Доклады Академии наук СССР
1955. Том 104, № 4

ГЕОЛОГИЯ

Н. В. ЛИЗУНОВ и А. П. ЛИСИЦЫН

СОСТАВ ВЗВЕСИ БЕРИНГОВА МОРЯ ПО ДАННЫМ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА

(Представлено академиком Н. М. Страховым 3 VI 1955)

До последнего времени данных о химическом составе взвешенных в морской воде частиц, являющихся исходным материалом донных отложений, было совершенно недостаточно. Имелись лишь определения $C_{орг}$ ([1]), а также небольшого числа других компонентов ([2]). Скудость фактического материала обусловлена прежде всего тем, что вследствие незначительной концентрации и тонкости взвеси ее улавливание в открытом море в достаточных для анализа количествах представляет большие трудности. В данной работе для качественного анализа с приблизительной количественной оценкой найденных элементов был применен метод спектрального анализа.

При работах Института океанологии АН СССР в Беринговом море в 1950—1953 гг. на «Витязе» было собрано большое количество проб взвеси из морской воды на мембранных ультрафильтрах № 3 с размером пор около 0,7 μ. Обычно через один фильтр пропускалось от 1 до 4 л воды с поверхности моря и около 1 л из вертикальных серий. На каждой станции с поверхности отбиралось несколько параллельных проб, что дало возможность, кроме микроскопического изучения мембранных фильтров, просветленных канадским бальзамом, провести спектроскопические исследования состава взвеси. Пробы были получены для двух сезонов — весенне-летнего (май — июнь) и осеннего (октябрь).

Максимальное количество взвеси на поверхности Берингова моря весной близ кромки льда оказалось равным 13 г/м³, минимальное 0,9—1 г/м³. Среднее количество взвеси в районах, охваченных «цветением» фитопланктона, составляет 7—8 г/м³, а в районах без «цветения» 2—3 г/м³ (на сухое вещество). В осеннее время максимальное количество взвеси оказалось равным 6,6 г/м³, а минимальное от 0,75 до 1 г/м³. Средние количества взвеси осенью равны 2—3 г/м³.

Для спектроскопического исследования фильтры с отфильтрованной взвесью обрабатывались в платиновых тиглях серной кислотой специальной очистки и затем прокаливались в муфельной печи при 400°. Так как мембранные ультрафильтры почти беззольны, полученная после прокаливания зола практически является золой только взвеси. Анализы были выполнены на спектрографе ИСП-22. Для возбуждения спектров применялась вольтова дуга постоянного тока (10 а, 220 в). Анализируемые образцы помещались в углубление нижнего угля и при анализе полностью сжигались.

Анализы выполнялись на следующие элементы: Li, Be, Mg, Al, Si, P, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, As, Sr, Zr, Nb, Mo, Ag, Cd, In, Sn, Sb, Te, Ba, Ta, W, Au, Tl, Pb, Bi.

На спектрограммах оценивалась на-глаз по 10-балльной шкале интенсивность спектральных линий указанных элементов. Постоянство условий работы (сила тока, размер отверстия в нижнем электроде, условия фото-

графической обработки) позволило получить на всех спектрограммах сравнимые результаты.

В данной работе не ставилась задача получить величины абсолютного содержания элементов, обнаруженных во взвеси. Было интересно проследить изменение относительных концентраций этих элементов в зависимости от места и времени взятия проб.

На основе указанной выше оценки интенсивности было закартировано распределение в поверхностном слое вод Берингова моря следующих обнаруженных во взвеси 21 элемента для осеннего и весеннего сезонов: Be, Mg, Al, Si, P, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Ga, Sr, Ag, Sn, Ba, Pb.

Картина распределения отдельных элементов оказалась следующая.

Кремний весной и осенью встречается во взвеси в весьма больших количествах (до 7—9 баллов) в Анадырском заливе и близ западных берегов Берингова моря. В центральной части моря осенью наблюдается почти двукратное снижение концентрации Si в поверхностных слоях воды.

Распределение железа весной довольно прихотливо. Железом обогащены взвешенные частицы Анадырского залива и центральной части моря (5—7 баллов). По направлению к западным берегам водоема содержание Fe падает почти вдвое. Небольшой максимум Fe отмечается близ Командорских островов; его, повидимому, следует связывать с поступлением Fe из Тихого океана. Осенью распределение Fe значительно проще: высокие концентрации его во взвеси наблюдались в Анадырском заливе, в центральных же частях моря содержание Fe почти в 2 раза ниже весеннего.

Картина распределения марганца во взвеси осенью близка к распределению Fe — наибольшие концентрации тяготеют к Анадырскому заливу. Небольшой участок обогащения отмечен также близ Командорских островов. Весной максимальные концентрации Mn приурочены к устьям рр. Камчатки и Анадырь. Сравнительно много Mn в водах у берегов Сев. Камчатки; близ Корякского побережья Mn во взвеси не обнаружен. Воды открытых частей водоема весной содержат мало Mn, так же как осенью.

Максимальные концентрации фосфора весной обнаружены близ устья рр. Камчатки и Анадырь. Воды открытой части моря почти не содержат фосфора во взвеси. Осенью P почти полностью исчезает из поверхностных слоев воды и спектроскопически не улавливается. Повидимому, это связано с деятельностью планктонных организмов.

Рассматривая распределение Fe, Mn, P во взвеси, можно обнаружить общность их размещения — максимумы приурочены к областям поступления пресных вод, центральные же части моря обеднены этими элементами. Во время цветения и после него концентрация этих элементов резко снижается, а некоторые из них вообще не улавливаются.

Высокая концентрация кальция весной отмечается в южной части моря, а также в Анадырском заливе, в области поступления речных вод. Воды прибрежной части моря содержат в 5—7 раз меньше кальция, чем воды открытых частей водоема. Осенью картина распределения Ca обратная: максимальное содержание его отмечено близ берегов, а в центре моря оно в два раза ниже. Это связано, очевидно, с режимом организмов, концентрирующих Ca, в особенности фораминифер.

Области высоких содержаний алюминия во взвеси весной и осенью четко приурочены к устьям рр. Камчатки и Анадырь, которые сбрасывают в море большое количество алюмосиликатов. В прибрежных частях, вдали от крупных рек и в центральной части моря, Al во взвеси обнаружено очень мало.

Для распределения магния весной характерна приуроченность высоких концентраций к областям поступления пресных вод, а также к значительному участку в открытой части моря. Близ берегов, вдали от устьев крупных рек, Mg во взвеси очень мало. Распределение Mg осенью коренным

образом отличается от весенней картины. Больше всего Mg содержит взвесь Анадырского залива, а также района Командор.

Распределение бария во взвеси весной характеризуется высоким его содержанием в открытой части моря и в Анадырском заливе. Близ берегов концентрация Ba во взвеси снижается в 2—4 раза; в водах рр. Анадырь и Камчатка Ba мало. Осенью больше всего Ba обнаруживается близ берегов; в открытой части моря концентрация Ba остается той же, что и весной.

Стронций во взвеси весной не обнаруживается; лишь на отдельных станциях отмечено содержание его меньше 1 балла. Осенью, так же как для Ba, но в более слабой форме, наблюдается некоторое обогащение Sr прибрежных частей моря, а также Анадырского залива. В центральных частях моря Sr в это время практически отсутствует. Содержание Sr в фитопланктоне ничтожно.

Ванадий весной встречен во взвеси в очень незначительных количествах, а на ряде станций вообще не обнаружен. Наибольшее его количество (около 2 баллов) обнаружено в выносах р. Камчатки. Осенью V не удалось обнаружить ни в одной из проб.

Титан, так же как V, весной во взвеси отсутствует или встречается в виде следов. Несколько обогащены Ti участки, прилегающие к устью рр. Анадырь и Камчатка (до 2—3 баллов), а также небольшой участок близ Командорских островов. Осенью Ti не обнаружен ни в одной из проб. Основным источником Ti является материал, поступающий из рек; он принимает также участие в жизни диатомовых водорослей.

Цветные металлы и малые элементы (Cu, Zn, Ag, Pb, Sn, Cr, Ni) осенью имеют сходную картину распределения. В максимальных количествах они встречаются во взвеси близ устьев рек (Анадырь, Камчатка), а также в западной и северо-западной частях Анадырского залива. В центральной части моря многие из этих элементов во взвеси вообще не обнаруживаются. Весной картина их распределения иная.

Максимальная концентрация меди наблюдалась во взвеси близ устья р. Камчатки (до 5 баллов), значительно меньше (2—3 балла) — в центральной части водоема. Особенно мало Cu (< 1 балла) в выносах р. Анадырь и близ Корякского побережья. В северо-западной части Анадырского залива концентрация Cu возрастает.

Распределение цинка почти полностью повторяет распределение меди. Максимум его (более 5 баллов) прослежен близ устья р. Камчатки, значительно меньше Zn в центре моря (2—3 балла) и очень мало (< 1 балла) в выносах р. Анадырь и у Корякского побережья. В южной части водоема в области поступления океанских вод содержание Zn во взвеси снижается до 1 балла и ниже.

Серебро во взвеси в отличие от Cu и Zn концентрируется главным образом в прибрежных частях водоема, а также в Анадырском заливе (2—3 балла). Высокие концентрации взвеси в Анадырском заливе сохраняются также и осенью. В выносах р. Анадырь содержание Ag незначительно (1—2 балла), приблизительно те же концентрации отмечены в выносах р. Камчатки. У берегов Корякского побережья во взвеси Ag не обнаружено, в открытых частях моря обычно взвесь содержит 1—2 балла Ag.

Во взвеси рр. Анадыря и Камчатки мало также и свинца (< 1 балла); наибольшие концентрации этого элемента приходятся на Анадырский залив (северо-западная часть) и открытые части водоема.

Близкая картина наблюдается также для олова, которого очень мало в выносах рек (1 балл и меньше) и у берегов Корякской земли и много в северо-западной части Анадырского залива близ выхода из залива Креста (> 3 баллов). В открытой части моря содержание Sn во взвеси составляет обычно 1—2 балла.

Итак, элементы Cu, Zn Ag, Pb, Sn и весной и осенью концентри-

руются в северо-западной части Анадырского залива, что, возможно, находится в связи с проявлением в этом районе полиметаллического оруденения. В таком случае исследование вещественного состава взвеси могло бы играть роль вспомогательного поискового признака.

Хром во взвешенных частицах центральных частей моря почти полностью отсутствует (от 0 до 1 балла), однако в выносах рр. Анадырь и Камчатки, а также в северо-западной части Анадырского залива его концентрация достигает 4 баллов.

Никель во взвеси из открытых частей моря полностью отсутствует как весной, так и осенью. В ничтожных количествах Ni прослеживается в выносах р. Анадырь. Резкое повышение концентрации этого элемента имеет место близ устья р. Камчатки, а также в северо-западной части Анадырского залива, близ выхода из залива Креста.

Галлий и скандий в незначительных количествах обнаружены во взвеси главным образом в весенних, а бериллий — также и в осенних пробах. Концентрация этих элементов низкая (меньше 1 балла). Бериллий весной и осенью тяготеет к Анадырскому заливу. Такие элементы, как As, Te, Sb, Au, Tl, Ta, Nb, W, Ge, Sn, Mo, Li, Cd, Co, Zr, Bi во взвеси из поверхностных слоев воды Берингова моря спектральным методом обнаружить не удалось.

Таким образом, обнаружено, что взвесь содержит значительное число элементов, в том числе ряд редких. Распределение этих элементов по площади моря неравномерно и обычно зависит от сезона.

Многие элементы (Fe, Mn, P, Ca, Mg, Al, V, Ti, Cu, Zn, Cr, Ni) в повышенных количествах встречаются в выносах рек, другие (Pb, Ag, Sn, Ba, Sr) тяготеют к определенным участкам побережья, третьи (Si, Ca, Ti, Fe, Mn, P) тесно связаны с развитием планктонных организмов. Бо́льшая часть элементов находится в зависимости от нескольких факторов одновременно. Концентрация элементов во взвеси в значительной степени зависит также и от концентрации разбавляющего материала.

Лаборатория минералогии и геохимии
редких элементов
Академии наук СССР

Поступило
20 V 1955

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

[1] D. L. Fox, J. D. Isaaks, E. F. Concoran, J. of Mar. Res., 11, № 1 (1952).
[2] F. A. J. Armstrong, W. R. J. Atkins, J. Mar. Biol. Ass., № 29, 1 (1950)