

Внутри-формационные нарушения, вызываемые подводным скольжением и тектоническими процессами.

(Опыт сравнительной характеристики).

(Из Геологического Кабинета Сибирского Технологического Института).

I.

Подводное скольжение насыщенных водой осадков, быстро накопившихся на наклонных и близких к берегу участках для современных водоёмов, представляет собою довольно распространенное или, во всяком случае, не слишком редкое явление¹⁾. Естественно было поэтому искать следов подобных же явлений в древних осадках, доступных нам на геологических разрезах, и самым резким примером таких исканий может служить работа *Ф. Хана* по упомянутому вопросу²⁾.

Основываясь на очевидном проявлении указанного скольжения в виде нарушений правильности залегания группы соскользнувших вниз слоев, тогда как подлежащие слои, а равно и слои, отлагающиеся после самого явления соскальзывания, сохраняют ненарушенное залегание, *Хан* объясняет таким оползанием известные нарушения подобного рода в трентонских (ордовичских) известняках у Trenton Falls, New-York, осмотренные им лично в 1911 г. Далее *Хан* разбирает, преимущественно по литературным данным, ряд аналогичных нарушений и большинство из них приписывает действию той же причины. Это уже было увлечением, и, как показал в превосходной работе *У. Миллер*³⁾, большинство внутриформационных нарушений должно быть объяснено другими причинами, главным из которых являются дифференциальные перемещения висячего и лежащего боков нарушенной зоны при тектонических изгибах всего комплекта слоев. Наоборот, случаев несомненного подводного скольжения остается лишь весьма незначительное количество. Вопрос попал и на страницы более или менее элементарных сводок⁴⁾, но от этого его решение не стало яснее. Поэтому представляет некоторый интерес попытка сопоставления морфологических особенностей внутриформационных нарушений, происходящих от подводного скольжения с одной стороны, и тектонических причин с другой, тем более, что в русской литературе, насколько известно автору, вопрос не затрагивался вовсе.

¹⁾ *Arn. Heim*. Ueber rezente und fossile subaquatische Rutschungen und deren lithologische Bedeutung.—Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Palaeontologie. 1908, II Band, 136—157.

K. André. Geologie des Meeresbodens. II Band. Leipzig, 1920; 272—273.

²⁾ *F. F. Hahn*. Untermeerische Gleitung bei Trenton Falls (Nordamerika) und ihr Verhältnis zu ähnlichen Störungsbilder.—Neues Jahrb. f. Min. u. s. w. 37. Beilage Band, 1913; 1—41.

³⁾ *W. J. Miller*. Intraformational Corrugated Rocks.—Journal of Geology, 30, 1922; 587—610.

⁴⁾ *F. H. Lohse*. Field Geology. 2-nd. Ed. New-York, 1923; 184—185.

E. Kayser. Lehrbuch der Geologie Allgemeine Geologie. I Band, 7/8 Aufl. Stuttgart, 1923; 662—663.

Несомненный случай нарушений, вызванный подводным скольжением, давшим совершенно своеобразный автокласт, наблюдался автором весной 1924 г. во время одной из экскурсий со студентами геологической специальности в окрестностях г. Томска. Как известно¹⁾, на берегу р. Томи, непосредственно выше города, под Лагерным садом обнажаются поставленные на голову песчаники и песчаоглинистые сланцы, с правильно в общем слоистостью, содержащие в себе то морские окаменелости, то растительные остатки визейского яруса. Мощность отдельных слоев колеблется от нескольких сантиметров до 2—3 м., редко, однако, превосходя 0,5 м. Наслоение является почти везде правильным, обнаруживая кое-где (например, непосредственно выше «Бойца») следы кратковременной береговой эрозии, время от времени повторявшейся. Эти прибрежные песчаоглинистые отложения интенсивно смяты, обладая в описываемом месте очень крутым, почти вертикальным падением к СЗ, при простирании СВ:30°. Соотношения поверхностей эрозии показывают, что в данном случае мы имеем дело с нормальным, не опрокинутым падением, т. е. более молодые слои находятся на СЗ, а более древние на ЮВ. Параллельно с этим мы имеем и изменение литологического состава—синеватосерые, во влажном состоянии черные глинистые сланцы с морской фауной, бедные песчаниковыми прослоями, постепенно сменяются к СЗ (вниз по реке) песчаниковой фацией, так что у самого «Бойца» мы имеем собственно слоистые песчаники, относительно бедные прослоями глинистых пород. В этих песчаниках одним из участников экскурсии были найдены скудные растительные остатки в виде мелких обрывков стеблей каламитов. Кроме смятия в складки, породы сильно разбиты, часто на мелкие полигональные кусочки, весьма многочисленными трещинами дизъюнктивных перемещений, связанных с последними фазами складчатости и, вероятно, продолжавшихся и позже. Последние из этих перемещений захватили и прорезывающие карбон дайки диабаз-порфириновых пород. Участки карбона, подвергшиеся контактовому воздействию диабазов и представляющие собою черные весьма тонкозернистые роговики (узкие пояса вокруг диабазовых тел), естественно более прочны по отношению к денудации и выступают по берегам реки, например, в виде мысов, одним из которых и является известный в Томске и описанный *М. Э. Янгшевским* «Боец» под Лагерным садом, упоминавшийся выше. В нескольких метрах выше этого Бойца, близ уреза меженных вод, по бичевнику выступает, среди перемежающихся довольно тонких прослоев песчаников и глинистых сланцев прослой серой, глинистой, неясно слоистой, почти бесструктурной породы, мощностью около 20 см., содержащий в себе весьма оригинальное автокластическое образование, для которого названия «конгломерат» и «брекчия» подходят или, скорее, не подходят в равной мере.

Именно, почти посредине этого прослоя, несколько ближе к висячему боку проходит полоса, около 6 см. мощности, переполненная разнообразно деформированными обрывками тонкослоистого песчаника. Обрывки (см. фотографический снимок на таблице 1) имеют самые неправильные причудливые внешние очертания, например, от некоторой центральной массы отходят в разных направлениях и не только в одной плоскости) странные отростки, то сужающиеся, а чаще даже расширяющиеся на концах, так что получаются как бы массивные грушеобразные набухания, причлененные друг к другу или к центральной части относительно тонкими стебельками или пластинами. Иногда такое образование имеет вид медузообразного, конического тела—попрежнему чрезвычайно неправильной формы. Часто такие обрывки тесно прилегают друг к другу—и довольно широкими поверхностями—но соотношения сложности указывают на полную самостоятельность и независимость этих прилегающих

¹⁾ *М. Э. Янгшевский*. Глинистые сланцы, выступающие около г. Томска.—Труды Геологического Комитета. Новая серия, вып. 107, 1915; 20—25 и 73.

масс, из которых каждая дает свою систему отростков, хотя механическая связь между отростками одной массы весьма неустойчива. Несмотря на всю причудливость внешних форм этих образований, сопровождаемую не меньшей причудливостью и внутренней их структуры, выражаемой весьма отчетливой тонкой слоистостью, можно в их строении подметить известную правильность. В самом деле, грушеобразные расширения отростков каждого обрывка обладают завернутою внутрь, закругленною, как бы закатанною слоистостью; там, где соприкасаются два разнородные обрывка, слоистость их, взаимно приспособляясь, огибает выпуклости другого; одним словом, ясно видно, что описываемые песчаниковые массы попали в место своего нахождения уже в виде отдельных обрывков, но еще в пластическом состоянии; равным образом и глинистый субстрат был так же мягок и пластичен, и вся картина образования описанной породы должна была быть следующей.

На относительно круто наклоненном дне визейского моря в недалеком от берега расстоянии быстро накапливались значительные массы песчаных осадков. Время от времени эти массы, обладавшие, благодаря быстроте отложения, большим углом откоса, который иногда мог и превышать несколько естественный (в подводных условиях) угол, сползали вниз, на большие глубины, в область отложения более тонкозернистых осадков. Одна из таких групп, соскользнувших вниз тонких слоев насыщенного водою мелкозернистого светлого песка, разорвалась на отдельные обрывки, которые разнообразно изгибались еще при скольжении по дну водоема, но особенно сильно деформировались уже при остановке, попадая с порядочной скоростью в мягкую полужидкую спокойно лежащую массу тонкого темного ила. При этом соскользнувшие песчаные части, имея консистенцию киселя или жидкого желе, вминались, вшлепывались и отчасти расплющивались в илу при несколько вращательном их движении, и, кроме того, разнообразно сталкивались и перекатывались друг через друга. Полужидкий ил, в который попали эти обрывки, представлял малое сопротивление соскользнувшим массам, расступался и сминался, приспособляясь к их форме, а отчасти был поднят в воду в виде мути, и, оседая, когда все успокоилось, слегка закрыл неожиданно явившиеся к нему чуждые образования, после чего снова продолжалось отложение осадков обычной для данного места фации.

Не трудно видеть, что приведенное объяснение является единственно возможным по отношению к процессу образования этой оригинальной породы. В самом деле, форма каждого отдельного отрывка, взятая сама по себе, была бы весьма неустойчива механически даже для весьма прочного вещества; глинистый же песчаник, из которого и состоит наше образование, получив такую форму и будучи лишен субстрата, который поддерживал бы ее со всех сторон, моментально рассыпался бы. Таким образом, рассматриваемые формы обрывков одновременны с моментом попадания песчаника (или песка) в данное стратиграфическое положение. Но с другой стороны, песчаные обрывки литологически представляют собою совершенно чуждую окружающей их глинистой массе фацию. Какой-либо тектонический путь образования здесь совершенно исключается, ибо, хотя вся формация и испытала довольно значительную дислокацию, давши, между прочим, у Бойца несколько взбросовых передвижек, но как раз в данном месте мы имеем сравнительно мало пострадавшую глыбу, с хорошо выраженной прямолинейной сложностью (правда, поставленной на голову); описанные образования залегают тоже в виде прослоя, составленного из отдельных, изолированных со всех сторон тел, лежащих в однородной массе, лишенной каких-либо зеркал скольжения. Правда, каждый обрывок песчаника окружен тонкой блестящей темно-серой глинистой пленкой, похожей до некоторой степени на зеркало скольжения и имеющей, по существу, даже однородное происхождение, но эти пленки заворачиваются вокруг каждого из обрывков и никак не представляют сплошного зеркала—

они не переходят от одного обрывка к другому. Образование такой пленки, весьма тонкой, отмечено еще в прекрасном, данном *П. Фолльратом* описании несомненного подводного скольжения в франконских Wellengebirge¹⁾.

Затем, действие других специфических факторов, могущих вызвать внутриформационные нарушения правильности залегания, например, смятие осадков дна айсбергами или ледниками и т. п.²⁾, исключается уже потому, что все эти факторы, в силу своей специфичности, обладают сравнительно легко устанавливаемыми признаками, коих в данном случае нет вовсе.

Уже а priori можно было ожидать, что в указанных выше условиях образования нашего автокласта, лежащий бок его, являющийся поверхностью смятия, должен быть более неправильным по своим очертаниям, чем висячий—поверхность (само—) приплющивания. Указанная особенность наблюдается в действительности, что можно видеть, например, на приложенном фотографическом снимке (табл. 1).

В процессе подводного скольжения распадение сползающей массы на отдельные обрывки далеко не составляет общего правила. Скорее даже наоборот, оно является исключением³⁾, которое можно встретить в лобовой, передней части оползня (что, вероятно, имело место в вышеописанном случае), или в его боковых частях, а равно в случаях сползания уже схватившихся, затвердевших масс, например, известковистых. В общем же случае сползшая масса представляет складчатое сложение, причем оси складок естественно должны быть дугами, выпуклыми вперед, к нижнему концу языка, причем интенсивность смятия и амплитуда складок возрастают по направлению к переднему концу языка⁴⁾. Сами складки, в силу относительно малой нагрузки сверху и плавности умеряемого водою движения еще мягких масс должны иметь плавные округлые очертания. Более острых углов, типа шевронных складок можно ожидать лишь у быстро твердеющих осадков (известковых) и в участках особенно сильного смятия. Весьма характерною для данного явления особенностью будет неправильная, неровная складчатая верхняя поверхность языка (см. рис. 1), причем имеется довольно много шансов сохранения этой особенности в ископаемом состоянии, потому что самое явление по существу своему происходит в местах быстрого накопления осадков, и, значит, оползень скоро будет закрыт новыми отложениями ила. Непременным следствием указанной, особенности является непостоянство мощности наблюдаемого нами в разрезе складчатого прослойка. Только в качестве исключения (а в несомненных случаях⁵⁾ подводного скольжения этого исключения не наблюдается) может проявиться действие подводной эрозии—*дерепции* по терминологии *Гейма*⁶⁾—что обнаружится ясным стратиграфическим несогласием между срезанными дерепцией замками антиклинальных складок и спокойно залегающим на них висячим боком. По отношению к лежащему боку мы всегда—поскольку дело не идет о медленном *стекании*⁷⁾ илистых масс, в полувзвешенном состоянии распределяющихся затем ровным слоем по дну водоема—наблюдаем резкое несогласие, сопровождаемое обычно приблизительно ровною, несколько выпуклою вниз (на большом протяжении) поверхностью при-тирания⁸⁾, которая, однако, не будет так совершенна, как в случае насто-

1) *P. Vollrath*. Beiträge zur Stratigraphie und Paläogeographie des fränkischen Wellengebirges.—Neues Jahrb. für Min. u. s. w. 50. Beil. Bd., 1924; 120—204. Mit Taf. VII—IX. Schichtenfaltung und auskeilende Lagerung; 275—282 (278)

2) См. цитированные выше работы *Miller u. Lahee*.

3) *Arn. Heim* L. cit., 151—153

4) *A. Heim*. L. cit., 152 и *F. F. Hahn*. L. cit., 25 и фиг. 13.

5) *W. F. Müller*. L. cit., 601—603.

6) *Arn. Heim*. Ueber submarine Denudation und chemische Sedimente.—Geologische Rundschau, 15, 1924, 5.

7) *A. Heim*, L. cit., 153 и *F. F. Hahn*. 2. cit., 24.

8) Ср. цитированную работу *P. Vollrath*.

ящего тектонического притирания. Впрочем, в боковых частях языка, а особенно в его переднем конце, может встретиться и весьма характерное вмятие обрывков и цельных складок в нижележащую толщу, подобно, тому, как было описано выше. Получившиеся при подводном оползне складки будут все опрокиннуты вниз по падению и, кроме того, асимметричны относительно висячего и лежащего боков; замки антиклинальных складок часто вздуты. В разрезе через древний подводный оползень мы будем наблюдать определенную зону смятия, с перечисленными характерными признаками находящуюся в более спокойно залегающей формации, причем существование прослоев (особенно тонких), залегающих спокойно, согласно со всей формацией и разделяющих смятую зону на два или более отдельных яруса (термины: «зона», «ярус» употребляются здесь конечно не в строгом стратиграфическом их значении) совершенно немыслимо, кроме, быть может, случаев особенно быстрого отложения и повторного скольжения. Но при этом спокойно залегающие пропластки будут иметь характерные неровные нижние поверхности и правильные, иногда несколько срезанные верхним оползнем, поверхности висячего бока. (См. рис. 2).

Если обратиться к рассмотрению литологического характера смятой зоны и ее лежащего и висящего бока, то легко увидеть, что смятая зона будет состоять из более крупнозернистого, более песчанистого материала, чем ее висячий и лежащий бока, ибо этот материал откладывался первоначально в большей близости к берегу, чем ныне вмещающие его породы. На вышеописанном автокласте это наблюдается вполне отчетливо. Вообще подводным оползанием вносится элемент чуждой автохтонным породам фации, как это отмечалось уже Хеймом¹⁾, причем может получиться смешение разнородных фаун, и, например, прибрежная фауна из грубых, толстых раковин, пострадавших и разбившихся частично при оползне окажется в сочетании с совершенно целыми, хотя нежными и тонкими раковинами более глубоководных форм. Такие случаи описывает, например, Шаффер²⁾. Наконец, особенностями, присущими данному явлению, будут: недостаток некоторых слоев в области сползания и, наоборот, преувеличенное их количество с повторением более древних слоев в области отложения сползших масс (см. рис. 3)—так называемое «unterzählige» и «überzählige Schichtung» соответственно³⁾. Последнего рода признаки могут оказаться важными там, где имеются хорошо охарактеризованные фаунистически отложения.

Выше уже указывалось, что в плане подводный оползень имеет языкообразную форму. Примером может служить язык оползня у Цуга, происшедшего 5 июля 1887 г., длиной в 1000 слишком м. при ширине 150—250 м., высоте 0,5—4 м. и среднем уклоне в 4,4°⁴⁾. Само собою разумеется, что в морях явление может быть гораздо более мощным, особенно на крутых склонах величайших океанических глубин⁵⁾, но всегда останется только местным, распространяющимся в каждом случае на ограниченную площадь.

Но, если в каждом отдельном случае подводные оползни остаются местными явлениями, то с другой стороны они имеют все шансы часто повторяться—поскольку продолжают свое существование благоприятные для оползания физиографические условия. И в описанном нами случае мы, начиная от рассмотренного наиболее яркого проявления такого оползня, на протяжении полусотни—

¹⁾ А. Heim. Subaquatische Rutschungen u. s. w.; 156—157

²⁾ F. X. Schaffer. Ueber subaquatische Rutschungen.—Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Palaeontologie. 1016; 22—24.

³⁾ А. Heim. L. cit., 154—156.

⁴⁾ А. Heim. L. c., 139.

⁵⁾ E. Horn. Ueber die geologische Bedeutung der Tiefseeegräben.—Geologische Rundschau, 5, 1914; 422—448. (432—435).

другой метров вверх по реке (т. е. вглубь, в более древние и вместе более глубоководные слои) встречаем многочисленные следы подводных оползней такого же рода. Любопытно при этом, что еще далее, в более глубоководных слоях, где в однородной глинистой массе с морскими окаменелостями уже почти не встречаются песчаниковые прослои (нормального типа), прекращаются и следы подводных оползней. И в других описаниях подводных оползней часто упоминается повторение явления, что вполне понятно.

II.

Несравненно более широкое распространение имеют нарушения в правильности залегания только некоторых слоев формации залегающей, по сравнению с этими слоями, более спокойно, вызванные дифференциальным перемещением отдельных слоев друг по другу при изгибе всей формации. Когда более или менее мощная серия слоев изгибается, от того ли, что она представляет несколько завернутое крыло нормального сброса или взброса, или от того, что она захвачена региональной складчатостью, отдельные слои этой серии должны во всяком случае скользить один по другому с получением между послойных поверхностей притирания (см. рис. 4). Если при этом, как часто и бывает, серия составлена из слоев разнородной прочности и твердости, то более мягкие и пластичные слои будут легче сминаться и растрескиваться, и в них появятся часто весьма напряженные мелкие нарушения, имеющие к тому же и несколько иное проявление в зависимости от той причины, коей обусловлено изгибание слоев формации или, вернее, от той глубины, на которой это изгибание происходит. Разберем сначала явления, происходящие при региональной складчатости, когда изгиб идет под большой нагрузкой мощной геосинклинальной формации. Если мы имеем дело с относительным скольжением еще небольшой амплитуды, то связь лежащего и висящего боков с более слабыми измятым прослоем нарушается лишь в ограниченном числе мест, но зато этот прослой подвергается внутри себя более или менее резким взбросам с мелкими острыми заворотами крыльев. Взбросовые трещины не выходят за предел слабого слоя и имеют более или менее крутое по отношению к слоистости падение. Такая первичная стадия рассматриваемых нарушений очень хорошо видна на рисунке 5, заимствованном из указанной выше статьи *W. Миллера*¹⁾. На нем изображены в плане поставленные почти на голову перемежающиеся слои кварцита и филлита, обнаженные у Baldhead Cliff около Ogunquit, Maine. Слои кварцита в натуре выделяются менее резко, чем на рисунке, и вообще вся смятая зона, имеющая около 9" мощности, не резко отделяется от более прямых, преимущественно кварцитовых слоев с обеих сторон. Обращает на себя внимание почти полная симметричность картины по отношению, как к лежащему, так и к висящему бокам, так что сторону последнего можно отличить лишь по более развитому загибанию крыльев во взброшенных частях. Полученную картину легко объяснить механически. В самом деле, с механической точки зрения деформация, испытываемая рассматриваемой зоной, является сдвигом. Представим себе (рис. 6) куб. ABCD с вписанным в него шаром и произведем на них деформацию сдвига. Куб превратится в параллелепипед A' B' C' D', а шар — в эллипсоид. Направления, параллельные A'C' и B'D', т. е. осям эллипса будут соответственно направлениями наибольшего растяжения и наибольшего сжатия, а направления E'F' и G'H' — будут плоскостями наибольшего сдвига — причем по ним не происходит изменения линейных размеров. Так как на рисунке 5, по взбросовым трещинам происходило несомненное скольжение, указываемое заворотом крыльев, то следует заклю-

1) *W. J. Miller. L. c., 594—595.*

чить согласно с *Лисом* (Leith)¹⁾ и *Швиннером*²⁾ и вопреки мнению *ван-Хайза*³⁾ что трещины получаются при таких деформациях не вдоль направлений наибольшего растяжения, а по плоскостям максимального сдвига, т.-е. G'H'. Это дает возможность даже приблизительно определять размер деформации.

При дальнейшем развитии деформации, ввиду все большего наклона направления G'H' нашего параллелепипеда и взбросовые трещины будут все более наклоняться и приближаться асимптотически к параллельности поверхностям наслоения. Одновременно с этим количество трещин сильно возрастает, до того, что получается уже напряженный кливаж, пока еще наклонный к поверхностям наслоения. Завороты крыльев наших мелких взбросов растираются и исчезают. Появляется отдельность и по направлению E'F'—параллельно поверхностям наслоения. Деформация сдвига наиболее сосредоточивается по поверхностям соприкосновения сминаемой зоны с висячим и лежащим боками, и здесь трещины системы F'H', сильно наклоняясь, практически сливаются с системой E'F'. Поэтому отдельность по G'H' получает S-образный изгиб, стоя более круто в средней части зоны. Благодаря растягиванию, в этой средней части появляются короткие, затухающие к краям трещины разрыва, параллельные B'D' поперечные (но не перпендикулярные) по отношению к системе G'H'. Такой момент можно видеть на рисунках 131 и 132 у *ван-Хайза*⁴⁾ и на прекрасных photographиях фиг. 9 и 10 у *Лиса*⁵⁾. Схематический рисунок 7, заимствованный у последнего, настолько живо передает сущность photographии фиг. 10, что едва ли нуждается в пояснениях. При дальнейшем развитии явления мощность средней зоны все сокращается, тогда как относительно возрастает мощность крайних частей, с кливажем, параллельным наслоению, и, наконец, мы получим полное разлистование смятой зоны, как, часто бывает, например, при складчатости перемежающихся более или менее мощных пластов песчаника и тонких пропластков глинистого сланца, причем последний прямо распадается по листоватости настолько, что из него никак не взять и образца. Обнажения этого рода настолько обычны в практике каждого геолога, что едва ли есть нужда ссылаться на конкретные примеры; впрочем, автор может указать обнажение на левом берегу Иртыша, километрах в 3 ниже поселка Известкового (Семипалатинской области) и в 1 км. выше сопки Кендык, где смятые в крутые складки слои крепкого грауваккового песчаника, мощностью от 8—10 до 30 см., превратили перемежающиеся с ними слои глинистого сланца, мощностью (ныне) до 10—15 см., прямо в сплошные «зеркала скольжения», рассыпающиеся между пальцами в мельчайшие блестящие листочки⁶⁾. Интенсивность такого послойного кливажа пропорциональна разнице мощностей крепких и мягких слоев и разнице в их мягкости и пластичности. Следует еще отметить, что развитие такого послойного кливажа, будучи приурочено к складкообразованию, не имеет ничего общего со сланцеватостью—кливажем, независимым от наслоения и развивающимся в уже смятых в складки или вообще в уплотненных прочных формациях.

При изгибах слоев, связанных со сбросами или взбросами, а также с неглубокой складчатостью эпиконтинентальных маломощных формаций, вообще в близких к дневной поверхности условиях, при не слишком значительной

¹⁾ C. K. Leith. Structural Geology. London. 1914. 16—25.

²⁾ R. Schimmer. Scherung, der Zentralbegriff der Tektonik—Centralblatt für Min. u. s. w., 1924, 472.

³⁾ C. K. van Hise. Principles of North American Pre-Cambrian Geology. 16-th Annual Report of the United States Geological Survey. Part I, 1896; 636—643.

⁴⁾ Op. cit., 652—653.

⁵⁾ Op. cit., 24—25.

⁶⁾ Н. Н. Горностаев. Градус $\frac{50^\circ - 51^\circ \text{ с. ш.}}{48^\circ - 49^\circ \text{ в. д. (от Пулково)}}$ (Предварительный отчет).

нагрузке вышележащих отложений, явление скольжения остается по существу тем же, но только получает несколько отличные морфологические особенности. Именно, перемещения частей смятой зоны получают большую свободу и размах в вертикальном направлении,—мы имеем перед собою не столько разлистование по субпараллельным напластованию взбросам, сколько настоящую пloyчатость, т. е. мелкую складчатость (при условии достаточной пластичности смятой зоны.) Совершенно так же, как и в разобранный выше случае, при малых степенях дифференциального смещения кровли и почвы мы имеем постепенно без разрыва переходящую в них нарушенную зону, при чем, в отличие от смещений глубинного типа, взбросов еще вовсе нет (см. рис 8). Они появляются позже—когда и горизонтальная и вертикальная составляющие смещения достаточно велики, причем в этом случае заворот крыльев взброса отличается более округлыми и плавными очертаниями (рис. 9). Рисунки 8 и 9, сделаны автором с образцов, собранных в 1924 г. из почти горизонтальной, слабо складчатой (\angle падения до 10° — 12°), но зато порядочно разбитой небольшими взбросами формации правильно напластованных тонких слоев серо-и черновозеленых мелко-и тонкозернистых граувакковых песчаников и песчанистых сланцев, по возрасту относящихся к продуктивным отложениям киргизской степи¹⁾. Эта формация—повидимому висячее крыло «эрозионного взброса» Уиллса²⁾—обнажается по овражку, впадающему слева в р. Чаган, километрах в 28 к Ю. от ст. Долонской (Семипалатинской области). Породы отдельных слоев мало отличаются литологически друг от друга, довольно тверды и потому тангенциальное сжатие разрешалось преимущественно во взбросах, и отдельные дислоцированные слои тоже обладают склонностью к разломам скорее, чем к изгибам. Поэтому данные образцы не совсем типичны. В обоих случаях смятый слой не потерял еще связи с почвой и кровлей и переходит в них постепенно, через 2—4 менее дислоцированных пропластка, мощностью каждый в 1,5—2 мм.

Более типичный случай представляют собою рисунки 10 и 11, заимствованные у Грэбо³⁾, изображающие нарушения подобного типа в известняковых слоях у Саре Гаспé, Quebec Canada. На них ясно видны резкие и правильные тектонические поверхности раздела между кровлей и почвой и самой нарушенной зоной—как следствие сильного скольжения при значительной разнице в пластичности этих различных слоев, а равно и опрокидывание складок вверх по восстанию пластов. Благодаря сильному развитию пloyчатости, несколько к тому же приплюснутой, симметрия складок по отношению к висячему и лежащему боку уже утрачивается. При дальнейшем развитии дифференциальных перемещений получают уже разрывы складочек нарушенной зоны (фиг. 12, взятая оттуда же).

К указанным выше характерным чертам проявления дифференциальных смещений остается добавить немного. Прежде всего, поскольку мы имеем благоприятные условия для проявления такого типа нарушений, есть все данные полагать, что оно не будет ограничиваться одним горизонтом, а будет повторяться более или менее часто на нескольких, так что иногда два весьма сильно нарушенных слоя будут отделены друг от друга очень тонким, но почти совершенно правильным прослойком (что между прочим, имеет место как раз у Саре Гаспé⁴⁾), и вообще почти во всех наблюдаемых случаях нарушения не ограничивались одним горизонтом, а захватывали минимально два. Характер нарушений, определяемый более или менее крупными тектоническими явлениями, сохраняется на больших площадях, поскольку эти тектонические явле-

¹⁾ Н. Н. Гопиосмаев. Л. с., 7—8 и 12—13.

²⁾ В. Willis. The Mechanics of Appalachian Structure—13-th Annual Report of the W. S. Geological Survey, 1893; 211—289 (223).

³⁾ А. W. Grabau. Principles of Stratigraphy. New-York. 1913,—783.

⁴⁾ W. J. Miller L. с 591.

ния далеко распространяют свою сферу влияния. При этом нарушения обнаруживают тесную связь с общей тектоникой—усиливаясь в местах наибольшего развития последней и обладая согласным с ней простиранием. Нарушения эти приурочиваются, естественно, к наиболее мягким, пластичным прослоям; любопытно, что почти везде плейчатые внутриформационные дислокации приурочены к тонко слоистым известковым породам—достаточно пластичным и вместе упругим осадкам, дающим широкие колебания в гибкости отдельных слоев.

Мы видим, что внутриформационные нарушения, обусловленные подводным скольжением с одной стороны и тектоническими причинами—с другой, отличаются весьма многими существенными признаками, позволяющими достаточно хорошо различать их друг от друга, что до сих пор делалось весьма несовершенно.

Смешанными признаками характеризуются внутриформационные нарушения, получающиеся в каком либо более пластичном и мягком прослое почти горизонтальной формации при слабом оползне всякого по отношению к данному прослою бока, когда этот прослой еще не теряет своей связности и лишь сминается в ряд мелких складочек. Такое дифференциальное движение, идущее под влиянием силы тяжести, является с механической точки зрения сдвигом мягкого прослая и потому вызывает в нем такого же рода изменения, какие производятся и при дифференциальных перемещениях от изгиба всего комплекса слоев. По генезису же явление стоит ближе к первому типу. В силу этого и морфологическая характеристика таких нарушений будет отличаться некоторым своеобразным смешением признаков: складки в прослое будут отвечать второму типу, равно как и приуроченность их к более мягкому и нежному прослою; отсутствие связи с тектоническими причинами, опрокидывание складок и взбрасывание в направлении вниз по падению слоя выделит этот тип, который наблюдался в ряде озерных отложений С. Америки ¹⁾.

Для наглядности установленные выше характерные черты внутриформационных нарушений, обусловленных описанными выше двумя главными причинами сведены в прилагаемой табличке.

Что же касается до остальных причин, могущих вызвать внутриформационные нарушения, то они, будучи обусловлены специфическими факторами (напр., действием льда, интрузией магмы), легко распознаются по этой самой специфичности, и, встречаясь относительно реже (м. б., исключая действие магм), имеют меньшее значение. Поэтому они и были выключены здесь из рассмотрения, в котором автор стремился не столько к исчерпывающе полному описанию всех возможных наблюдавшихся форм явления, сколько к выяснению основных генетических его признаков.

Во много раз приводившейся работе *У. Миллера* ²⁾ находится довольно подробное (и весьма удачное) описание всевозможных типов внутриформационных нарушений, а специально действие льда довольно подробно охарактеризовано у *Ф. Лэги* ³⁾.

Пользуюсь случаем принести свою глубокую благодарность геологу Сибирского Отделения Геологического Комитета, *К. Г. Тюменцеву*, любезности и искусству которого я обязан возможностью приложить прекрасную фотографию с описанного выше оригинального автокласта.

Томск, 1925.

¹⁾ *W. J. Miller*. L. c., 595—610.

²⁾ *Idem*. L. c., 604—610.

³⁾ *T. H. Lahee*. Field Geology, 180—184.

Признаки внутриформационных нарушений, вызванных:

	1. ПОДВОДНЫМ СКОЛЬЖЕНИЕМ	2. ТЕКТОНИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ:	
		2-а. Глубокой складчатостью геосинклинальных толщ	2-б. Складчатостью и дизъюнктивными дислокациями на небольшой глубине
I. Стратиграфические особенности.			
1. Поверхность раздела с почвой.	Слегка выпуклая вниз, ровная, резкая. Стратиграфическое и тектоническое несогласие.	Ровная. Иногда постепенный переход. Большой частью тектоническое (не стратиграфическое) несогласие: зеркала скольжения.	
2. Поверхность раздела с кровлей.	Неровная. Стратиграфическое (не тектоническое) несогласие.		
3. Форма нарушений смятого прослоя.	Большой частью округленные складки, иногда вздутые; опрокинуты вниз по падению, асимметричны	Острые формы складко-взбросов переходящие в субпараллельный слоистости кливаж, ограниченный пределами прослоя. Взбрасывание вверх по восставию пласта. Симметрия относительно кровли и почвы.	Приплюснутые, опрокинутые вверх по восставию складки, переходящие иногда во взбросы. Симметрия относительно кровли и почвы часто замаскирована.
4. Мощность.	Непостоянная	Постоянная. Несмятые слои большей частью не тоньше смятых.	
II. Литологические особенности.			
1. Всей формации	Преимущественно глинисто-песчанковая фация.	Как в I графе.	Часто известковые, хорошо слоистые породы.
2. Смятого прослоя.	Более песчаный характер, чем у кровли и почвы.	Более глинистый (во всяком случае более пластичный) характер, чем у кровли и почвы.	
III. Общие геологические условия.			
1. Нарушение прослойки в смятой зоне.	Нет. Вся смятая зона захвачена одним нарушением.	Часты. Нарушенная зона может делиться на несколько горизонтов.	
2. Постоянство явления.	Небольшая выкливающаяся во все стороны языкообразная чечевица.	Постоянно в пределах одного крыла с однообразным падением.	

Рис. 1

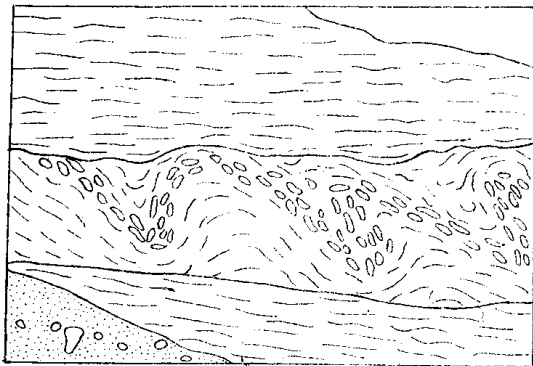


Рис. 2

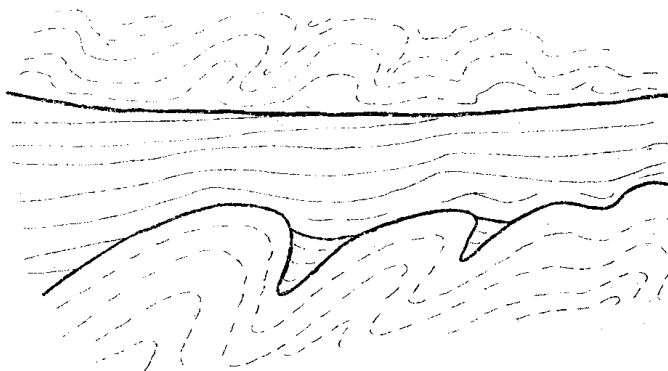
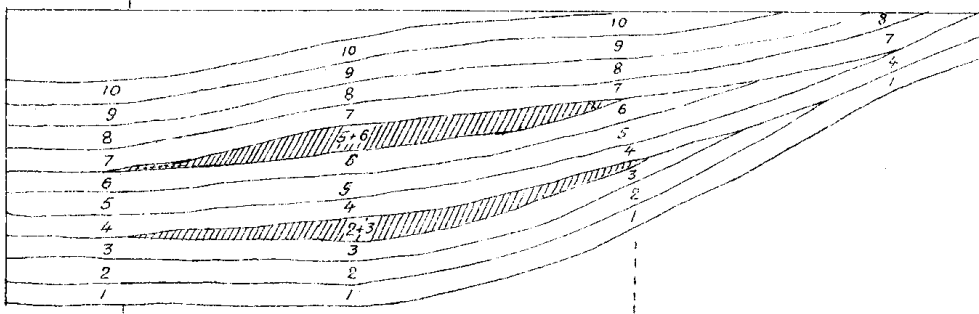


Рис. 3

Нормальн. послед.
слоев

Отложение со сползанием



Überzählige
Schichtung

Unterzählige
Schichtung

Рис. 4

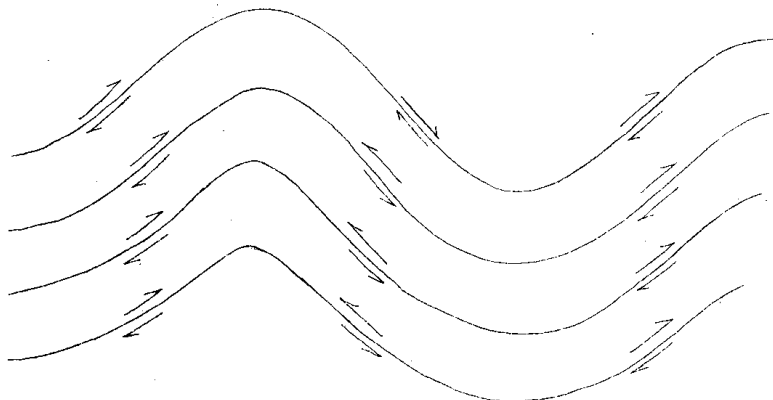
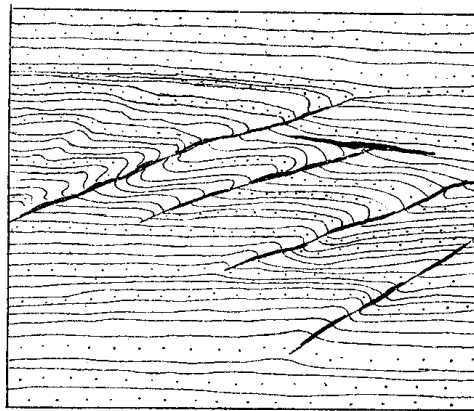


Рис. 5



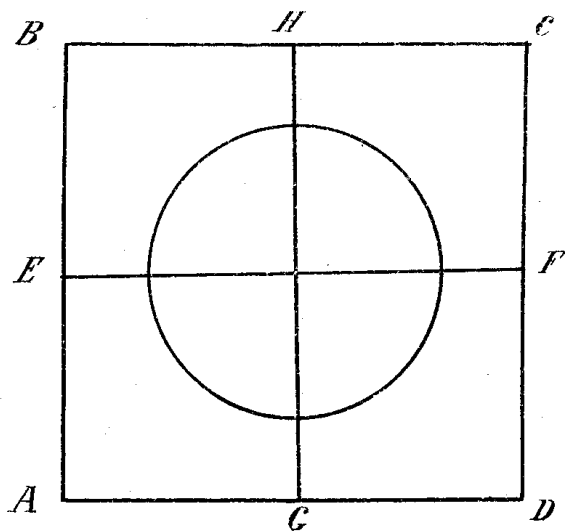


Рис. 6

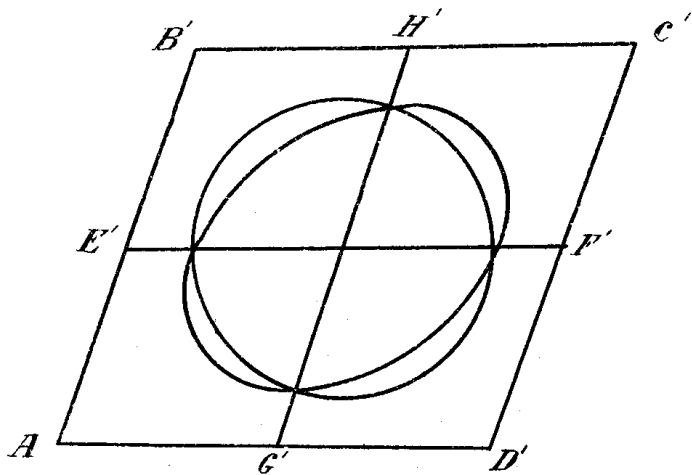


Рис. 7

Деформация сдвига

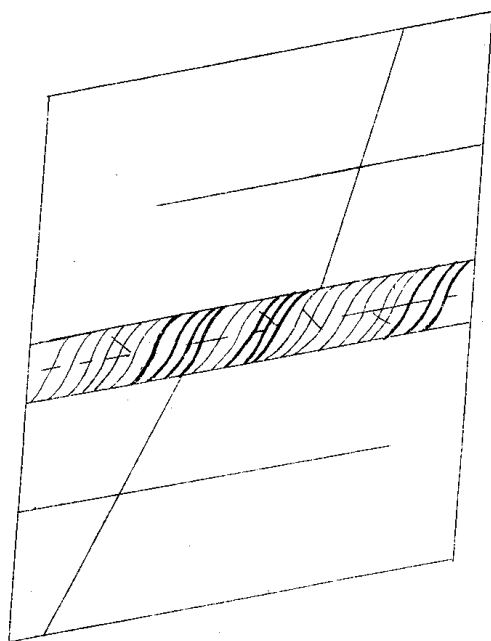


Рис. 8

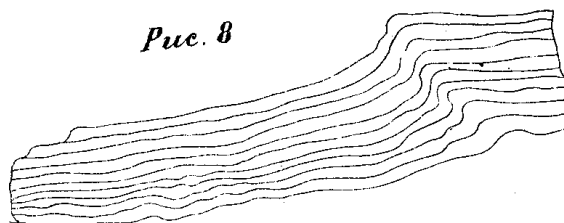


Рис. 9

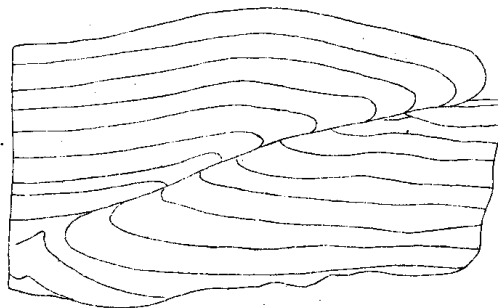


Рис. 10

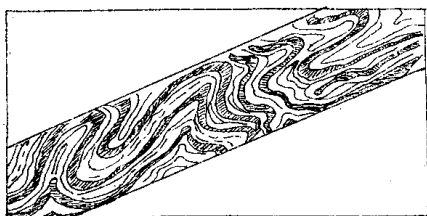


Рис. 11

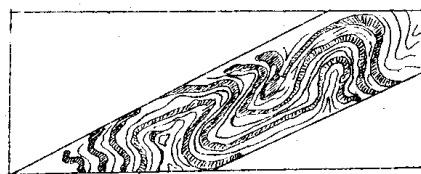


Рис. 12.

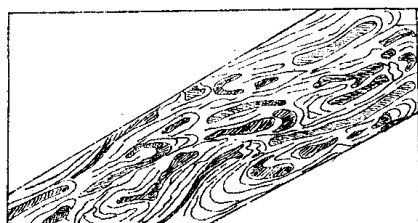




Рис. 13. Фотографический снимок.

	1. ПОДВОДНЫМ СКОЛЬЖЕНИЕМ	2. ТЕКТОНИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ	
		2-а. Глубокой складчатостью геосинклинальных толщ	2-б. Складчатостью и дизъюнктивными дислокациями на небольшой глубине
3. Связь с дислокациями.	Нет.	Определенная.	
4. Простираание нарушений.	Какое угодно.	Параллельно главной дислокации.	
5. Повторяемость явления.	Частая.	?	?
6. Затухание нарушения.	С переднего края резкое, с заднего края и по сторонам постепенное.	Со всех сторон более или менее постепенное.	

Объяснение рисунков.

Рис. 1. Складчатость, произведенная подводным оползнем. Слой нижнепалеозойского известнякового конгломерата (Beekmantown limestone, обнажение, в Logan Branch of Spring Creek, Center Co., Pa., U. S. A.). Характерна плоско выпуклая вниз граница с почвою слоя и неровная, неправильная верхняя его поверхность. По *Th. C. Brown Notes on the Origin of Certain Paleozoic Sediments, etc. Journ. of Geol., 21, 1913; 241—244* и *W. f. Keller. Op. cit.; 602*.

Рис. 2. Схема строения горизонтального прослойка между двумя последовательными смятыми подводным скольжением зонами.

Рис. 3. Схема последовательности отложений в области развития подводных скольжений. В области, откуда сползают массы, получается недостача слоев (unterzählige Schichtung); в области остановки оползней—повторение напластований (überzählige Schichtung) По *Arn. Heim. Op. cit.; 157*.

Рис. 4. Схема дифференциальных перемещений слоев при складчатости. Стрелки указывают относительные смещения слоев. По *Lahee. Op. cit.*

Рис. 5. План поставленных на голову слоев филлига и кварцита у Baldhead Cliff близ Ogunquit, Me., U. S. A. с эффектом дифференциального смещения. Черные линзочки—кварц. По *W. J. Miller. Op. cit., 595*. (См. текст).

Рис. 6. Деформация сдвига. Превращение шара в эллипсоид $A' C'$ —направление наибольшего растяжения; $B' D'$ —наибольшего сокращения. $E' F'$ и $G' H'$ —плоскости (максимального) сдвига. По *Leith. Op. cit., 20*.

Рис. 7. Кливаж, получившийся в прослое сланцеватого кварцита, заключенного между двумя слоями массивного кварцита. Ragaboo quartzit, Wisc., U. S. A. Тонкие изогнутые трещинки—кливаж, вызванный дифференциальным перемещением массивных слоев. Более редкие трещинки параллельно слоистости ($E' F'$ рис. 6-го) и перпендикулярно наибольшему растяжению ($\perp B' D'$ рис 6-го). По *Lahee. Op. cit.; 26*.

Рис 8. Образец грауваккового песчанистого сланца из прослоя, смятого дифференциальным скольжением выше и ниже лежащих слоев. Впадающий в рч. Чаган (Долонку) овражек к С от озера Балыкты-куль (Семипалатинская губерния). На поверхности прослойков имеется еще много мелких морщинок, параллельных друг другу и главному смятию.

Рис. 9. Складочка. переходящая в микровзброс. Оттуда же.

Рис. 10—12. Внутриформационные нарушения в девонских слоях у Cape Gaspe, Quebec, Can. По *A. W. Grabau. Op. cit., 783*. (См. текст).

Рис. 13. Фотография с автокласта, получившегося при подводном оползне. Мыс Боец на р. Томи близ г. Томска.