Доклады Академии наук СССР
1955. Том 103, № 1

ГЕОЛОГИЯ

К. К. ЗЕЛЕНОВ

К ВОПРОСУ О ПРОИСХОЖДЕНИИ СТИЛОЛИТОВ

(Представлено академиком Н. М. Страховым 21 I 1955)

Условия образования стилолитов, представляющих собой зубчатую поверхность сочленения двух пластов или участков одного и того же пласта, до настоящего времени неясны. Не останавливаясь на подробном разборе разнообразных гипотез, укажем, что в настоящее время большинство литологов считает стилолиты образовавшимися в твердой породе вследствие ее неравномерного растворения под действием давления вышележащих толщ ([3, 5, 9, 12] и др.). Шоб ([11]), наблюдая в плотной породе изгибы и разрывы стилолитовых швов, пришел к заключению, что стилолиты образовались в еще не затвердевшем пластичном известковом осадке в результате неравномерного давления при уплотнении, вызванном потерей воды. Г. И. Теодорович ([6]) высказал предположение, что стилолиты «представляют собой поверхности растворения, связанного с карстом только что сформировавшихся и затвердевающих известковых отложений, кратковременно выведенных из-под уровня воды», и являются поэтому образованиями мелководных, периодически осушаемых зон моря. Н. Прокопович ([10]) считает стилолиты образовавшимися вследствие растворения незатвердевшего осадка на дне бассейна в результате изменения pH, температуры и условий циркуляции придонной воды.

Основным недостатком большинства изложенных гипотез является то обстоятельство, что почти все они построены на основании изучения хотя и многочисленного, но обычно узко регионального материала. Рассмотрение же всего многообразия явления под углом зрения той или иной теории неминуемо вскрывает ряд необъяснимых противоречий. Так, теорией растворения твердой породы под действием давления нельзя удовлетворительно объяснить изгибы и неравномерные смещения стилолитовых швов, а также случаи перехода стилолита в веер мелких сутур; теории неравномерного давления при уплотнении, вызванном потерей воды, противоречит нередко наблюдаемое по стилолитовому шву полное удаление части породы. Гипотезы Г. И. Теодоровича и Н. Прокоповича бессильны объяснить наблюдающееся в ряде случаев ветвление крупного стилолитового шва на пучок более мелких, собирающихся затем опять в крупный шов, взаимопересечение стилолитов и стилолитовых швов, сечение стилолитовыми швами слоистости пород и переход стилолитовых швов по простиранию в обычные трещины. Несовместимо с этими гипотезами и то обстоятельство, что в случае пересечения стилолитовым швом известкового скелета какого-либо морского организма иногда удается наблюдать остатки этого скелета по обе стороны шва. Число примеров несоответствия предлагаемых гипотез фактическому материалу можно увеличить, однако уже из приведенного видно, что в настоящее время еще не существует теории, удовлетворительно объясняющей общий принцип образования стилолитов.

Наиболее точно время образования стилолитов можно выявить при

рассмотрении взаимоотношений стилолитового шва с плоскостями напластования и трещинами, время образования которых не вызывает сомнений. Изучение этих взаимоотношений на образцах стилолитов разных геологических районов приводит к совершенно различным результатам.

На рис. 1, заимствованном у Шоба ([11]), показан стилолитовый шов в толще слабо глинистой однородной карбонатной породы, разорванный на отдельные участки, смещенные относительно своего первоначального положения в результате сдавливания пластического ила. Эта фотография свидетельствует о случае весьма раннего образования стилолитов в толще осадка, литификация которого по существу еще не началась.

Приуроченность стилолитов к плоскостям напластования, особенно бросающаяся в глаза в платформенных областях, общеизвестна и неоднократно описывалась. Рис. 2 характеризует более сложный случай такой приуроченности, когда стилолитовые швы распространены среди строматолитов. На этой фотографии, где изображено место стыка двух куполообразных строматолитов типа Collenia из нижнекембрийских отложений северной окраины Витимо-Патомского нагорья (натуральная величина), можно видеть, что стилолитовые швы довольно четко повторяют очертания строматолитовых куполов. В то же время стилолиты проникают как в нижний, так и в верхний слоечки строматолита. В ряде случаев стилолитовый шов ветвится на серию таких же швов, каждый из которых в свою очередь приурочивается к слоистости строматолита.

На рис. 3 ($\times$ 2) изображен стилолитовый шов в строматолите типа Conophyton из протерозойских отложений Юдомо-Майского района. Ориентировка слоев нарастания строматолита в данном случае близка к вертикальной, а шов рассекает колонку в горизонтальной плоскости. При внимательном рассмотрении можно уловить приуроченность к слоям нарастания строматолита лишь некоторых элементов стилолитового шва. Особенно хорошо это видно в осевой части конофитона, где единый стилолитовый шов распадается на серию мелких швов.

На рис. 4 (натуральная величина) стилолитовый шов пересекает микрослоистость плотного афанитового известняка под углом 90°. Этот образец взят из среднекаменноугольных отложений западного склона Южного Урала, где породы сильно дислоцированы и образуют складки, в то время как стилолитовые швы всегда ориентированы горизонтально и секут слоистость под разными углами. Так как дислокации здесь относятся к концу триаса, то следует считать, что образование стилолитов произошло не раньше, чем в послетриасовое время. В подобных толщах стилолитовый шов иногда служит продолжением трещины. Более того, есть наблюдения ([8]), что стилолитовые швы пересекают трещины в породе, причем последние несколько смещаются. Таким образом, в этих случаях мы имеем дело с весьма поздним образованием стилолитов в уже сформировавшейся твердой породе.

Детально изучая стилолитовые швы и их взаимоотношения с вмещающей породой, большинство исследователей пришло к правильному заключению, что стилолиты образуются в результате растворения вмещающей их породы. Это особенно заметно в тех случаях, когда стилолитовый шов пересекает обломки раковин ([6]) или проходит в породах с оолитовой структурой ([8, 12]). В. А. Успенский ([7]) показал, что глинистое вещество, скапливающееся в зубцах стилолитовых образований, есть не что иное, как концентрация нерастворимого остатка, рассеянного в породе. Суммируя все сказанное, следует считать, что стилолитовые швы образованы, вопреки мнению Г. И. Теодоровича и Н. Прокоповича, не на поверхности, а внутри однородного, обычно карбонатного осадка, находящегося либо в твердом, либо в пластичном состоянии, и представляют собой результат его коррозии. В одном случае это уже сформировавшаяся порода, которая «переживает» стадию эпигенеза, в другом — осадок находится еще лишь на пути превращения в твердую породу, т. е.

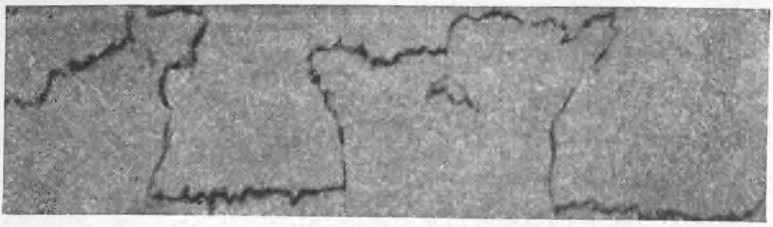


Рис. 1

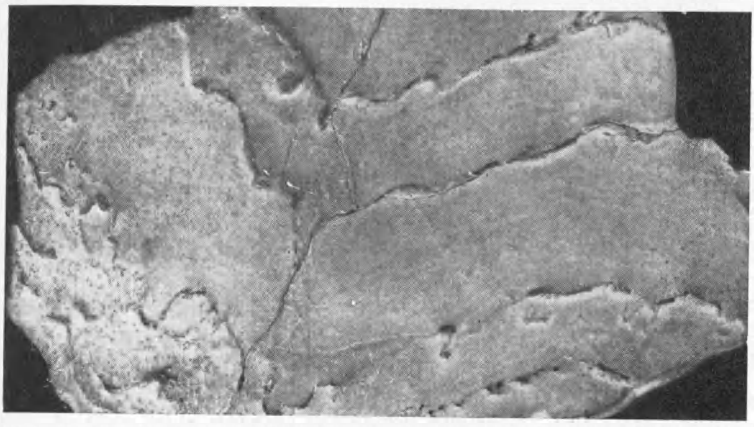


Рис. 2

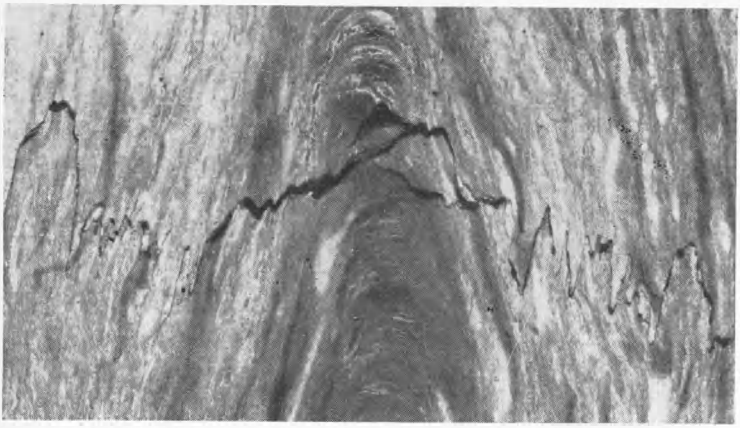


Рис. 3



Рис. 4

испытывает изменения, свойственные стадии диагенеза. Приведенные фотографии демонстрируют образование стилолитов на разных последовательных стадиях литификации — от осадка, еще обладающего пластичностью (рис. 1), до твердой породы, прошедшей все стадии диагенеза (рис. 4).

Механизм растворения и перераспределения карбонатов в уже сформировавшемся осадке в процессе диагенеза показал Н. М. Страхов ([4]). Иловые растворы, циркулирующие в отложившемся на дне осадке, в отличие от придонной воды, содержат резко повышенную концентрацию целого ряда элементов. Щелочной резерв, иными словами, сумма растворенных карбонатов, в иловой воде всегда намного (до 10 раз) выше, чем в придонной ([2]). Это объясняется значительным содержанием в иловой воде CO_2, образующейся в результате разложения органического вещества, благодаря чему кальцит переходит в раствор в виде бикарбоната. Именно таким путем осуществляется вынос карбонатов из глинистых пластов ([4]). Несомненно, что такой же характер имеют и иловые растворы, циркулирующие в карбонатном осадке.

Прохождение иловых растворов в медленно затвердевающем глинистом осадке приводит к равномерному выносу карбонатов. В случае же карбонатного осадка циркулирующие растворы уже на ранних стадиях диагенеза встречают препятствие в виде начинающейся быстрой литификации. Это заставляет циркулирующие растворы приноравливаться к наиболее податливым участкам, каковыми являются плоскости напластования. На более поздних этапах диагенеза приуроченность путей иловых растворов к плоскостям напластования сказывается все слабее. Поскольку прохождение этих растворов связано с одновременным растворением, порода корродируется и результат этой коррозии фиксируется в дальнейшем в виде стилолитового шва.

Процессы, протекающие в породе в стадию эпигенеза, т. е. в стадию изменения уже сложившейся породы при тектонически обусловленных переменах физико-химических условий ее существования ([11]), известны нам еще недостаточно полно. Однако и здесь мы наблюдаем следы перераспределения вещества, особенно карбонатов. Это явление запечатлевается в породе в виде выполненных кальцитом трещин, прожилков, пустот и т. п. Большая роль в ходе перераспределения в породах карбонатов и других солей принадлежит подземным водам, которые, как известно ([1]), в вертикальном разрезе обладают четкой зональностью. Наиболее активны (в смысле выщелачивания пород и химического выноса из них) воды верхних зон — гидрокарбонатной и гидрокарбонатно-сульфатной. В результате переработки осадочной толщи водами этих зон «карбонатные породы оказываются перекристаллизованными иногда почти полностью, т. е. заново переотложенными». Можно предположить, что эпигенетические стилолиты — одно из многочисленных морфологических выражений процесса выщелачивания однородных пород в трещиноватых толщах, сопровождающегося давлением вышележащих отложений.

Приведенное объяснение образования стилолитов делает понятными такие явления, как изгибы и разрывы стилолитовых швов ([11]), образование тонкого прямолинейного глинистого пласта, местами переходящего в стилолиты ([7]), разветвление стилолитового шва на серию тонких прожилков, пересечение стилолита стилолитом, взаимные пересечения швов и т. п. С изложенной точки зрения становится понятным и некоторое различие в характере стилолитовых швов платформенных и геосинклинальных областей, а также отдельных регионов. Литификация платформенных карбонатных пород протекает в сравнительно спокойной обстановке, и в твердой породе мы видим почти полное соответствие стилолитовых швов слоистости. В более мобильных геосинклинальных областях породы испытывают разнообразные деформации, приводящие к образо-

ванию складок, разрывов и пр. Прохождение растворов по плоскостям напластования, нарушенным дислокациями, становится затруднительным, и возникающие трещины представляют собой, по существу, единственные пути для циркуляции растворов в литифицировавшейся породе. Поскольку стилолиты связаны с общей жизнью породы, в которой они образовались, стилолитовые швы определенной толщи определенного района весьма сходны между собой.

Изложенный материал позволяет считать, что стилолитовые швы представляют собой своеобразные «швы растворения», образующиеся в результате перераспределения веществ в толще породы на всех стадиях ее литификации и эпигенеза.

Институт геологических наук
Академии наук СССР

Поступило
21 I 1955

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

[1] Т. П. Афанасьев, Тр. Лаб. гидрогеол. проблем, **10** (1951). [2] С. В. Бруевич, Е. Г. Виноградова, Гидрохим. материалы, **13** (1947). [3] Л. Б. Рухин, Основы литологии, 1953. [4] Н. М. Страхов, Изв. АН СССР, сер. геол., № 5 (1953). [5] У. Х. Твенхофел, Учение об образовании осадков, 1936. [6] Г. И. Теодорович, ДАН, **50**, 459 (1945). [7] В. А. Успенский, Геохим. сборн., 1, Тр. ВНИГРИ, нов. сер., в. 28 (1949). [8] В. Н. Холодов, Изв. АН СССР, сер. геол., № 2 (1955). [9] М. С. Швецов, Петрография осадочных пород, 1948. [10] N. Prokopovich, J. Sed. Petrol., **22**, No. 4 (1952). [11] B. M. Shaub, J. Sed. Petrol., **19**, No. 1 (1949). [12] Paris B. Stockdale, J. Sed. Petrol., **13**, No. 1 (1943). [13] Roberts Joung, J. Geology, **61**, No. 1 (1953).