

Следы размыва и внутрипластовые нарушения в глауконитовых известняках нижнего силура Ленинградской области

Наблюдая какой-нибудь однотипный разрез и изучая слагающие его горные породы, геолог обыкновенно восстанавливает историю и длительность образования рассматриваемой толщи осадочных пород по их наличности и принимает, что отложение осадков шло без перерывов, лишь с различной степенью быстроты и с изменениями в составе самих осадков. На самом же деле, образование осадочных толщ в прошлые геологические времена несомненно часто шло с перерывами, более частыми и более крупными, чем мы это себе сейчас представляем. Явления переотложения и явления временного прекращения накопления донных осадков при некоторых условиях и в определенных фациях морского дна были, надо думать, не менее распространены, чем явления непосредственного отложения осадков. Детальные полевые наблюдения над осадочными толщами и их литологический анализ в состоянии выяснить многое из жизни морских бассейнов прошлого и в частности позволяют нам судить и о прерывистости процессов осадкообразования. В русской геологической литературе содержится мало сведений из области этих вопросов, почему мы и решили коротко остановиться на некоторых наблюдениях, произведенных нами над глауконитовыми известняками нижнего силура Ленинградской области.

Ярус глауконитовых известняков пользуется повсеместным распространением на протяжении Прибалтийско-Ладожского глинта, от г. Ревеля (Таллин) на В и до р. Сяси на Е; далее на В этот ярус про слежен на территории Швеции. Мощность глауконитового яруса наиболее велика на Е, где, согласно В. В. Ламанскому (5) и нашим наблюдениям на рр. Волхове и Сяси, он достигает 6—7 м. Разрез глауконитовых известняков здесь, в отличие от западных частей глинта, представлен наиболее полно — он состоит из трех горизонтов (снизу вверх) — Вп α («дикарей»), Вп β («желтяков» или «желтых фризов») и Вп. γ («зеленых фризов»). Эти глауконитовые известняки представляют великолепный пример осадочной карбонатной толщи, сформировавшейся при постоянно менявшихся условиях, когда периоды отложения осадков чередовались с периодами прекращения осадкообразования, усиленного размыва и растворения только-что отложенных слоев.

В особенности резко выражена слоистость с поверхностями размыва и растворения в известняках горизонта Вп α , который в восточной части Ленинградской области распадается на 13 слоев мощностью от 8 до 23 см. Каждый из этих слоев у плитоломов имеет свое название и обладает определенными и весьма характерными признаками, по которым можно легко определить слои в отдельных карьерах, расположенных

женных друг от друга на расстоянии нескольких десятков, а в некоторых случаях на 200 км.

Плоскости наслоения, по которым распадается толща известняка B_{II} , проходят по весьма тонким прослойям (1—5 мм) глинистого вещества или же, значительно чаще, тоже по тонким прослойям, состоящим из зерен глауконита. В последнем случае наблюдаются два вида плоскостей напластования. В одном случае верхняя поверхность слоя очень ровная, гладкая, как бы выструганная и сплошь присыпана тонким (0,5—1 мм) и равномерно распределенным весьма мелкозернистым глауконитом, придающим этой поверхности яркозеленый цвет. Такой характер имеет поверхность слоя «Белоглаз» на рр. Сяси и Волхове. Также гладкую поверхность имеет слой твердого известняка, залегающий посередине толщи B_{II} . Здесь поверхность его не имеет тонкой глауконитовой присыпки и покрыта многочисленными круглыми углублениями, являющимися результатом деятельности сверлящих организмов. Здесь же нередко наблюдаются многочисленные членики криноидей. Весьма распространен второй вид поверхностей, имеющий своеобразные углубления, которые Андерсоном (1896) названы «Korrosionsgruben».

В. В. Ламанский в своей монографии (5), предшествуемый рядом скандинавских авторов, подробно останавливается на вопросе условий образования глауконитовых известняков и в частности на вопросе условий образования Korrosionsgruben. Эти Korrosionsgruben, или коррозионные ямки, представляют одну из характернейших особенностей глауконитовых известняков. Они прослежены в них на всем протяжении — от Ладожского озера и до Скандинавии и отмечались и описывались целым рядом авторов.

Если образования типа коррозионных ямок в остальных горизонтах прибалтийского нижнего силура и наблюдаются, то не в столь резком развитии и не так часто, как в глауконитовом подъярусе и не пользуются здесь столь широким поверхностным распространением. Ниже мы приведем несколько наблюдений и изображений по вопросу о коррозионных ямках. Другие явления из области литологии, а также экологии нижнего силура Ленинградской области, на которых мы остановимся в настоящей статье, а именно конгломераты и поднятия дна. обладают более местным, локальным распространением; частично их проявление находится в связи с механическими и химическими процессами, при которых они возникали.

Если расколоть слой известняка по плоскости напластования, покрытой коррозионными ямками, то на верхней поверхности нижней части плиты обнаружатся многочисленные углубления, а на нижней поверхности верхней части — соответствующей формы шипообразные выступы. Наиболее часто глубина ямок и высота шипов достигают 1—2 см, диаметр — от нескольких миллиметров до 2 см; форма шипов, заполняющих соответствующие ямочки подстилающего слоя, обычно коническая или цилиндрическая (табл. I, фиг. 1 и 2; табл. III, фиг. 1 и 2). Плоскости, по которым произошло расщепление, со всеми их неровностями покрыты сплошным и очень тонким слоем пылеватого глауконита. Известняковый слой, содержащий такие поверхности в сечении, перпендикулярном напластованию, представляет следующую картину. Поверхность наслоения представляет весьма извилистую линию, резко отграничивющую верхнюю часть плиты от нижней; под этой границей известняк всегда имеет густо коричневую, красную, жел-

тую или реже фиолетовую окраску, постепенно обесцвечивающуюся по направлению книзу и переходящую в серый или зеленовато-серый цвет (рис. 1). Зерна глауконита в пределах густо окрашенной каймы известняка отсутствуют, или их здесь очень мало; ширина желтых полос для различных слоев не одинакова — от 1 мм до 3 см. Кверху от извилистой границы известняк резко отличается от нижележащего своим серым или зеленовато-серым цветом, который в контакте со следующей коррозионной поверхностью снова приобретает желтую окраску. Серый известняк обычно содержит большое количество крупных зерен глауконита, увеличивающихся в размерах по направлению вверх. Пограничная полоска, отделяющая серую верхнюю зону от желтой нижней, состоит из мелкозернистого глауконита, который скапливается в ямках и отсутствует или залегает в виде тонкой пленки на бугорках.

Таким образом, для каждого отдельного перерывчика характерны: в нижней части желтая каемка, постепенно исчезающая книзу, а в верхней — серый известняк с содержанием крупных зерен глауконита. Серая верхняя зона отделяется от желтой весьма резко; границей между ними служит тонкая присыпка пылеватого глауконита, имеющая извилистый характер, благодаря чему серая верхняя зона шилообразно спускается в нижнюю желтую.

Нередко один и тот же слой известняка содержит несколько таких различно развитых перерывчиков, отстоящих друг от друга на различных расстояниях. Иногда отдельные поверхности перерывов подходят друг к другу очень близко или сливаются вместе, благодаря этому получается весьма запутанная картина. В некоторых случаях выступы желтоокрашенной зоны и углубления в ней приобретают весьма сложные и причудливые очертания: с разнообразными пережимами, головчатыми расширениями, держащимися на тонких ножках и т. д. (рис. 1). Максимальная высота между углублениями и возвышениями иногда достигает 5 см.

Нередко в пределах серой зоны наблюдаются обломки известняка из желтой подстилающей зоны; форма обломков весьма разнообразная, то плоскоокруглая, то неправильно изъеденная. Поверхность этих обломков обычно покрыта тонким глауконитовым налетом. Когда смотришь на такой поперечный разрез плиты, то представляется ясным, что данная поверхность возникла путем растворения твердого известняка, а желтые обломки, находящиеся среди серого известняка, происходят из подстилающей желтой зоны (примеры различной сложности поверхностей см. на рис. 1).

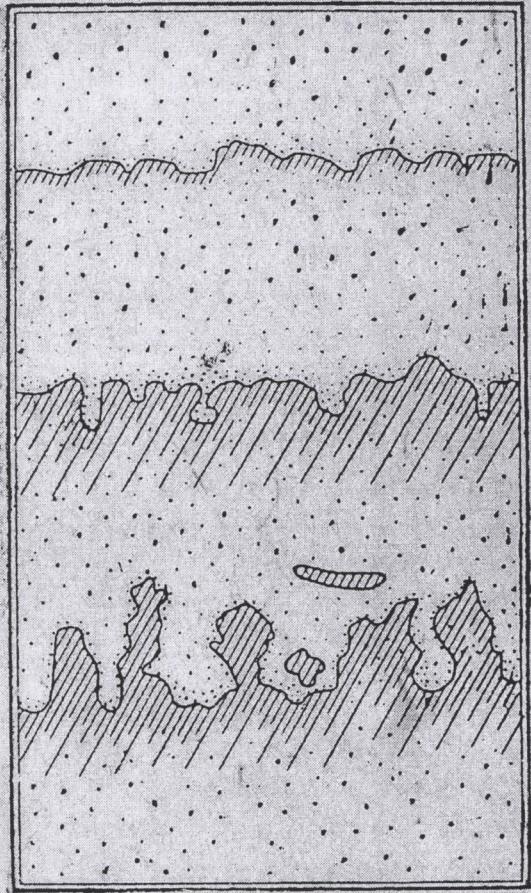


Рис. 1. Различные типы корродированных поверхностей (Koggionsgruben); заштрихована желтая окисленная кайма; крап — зерна глауконита различной величины и густоты распределения; 1/2 нат. вел.

лиевые очертания: с разнообразными пережимами, головчатыми расширениями, держащимися на тонких ножках и т. д. (рис. 1). Максимальная высота между углублениями и возвышениями иногда достигает 5 см.

Нередко в пределах серой зоны наблюдаются обломки известняка из желтой подстилающей зоны; форма обломков весьма разнообразная, то плоскоокруглая, то неправильно изъеденная. Поверхность этих обломков обычно покрыта тонким глауконитовым налетом. Когда смотришь на такой поперечный разрез плиты, то представляется ясным, что данная поверхность возникла путем растворения твердого известняка, а желтые обломки, находящиеся среди серого известняка, происходят из подстилающей желтой зоны (примеры различной сложности поверхностей см. на рис. 1).

Указанное взаимоотношение окраски и распределения глауконита дает возможность без труда определить верх и низ в кусках породы.

Микроскопическое исследование показало, что в пределах каймы, окрашенной в желтый цвет, порода состоит из обломков раковин и панцирей, размером от 0,1 до 2 мм, принадлежащих главным образом брахиоподам трилобитам и криноидеям. Обломки cementированы мелкозернистым кальцитом, пропитанным окислами железа коричневого цвета. Содержание окислов железа уменьшается по мере удаления от верхней границы. Содержание раковин значительно преобладает над цементом и составляет не менее $\frac{3}{4}$ всей породы. Зерна глауконита нацело или лишь с поверхности превратились в темнобурые окислы железа; при этом наибольшего окисления достигают зерна, расположенные вблизи контакта красного известняка с серым.

Разложившиеся зерна глауконита образуют вокруг себя краснобурую каемку из окислов железа. Это указывает на то, что разложение зерен глауконита и выделение из них окислов железа происходило на месте их теперешнего нахождения, и что повидимому окислы железа, окрашивающие породу в красный и желтый цвета, в значительной части произошли за счет разложения глауконита.

Граница между коричневым и серым известняками очень резкая.

Серая зона известняка также состоит главным образом из обломков раковин и подчиненного мелкозернистого цемента. Обломки органических остатков здесь более мелкие; среди них значительно реже, чем в желтой части, встречаются тонкие, хрупкие раковинки.

Зерна глауконита, за редкими исключениями, здесь совершенно свежие, яркозеленые. В контакте с подстилающей желтой каймой они очень мелкие (0,1—0,05 мм) и скапливаются главным образом в ямках. Выше контакта зерна глауконита разбросаны более или менее равномерно и достигают размеров в 1—2 мм. Интересно отметить, что некоторые раковинки замещены полностью или частично глауконитом.

Андерсон предполагает, что неправильные границы со скоплениями глауконита возникли либо от действия сверлящих организмов, либо под влиянием химического разъедания на значительной глубине без отступания и наступления моря. Гедстрем (9) же считает, что образование коррозионных поверхностей могло произойти лишь при периодическом наступлении и отступлении моря. Этот взгляд поддерживает и развивает Ламанский, с той лишь поправкой, что по его мнению не обязательно полное отступление и новая трансгрессия для образования всех поверхностей с коррозионными ямками; во многих случаях достаточно было обмеления и последующего углубления моря. Ламанский считает, что накопление прослоев, богатых глауконитом, совпадает с отступлением и с первоначальным моментом наступления моря, а образование прослоев, бедных глауконитом, происходило в период углубления моря. Орлик (11) скопление глауконита на корродированной поверхности склонен рассматривать как нерастворимый остаток глауконитовых известняков.

Hadding (8), обстоятельно изучивший глауконитовые отложения нижнего силура острова Эланды и подробно разобравший общие вопросы условий образования глауконита, считает, что образование этого минерала в нижнем силуре происходило на глубине нескольких десятков метров, но не более 100, и притом в подвижной воде — в области прохождения течений, которые достигали в мелких частях моря особой силы, так что были способны образовать галечники, превра-

тившиеся впоследствии в конгломераты. Скопление прослоев глауконита, залегающих на размытых поверхностях известняка, происходило в таких условиях, когда подвижная среда не позволяла отлагаться мелкообломочному материалу. Вместе с тем Hadding допускает, что мелкозернистый глауконит, образовавший тонкие прослоечки на поверхностях размывов, перенесен с мест первоначального залегания.

Причину чередования слоев, бедных и богатых глауконитом, автор видит главным образом в изменении концентрации углекислоты, которая меняется с изменением температуры воды. Холодная вода, способная растворять в себе большее количество двууглекислого кальция, тем самым уменьшала возможность отложения CaCO_3 , и в природе соответственно увеличивалось содержание глауконита. Наличие холодной воды Hadding считает вообще необходимым фактором образования глауконита. Красные и желтые полосы в слоях известняка образовались, по его мнению, в более теплой воде, а зеленые полосы или слои, богатые аutoхтонным глауконитом, образовались в сравнительно холодной воде.

На основании наших непосредственных наблюдений и литературного материала мы приходим к следующим выводам.

1. Известняки Вп α образовались в условиях подвижной воды — течений. На это указывает структура известняков. Под микроскопом видно, что известняки состоят почти сплошь из обломков раковин различных организмов (брахиопод, трилобитов и криноидей), плотно прилегающих друг к другу, и лишь весьма незначительные промежутки между ними заполнены мелкозернистым кальцитом. Обломки раковин имеют обычно обтертый (закругленный) характер и размеры от 0,1 до 2 мм , причем тонкие и хрупкие раковинки, а также целые раковины и крупные обломки, встречаются исключительно редко. Нерастворимый остаток в HCl составляет около 9%, причем подавляющая часть его падает на глауконит; глинистых частиц очень мало.

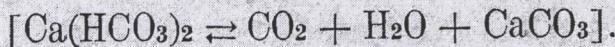
Очевидно подвижная вода разбивала целые раковинки; их обломки перекатывались по дну и благодаря этому приобрели обтертый характер. Тонкие продукты истирания и глинистые частицы уносились подвижной водой, а более крупные обломки оставались на месте и образовали известняк.

Временами возникали более сильные течения воды, которыми уносился не только весь обломочный, еще не затвердевший материал, но также разрушался уже затвердевший известняк. На это указывают многочисленные среди известняков толщи Вп α , известняковые гальки, имеющие округленные формы, размером до 10 см в диаметре, обычно покрытые зеленым глауконитовым налетом (р. Волхов, Войбакала и другие места).

В разрезе по р. Полисти слой известняка Вп α «мяконый», представляет мелкообломочный конгломерат, сложенный из хорошо окатанных и угловато окатанных галечек. Последние состоят из мелкозернистого известняка с обломками фауны, скементированными неравномерно зернистым кальцитом. Размеры галечек от 0,2 до 3 мм ; среди них встречаются окатанные членики криноидей.

2. Образование поверхностей перерыва, содержащих коррозионные ямочки (Korrosionsgruben), происходило при достаточно сильном движении воды, с которым и было связано имевшее при этом место прекращение выпадения осадка. Морская вода, передвигая обломки ра-

ковин и зерна глауконита, истирала и соскабливала твердое дно, чем и объясняется наличие иногда гладких поверхностей. Вместе с этим вода также действовала растворяюще, иначе трудно объяснить образование многочисленных узких воронкообразных и цилиндрических углублений (Korrosionsgruben). Для объяснения корродирующей деятельности воды, по нашему мнению, нет надобности в изменении концентрации угольной кислоты, как это полагает Hadding; основным фактором повидимому являлось изменение силы течения воды: при слабом течении происходило обильное выпадение обломков раковин и благодаря этому угольная кислота не успевала их растворять, а при сильном течении, когда обломки раковин сносились, та же углекислота действовала на твердое оголенное дно непрерывно. Растворяющая деятельность сильно подвижной воды значительно усиливалась еще и тем, что при этом происходил быстрый обмен концентрации угольной кислоты в придонном слое воды. Насыщенный двууглекислым кальцием раствор в придонной части тут же заменялся углекислотой



3. Наличие красных и желтых каемок на коррозионных поверхностях представляет несомненно результат окисления при процессе размыва. Как мы видели, эти каемки пропитаны окислами железа, образовавшегося вероятно в значительной мере за счет разложения глауконита, находящегося в самой породе. Выше корродированной поверхности порода со свежими зернами глауконита и без окислов железа имеет серый или зеленовато-серый цвет. Здесь резко подчеркивается изменение окислительной способности среды. В момент размыва и коррозии сильный приток воды способствовал быстрому обмену кислорода и окислению затвердевшего дна; при более слабом движении, когда происходило на дне накопление осадка, обмен кислорода замедлялся, среда становилась неспособной к окислению и образовывала осадки серого цвета, которые приобретали желтую окраску лишь при следующем перерыве в отложении.

4. Накопление прослоек глауконита на корродированных поверхностях нельзя рассматривать как нерастворимый остаток от известняка, как это полагает Œrik, в этом случае он должен быть окислившимся, что в действительности не наблюдаем. То, что глауконит перемещался с места своего первоначального образования (Hadding), — весьма вероятно; на это указывают его скопления в углублениях и тонкозернистый, как бы истертый характер.

Нами уже указывалось, что в случае большей податливости твердого морского дна перед напором волн или течениями последние могли его разрушать более быстро — отрывать от него целые куски известняка. При передвижении по дну куски известняка окатывались и превращались в гальку. Такие локальные подводные галечники внутрислойного (сингенетического) происхождения, превратившиеся впоследствии в конгломераты, известны и из глауконитовых известняков Ленинградской области. Так например, на р. Волхове в штабелях плитных ломок были встречены куски известнякового конгломерата, происходящего повидимому из горизонта Вп γ. Разрез не был доступен для наблюдения, найденные же конгломератовые плиты характеризуются следующими особенностями. Одна из плит

(изображена на таблице II, фиг. 2) состоит из хорошо окатанных известняковых галек различных размеров, от совсем мелких галечек до крупных галек, прочно сцепленных известковым материалом, богатым зернами глауконита, мелкими обломками известняка и остатками фауны; среди последних особенно обильны членики стеблей иглокожих. В гальках наблюдаются сверления, произведенные сверлящими животными: их устья хорошо различимы на фотографии. Некоторые из галек окрашены с поверхности глауконитом в зеленый цвет.

Под мостиком посейной дороги, ведущей от села Пуголово к д. Антоновское, находящимся около восточного конца последней деревни, а также в водоотводной канаве, находящейся на несколько метров выше моста, обнажается нижняя часть горизонта В_{IIa}, так называемые «красные слои», мощностью 1,30 м. Верхняя граница красных слоев сравнительно ровная, желтого цвета, покрыта прослоем глауконитового песчаника мощностью в 3 см. В метрах 100 от указанного места, в карьере, на прослое глауконитовой породы залегает мергель мощностью 0,5 м («бутина красного слоя»). Потом идет глинистый, сравнительно рыхлый известняк с глауконитом и с коррозионными ямками (мощностью 0,55 м). Эта часть толщи В_{IIa} отличается от нормального разреза тем, что в ней заключено много глинистого вещества, благодаря чему известняк более мягкий и не пригоден для строительных целей.

Выше, в пределах карьера, залегают сильно измененные слои верхней части горизонта В_{IIa}. Здесь порода представляет конгломерат, состоящий из галек известняка, размером до 30 см. Большинство галек имеет в той или иной степени округленную форму, но среди них встречаются также совершенно остроугольные обломки. Гальки имеют в некоторых случаях гладкую, а иногда выщелоченную, как бы изъеденную, поверхность, покрытую желобками, ямочками и бугорками, несомненно являющимися результатом растворяющей деятельности воды. Поверхность обломков известняка сплошь и нередко со всех сторон покрыта тонким, зеленым глауконитовым налетом, а во многих случаях с одной или со всех сторон покрыта сверлениями сверлящих организмов (диаметром 2—3 мм и глубиной 5—10 мм).¹ На поверхности галек наблюдается также прирастание корневых частей иглокожих. Некоторые из галек в разных направлениях разбиты трещинами, впоследствии заполненными глинистым веществом, окислами железа и кальцитом. Окраска породы пятнистая, преобладают желтые и серые цвета; структура микрозернистая, зерен глауконита не видно. Микроскоп показывает, что известняк сильно перекристаллизован и состоит из мелкозернистого кальцита с перекристаллизованными остатками фауны. Мощность конгломератового слоя около 0,5—0,75 м. Пласт, содержащий конгломерат, несколько приподнят (не более чем на 1—1,5 м) над окружающей местностью из тех же слоев. Конгломерат вероятно залегает в виде полосы шириной около 200 м; по обеим сторонам этой полосы по направлению к востоку и западу известняк горизонта В_{IIa} имеет нормальный характер и разрабатывается для строительного камня. Выше конгломерата залегают известняки В_{II} мощностью около 1 м. Они повидимому имеют нормальный характер, однако вполне достоверных данных о нормальном или ненормальном характере известняка В_{II} получить не удалось.

¹ *Trypanites*, см. ниже стр. 41.

Только-что описанный нами случай в Антоновском карьере с полной очевидностью показывает, что известняки горизонта $B_{II} \alpha$ в начале века $B_{II} \beta$ подверглись резкому нарушению; причем верхняя часть горизонта $B_{II} \alpha$ (слои «буток», «братьевенник», «переплет» и др.), а также возможно и нижняя часть $B_{II} \beta$ («толстенький», «серенький») раздроблены на отдельные обломки; нижняя же часть горизонта $B_{II} \alpha$ подверглась процессам выщелачивания и обогащения глинистым веществом. Характер поверхности обломков указывает, что они также подвергались интенсивным процессам выщелачивания. Следы сверления на обеих сторонах поверхности некоторых плоских галек, наличие корней итюкожих животных, прикреплявшихся к этим галькам, а также окатанная форма некоторых галек и сплошной глауконитовый налет на них — с убедительностью показывают, что обломки известняка подвергались перекатыванию, для чего требовалось весьма сильное движение воды (диаметр обломков до 30 см).

К сходному типу явлений из разряда нарушающих правильную картину отложения нижнесилурийских известняков относится так называемый «сясьский горб». Уже Ламанский в своей монографии о нижнесилурийских известняках (5) описал наблюдавшееся им близ д. Гадово на р. Волхове отклонение в строении разреза глауконитовых известняков. Он писал (5, стр. 115) «слои B_{II} теряют здесь мало-по-малу свою обычную мощность, верхние их горизонты исчезают, порода приобретает другой характер, вследствие чего дикари, желтяки и серый фриз здесь уже не отличимы. Весь подъярус B_{II} , обладающий здесь мощностью не более 2,7 м, вместо обычных 5,5—6 м, вверху слегка размыт и покрывается под очень острым углом горизонтом с *Asaphus expansus*. Несогласие напластования и небольшой перерыв здесь очевидны. Ненормальное залегание слоев и измененный характер нижних слоев, идущих на разработку, заставил предпринимателя бросить это место, прекратив работы. Вследствие этого разрез прекращается, а на следующей, ближайшей по месту, очисти мы имеем опять нормальное напластование и слои нормального состава». Описанное явление Ламанский пытается объяснить тем, что здесь во время отложения мегалясписовой толщи (B_{II}) был островок, покрывшийся снова водой к началу отложения слоев с *Asaphus expansus* ($B_{II} \alpha$), далее Ламанский заключает, что чередование участков моря с участками суши указывает на небольшую глубину моря, и считает, что последнее представляло ряд лагун.

Давая краткое описание ненормального разреза у Гадова, Ламанский, к сожалению, ничего не говорит о характере наклона ненормально развитых слоев B_{II} . Надо думать, что они приподняты весьма незначительно, так как в окружающих карьерах, где те же слои известняков имеют нормальный характер, последние не имеют заметного наклона.

Точно так же автор ничего не говорит о том, как залегает B_{II} — сохраняют ли его нижние слои над измененным B_{II} свою нормальную мощность, т. е. покрывают ли они известняки B_{II} плащеобразно, или же нижние слои B_{II} здесь утоняются или даже выклиниваются, как это мы увидим на р. Сяси.

Во всяком случае нарушение в правильности строения разреза известняков B_{II} на р. Волхове характеризуется одновременным наличием трех особенностей: 1) измененным составом при меньшей мощ-

ности, 2) повидимому, незначительным подъемом слоев и 3) несогласием в контакте с вышележащей толщей.

Переходим к ненормальному разрезу нижнесилурийских известняков на р. Сяси. Здесь в береговых разрезах широкой дугообразно изогнутой долины р. Сяси обнажаются силурийские известняки (B_{II} и B_{III}), покрытые снетогорскими слоями и низами псковских слоев верхнего девона; силурийские же известняки слагают дно реки. Это место по той ясности, с которой здесь может быть прослежено налегание девона на силур, привлекало внимание многих исследователей геологии Ленинградской области (2, стр. 24). Однако ими не указывались какие-либо ненормальности в развитии силура; не отмечает их также и В. В. Ламанский в своей монографии (5). Возможно, что это место было обнажено рекою лишь за последние десятилетия.

В указанном месте береговой разрез сложен исключительно силурийскими известняками, они же, при низком стоянии уровня р. Сяси, выступают плитами на ее осушенном дне. Силурийские известняки здесь могут быть прослежены по вертикали, отчасти уже среди расти-

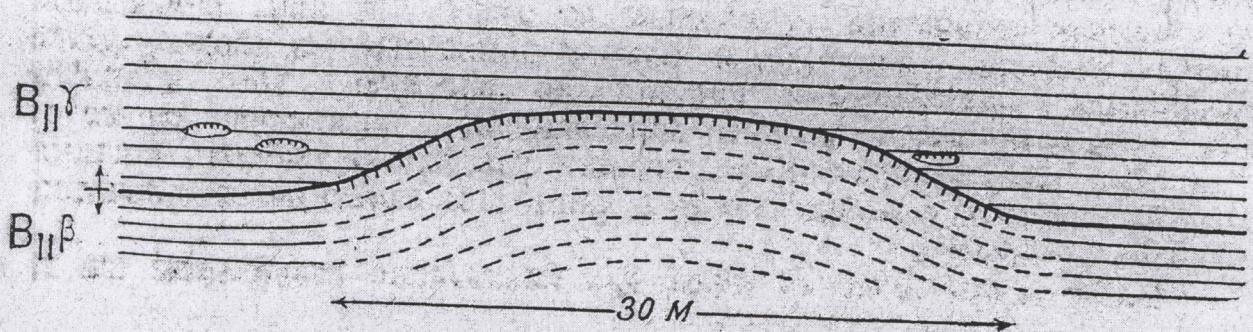


Рис. 2. Схематический рисунок „горба“ в глауконитовых известняках на р. Сяси.

тельности, на высоту примерно 5,75 м. В нижней части берегового уступа, свободной от растительности (заливается и расчищается льдом во время половодья), располагается описываемый «горб». Он имеет антиклинальную форму и пересекается рекой повидимому вкrest профиля (если складка вытянута). Протяженность горба (его основания) в береговом разрезе около 15 м; он возвышается над верхним слоем известняков $B_{II}β$ на месте их нормального залегания, по соседству с горбом на 1,5 м. Горб образован известняками зоны $B_{II}β$ (так называемыми «желтяками»), которые в области горба приподнимаются (см. ниже), теряют свой обычный вид и перекрываются горизонтально лежащими слоями зоны $B_{II}γ$. Последние не следуют изгибам горба, а, залегая совершенно горизонтально, подходят к горбу впритык (несогласно). Лишь слои известняков $B_{II}γ$, залегающие выше вершины горба, тянутся без перерыва.

Эти особенности слоев обеих зон отчетливо переданы на схематическом рисунке горба (рис. 2).

На описываемом участке горб в известняках $B_{II}β$ взрезан вертикально; неизвестно, насколько он продолжался вглубь берега и как он продолжался по направлению реки. Однако здесь на обнаженной полосе речного дна, сложенного коренными плитами известняков, в последних наблюдаются неправильной формы вспучивания, с несомненностью имеющие одинаковую причину образования с самим

горбом. Эти вспучивания наблюдаются в слоях, соответствующих основанию горба; они разбросаны группами перед горбом на площадке, имеющей протяжение 30 м (по течению реки) и шириной в 20 м (между горбом и рекою).¹

Нижнесилурийские известняки обнажаются на большом протяжении как в вертикальных стенках берегового уступа, так и горизонтально лежащими плитами на дне реки,² однако нигде больше здесь не наблюдалась горбообразные вздутия слоев, подобные указанным.

Итак, как выше уже было указано, известняки зон Вп^β и Вп^γ в области горба залегают совершенно различно. В то время, как горб образуется местным вспучиванием и изменением известняков зоны Вп^β, известняки зоны Вп^γ поднятием не затронуты, не изменены и лежат совершенно горизонтально и несогласно на боках горба. Контакт Вп^β и Вп^γ в горбу отмечен не только несогласием и стыком известняков различного петрографического состава, но и очень резко и своеобразно выраженной верхней поверхностью зоны Вп^β — она слажена и густо иссверлена.

Вп^β в горбу совершенно не похож на известняки этой зоны глауконитового яруса в местах их нормального развития, например в том же сясьском обнажении по сторонам от горба. Он явно измененного состава и цвета, очень плотен, слитен, компактен, не слоист, разбит трещинами, заполненными кристаллами кальцита. Под микроскопом известняк имеет мелкую неравномерную зернистую структуру с явными следами перекристаллизации раковин различных организмов. Из обломков раковин остались лишь едва заметные, перекристаллизованные остатки.

Анализ известняка из горба дал следующие результаты (№ 1).

	№ 1	№ 2
SiO ₂	9,80	12,16
Fe ₂ O ₃	0,74	6,41
Al ₂ O ₃	4,34	
CaO	46,29	39,15
MgO	0,14	1,60
SO ₃	0,05	

По сравнению со средним составом из многих анализов нормальных известняков Вп^β (№ 2) известняк горба содержит меньшее количество кремнезема, полуторных окислов и большое количество CaO. Однако, на основании сравнения химического состава трудно сделать какие-либо выводы, так как химический анализ из известняка горба не представляет среднюю пробу в противоположность второму анализу.

Цвет известняка в горбу светлозеленоватый и светлосерый со светлофиолетово-розовыми разводами. Характерное для желтняков желтое окрашивание отсутствует. Глауконитовые зерна в известняке горба, как правило, отсутствуют; примесь глауконита наблюдалась лишь в некоторых образцах, по соседству с выделениями кристаллов

¹ Взгорбленные участки наблюдались лишь на некотором расстоянии от горба, близлежащий участок завален плитами известняка и валунами.

² Ни в одном из мест Ленинградской области с естественными выходами нижнесилурийских известняков не наблюдаются горизонтальные поверхности отдельных слоев на столь значительном протяжении, как на р. Сяси.

кальцита, поблизости от поверхности горба. По своему цвету и характеру, а также отсутствию зерен глауконита, известняк сясьского горба весьма сходен с таковым в гальках конгломерата у Путилова. Указанные кальцитовые включения образовались в слоях, слагающих горб, до покрытия их отложениями века Впγ: на некоторых образцах, происходящих с поверхности горба, видно, что такие кальцитовые гнезда срезаются наравне с известняками, слагающими горб, и одинаково густо иссверлены. Верхняя поверхность известняков горба окрашена в несколько более темный цвет, чем он сам, а именно в зеленовато-серый цвет, который прокрашивает их, образуя нечто в роде цветной корки на глубину до 0,5—1 см, и вглубь, то более, то менее постепенно исчезает.

Наиболее измененный вид (с наличием жилок кальцита) известняк Впβ имеет в горбу около перегибов от его уплощенной вершины к обоим крыльям. Ввиду массивности и слитности известняков Впβ в горбе, с трудом улавливается характер их слоистости. Повидимому она параллельна верхней поверхности горба, однако удостовериться в этом окончательно возможности нет. Помимо параллельных друг другу напластований отдельных слоев, прослеживаемых лишь на небольших протяжениях, наблюдается неправильная разломанность, часто сопровождаемая жилками кальцита. В одном месте вблизи от поверхности горба наблюдались изогнутые поверхности отдельности слоев, относительно которых однако не удалось решить, являются ли они поверхностями раскола или поверхностями наслаждения слоев.

Фауны в Впβ в области горба встречено немного; найдены мелкие раковинки *Orthis parva* Pand. и остатки беззамковых брахиопод (*Lingula*), затем мелкие остатки иглокожих, ближе неопределенные остатки трилобитов, а также, вблизи от верхней поверхности горба, две гладели *Megalaspis* без панциря, обращенные своею выпуклостью вверх.

Впγ в области горба имеет свой обычный для восточной части Ленинградской области вид, цвет его серовато-фиолетовый и зеленоватый и в нем присутствуют много зерен глауконита. Фауны в слоях известняка Впγ, покрывающих горб, больше, чем в известняках, слагающих последний. В нижних слоях и в слое известняка, непосредственно покрывающих горб и примыкающих к нему, особенно много стеблей иглокожих различных типов, достигающих значительных диаметров; кроме того в Впγ около горба встречены остатки *Rhipidocystis*, *Orthis calligramma*, *Orthisina plana*, мшанки и *Asaphus* sp.

Особый интерес представляют верхняя поверхность горба и оторванные от нее куски, погребенные среди известняков Впγ. Поверхность горба слажена и густо покрыта сверлениями, точно оспою (таблица II, рис. 1). Кроме сверлений, на ней найдены в некоторых местах прочно наросшие на нее корни иглокожих дискоидальной (присоскообразной) формы, некоторые из них были также иссверлены (рис. 3).

Густота сверлений на верхней поверхности горба очень большая, и устья каналов расположены весьма равномерно, на скатах же горба они распределены менее равномерно и более часто. Сверления бесспорно являются результатом деятельности сверлящих организмов, высовывающих себе домики в твердых подводных предметах. Как выше уже указывалось, сверлениями совершенно одинаково покрыты

как сам известняк, так и кальцитовые участки в нем. Ввиду того, что поверхность горба представляла поверхность сглаживания, которая размывалась до, во время и после заложения в ней сверлений, — многие каналы не сохранили первоначальной глубины. Сечение каналов круглое, их диаметр обычно несколько меньше и лишь изредка больше 2 мм. Каналы обычно не соприкасаются друг с другом, хотя наблюдаются также и случаи соприкосновения. Обычно на 1 см² приходится 15—20 сверлений. Каналы проникают в известняк перпендикулярно или несколько косо к его поверхности. Наблюдавшаяся глубина каналов различна, что наверное в значительной степени зависит от размыва поверхности известняка после сверления. Максимальная наблюдавшаяся глубина каналов — 1,5 см. Каналы — цилиндрические, с несколько приостренным и закругленным дистальным концом. Каналы заполнены породою вышележащего слоя Впγ.

Подобные каналы были описаны под названием *Trypanites* и для триаса Германии был установлен вид *Trypanites weisei* (10). Вслед затем аналогичные по строению, но очень тонкие ($d = 0,2$ — $0,6$ мм) и неглубокие (до 3 мм) сверления в гальках верхнесилурийского возраста были описаны А. Eisenack (7) как *Trypanites socialis*. Наши нижнесилурийские сверления отличаются от обеих форм, описанных в литературе.

Сверления и (компактные дискоидальные) корни иглокожих в глауконитовом известняке вообще редкости не представляют. Как те, так и другие требовали для своего появления плотного твердого дна, которое постоянно встречалось в море века Вп.

Сверление поверхности плиток глауконитового известняка неоднократно приходилось находить в ломках на р. Волхове и в других местах, да и на р. Сяси рядом с торбом в нормально развитом, окрашенном в желтый цвет Впβ были встречены на сглаженной поверхности плитки известняка очень хорошо выраженные сверления. Однако, нигде в силуре Ленинградской области сверления не были встречены в таком огромном количестве и в такой частоте, как на сясьском горбе. Это связано с особенно благоприятными условиями, которые сверлильщики находили в век Впγ на описываемом выделявшемся участке дна в районе р. Сяси. Обильное развитие сверлений на горбу свидетельствует о том, что он продолжительное время возвышался в воде над окружающим его морским дном; при этом он не был покрыт осадком и имел затвердевшую поверхность, в которой и закладывались сверления и на которой укоренялись иглокожие. Не засыпаться осадком горб мог лишь при наличии достаточно сильного движения воды, которое несомненно омывало горб, способствовало сглаживанию его поверхности, а, кроме всего, было совершенно необходимо для суще-

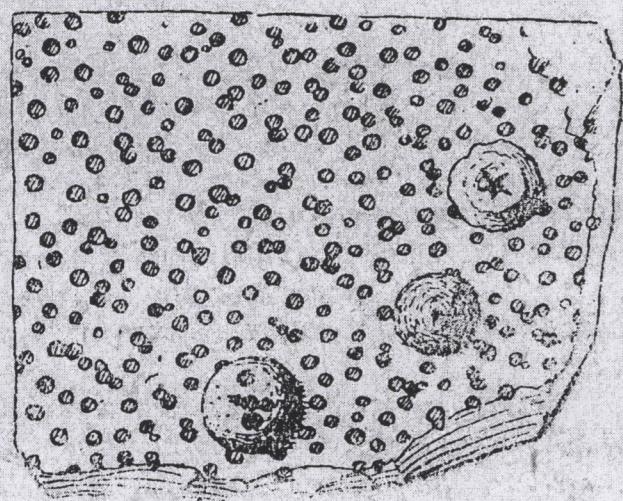


Рис. 3. Кусок известняка с поверхности сясьского горба с многочисленными каналами сверлений (*Trypanites*) и дискоидальными корнями иглокожих, отчасти также иссверленными. Колл. № $\frac{2342}{3}$; 3/4 нат. вел.

ствования сверлильщиков и иглокожих,¹ которые вели сидячий образ жизни; оно доставляло им пищу.

Биотипы, охарактеризованные сходными условиями существования и населенные сходною фауною, стали известны из верхнедевонского моря Главного поля. Однако, состав прирастающих форм, входивших в подобные биоценозы и после смерти сохранявшихся на месте обитания, в девонском море был богаче: здесь, кроме сверлильщиков и криноидей, мы застаем некоторых брахиопод (*Irboskites*), пелеципод (*Limanonia*), червей (*Spirorbis*), кораллов (*Aulopora*) и текоидей (*Ageocrinites*) (4, стр. 47 и фиг. 31). Корни девонских морских лилий, прираставшие к твердому известняковому дну или к галькам, имели тождественную форму с массивными корнями силурийских *Pelmatozoa*, живущих на твердом дне (3, стр. 255, фиг. 52 и табл. XVII). Для существования перечисленных обитателей девонского моря требовался твердый субстрат для прирастания, который обычно сочетался с подвижною водою.

То, что волнение воды, омывшее сяський горб в век Впγ, обладало значительной силой, доказывают находки окатанных кусков известняка, отломанных напором волн от горба и погребенных по соседству с ним в известняке Впγ. Так, на среднем уровне горба, рядом с ним, были найдены две плиты состава, тождественного с составом известняка Вп в горбу; они окрашены в зеленовато-серый цвет, свойственный верхней «корке» горба. Эти плитки плоски, окатаны и сильно иссверлены; на одной из них, достигающей по длиной оси 1,25 м и отделяющейся от известняка Впγ, видно, что она иссверлена со всех сторон (рис. 4). Поверхности иссверлены не одинаково сильно: одна из них иссверлена так же сильно или лишь несколько слабее, чем поверхность горба, в то же время другая поверхность гальки иссверлена значительно сильнее, чем первая и чем поверхность горба: она вся изрешетена и ячеиста от совместного действия сверлящих организмов и действия волн, перекатывавших гальку по дну. Иссверленность обеих плоских поверхностей известняковой гальки говорит за то, что она не находилась в постоянном движении, но все же переворачивалась волнами или течением с боку на бок, благодаря чему и могли заселяться сверлящими организмами то одна, то другая ее поверхности. В конечном итоге галька пролежала на одном боку дольше, чем на другом, что и сказалось в различной степени иссверленности обеих ее сторон; наиболее сильно иссверленная поверхность гальки так и оказалась верхней при окончательном ее засыпании осадком.

Таковы данные, которые удалось собрать о «сясьском горбе». Он представляет явление, стоящее особняком среди того, что мы знаем о разрезе и особенностях глауконитовых известняков. Весьма возможно, что отклонение от нормального развития разреза известняков Вп, наблюдавшееся Ламанским на Волхове, имеет ту же самую природу, но по краткости описания волховского нарушения окончательно убедиться в этом нельзя.

Морфология и условия существования сясьского горба для нас ясны. Это было небольшое возвышение на дне нижнесилурийского

¹ Возможно, что обилие остатков стеблей иглокожих в основании зоны в области горба связано с их поселениями на поверхности этого горба, откуда они и происходят.

моря, возникшее во время отложения известняков B_{II}^3 или немнogo
после этого времени. Оно омывалось, сглаживалось и разрушалось

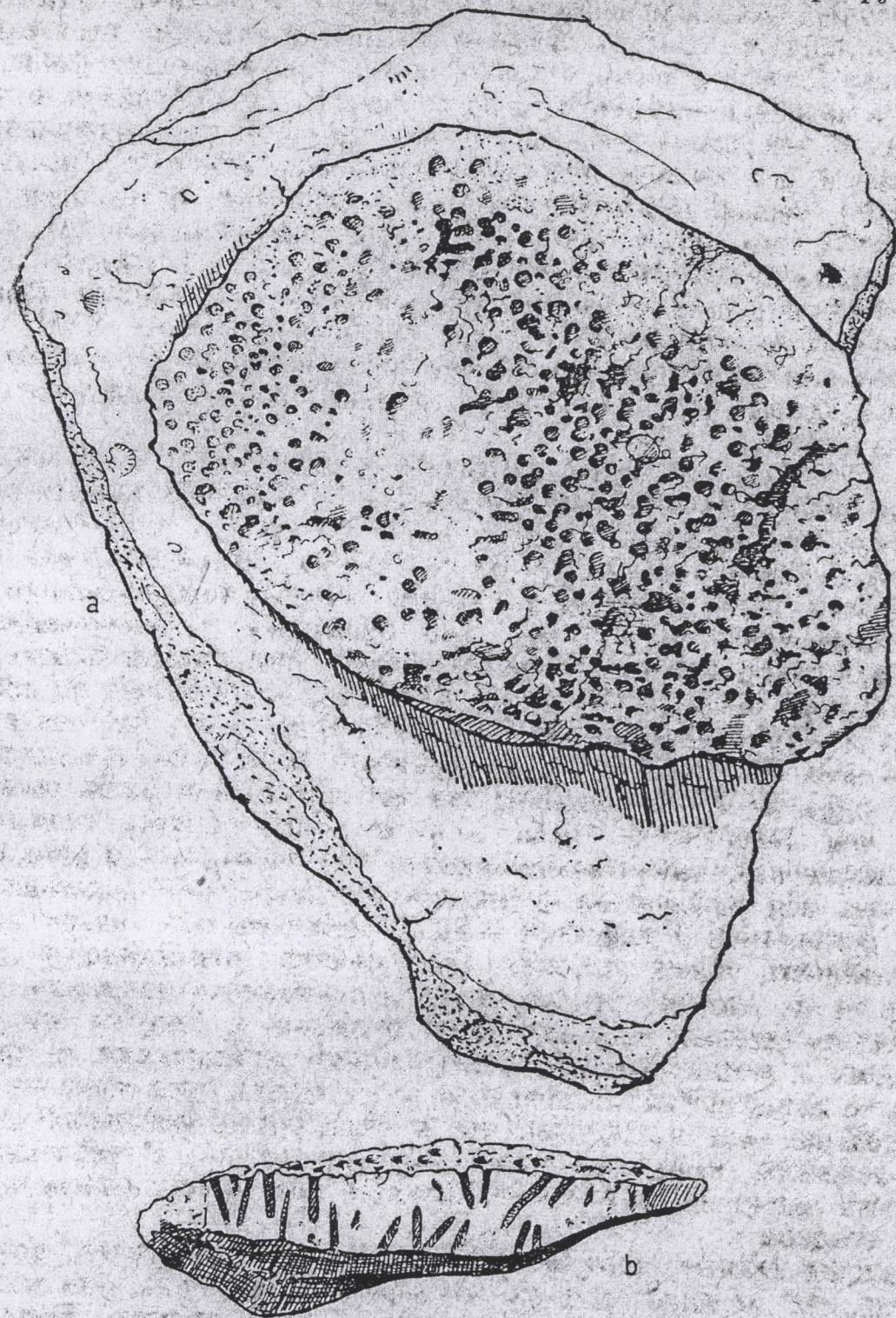


Рис. 4. а). Сильно иссверленная галька из известняка сясьского гор-
ба (B_{II}^3), погребенная по соседству с ним в известняке B_{II}^1
(ср. рис. 2). б). Вид гальки в изломе. Колл. № $\frac{2342}{4}$; 3/4 нат. вел.

течением или прибойной волной; на его твердой сглаженной поверх-
ности нашли благоприятное место для поселения сверлящие орга-
низмы, в несметных количествах покрывшие поверхность горба вместе
с иглокожими.

Сверлильщики также способствовали стачиванию и сносу подводного горбообразного возвышения. Верхушка горба долгое время возвышалась над поверхностью дна и долгое время служила пристанищем для сверлильщиков, иглокожих, а также, наверное, для многочисленных других форм, которые ползали по нему или прикреплялись к горбу, однако, не столь прочно, чтобы быть сохраненными на его поверхности. В век Впγ известковый ил, богатый раковинным детритом и раковинами, отлагался, постепенно нарастая, сперва лишь по бокам горба; плосковерхая вершина горба была покрыта осадком лишь тогда, когда дно моря в районе горба, благодаря постепенному нарастанию осадка, сравнялось с его вершиной.

Такова история сясьского горба после его возникновения — она с ясностью вырисовывается из наблюденных фактов.

Обобщая все описанные факты, касающиеся нарушений в залегании глауконитовых известняков, с несомненностью можно утверждать, что все нарушения приурочены к определенному и весьма незначительному промежутку времени: птиловское нарушение относится к началу или может быть к середине формирования горизонта Впβ, сясьский горб образовался в конце формирования этого горизонта; возвышение, описанное на р. Волхове В. В. Ламанским, также образовалось ранее начала формирования горизонта Впα. Судя по мощности, здесь приподнятыми и нарушенными также являются слои Впα и нижняя часть Впβ. Слои Впγ, возможно, здесь совсем не отлагались ввиду приподнятости места. Если принять во внимание, что вся мощность горизонта Впβ колеблется лишь в пределах от 1,5 м до 1,9 м, то расхождения во времени образования нарушений в отдельных районах, находящихся в пределах века Впβ, будут весьма ничтожны.

Второе, что может быть установлено, это локальный характер наших нарушений и весьма незначительное поднятие нарушенных пластов над окружающей местностью века Впβ, вероятно не превышавшее 2—5 м. О направлении этих нарушений у нас данных очень мало. Птиловское нарушение прослежено на 200—300 м; оно ориентируется по направлению с NE на SW (примерно NE 10—40°). Это направление совпадает с системой трещин, развитых в силурийских известняках по всей Ленинградской области и Эстонии.¹

Третье — это то, что нарушенные участки не выходили из-под уровня моря и подвергались действию достаточно сильных течений (или может быть волнотрибных движений) воды.

Насколько ясны сами факты нарушений, на столько не ясны и трудно восстановимы их причины. Нам кажется несомненным, что все территориально разрозненные и весьма мелкие нарушения являются результатом одной общей причины.

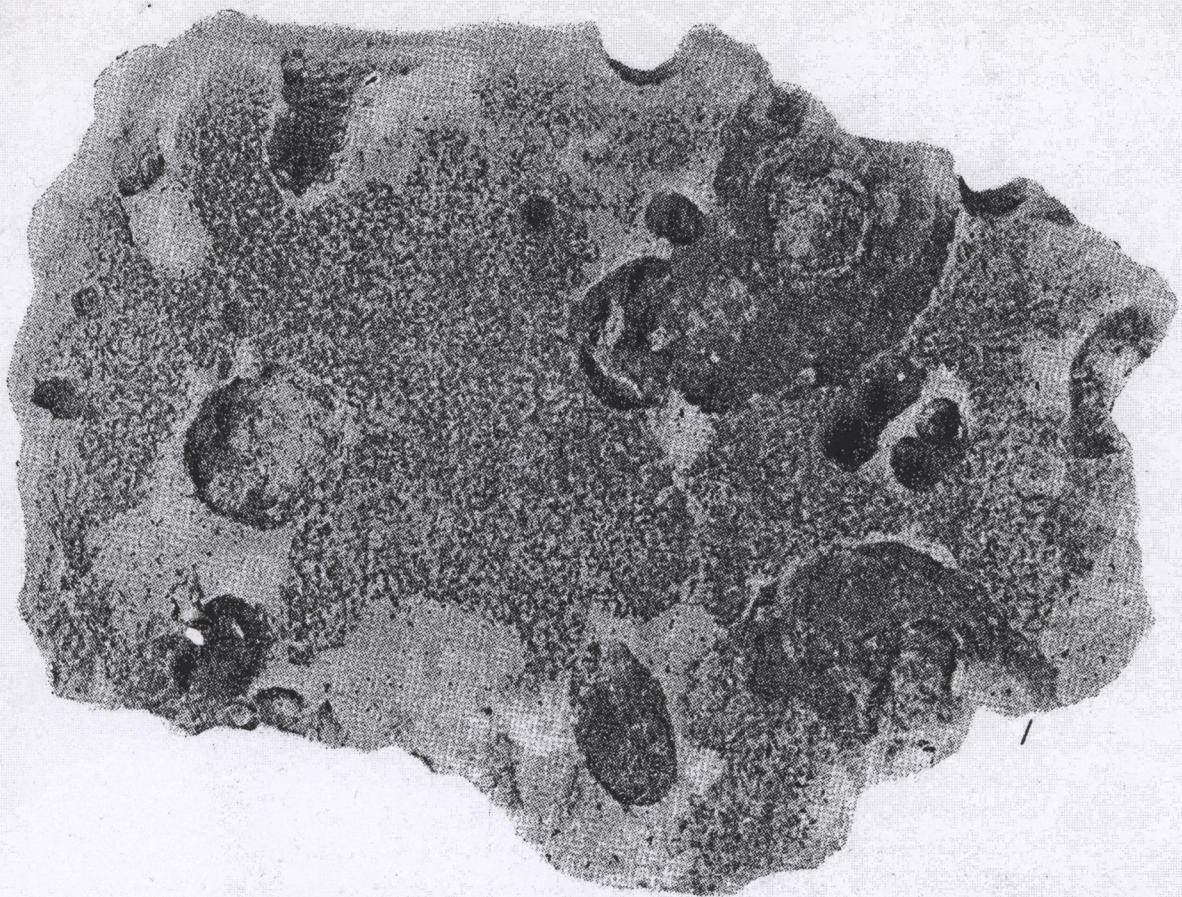
Opik (11), наблюдая случаи нарушения в тех же слоях на территории Эстонии, склонен видеть эту причину в сейсмических явлениях. Наблюдаемые нами нарушения имеют иной характер по сравнению с теми, которые описывает Opik, и происхождение их едва ли может быть объяснено сейсмическими явлениями; наиболее вероятно, что все описанные нами мелкие нарушения в глауконитовом извест-

¹ В Эстонии направления трещин изучались Тейхертом (Teichert 12), который пришел к заключению, что они тектонического происхождения. По данным С. Г. Вишнякова, сделавшего более 500 замеров трещин в силурийских известняках Ленинградской области, преобладающее направление этих трещин СВ 35° и ЮЗ 135°.

няке являются результатом кратковременного бокового давления, которое в дальнейшем в определенные моменты своего проявления послужило причиной образования системы трещин, имеющих определенную ориентировку и незначительных складок, недавно открытых Б. П. Асаткиным в Гдовском районе (1).

Литература

1. Асаткин, Б. П. К вопросу изучения тектоники Ленинградской области. Изв. ЛГГГТ, 1934, № 1.
2. Геккер Р. Ф., Филиппова М. Ф. и Бархатова В. П. Отложения Главного девонского поля, I—IV. Труды Ленингр. геол. разв. треста, 1932, вып. 2.
3. Геккер Р. Ф. Явления прирастания и прикрепления среди верхнедевонской фауны и флоры Главного поля (Очерки по экологии и этиологии населения палеозойских морей Русской платформы I). Труды Палеозоол. инст. Акад. наук СССР, 1935, т. IV.
4. Геккер Р. Ф. Жизнь в девонском море. Изд. Акад. наук СССР, 1935.
5. Ламанский В. В. Древнейшие слои силурийских отложений России. Труды Геол. ком., нов. сер. 1905, вып. XX.
6. Andersson. Über cambrische und silurische phosphoritführende Gesteine aus Schweden. Bull. Geol. Inst. Upsala, Bd. II. Upsala, 1896.
7. Eisenack A. Über Bohrlöcher in Geröllen baltischer Obersilurgeschiebe. Zeitschr. f. Geschiebeforsch., 1934. Bd. 10, Heft 1.
8. Hadding A. The Pre-Quaternary Sedimentary Rocks of Sweden. IV Glauconite and Glauconitic Rocks. Meddel. fr. Lunds Geologisk-Mineralogiska Institution, 1932, № 51.
9. Hedström H. Till frågen om fosforitlagrens uppträdanden och förekomst i de geologiska formationerna. Geol. Fören. Förh. 1897, Bd. XIX.
10. Mägdefrau K. Über einige Böhrgänge aus dem Unteren Muschelkalk von Jena. Paläont. Zeitschr., 1932, Bd. 14, № 3.
11. Öpik, A. Die Inseln Odensholm und Rogö. Ein Beitrag zur Geologie von NW—Estland. Publ. Geol. Inst. Univ. Tartu, 1927, № 9.
12. Teichert C. Die Klufttektonik der cambro-silurischen Schichtentafel Estlands. Geol. Rundschau., 1927. Bd. XVIII, Heft 4.



Фиг. 1. Сглаженная, окрашенная глауконитом в зеленый цвет, верхняя поверхность слоя глауконитового известняка с разбросанными по ней коррозионными ямками, также выстланными глауконитом.

Р. Луга. Колл. № $\frac{2341}{2}$; 3/4 нат. вел.

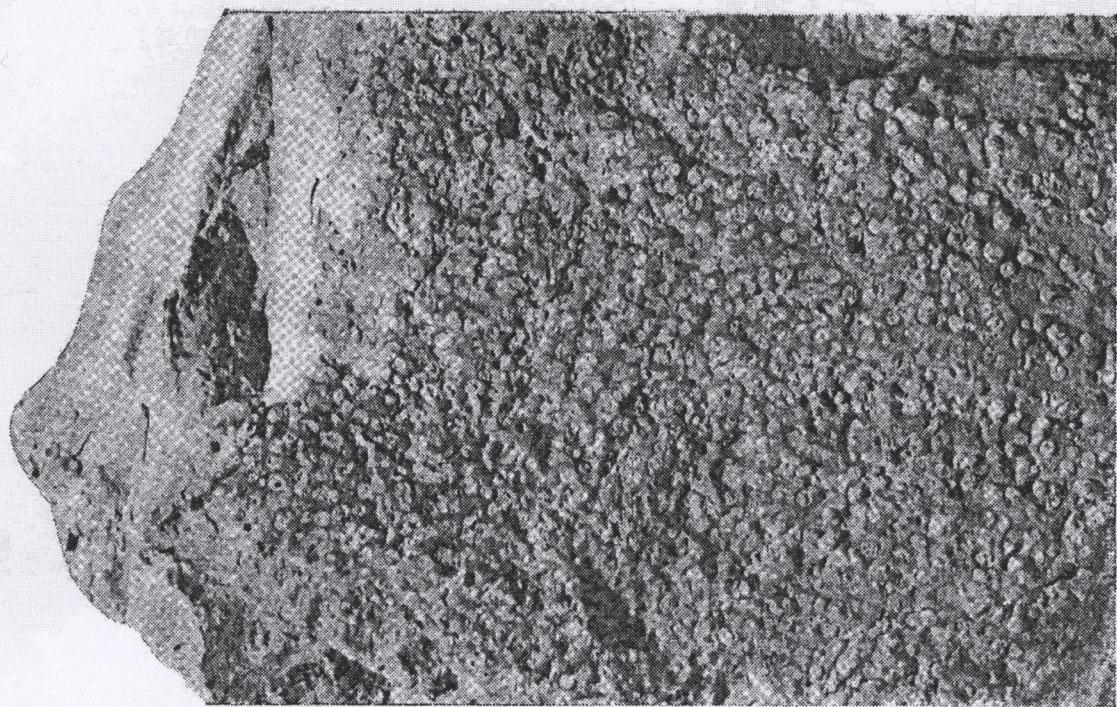
2



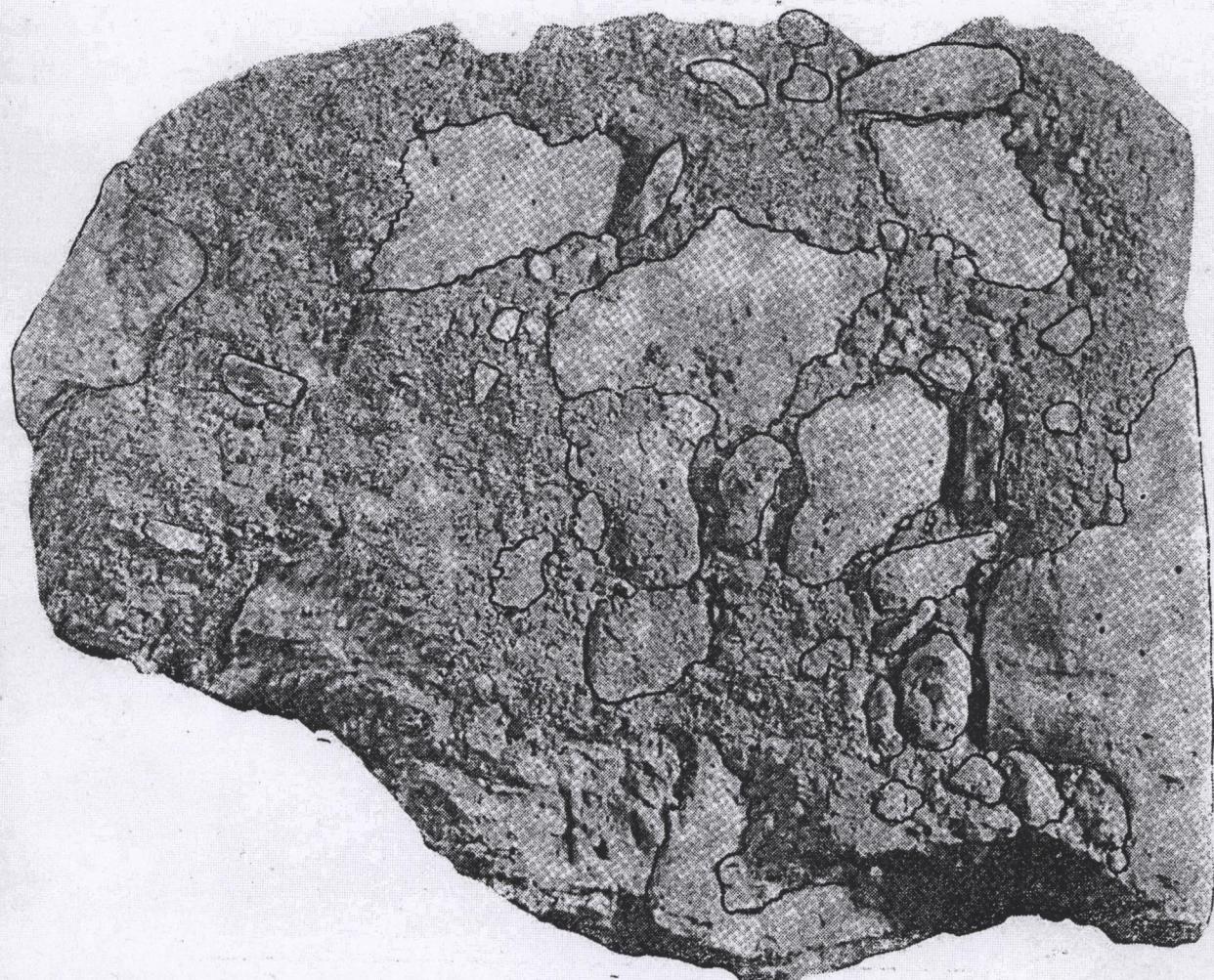
Фиг. 2. Нижняя поверхность покрывающего слоя известняка, также окрашенная глауконитом, с известняковыми шипами, входившими в коррозионные ямки.

Колл. № $\frac{2341}{2}$; 4/5 нат. вел.

2

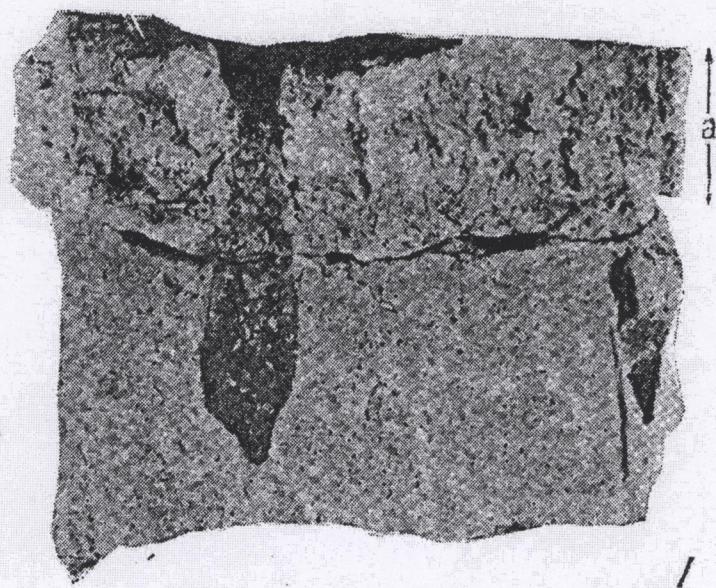


Фиг. 1. Сверления Trypansites в верхней поверхности „горба“ на р. Сиси у хут. Монцево. Колл. № $\frac{2342}{2}$ ок. 2/3 нат. вел.



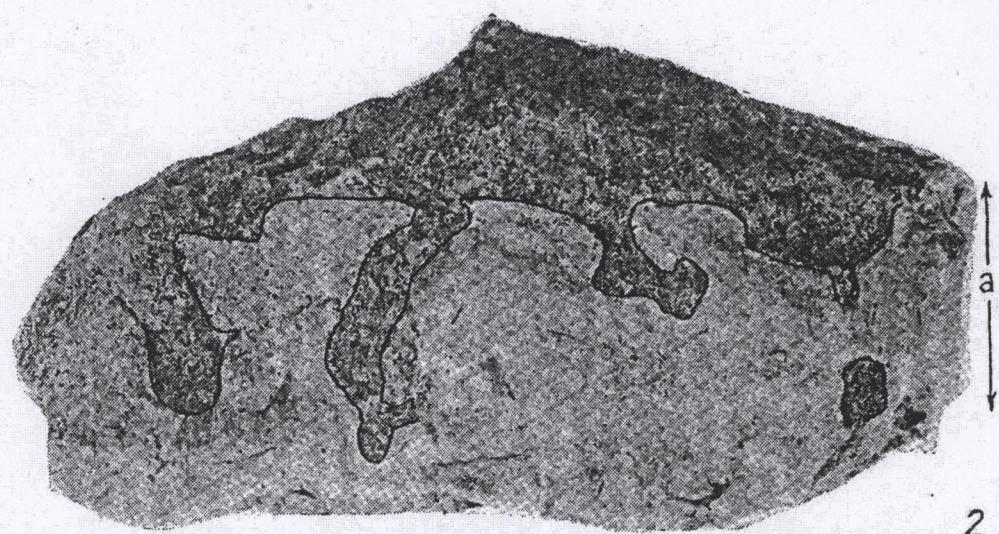
Фиг. 2. Известняковый конгломерат (со сверлениями в гальках) из глауконитовых известняков на р. Волхове. Колл. № 65—1; 1/2 нат. вел.

Таблица III



Фиг. 1. Разрез через коррозионную ямку, заполненную зернами глауконита. Низы глауконитовых известняков на рч. Поповке. a — зона, окрашенная в желтовато-коричневый и красный цвета.

Колл. № $\frac{1747}{135}$; 3/4 нат. вел.



Фиг. 2. Коррозионные ямки, заполненные известняком, обогащенным зернами глауконита. Глауконитовый известняк на р. Волхове. a — зона оранжево-красного цвета Колл. № 65—2 нат. вел.