

М. В. КЛЕНОВА

ОКРАСКА ОСАДКОВ ПОЛЯРНЫХ МОРЕЙ

(Представлено академиком В. И. Вернадским 30 III 1938)

Окраска осадков морского дна является одним из наиболее характерных их признаков. Естественно, что уже на первых морских картах наряду с обозначениями—песок, ил и пр.—появились и указания на цвет грунта—серый, белый, зеленый и др.

В классическую классификацию Меррея, составленную после океанографических работ «Челленджера», также введен признак цвета; в общем употреблении вошли такие названия, как: «синий ил», «зеленый песок», «красная глина». Дальнейшие исследования быстро показали, что все эти обозначения цвета являются условными: на самом же деле в окраске осадков морского дна чистые краски встречаются чрезвычайно редко; в них мы всегда имеем дело с рядом оттенков—переходных тонов. Это особенно бросается в глаза при исследовании осадков полярных морей, и первые же исследователи этих осадков, как например Шмельк⁽¹⁾, стали употреблять при описании осадков такие выражения, как зеленовато-серый, серовато-зеленый, желтовато-коричневый, серо-черный ил и т. п.

Этот же исследователь впервые обратил внимание на различие в окраске разных слоев осадков в Гренландском и Норвежском морях, где, как потом это подтвердилось и для других участков полярных морей, верхний слой коричневый, нижний—серый разных оттенков. Как Шмельк, так и более поздние исследователи [Беггильд, Самойлов и Горшкова и др.⁽²⁾] связывали это различие с различным количеством окиси и закиси железа и вообще с химическим составом осадка⁽³⁾. Уже первые исследователи—Шмельк, Туле, Беггильд—задумались над вопросом, какие физико-географические факторы обуславливают распространение осадков того или иного цвета.

Оттенки осадков, которые можно легко наблюдать в свежем состоянии, когда проба только что вынута со дна, неустойчивы. На воздухе и на свету при высыхании оттенки меняются, и некоторые, весьма характерные в влажном свежем состоянии, исчезают вовсе; поэтому их необходимо наблюдать непосредственно при взятии пробы, и эта необходимость является одним из доводов в пользу участия в каждой океанографической экспедиции специалиста-геолога моря⁽⁴⁾. Эта же изменчивость требует и введения определенных стандартов в описание цветов, так как каждый наблюдатель, описывая многочисленные оттенки, применяет самые разнообразные слова и выражения, вкладывая в них часто индивидуальное содержание.

С этим пришлось столкнуться, как только исследования по геологии моря в Институте океанографии приняли широкий размах. Тогда же, в 1930 г., мной были подобраны образцы наиболее характерных по цвету осадков северных морей, составившие определенную шкалу оттенков, охватившую все основные окраски, куда вошли черный, зеленый (не чистый), голубовато-серый, серый, розовато-серый, зеленовато-серый, желтовато-серый, коричневый и темнокоричневый. Так как сохранить все типичные окраски свежего грунта на природных образцах было невозможно, то шкала была составлена из смеси масляных красок в определенном соотношении⁽⁶⁾, и краски нанесены на деревянные дощечки, которыми мы и пользовались в своей дальнейшей работе^(5, 6).

К необходимости точно фиксировать отдельные меняющиеся оттенки цветов грунта пришли и другие исследователи: так, Прагье⁽⁷⁾ при исследовании осадков Кильской бухты применил шкалу Оствальда, американские исследователи применяют шкалу цветности осадочных пород⁽⁸⁾.

Введя в практику способ непосредственного определения соотношения окиси и закиси железа, т. е. окислительно-восстановительного коэффициента⁽⁹⁾, нам удалось установить помимо определенной величины этого коэффициента для осадков разного цвета также зависимость его от газового режима и от наличия органического вещества.

Исследуя условия подводного выветривания в море, удалось показать, что распространение коричневых тонов в окраске северных морей связано с определенными физико-географическими условиями⁽⁹⁾.

Сейчас, в свете современных представлений о строении вещества, все закономерности в распределении осадков северных морей по цвету получают энергетическое объяснение.

Как известно, в спектре при поглощении все большего и большего числа лучей постепенно гасятся лучи с все большей длиной волны, и углубление окраски происходит от серого цвета, через зеленовато-желтый, желтый (не чистый), оранжевый, красный, с буроватым оттенком, бурокрасный, буро-коричневый, к черному при полном поглощении света и наконец к металлически-стальному и металлически-золотистому. Именно в этот ряд поглощения света укладываются окраски всех минеральных непрозрачных тел, в том числе и отложений морского дна, все эти разновидности, почти ускользающие от внимания, тусклых зеленовато-серых, коричневых и т. п. тонов.

Эта окраска минеральных тел зависит от наличия в них атомов различных элементов, находящихся в состоянии поляризации, от асимметрии кристаллических решеток. По прекрасному наглядному выражению акад. А. Е. Ферсмана⁽¹⁰⁾ «чем больше беспорядок в электрическом хозяйстве кристалла», тем сильнее поглощение света, тем глубже тон окраски. С этой точки зрения ранее подмеченные закономерности между цветом осадка и физико-географическими условиями его отложения получают более глубокое объяснение и более глубокий геохимический смысл. Это особенно хорошо видно в Баренцовом море, вообще в полярных морях, но несомненно те же закономерности могут быть прослежены и в других современных и ископаемых осадках.

В полярных морях мы видим прежде всего безжизненную серую окраску быстро отлагающихся осадков вблизи действующих ледников. Это устойчивая и спокойная окраска. Она сохраняется на размывах четвертичных глин Мурмана⁽¹¹⁾ и на подводных возвышенностях под тонким слоем современного осадка. В этих отложениях нет больших запасов энергии; количество органического вещества, погребенного в них, мало.

В глубоких частях фиордов Шпицбергена и Новой Земли и на подводных склонах серая окраска осадка приобретает зеленовато-серые и желто-

вато-серые тона, что связано с хорошей вентиляцией придонного слоя и богатым развитием органической жизни. Энергичные процессы взаимодействия между двумя земными оболочками в области раздела двух сред ведут к появлению бурой окисленной пленки. Закономерно в «зоне геохимического противоречия»⁽¹²⁾ увеличивается поляризация атомов, увеличивается «беспорядок» в их электрическом хозяйстве. В море ясно видно, что бурая пленка окислов связана с границей двух сред—твердой и жидкой. В пустыне бурые и черные пленки загара также накапливаются в пограничной зоне.

Бурая окраска окисленной пленки на зеленовато-серых осадках неустойчива. Запасы солнечной энергии, которую приносит Нордкапское течение, создают условия для пышного развития органической жизни. Освобождаясь при разложении органического вещества, эта солнечная энергия быстро приводит в порядок электрическое хозяйство атомов—железо восстанавливается. Под легкой бурой пленкой осадок сохраняет зеленовато-серый цвет, но если количество органического вещества велико и осадок плотен, так что доступ кислорода в нижние слои прекращается, то они покрываются черным налетом сернистого железа.

В более глубоких и спокойных участках водоема, где вследствие ослабленной вентиляции придонного слоя под холодной полярной водой накапливается углекислота при наличии в то же время достаточного количества кислорода и где по этой причине происходит обеднение донной фауны, там коричневый слой достигает максимального развития. Но и здесь он не вечен: по мере накопления осадка и по мере удаления его из пограничной области он восстанавливается, делается серым, но не мышино-серым, как осадок ледникового молока, и большей частью не зеленовато-серым, как осадки в области атлантических вод, а слегка голубовато-или розовато-серым, так как вместе с железом в бурой пленке концентрируются фосфор и марганец. Как известно, коричневые осадки полярных морей⁽¹³⁾ содержат органическое вещество почти в таком же количестве, как зеленовато-серые, несмотря на бедность донной фауны, и лишь иногда несколько меньше. Источником органического вещества в них является планктон, т. е. опять солнечная энергия, концентрированная в зеленых клетках водорослей, приводит в порядок электрическое хозяйство атомов.

Бурые окислы железа образуются с выделением тепла, и их энергией пользуются железо-бактерии, деятельность которых ведет к образованию конкреций, к выветриванию камней на дне моря и пр. Бактериальная жизнь вызывает уже появление устойчивых темнокоричневых и черных соединений железа и марганца, которые сохраняются и в ископаемом состоянии. Устойчивые соединения этого типа накапливаются в глубоководной глине, и потому она вовсе не красная, как ее называют по традиции, а шоколадная, и по цвету к ней приближаются некоторые осадки Карского моря с 1.5% Mn.

Как можно судить по предварительным данным станции «Северный полюс», сборы грунта, произведенные в Полярном бассейне П. П. Ширшовым, показывают наличие на большинстве станций коричневого ила, подстилаемого серым.

Наличие серого ила, хотя бы и в нижнем слое колонки, говорит о том, что количество органического вещества вполне достаточно, чтобы создать восстановительную среду и превратить большую часть подвижных растворимых соединений железа и марганца в закисные*. Это хорошо со-

* Детальные исследования покажут, является ли нижний слой результатом изменений более древнего осадка или этот последний отлагался в иных, отличающихся от современных условиях.

ответствует и наблюдавшемуся зимовщиками богатству планктонной жизни.

На большинстве станций коричневый слой оказался очень хорошо развитым, относительно мощным, достигая например по сообщению П. П. Ширшова и И. Д. Папанина на станции под $88^{\circ}09'$ с. ш. и $3^{\circ}00'$ з.д. на глубине 4 395 м половины колонки, т. е. очевидно около 10 см.

На этом основании можно сказать, что в этом районе кислород доходит до самого дна, что вода на дне, находясь в медленном движении, насыщена углекислотой, что донная жизнь относительно бедна и главным источником органического вещества в грунте является планктон. Можно предположить наличие марганца и фосфора в несколько повышенном количестве по сравнению с осадками более южных районов. В Полярном бассейне и краевых его морях отлагаются те полуторные окислы, которые вымываются сибирскими реками из почв в процессе подзолистого почвообразования.

Остается пожелать, чтобы интереснейший материал станции «Северный полюс» был обработан возможно полнее методами, которые обеспечили бы непосредственное сравнение этих данных с данными по другим полярным морям СССР.

Сектор геологии моря.
Всесоюзный научно-исследовательский
институт морского рыбного хозяйства
и океанографии.

Поступило
3 IV 1938.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Schmelk, On Oceanic Deposits. Norske Nordhavs Expedition 1876—1878, IX (1882). ² Я. В. Самойлов и Т. И. Горшкова, Тр. МНИ, 1, 14 (1924). ³ Т. И. Горшкова, Тр. ГОИН, 1, 2—3 (1931). ⁴ М. В. Кленова, Зап. по гидр., № 3 (1934). ⁵ М. В. Кленова, Тр. ВНИРО, 5 (1937). ⁶ В. П. Зенкович, Тр. ВНИРО, 5 (1937). ⁷ O. Pratzje, Wiss. Meeresuntersuch. Komm. d. D. Meere in Kiel, № 7, Abt. Helgoland, XVIII, Abt. 2, № 6 (1931). ⁸ E. M. Kindle, Journ. of Geol., XXXVIII (1930) и др. ⁹ М. В. Кленова, Сб. в честь академика В. И. Вернадского, АН СССР (1936). ¹⁰ А. Е. Ферсман, Цвета минералов (1936). ¹¹ М. В. Кленова, Тр. АИЧПЕ, 4. ¹² Л. В. Пустовалов, Тр. ВГРО НКТП СССР, вып. 285 (1933). ¹³ Т. И. Горшкова, Тр. ВНИРО, 4 (1938).