы взятия длинных колонок грунта не только грунтовыми трубками, но и автономными буровыми приборами, которые могли бы опускаться с корабля и брать монолиты грунта не только в десятки, но и в сотни метров. Такие пробы должны быть взяты в большом количестве и по всей площади океанов. Эти материалы, между прочим, должны дать ответы на изменения в солёности океана за предыдущие геологические периоды.

И само собой, необходимо широкое применение методов палеоизотопного анализа, а не только палеотемпературного и палеомагнитного. Эти методы чрезвычайно многообещающие, и, возможно, теории мобилизма получат новую сильную поддержку при их применении.

Изучение грунтовых растворов донных отложений, в дополнение к другим методам изучения истории океана, кажется весьма перспективным. Исследования С. Бруевича и Б. Кулленберга по палеосолёности Черного и Балтийского морей должны быть расширены, углублены и перенесены на открытые части океанов.

Естественно, что особое внимание привлекают глубоководные впадины. До последнего времени их было известно в Тихом океане 17 (из 22 известных для Мирового океана в целом), и в прошлом году «Витязем» обнаружена 18-я, сравнительно небольшой глубины, немного превышающей уровень ложа океана.

Наибольшие глубины этих впадин (в м) следующие (по Г. Удинцеву):

Марианская	11 034	Ново-Британская	8 320
Тонга	10 882	Палау	8 138
Курило-Камчатская	10 542	Атакамская	8 064
Филиппинская	10 265	Алеутская	7 822
Кермадек	10 047	Ново-Гебридская	7 570
Идзу-Бонинская	9 810	Рюкю	7 507
Бугенвильская	9 140	Банда	7 440
Яп	8 527	Гватемальская	6 662
Японская	8 412	«Витязя»	6 150

Глубоководные впадины рассматривают как современные (молодые) геосинклинальные образования, соответствующие, по Удинцеву, «внешнему краю областей с материковым типом строения земной коры». П. Безруков справедливо отмечает, что характер рельефа глубоководных желобов, их высокая сейсмичность, сопряженность с поясом современного вулканизма позволяют рассматривать их как современные геосинклинали, находящиеся в стадии прогибания и тесно связанные с глубинными разломами.

Вряд ли можно сомневаться в геотектонической основе возникновения глубоководных впадин. Удинцев также полагает, что «морфологический комплекс островных дуг и впадин и соответствующий ему геосинклинальный геологический комплекс свойственны переходному состоянию земной коры и сопровождаются преобразованием ее из океанической в материковую». Пока остается неясным, как сочетается в формировании глубоководных впадин строение коренных пород и донных отложений. Обращают на себя внимание некоторые моменты, пока не нашедшие себе объяснения,— очень сходные глубины четырех наиболее глубоких впадин: 10 300—11 000 м. Это не может не быть связано с какими-то особенностями строения донных осадков и подстилающих их коренных пород, если только не одних первых.

Как указывает Безруков, на крутых склонах впадин имеются выходы плотных глин и аргиллитов, весьма уплотненных и подвергшихся дегидратации. Видимо, это обнажение глубинных слежавшихся толщ донных отложений.

Что касается восьми наименее глубоких впадин Тихого океана, то вряд ли можно сомневаться в том, что они целиком расположены в толще донных осадков. Остальные четыре впадины занимают промежуточное положение (8 400—10 000 м). Привлекает внимание исследователей ровная поверхность самого пола впадин, покрытого глинистым илом, на ширину 1—5 км, а иногда и более. Каковы причины столь плоского дна впадин? Дать ответ на все эти вопросы очень трудно, пока не будет проведено точное сейсмо-акустическое и гравиметрическое исследование дна впадин и их склонов.

В рельефе дна Тихого океана имеется еще одна очень интересная деталь — это меридиональный подводный горный хребет. Он упирается своим раздвоенным северным концом в Алеутскую островную гряду и тянется далеко на юг через Гавайскую возвышенность. Он делит Тихий океан подобно Атлантическому на западную и восточную котловины и, возможно, составляет вместе с Атлантическим подводным хребтом более или менее прямую линию. Это, конечно, самое протяженное горное сооружение на поверхности земной коры. Его природа, геотектоническое и геофизическое значение совсем не ясны, и толкования их противоречивы.

Большую помощь в разъяснении ряда проблем морской геологии и геофизики может дать распределение глубоководной фауны. Оно имеет большое значение при оценке возраста глубоководных впадин. Ультраабиссальная фауна разных впадин характеризуется некоторым эндемизмом, но очень молодым. Иногда в разных впадинах обитают одни и те же виды, обычно же разные подвиды и, частично, виды.

Если судить по фауне, то можно сделать заключение, что впадины — это быстро протекающее образование, существующее, может быть, не более 3—4 млн. лет. Не окажется ли, что под донными осадками по окраинам Тихого океана много засыпанных древних впадин разного возраста (кладбища впадин) и что трудно ответить на вопрос, переживают ли современные мелкие впадины (7000—8000 м) свою молодость или старость. И тут, конечно, сейсмология и гравиметрия скажут свое решающее слово.

Физическая океанография насчитывает уже без малого 100 лет существования. Большой заслугой этой науки является разработка общей схемы циркуляции водной массы океана. Однако эта схема на сегодняшний день, особенно в отношении глубинных вод, почти лишена одного чрезвычайно важного элемента. Мы не можем сказать с нужной точностью, с какой скоростью совершается горизонтальная и вертикальная циркуляция всей толщи океанских вод, за исключением самого поверх-

ностного слоя, каков возраст водных масс в глубинах океана — десятки лет, или сотни, а может быть, иногда, и тысячи?

Наша наука еще не имеет надежных данных о возрасте всего океана в целом, отдельных его частей, глубоководных впадин, толщи донных осадков, так же как и о возрасте океанических водных масс и темпе их движения. Без этих показателей нельзя решить основной проблемы — истории мирового океана, его преформаций, истории его сложной и большой жизни. Впрочем, надо признать, что и темпы эволюции живого населения океана нам мало известны. И здесь нужны количественные показатели пока отсутствуют. Однако можно высказать очень серьезные соображения в пользу того положения, что эволюцию животного населения океана нельзя уложить ни в два, ни в четыре миллиарда лет.

Темп циркуляции глубинных вод океана определяет много важнейших показателей обмена между галосферой и атмосферой, в том числе и обмен углекислым газом, теплом, влагой и др.

Вопрос о возрасте глубинных вод океана в последние годы остро встал перед океанологами в связи с предложением о захоронении отходов радиоактивной промышленности в глубинах океана. Даже называли для этих целей впадину Тонга. В 1957 г. во время работ «Витязя» в районе этой впадины Богоров и Крепс провели исследование этого вопроса и дали следующее заключение: «В результате анализа рельефа дна впадины, гидрологического и гидрохимического режима, характера донных отложений, наличия жизни на самых больших глубинах и циркуляции вод можно прийти только к тому выводу, что перемешивание вод глубоководных впадин совершается достаточно быстро. Захороненные в глубоководных впадинах, перешедшие в раствор радиоактивные соединения отходов неизбежно должны быть вынесены в более поверхностные слои океана, входящие в круг хозяйственной деятельности человека; рано или поздно они попадут в организм растений и животных, рыб и млекопитающих». Правда, прямых определений возраста глубинных вод впадины Тонга методом изотопного анализа произведено не было, но приведенный ответ не дает места сомнениям.

Очень тесно связано и с формированием донных отложений, и с циркуляцией вод Мирового океана в их историческом развитии, и с рядом важнейших геофизических проблем распределение жизни в океане как в его современном состоянии, так и в геологическом прошлом.

Исследования показали, что плотность населения донной фауны в разных частях океана с удалением от побережий и от поверхности ко дну уменьшается в тысячи, десятки и сотни тысяч раз. Наименьшая плотность обнаружена «Витязем» в глубоководной впадине Тонга, она определяется величиной 1 мг/м^2 , тогда как в Курило-Камчатской впадине она составляет $300\text{—}900 \text{ мг/м}^2$. Это связано со всей суммой факторов среды и в свою очередь является тонким индикатором этих факторов. Изменения в распределении жизни в океане подчиняются общей географической зональности, что весьма ярко было показано Богоровым по данным 26-го рейса в 1957 г. В срединных частях Тихого океана в весьма обширной области население толщи воды и дна чрезвычайно бедно. Количество планктона падает на глубине $4\text{—}6 \text{ км}$ до долей миллиграмма в 1 м^3 , а у побережий нередко выражается несколькими граммами. А плотность донного населения падает от нескольких килограммов до нескольких миллиграммов в средних частях океана.

Под контролем этих ничтожных масс жизни находится не менее $\frac{4}{5}$ океанического дна, и донные осадки этой громадной площади характеризуются очень четкими особенностями, которых мы не находим нигде в осадочных породах, вынесенных на поверхность суши. Это заставляет

с большой осторожностью относиться к попыткам отказывать океанам в геологически длительном и непрерывном существовании.

В заключение доклада отметим разделы океанологии, которые требуют к себе особого внимания и настойчивого разрешения.

1. Мощность и распределение донных океанических отложений и их строение.

2. Характер и темп циркуляции глубинных (более 200 м) вод океана. Возраст глубинных океанических вод.

3. Количественное распределение жизни в океане.

4. Разработка океанической палеохронологии. История Мирового океана.

5. Разработка и широкое применение методов сейсмологического анализа донных отложений, палеоизотопных методов, методов глубокого подводного бурения донных осадков.

МГГ — этот прекрасный образец международного сотрудничества — вызвал новый этап энергичного развития океанологии.
