

Э. А. ОСТРОУМОВ и О. М. СИЛИНА

О НЕКОТОРЫХ ЗАКОНОМЕРНОСТЯХ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВАНАДИЯ В СОВРЕМЕННЫХ МОРСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ

(Представлено академиком Д. С. Белянкиным 21 VII 1952)

Ванадий широко распространен в природе, но преимущественно в рассеянном состоянии. В земной коре ванадий не только входит в состав изверженных пород, но присутствует также в различных породах осадочного происхождения — в глинах, песчаниках, железных рудах, углях и битумах, — образуя в них местами значительные концентрации. В изверженных породах содержание ванадия в среднем составляет около 0,02%. В породах осадочного происхождения концентрация ванадия бывает часто повышенной, что видно из таблицы, приводимой А. Е. Ферсманом (1). Сводка данных о содержании ванадия в осадочных породах дана Ф. Я. Аносовым (2).

Учитывая распространенность ванадия в осадочных породах, весьма интересно привести данные по содержанию ванадия в море. Литературные сведения по этому вопросу весьма ограничены. По данным, приводимым А. П. Виноградовым, морская вода содержит ничтожнейшие количества ванадия — порядка $5,0 \cdot 10^{-8}\%$ (3).

Сведений по содержанию ванадия в планктоне мы в литературе не нашли. Нами была исследована одна проба фитопланктона Охотского моря; при этом найдено $8 \cdot 10^{-4}\%$ V_2O_5 , считая на сухой материал. Морские водоросли, в ряде случаев, имеют повышенное содержание ванадия; так например, зола *Laminariae digitata*, по А. П. Виноградову, содержит $5 \cdot 10^{-3}\%$ ванадия (4).

Некоторые морские животные, как например, асцидии и голотурии также обладают способностью концентрировать соединения ванадия. По данным А. П. Виноградова (5), количества ванадия в расчете на V_2O_5 в целых организмах, в процентах на живое вещество, следующие: *Ascidia obliqua* (L.) — $3 \cdot 10^{-2}$; *Ascidiella aspersa* (Müll.) — $4,9 \cdot 10^{-3}$; *Ciona intestinalis* (L.) — $1,3 \cdot 10^{-3}$. В хромогене крови *Ascidia* (*Phallusia*) *mammillata*, содержание ванадия доходит до 18,5%.

Обычно принято думать, что морские животные и растения, накапливающие ванадий, извлекают его из морской воды. Однако, учитывая то, что ванадий концентрируется в основном в организмах бентоса, не исключена возможность извлечения его ими и из морских донных отложений.

По А. Е. Ферсману (1), в морских глинистых илах приконтинентальных морей концентрация ванадия связана с поступлением его из детрита организмов, особенно голотурий. В. И. Вернадский (6) также считает, что большая часть ванадия в морских осадочных породах «происходит из живого вещества», поскольку «известно большое число организмов богатых ванадием (например некоторые голотурии и асцидии)».

Данные по содержанию ванадия в отдельных типах современных осадков океана приведены у Калле (7). Средние цифры в расчете на V_2O_5 составляют: для красной глины 0,042%, для синего ила 0,036%. Относительно содержания ванадия в осадках северных морей имеются указания у М. В. Кленовой (8); по ее данным в осадках Баренцова моря ванадий обнаружен в количестве 0,001—0,008% V_2O_5 , и в Полярном бассейне 0,01—0,02% V_2O_5 .

Более подробные сведения имеются по содержанию ванадия в отложениях Черного моря. Так А. Д. Архангельский и Е. В. Копченова (9) указывают, что для ряда проб черноморских осадков, количество ванадия колеблется от 0,017 до 0,107% V_2O_5 и отмечают связь ванадия с органическим веществом. Указанные авторы обращают внимание также на концентрацию ванадия в железо-марганцовых конкрециях до 0,071% V_2O_5 .

Таким образом, большинство исследователей связывало накопление ванадия в осадках с органическим веществом.

Н. М. Страхов (10), рассматривая распределение различных элементов в осадках, указывает, что ванадий и ряд других металлов (медь, никель и др.) сорбируются гелями железа и коллоидной терригенной мутью и при своем распределении по дну моря тяготеют к пелитовой фракции.

Из приведенного обзора видно, что сведения о содержании ванадия в современных осадках крайне ограничены. При этом следует подчеркнуть, что до настоящего времени мы не имеем количественных данных по распределению ванадия на площади дна морей, и закономерности распределения его в осадках еще никем не исследовались.

По дальневосточным морям данных по содержанию ванадия в осадках в литературе нет.

Вместе с тем, распределение ванадия по дну моря представляет большой интерес; разрешение этого вопроса помогло бы не только более детально осветить закономерности распределения ванадия в породах осадочного происхождения, но и выяснить, до некоторой степени, причины концентрации этого элемента.

С этой целью мы провели исследование материала по Охотскому морю. Исследованию были подвергнуты пробы поверхностного слоя донных отложений, отобранные из дночерпателей.

Определение ванадия производилось колориметрически, в основном по методу А. П. Виноградова (11); только в случаях очень малых количеств (< 0,005%) проводились контрольные определения по методу Н. И. Червякова и Э. А. Остроумова (12). Всего проанализировано 129 проб. Полученные цифры показали сложную картину распределения ванадия по площади морского дна и позволили выделить следующие зоны содержания в осадках V_2O_5 : 1) < 0,010%; 2) от 0,010 до 0,015%; 3) от 0,015 до 0,030%; 4) > 0,030%.

Зона наиболее высокого содержания ванадия в осадках, более 0,030% V_2O_5 , протягивается вдоль гряды вулканических островов, захватывает его внешнюю сторону и район берега, сложенного вулканическими породами. Эта зона характеризуется преимущественно песчано-галечными и песчаными, реже алевритовыми осадками; в составе их существенную роль играют продукты вулканической деятельности.

На всей остальной площади моря содержание ванадия в осадках менее 0,03% V_2O_5 . Однако в пределах этой площади можно выделить ряд зон.

Более повышенное содержание ванадия в осадках — от 0,015 до 0,03% V_2O_5 — приурочено к глубоким впадинам моря, занятым преимущественно весьма тонкими глинистыми осадками. При этом примерно в средних частях впадин осадки, особенно обедненные донной фауной, более богаты ванадием — 0,02% V_2O_5 , тогда как ближе к периферии количества его снижаются до 0,018—0,016% V_2O_5 .

Осадки с более низким содержанием ванадия (от 0,010 до 0,015% V_2O_5) занимают возвышенности центральной части моря. В этой области развиты алевриты и глинистые осадки местами со значительной примесью алеврита.

Наконец, наиболее низкие концентрации ванадия в осадках менее 0,01% наблюдаются вдоль побережья, сложенного в основном осадочными породами. Осадки этих районов представлены преимущественно песками и алевритами.

В Тихом океане с удалением от гряды вулканических островов содержание ванадия в глинистых осадках падает в среднем до 0,020—0,015% V_2O_5 .

Таким образом, для большей части моря закономерность распределения ванадия в осадках иная, нежели для района побережья, сложенного вулканическими породами. Здесь повышенные концентрации ванадия (более 0,015% V_2O_5) приурочены к более тонким глинистым осадкам, а в более песчаных содержание ванадия падает. В районе же участков побережья, сложенных вулканическими породами, ванадием в основном обогащены пески и алевриты, которые содержат в среднем 0,03—0,05% V_2O_5 .

Такое распределение ванадия в осадках объясняется тем, что в районах вулканической деятельности пески состоят в большей своей части из таких минералов как пироксен, роговая обманка, магнетит, которые обычно характеризуются повышенным содержанием ванадия. Следует отметить, что в образце вулканического пепла, извлеченного дночерпателем со дна моря в районе одного из вулканических островов, обнаружено 0,047% V_2O_5 .

Там же, где влияние вулканической деятельности на состав осадков сглаживается, ванадий в большей степени приурочен к зонам глинистых осадков. Это, по видимому, объясняется тем, что глинистые частицы сорбируют соединения ванадия, что сказывается на относительном обогащении ванадием более тонкодисперсных осадков впадин моря.

Надлежит отметить, что по наблюдениям П. Л. Безрукова распределение в осадках углерода органических веществ, по участкам его максимальной концентрации, для большей части моря (за исключением побережья, сложенного вулканическими породами) примерно совпадает с таковой для ванадия. Это объясняется тем, что ванадий, не будучи непосредственно связан с органическим веществом, является в известной мере его спутником, вследствие осаждения частиц органического вещества преимущественно совместно с частицами глинистых минералов.

Данных же, подтверждающих сколько-нибудь значительное влияние морских животных (асцидий и голотурий) на накопление ванадия в донных отложениях открытого моря, мы не находим.

В заключение считаем своим приятным долгом принести искреннюю благодарность руководителю лаборатории проф. П. Л. Безрукову за ряд ценных советов и указаний по данной работе.

Институт океанологии
Академии наук СССР

Поступило
16 VII 1952

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. Е. Ферсман, *Геохимия*, 4, 1939. ² Ф. Я. Аносов, Ванадий в осадочных породах, 1, материалы ком. произв. сил, № 79 (1930). ³ А. П. Виноградов, *Усп. хим.*, 13, № 1 (1944). ⁴ А. П. Виноградов, *Тр. биохим. лабор.*, 3, 199 (1935). ⁵ А. П. Виноградов, Там же, 2, 4 (1932). ⁶ В. И. Вернадский, *Очерки геохимии*, 1934, стр. 255. ⁷ K. Kalle, *Der Stoffhaushalt des Meeres*, 1943, 187. ⁸ М. В. Кленова, *Геология моря*, 1948, стр. 305. ⁹ А. Д. Архангельский, Е. В. Копченова, *Изв. АН СССР, ОФМ*, № 3 (1930). ¹⁰ Н. М. Страхов, *Изв. АН СССР, сер. геол.*, № 4 (1950). ¹¹ А. П. Виноградов, *ДАН, сер. А*, № 10 (1934). ¹² Н. И. Червяков, Э. А. Остроумов, *Зав. лабор.*, № 9 (1934).