



А. И. ПЕРЕЛЬМАН

Геологическая роль организмов

Живое вещество есть самая мощная геологическая сила биосферы, растущая с ходом времени.

В. И. Вернадский

Проблема геологической деятельности организмов не является новой в науке. Еще в XVIII и XIX веках проводились систематические исследования в этом направлении, и к концу XIX столетия вопрос в своей принципиальной части казался окончательно выясненным.

Давно уже было установлено, что некоторые горные породы, такие как, например, уголь, торф, рифовый известняк, диатомит и др., в основном состоят из остатков растений или животных (перегнившие мхи и стволы деревьев, скелеты кораллов и губок, скелеты диатомовых водорослей, радиолярий, нуммулитов), что организмы принимают большое участие в образовании почв и т. д. Подобные представления нашли свое отражение в классификации горных пород, среди которых выделялась особая группа «органогенных» (угли, некоторые известняки и др.). Этим самым подчеркивалась большая, но все же весьма ограниченная роль организмов в геологических процессах. Образование преобладающей части осадочных горных пород, в том числе таких как глины, пески, значительная часть известняков, доломиты, соли, не связывалось с геологической деятельностью организмов. Большинство геологических процессов, протекавших на поверхности Земли, обычно сводилось к чисто механическим, химическим и физико-химическим явлениям: отложению, размыву, растворению, гидролизу, осадждению, коагуляции, адсорбции и т. д. Подобные представления были общепризнанными вплоть до 20-х годов текущего столетия, они и сейчас еще пре-

обладают в большинстве учебных руководств по геологии для высшей школы как в нашей стране, так и за рубежом.

Подлинной революцией в этих вопросах явилось новое учение о геологической роли организмов, созданное выдающимся советским ученым, одним из творцов геохимии, академиком Владимиром Ивановичем Вернадским (1863—1945). Основные положения этого учения, биогеохимии, были сформулированы Вернадским еще в 20-х годах*.

Позднее, начиная с 30-х годов, биогеохимические исследования получили в нашей стране значительное развитие, их центром явилась созданная В. И. Вернадским Биогеохимическая лаборатория Академии наук СССР**. Крупные исследования в этом направлении проводил и проводит в настоящее время ближайший ученик и сотрудник Вернадского, академик А. П. Виноградов***.

В дальнейшем работы большого коллектива советских ученых показали плодотворность биогеохимических идей Вернадского для геологии и смежных наук, были намечены пути практического приложения биогеохимии при поисках полезных ископаемых, в вопросах сельского хозяйства, медицины (труды Я. В. Самойлова, А. П. Виноградова, Б. Б. Польшова, Б. Л. Исаченко, Н. Г. Холодного и др.). Широкое признание получили эти идеи и за рубежом (исследования Бертрана во Франции, Гутчинсона¹ и др. в США, Уоррена в Канаде и др.).

Глубокий и оригинальный исследователь, Вернадский обладал свойством, характерным для многих представителей русского естествознания, — замечательной способностью к научному синтезу, умением видеть за частным проявление общих законов природы. Эти выдающиеся способности удачно сочетались с большой волей ученого, целеустремленностью в работе, верой в науку, в то, что даже отвлеченные теоретические исследования необходимы для развития народного хозяйства и культуры своей страны и всего человечества.

В. И. Вернадскому в высокой степени было присуще и другое качество всякого большого ученого — способность к научному предвидению. Он умел видеть далеко вперед, некоторые

* См.: *Вернадский В. И.* Биосфера. Л., 1926; *Он же.* Очерки геохимии. М.: Гостехиздат, 1934, и др.

** Ныне Институт геохимии и аналитической химии им. В. И. Вернадского Академии наук СССР.

*** См.: *Виноградов А. П.* Геохимия живого вещества. Л.: Изд-во АН СССР, 1932, и другие, более поздние, работы.

его идеи намного опережали существовавшие в то время представления и находили подтверждение и общее признание лишь через много лет, в ходе дальнейшего развития естественных наук*.

В. И. Вернадский прошел большой и сложный творческий путь, и не все в его научном наследстве равноценно. Некоторые биогеохимические представления этого большого ученого до сих пор вызывают споры, кое-что неприемлемо с позиций современной науки, однако в целом его труды в этой области относятся к крупнейшим завоеваниям естествознания.

В. И. Вернадский считал, что организмы являются главным фактором миграции химических элементов в верхней части земной коры. «На земной поверхности, — писал ученый, — нет химической силы более постоянно действующей, а потому и более могущественной по своим конечным результатам, чем живые организмы, взятые в целом»**.

Продуктом жизни является свободный кислород атмосферы — он накопился в ходе геологической истории, в результате жизнедеятельности растительного покрова (фотосинтеза). Фотосинтез — единственная известная на земной поверхности широко распространенная химическая реакция, сопровождающаяся выделением кислорода. Во всех остальных реакциях, в которых участвует кислород, — дыхание организма, тление органических остатков, окисление минералов при выветривании и др., — происходит связывание этого элемента. Вернадский считал, что и азот атмосферы имеет биогенное происхождение. Ве-

* В частности, Вернадский одним из первых понял огромное значение для человечества открытия атомной энергии. И сейчас вполне актуально звучат следующие его слова: «Мы подходим к великому перевороту в жизни человечества, с которым не может сравниться все, им раньше пережитое. Недалеко время, когда человек получит в свои руки атомную энергию, такой источник силы, который даст ему возможность строить свою жизнь, как он захочет. Это может случиться в ближайшие годы, может случиться через столетие. Но ясно, что это должно быть. Сумеет ли человек воспользоваться этой силой, направить ее на добро, а не на самоуничтожение? Дорос ли он до умения использовать ту силу, которую неизбежно должна дать ему наука? Ученые не должны закрывать глаза на возможные последствия их научной работы, научного процесса. Они должны себя чувствовать ответственными за последствия их открытий. Они должны связать свою работу с лучшей организацией всего человечества» (*Вернадский В. И.* Очерки и речи. Пг., 1922. Вып. 2. С. 1).

** *Вернадский В. И.* Биогеохимические очерки. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1940. С. 25.

лика также роль организмов в круговороте углерода в земной коре, их влияние на содержание C_2 в атмосфере. Итак, состав современной атмосферы в своей важнейшей части (кислород, азот, углекислый газ) сформировался в результате жизнедеятельности организмов, в результате процессов, протекавших на поверхности суши и моря на протяжении геологической истории. «...Земная газовая оболочка, — писал В. И. Вернадский, — наш воздух, есть создание жизни»*.

Не менее велико влияние живого вещества на химический состав гидросферы. В своем фундаментальном труде «История природных вод»** основатель геохимии подчеркивал, что природные воды и дренируемая ими суша населены живыми организмами, что на земной поверхности повсеместно протекают процессы образования и разложения живого вещества. В ходе этих процессов в окружающую водную среду поступают продукты обмена веществ организмов, во многих случаях определяющие химический тип воды, и в первую очередь их щелочно-кислотные и окислительно-восстановительные условия. <...>

Взаимодействуя с окружающей средой, организмы поглощают из нее отдельные химические элементы и строят из них свои тела. При этом они проявляют избирательную способность — «жадно» захватывать и удерживать одни элементы, легко «пропуская через себя» другие. В результате они не только изменяют состав воды, но и создают новые горные породы. Этот грандиозный по своему конечному эффекту процесс протекает повсеместно на суше и в море. Приведем некоторые характерные примеры.

Многие организмы интенсивно поглощают из природных вод кальций и строят из него свой скелет, с чем, в частности, связано образование мощных толщ известняков. Аналогичное явление можно отметить и для кремния: трепел, диатомит и другие горные породы состоят из остатков кремниевых скелетов мельчайших организмов (водоросли, простейшие животные и др.). К этой же категории явлений относится накопление торфа и каменных углей.

Итак, согласно В. И. Вернадскому, *химические реакции на земной поверхности и на небольших глубинах протекают или при непосредственном участии организмов, т. е. носят биохимический характер, или в среде, физико-химические особеннос-*

* Вернадский В. И. Очерки геохимии. С. 43.

** См.: Вернадский В. И. История минералов земной коры. Т. II: История природных вод. Вып. I—III. Л., 1933—1936².

ти которой во многом обусловлены деятельностью организмов на протяжении всей геологической истории (свободный кислород, углекислота и другие агенты)³. <...>

Теперь приходится удивляться не тому, что живое вещество играет ведущую роль в геохимии верхней части земной коры, а тому, что это так долго не было признано. Как указывал Б. Б. Полюнов⁴, игнорирование этого обстоятельства в течение достаточно долгого периода развития геологии в значительной степени было связано с привычкой судить о значении того или иного вещества по его массе. А масса живого вещества по сравнению с массой земной коры ничтожна. Геохимический эффект деятельности каждого конкретного живого организма бесконечно мал, длительность его жизни в аспекте геологического времени также величина бесконечно малая. Однако этих величин в природе имеется бесконечно большое количество, и действуют они практически в течение бесконечно большого промежутка времени. В итоге мы получаем величину конечную и к тому же грандиозную — геохимическую деятельность живого вещества, о которой говорилось выше. Аналогичные соотношения, как писал Ф. Энгельс, широко распространены в природе, абстрактным выражением их являются математические операции дифференцирования и интегрирования*.

Огромная роль живых организмов в геохимических процессах земной поверхности и всей осадочной оболочки несомненна. Менее выяснено влияние живых организмов на магматическую деятельность. В. И. Вернадский считал, что такие наиболее распространенные изверженные породы, как граниты, представляют собой бывшие осадочные породы, опустившиеся в ходе геологических процессов на большие глубины и там переплавившиеся. В настоящее время представители различных наук — геохимии, геотектоники, кристаллохимии, — идущие в исследовании природы каждый своими особыми путями, опирающиеся на различные факты, приходят к признанию правильности этих положений**.

Непосредственное изучение гранитов в поле приводит многих геологов и петрографов к выводу о вторичном происхожде-

* См.: Энгельс Ф. Диалектика природы. М.: Госполитиздат, 1953. С. 213—218.

** См.: Кропоткин П. Н. Значение тектонических процессов для образования кислых магм // Тр. Ин-та геол. наук АН СССР. 1941. Вып. 47; Лебедев В. И. К проблеме каолинового ядра // Докл. АН СССР. 1946. Т. 51; Белов Н. В. Геохимические аккумуляторы // Тр. Ин-та кристаллографии АН СССР. 1952. Вып. 7.

нии этих пород (за счет того или иного изменения осадочных пород). Во всяком случае, возможность подобного образования гранитов в настоящее время признается большинством петрографов, дискуссия ведется о роли этих явлений в геологической истории и о возможности образования всех гранитов только этим путем*. <...>

При разработке общей теории геологии теперь уже нельзя игнорировать возможность существования глубоких и обратимых связей между развитием жизни на Земле, осадкообразованием, тектоническими явлениями и магматизмом. Возможно, что в этих связях — в связях между поверхностными и магматическими процессами — заключается один из основных законов геологии, а сами эти процессы суть лишь различные проявления единого, грандиозного по длительности и сложности процесса развития земной коры. В решении всех этих сложных и практически важных вопросов современной геологии видная роль принадлежит и еще долго будет принадлежать гениальным представлениям В. И. Вернадского о геологической роли организмов.



* См.: *Куплетский Б. М.* Вопрос о происхождении гранитов в современной науке // *Природа*. 1948. № 8.