

В. Н. ДАНИЛОВИЧ

## О ПРОИСХОЖДЕНИИ КЛИВАЖА В СКЛАДЧАТОЙ СТРУКТУРЕ

(Представлено академиком В. А. Обручевым 13 VII 1949)

Волновая гипотеза складкообразования<sup>(3)</sup> позволяет по-новому подойти к пониманию главнейших разновидностей кливажа. При этом имеется возможность получить связное схематическое представление о развитии кливажа во всем его разнообразии. Оно базируется на следующей концепции формирования складчатой структуры напластований.

Признавая, что главным фактором, вызывающим складкообразование\*, является волновое движение, которое может возникнуть в слоях лишь при их послойном течении, мы должны считать типичную складчатость явлением, развивающимся при таком течении. Независимо от общей причины, создающей это течение и его региональную направленность (гравитационное оползание — по мнению одних авторов, выжимание из областей наибольшего вертикального сдавливания в области наименьшего — по мнению других и т. д.), необходимо признать, что текучесть среды в значительной мере обуславливается высоким давлением, при котором происходит складчатость. Это давление внутри слоистой среды является гидродинамическим (вследствие ее текучести) и поэтому не препятствует ее волновым движениям. Последние представляют попеременные вибрации, которые, как известно, возникают в слоистых средах при их послойном течении. Когда вещество среды потеряет способность течь (вследствие возрастания плотности, или понижения давления, или же обоих этих изменений), существовавшие в ней волны превращаются в неподвижные складки. Несомненно, что послойное течение может оказывать на соседние участки боковое давление. Последнему должны подвергаться участки, в которых послойное течение прекратилось или является более медленным, чем в соседней области, при условии, что там оно направлено в сторону данных участков. Таким образом, по окончании волновых движений может происходить в результате бокового давления дальнейшее развитие складчатой структуры (вероятно, довольно кратковременное, так как боковое давление должно исчезнуть при общем растяжении среды, обычно наступающем после складкообразования<sup>(2, 6)</sup>).

Упомянувшееся колебательное движение среды, находящейся в состоянии послойного течения, само является некоторым течением. Последнее ориентировано перпендикулярно или косо к напластованиям (параллельно осевым поверхностям волн и перпендикулярно их шарнирам) и характеризуется тем, что каждая точка периодически изменяет

\* В этой статье, как и в предыдущей<sup>(3)</sup>, термин «складка» и его производные не распространяются на структурные формы, именуемые куполовидными<sup>(6)</sup> или прерывистыми<sup>(2)</sup> складками.

направление своего движения на противоположное. Таким образом, процесс складкообразования представляется как одновременное проявление послойного и вибрационного движений, причем и то и другое имеет характер течения. В соответствии с этим во внутренней структуре складчатых слоев (в текстуре их пород) можно предполагать присутствие следов течения, представленных так называемым кливажем течения. И действительно, часто наблюдаются две разновидности такого кливажа, вполне отвечающие этим следам: так называемый главный (параллельный осевым поверхностям складок) и послойный, которые таким образом получают простое объяснение. Очевидно, что последний из них развивается в том случае, когда основное ориентирующее влияние на конститuentы пород принадлежит послойному движению. Это возможно лишь при слабом волновом движении, не способном оказать заметного ориентирующего влияния, т. е. при слабом складкообразовании. И действительно, известные примеры послойного кливажа течения свидетельствуют о возникновении его при мало интенсивной складчатости (4). Если же, наоборот, волновые движения являются значительными, то они обуславливают ориентировку конститuentов пород, а послойное движение не оказывает на нее существенного влияния. Это наглядно подтверждается общеизвестным фактом, что главный кливаж наблюдается лишь в связи с интенсивной складчатостью.

Послойное течение несколько отклоняет движение всех точек, участвующих в колебании, вследствие чего их истинное движение представляет некоторую равнодействующую, ориентированную не совсем параллельно осевой поверхности волны. Это должно обусловить некоторую веерообразность кливажа. Будучи очень слабой и поэтому незаметной при интенсивных колебаниях, она, вероятно, может быть ясно выраженной, если они менее интенсивны, т. е. складкообразование менее энергично, и в этом случае получится веерообразный кливаж течения. О нем мы, к сожалению, не располагаем сведениями, так как известные нам описания веерообразного кливажа (1, 9), повидимому, относятся к кливажу раскола.

При волновом движении в среде имеют место срезающие напряжения, параллельные колебанию, которые при недостаточной пластичности среды способны создать частые расколы с такой же ориентировкой. Так можно объяснить главный кливаж раскола. С точки зрения концепции послойного движения в конце складкообразования вещество слоев теряет свою пластичность (3, 6). Поэтому, рассматривая кливаж раскола как явление, происходящее при недостаточной пластичности среды, естественно считать, что он возникает в конце складкообразования. Это подтверждается некоторыми фактами, свидетельствующими, что в момент образования главного кливажа раскола послойное течение уже прекратилось. Так например, иногда наблюдается абсолютно одинаковая ориентировка поверхностей главного кливажа раскола в слоях резко различного состава. Она не могла возникнуть при послойном движении, так как последнее, обладая в таких слоях разной скоростью, должно было обусловить некоторое, хотя бы незначительное различие в ориентировке кливажных поверхностей. На границе между слоями иногда констатируется связанное с главным кливажем взаимопenetрование друг в друга материала соприкасающихся слоев в результате дифференциальных перемещений вещества при развитии кливажа (1, 2). Очевидно, что при возникающей вследствие этого зазубренности пограничных поверхностей возле них невозможно послойное перемещение. Это также свидетельствует, что по крайней мере здесь последнее во время образования главного кливажа отсутствует.

На основании изложенного нужно полагать, что главный кливаж раскола возникает под влиянием импульса движения, параллельного

осевым поверхностям волн, существующего еще в тот момент, когда послонное течение, вызывающее этот импульс, уже прекратилось. Такое объяснение становится вполне естественным при учете громадного периода, которым должны обладать волны в напластованиях <sup>(3)</sup>, т. е. большой длительности каждого колебания. Аналогичное истолкование веерообразного кливажа раскола неприемлемо, так как известно, что он возникает позже такого же главного кливажа <sup>(1)</sup>, когда послонное течение и колебание уже несомненно прекратились. Для послонного кливажа раскола нам представляется более вероятным иное происхождение, указанное ниже.

Как отмечалось, согласно нашей концепции складчатая структура, образовавшаяся при послонном течении, по прекращении его может подвергаться боковому давлению. Наиболее вероятным результатом воздействия последнего на гофрированную среду, ставшую сравнительно жесткой, будет некоторое изгибание ее по уже существующим изгибам. При изгибании слоистой среды, утратившей способность течь, должно иметь место скольжение пластов друг по другу во всех частях складки, кроме середины замка. Вследствие трения, которое при этом возникает, каждый пласт находится под влиянием пары сил: одна из них действует в кровле по восстанию пласта, а другая — в почве, по его падению. Как указывалось рядом авторов <sup>(1, 5, 8)</sup>, эти две силы вызывают деформацию «сдвига», в результате которой могут развиваться две системы поверхностей скальвания: параллельная напластованию и расположенная под некоторым углом к нему, представляющие послонный и веерообразный кливаж раскола. В литературе <sup>(1, 2)</sup> отмечается, что когда вместе с главным наблюдается веерообразный кливаж раскола, то последний является более поздним; изложенное представление об его образовании находится в полном соответствии с этим фактом.

Встречающийся иногда S-образный кливаж следует считать результатом изменения главного кливажа вследствие позднейшего межпластового скольжения, как это уже указывалось в печати <sup>(1, 2)</sup>.

Так называемый поперечный или  $\alpha$ -кливаж <sup>(1, 2)</sup> можно рассматривать в качестве частых трещин разрыва, перпендикулярных длинной оси деформации, вызванной боковым давлением, если эта ось параллельна складкам. Такое расположение ее является одним из возможных результатов горизонтального сокращения гофрированной среды в поперечном к складкам направлении, причем эта ось совмещается со средней осью второй деформации («сдвига»), упоминавшейся выше.

Все изложенное позволяет также объяснить наблюдающуюся иногда различную ориентировку кливажа в слоях разного состава (как явление, соответствующее природе веерообразного кливажа раскола, или как наличие в разных пластах кливажа разного происхождения). Получает объяснение и присутствие в одном пласте нескольких систем кливажа (сочетание главного и более позднего веерообразного, или же одновременных послонного и веерообразного, созданных деформацией «сдвига», и другие случаи).

В имеющихся исследованиях по кливажу большинство авторов рассматривает все его разновидности как результат горизонтального давления (за исключением послонного кливажа течения, который часто считается следствием вертикальной нагрузки). Однако даже с чисто механической стороны мы не можем признать такой подход удовлетворительным: достаточно учесть, что он не способен дать приемлемого истолкования главного кливажа раскола. Последний объясняется очень искусственно, как уже отмечалось в печати <sup>(1, 2)</sup>. При этом в замочной части складки таким механизмом невозможно объяснить возникновение упомянутого кливажа (так как считается, что он образуется при участии деформации «сдвига», а последняя здесь очень слаба и в середине

замка отсутствует). Между тем, известно, что такой кливаж бывает интенсивно выражен и в замках складок (4).

Достаточного разрешения проблемы кливажа не дают и другие авторы (2, 6), рассматривающие складкообразование как результат послонного движения, вызванного вертикальным сдавливанием. Этим направлением констатируется (1), что в основе складкообразования лежит пластическое течение, параллельное осевым поверхностям складок и перпендикулярное их шарнирам, и с таким течением связываются главнейшие проявления кливажа. Однако образование последнего не получает ясного освещения, прежде всего потому, что остаются неясными происхождение и механизм самого течения, создающего кливаж. По нашему мнению, волновая гипотеза складкообразования удовлетворительно объясняет как упомянутое течение, так и связанные с ним категории кливажа. При помощи этой гипотезы и при учете дополнительных явлений создается, как нам кажется, хотя и схематичное, но достаточно полное представление о генезисе кливажа при всем разнообразии его проявлений.

Поступило  
13 VII 1949

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> В. В. Белоусов, Бюлл. МОИП, 23, № 3 (1947). <sup>2</sup> В. В. Белоусов, Общая геотектоника, 1948. <sup>3</sup> В. Н. Данилович, ДАН, 66, № 3 (1949). <sup>4</sup> Ч. К. Лизс, Структурная геология, 1935. <sup>5</sup> А. В. Пэк, Трещинная тектоника и структурный анализ, 1939. <sup>6</sup> М. М. Тетяев, Основы геотектоники, 1941. <sup>7</sup> П. Фурмарье, Тр. 17 Межд. геол. конгр., 1, 1929. <sup>8</sup> G. F. Becker, Journ. Geol., 4 (1896). <sup>9</sup> P. Fougsturier, Bull. Soc. Géol. Belg., 60, 2 (1936—1937).