

П.В.МАРКЕВИЧ

«Турбидиты» и «флиш» без пояснений — опасные термины

Автор статьи предупреждает, что к терминам «флиш» и «турбидиты», когда они не дополнены конкретной информацией о характере ритмичных отложений, нужно относиться с осторожностью. Особенно это касается использования указанных терминов в неспециальных седиментологических работах. Приведены примеры такого использования, которые вводят в заблуждение геологов.

«Turbidites» and «flysh» are dangerous terms without explanations. P.V.MARKEVICH (Far Eastern Geological Institute, FEB RAS, Vladivostok).

The author warns that the terms «flysh» and «turbidites» should be used with caution when they are not supplied with the information on nature of rhythmic units. It especially concerns usage of these terms in the non-special sedimentological works. Some examples of such usage, which mislead geologists, are given.

В геологической литературе часто используются седиментологические термины «флиш» и «турбидиты». Образования, которые они обозначают, общепринято считать индикаторами не только определенных физико-географических условий седиментации и типов осадочных бассейнов, но и более общих геотектонических и геодинамических обстановок, характеризующих геологическое развитие того или иного объекта или региона в целом. Между тем существуют некоторые терминологические сложности, связанные с тем, что оба термина генетические, а не описательные, то есть ими определяется, по какой модели седиментации накапливались те или иные осадки, минуя конкретное описание самих пород и их ассоциаций. Это, как правило, не позволяет понять, о каких именно конкретных объектах идет речь и насколько правильно они названы флишем или турбидитами, не говоря уже о том, что сами термины понимаются неодинаково и со времени их введения в геологический обиход каждый из них приобрел разные значения. Цель настоящей статьи — предостеречь геологов от применения терминов «флиш» и «турбидиты» без указания, какие именно породы они обозначают.

Флиш [3] — мощная, до сотен метров, серия морских осадочных образований, характеризующаяся чередованием по меньшей мере двух, обычно трех (реже — четырех–пяти) слоев основных литологических разновидностей зернистых и незернистых пород (рис. 1, 2). Эти породы образуют закономерные сочетания — простые ритмы, как правило измеряющиеся сантиметрами и дециметрами, размер частиц в которых постепенно уменьшается снизу вверх, образуя так называемую

МАРКЕВИЧ Павел Владимирович — доктор геолого-минералогических наук (Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, Владивосток).

Исследования проводятся при финансовой поддержке РФФИ (грант № 02–05–65222).



а



б



в

Рис. 1. Типичные естественные обнажения флишевой формации в восточной части Журавлевского террейна Сихотэ-Алиня на р. Рудная. а — песчаный крупно-ритмичный флиш, б и в — песчано-глинистый флиш

градационную слоистость (рис. 3). Флиш беден органическими остатками или вообще лишен их, но содержит, иногда в изобилии, следы жизнедеятельности червей (фукоиды) и так называемые гиероглифы — отпечатки следов, оставленных на дне предметами (механоглифы) или животными (биоглифы) (рис. 4). Термин введен в 1827 г. швейцарским геологом Б.Штудером как обозначение формации, широко развитой в Альпах, везде образованной темно-серыми сланцами и песчаниками. Слово «флиш» («текучий», от немецкого «flieBen» — течь) заимствовано Б.Штудером у местных крестьян, которые называют так сланцеватые, трещиноватые и легко разрушающиеся породы, склонные иногда к оползанию [3].

Турбидиты — отложения, осаждаемые мутьевыми потоками (turbidity currents). Они представляют собой пласты песчаников (в нелифифицированных осадках —

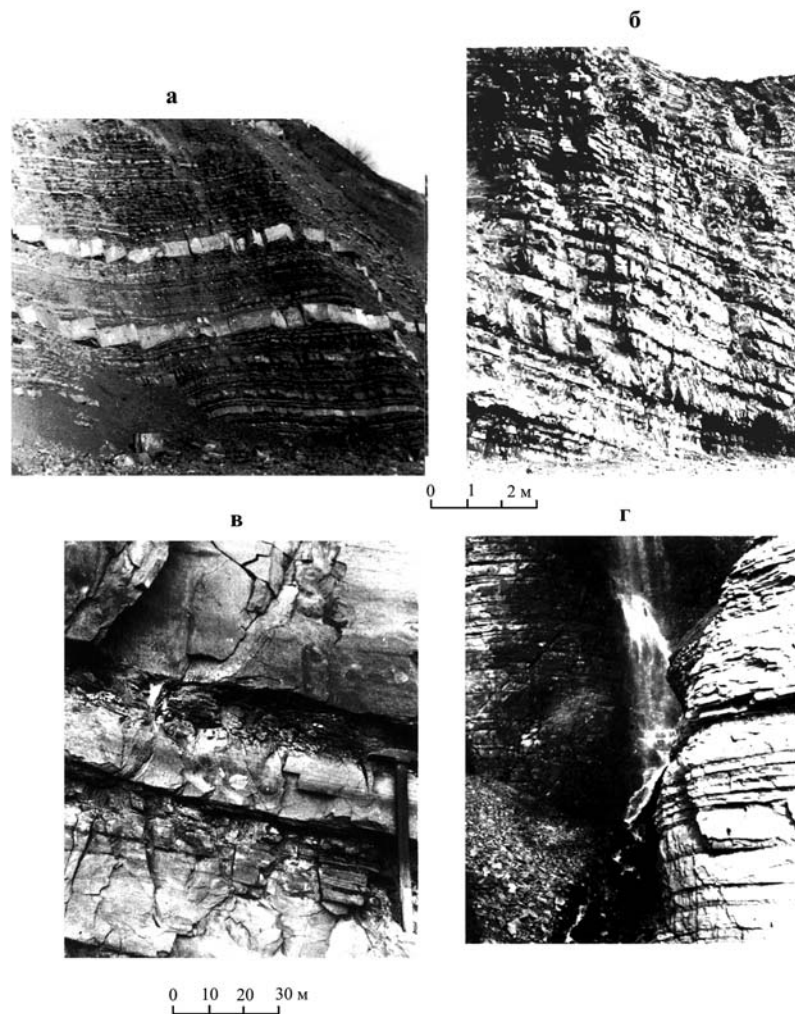


Рис. 2. Типичные естественные обнажения флишевой формации северной Камчатки в береговых обрывах зал. Корфа. а — нижняя часть формации, б — песчано-глинистый флиш, в — деталь песчано-глинистого флиша (рис. б, нижние слои), г — песчаный крупно-ритмичный флиш

песков), алевролитов (алевроитового ила) или обломочных известняков (калькарени- тов), чередующиеся с алевроаргиллитами (алевроитовыми глинами) и аргиллитами (глинами), причем каждый слой песчаника залегает с резким контактом на подсти- лающем алевроаргиллите или аргиллите. Мутьевые потоки, движимые гравитацией, благодаря более высокой плотности, чем окружающая чистая вода, из-за большого количества взвешенного в ней осадочного материала движутся вниз по любому склону. Они стали известны геологам с 1936 г. [13], когда Р.А.Дели установил их как причину образования современных подводных каньонов, а в 1950 г. Ф.Кюнен и К.Миглиорини [11, 12] отнесли к продуктам этих потоков олигоценые песчаники северных Апеннин. Важно то, что слои алевроитов или пелитов, осажденные из суспензии в очень спокойной воде («фоновые» осадки), периодически внезапно прерыва- ются грубым материалом из мощного донного течения, первоначально быстрого и размывавшего дно, а затем быстро угасавшего. Наиболее характерная особенность турбидитов — ритмичность их строения, что внешне сближает их с флишем.


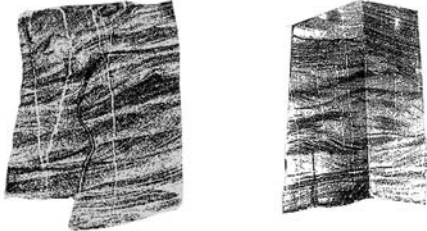
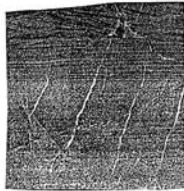
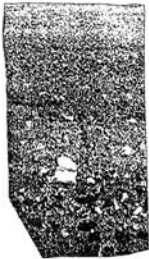
Образцы пород	Подэлементы ритма [2]	Элементы «цикла Боума» [10]
	IV	D
	III	C
	II	B
	I	A

Рис. 3. Зернистая часть элементарного ритма флиша и соответствующие части цикла Боума турбидитов в восточной части Журавлевского террейна Сихотэ–Алиня на р. Рудная

В 1962 г. А.Боума [10] установил легко определяемый поперечный профиль последовательности текстур в каждом многослое турбидитов. Это «идеальный» разрез турбидитового многослоя, известный под названием сечение, или цикл, Боума (Bouma sequence) (рис. 3), верхних или нижних частей которого в природе в большинстве случаев нет. Из элементарного флишевого ритма [2], в том случае, когда он представляет собой турбидит, также могут «выпадать» некоторые элементы цикла А.Боума. Например, в проксимальном (наиболее близком к источнику питания) грубокластическом и песчаниковом флише, как правило, нет косослоистой

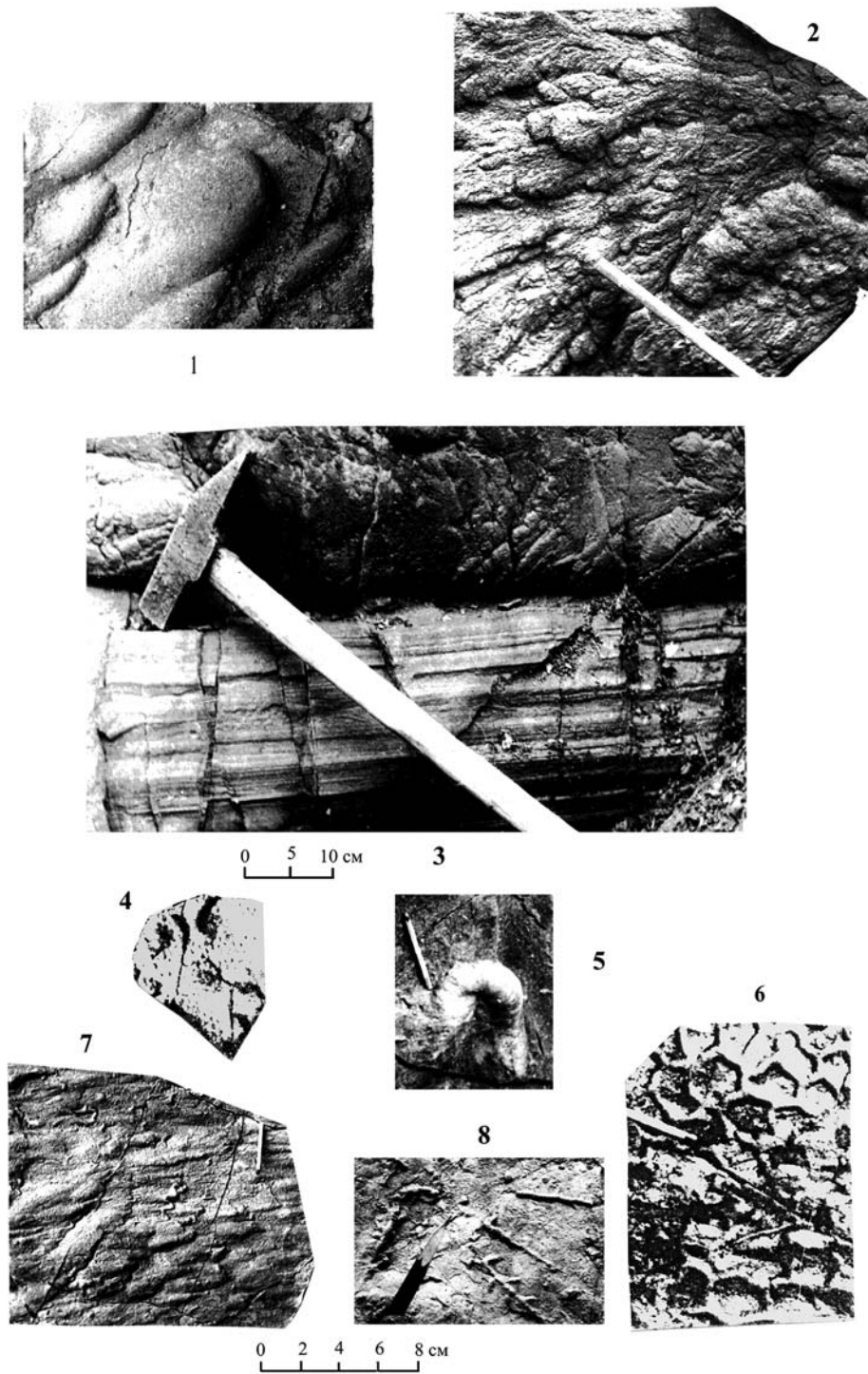


Рис. 4. Некоторые гиероглифы в основании элементарных ритмов флиша в восточной части Журавлевского террейна Сихотэ-Алиня на р. Рудная. 1—3 — механоглифы, 4—8 — биоглифы

части С, зато в дистальном (наиболее удаленном) нет элементов А и В или они плохо выражены. Р.Уолкер [14], используя экспериментальные данные, интерпретировал разрез Боума применительно к режимам транспортирующего и осаждающего потока и доказал, что этот своеобразный разрез обязан «таянию» энергии мутьевого потока при переходе от сильных к слабым режимам. Соответственно выделяются крайние фации турбидитов: проксимальные, при максимальной энергетической силе потока, и дистальные — при минимальной его гидродинамике.

После введения в геологическую литературу терминов «флиш», а затем «турбидит» они широко применяются не только седиментологами, но и другими геологами, поскольку считается, что такие отложения свидетельствуют об определенных геологических, тектонических и геодинамических обстановках седиментации. После первых, широко известных работ Кюнена и Миглиорини [11, 12] их представления о турбидитах, во многом благодаря мощной поддержке в центральных российских журналах известным литологом И.В.Хворовой [9], быстро распространились и приобрели большую популярность в нашей стране. Почти все морские тонкоритмичные терригенные толщи, ранее, как правило, называвшиеся флишем или флишоидными образованиями и считавшиеся, согласно Н.Б.Вассоевичу [2], результатом колебания уровня моря и миграции береговой линии относительно неглубокого шельфа, стали называться турбидитами и, как следствие, считаться отложениями, материал которых транспортировался мутьевыми потоками. Таким образом, место образования флиша «переместилось» с шельфа к подножию континентального склона и прилегающей части океана или окраинного моря, где, как установлено океанологическими исследованиями, накапливаются современные морские турбидиты. Постепенно флиш и турбидиты, благодаря их большому внешнему сходству и простоте объяснения происхождения последних, стали синонимами, хотя происхождение тех и других образований далеко не всегда одинаково. Между тем палеогеографическое толкование флиша и турбидитов, весьма распространенных в складчатых областях, не только имеет историко-геологическое значение, но влечет за собой и другие выводы: от определения геодинамической обстановки накопления осадков [8] до возможности обнаружения в них полезных ископаемых, в том числе углеводородов и фосфора [3].

Обзор современной и недавней геологической литературы показывает чрезмерное и, главное, далеко не всегда корректное обращение с терминами «флиш» и «турбидит». Обнаруживается, что у объектов, которые названы этими терминами, есть только два объединяющих свойства: ритмичное (циклическое) строение, точнее частая повторяемость их элементарных составляющих ритмов (циклов), и градиционная слоистость. Это позволило называть такие объекты, в целом, ритмитами или циклитами. Однако строение и состав как флиша, так и турбидитов настолько разные, что, не уточняя их морфологические особенности, трудно понять, о чем идет речь.

Одна из причин разнообразных ошибок в использовании этих терминов, вероятно, в том, что они генетические (а не описательные) и сразу указывают на характер накопления серии многослоев более или менее одинакового строения и состава, но не дают представления о геологической сущности объекта. К сожалению, оба эти термина без дополнительных объяснений по уровню точности не «дотягивают» даже до таких общих терминов, как «морские», «аллювиальные», «эоловые» и т. п. отложения, поскольку во всех этих обстановках чередующиеся слои вполне могут накапливаться, но одного этого факта явно недостаточно для тех важных порой выводов, к которым приходят некоторые авторы. Генетические определения обязательно должны быть дополнены описанием пород [7]: даны их

название, гранулометрия и состав (породообразующие компоненты, минеральный, валовой химический и даже микроэлементный состав).

История развития представлений о флише и турбидитах и их содержании, особенно флиша, в силу более чем столетней давности термина, излагается во многих обзорах и даже монографиях. В этом смысле, насколько мне известно, их «обогнал» только термин «фация», толкование которого еще более многозначно. Поэтому без уточнений строения и состава флиша и турбидитов в конечном счете не должна обходиться ни одна аккуратно подготовленная и посвященная им геологическая работа.

Как это ни парадоксально, разные взгляды на формирование внешне очень похожих ритмичных толщ — флиша и турбидитов — основываются на одних и тех же главных их признаках: градационной слоистости и ритмичном строении. Однако, несмотря на многие исследования, до сих пор не ясно, как соотносятся флиш и турбидиты. Ритмичность флиша долгие годы связывалась с колебаниями уровня моря и изменением глубины и удаленности места накопления флиша от источника питания в пределах шельфовых глубин, не превышающих первые сотни метров, где такие колебания сказываются на размерности частиц осадков [2]. С появлением понятия «турбидит» сначала за рубежом, а затем и в нашей стране причиной всех особенностей флиша, включая ритмичность и градационную слоистость, стали считать мутьевые потоки (*turbidity currents*) и практически все разновидности флиша относить к соответствующим разновидностям турбидитов. Между тем, хотя часть флишей в определенных условиях несомненно может накапливаться по турбидитовой модели, это не опровергает того, что другая их часть, в других условиях, может образовываться по другой модели — благодаря колебаниям условий седиментации, перечисленным выше.

Со временем и тот и другой термин стали употребляться очень широко, и без уточнения трудно понять, о каких именно осадках идет речь. Вдобавок некоторые геологи употребляют эти термины как синонимы, полагая, что все разновидности флиша представляют собой турбидиты, а все турбидиты могут быть отнесены к флишу. Это еще более усугубило ситуацию.

Далее, термин «дистальные турбидиты», основной транспортирующий фактор которых мутьевой поток, направленный вниз по подводному склону, смешивается с другим общепринятым — «контуриты» — или приравнивается к нему. Однако последние накапливаются под влиянием контурных донных течений, ориентированных примерно перпендикулярно мутьевым — вдоль контура подножия подводного склона. Контуриты, в свою очередь, иногда трактуются как современный аналог нефелоидного флиша [5].

Ситуация становится и вовсе безнадежной, когда авторы выходят в область общей геологии, тектоники, а еще хуже — геодинамики. Тут флишем и особенно турбидитами, а также другими терминами более низкого ранга, связанными с ними, могут быть названы объекты разнообразнейшего строения и состава. В итоге любое чередование просто или сложно построенных слоев может быть определено как флиш или турбидиты. На Дальнем Востоке России это увлечение турбидитами приобрело крайнее выражение в выделении огромного по площади (тысячи квадратных километров) и мощности (несколько тысяч метров) Журавлевского турбидитового террейна Сихотэ–Алиня [8], сложенного главным образом нижнемеловыми терригенными отложениями с ритмичным строением разного масштаба и упорядоченности. Это название используется в новейшей геологической литературе, перекочевывая из одной публикации в другую. Между тем в свое время автор [6 и др.] привел доводы в пользу отнесения к турбидитам и флишевой формации

только узкой восточной полосы этого террейна (тогда эта структура «входила» в состав Главного синклинория Сихотэ–Алиня, а еще раньше — в состав Восточно–Сихотэ–Алинского раннемелового прогиба [4]). Образования же его большей, примерно одновозрастной западной части хотя и сложены ритмичными осадками, но не отвечают всем требованиям, предъявляемым к турбидитам [6]. Эти образования, вероятнее всего, накопились на восточноазиатском шельфе Палеоокеана, ширина которого достигала по меньшей мере нескольких сотен километров, — месте, где для образования турбидитов нет подходящих условий.

Ритмичным толщам этой части Журавлевского террейна, в отличие от турбидитов его восточной части, не свойствен целый ряд важных признаков, дающих право называть их так. Они содержат необычно много остатков донной, в том числе и жестко прикреплявшейся к субстрату, макрофауны, незначительно или вовсе не перемещенных с мест обитания и образующих нередко целые прижизненные сообщества, причем не только в песчаниках, но и алевроаргиллитах, в которых, к тому же, очень мало скелетов радиолярий. Кроме того, однонаправленная градационная слоистость в элементарных ритмах (циклах) нередко выражена слабо, а иногда ее почти нет или она «обратная» или симметричная «маятниковая» [1]. В этих отложениях есть лишь некоторые элементы ритма Н.Б.Вассоевича [2] и турбидитового цикла Боума [10]. Нижние границы зернистой части этих ритмов не являются слепками с поверхностей подводного размыва глинистых осадков: они не резкие и не несут, как правило, ни биоглифов, ни механоглифов, в частности «язычковых» (flute-casts), что не свидетельствует ни о перерыве в седиментации, ни, тем более, о размыве дна мутьевыми потоками. Все эти особенности не позволяют относить ритмичные толщи большей части Журавлевского террейна к турбидитам и, соответственно, включать этот термин в его название. Между тем присутствие турбидитов — один из аргументов в пользу существования в раннем мелу трансформной (сдвиговой) окраины континента, заменившей прежнюю субдукционную, и вытекающих из этого некоторых других выводов. В противовес этим аргументам сторонники выделения этого террейна как турбидитового выдвигают один: мы имеем здесь дело с гравитационными образованиями типа олистостром, которые накопились у подножия раннемелового континентального склона и содержат огромные блоки шельфовых отложений, перемещенных туда под влиянием гравитации в ненарушенном виде, с сохранением всех признаков шельфа, в том числе и органических остатков.

Иными словами, разгадка происхождения турбидитов — это не разгадка флиша, поскольку флиш — полигенетическое понятие. Это же касается ритмичных толщ, не относящихся к флишу, например флишоидных.

Я решил обратить внимание на этот пример недифференцированного подхода к ритмичным терригенным толщам как на наиболее свежий и территориально близкий нам и на выводы, которые могут дезориентировать геологов. Однако подобные ошибки не исключены, а, скорее всего, возможны и в любых других местах. Так что, встретив в литературе термин «турбидит» и его производные, будьте осторожны: это может быть ошибкой. Участвуя в морских седиментологических исследованиях осадков дна Тихого океана и его окраинных морей, мне также приходилось наблюдать, как современные или более древние глубоководные алевритово–песчаные слои мощностью до нескольких дециметров нередко описывались как турбидиты лишь на основании даже слабо выраженной градационной слоистости. Это не только заведомо опрометчиво, но и вредно, так как такое определение осадка, попадая без уточнения в публикации, приобретает статус геологического факта со всеми вытекающими отсюда последствиями.

Все это побудило автора, многие годы изучавшего терригенные ритмичные толщи Сихотэ–Алинского, Камчатско–Корякского и других регионов Дальнего Востока, а также знакомого с ними по считающемуся классическим флишу Кавказа, Крыма и Карпат, исследовать нижнемеловые тонкоритмичные отложения Журавлевского террейна Сихотэ–Алиня с целью выработать обоснованную модель их накопления и формирования современной геологической структуры. Основной подход при этом — изучение палеоэкологических особенностей ископаемой фауны отложений, фациальных обстановок ее обитания и характера ее захоронения, а также их увязка с литолого–фациальным составом отложений, в которых она была найдена.

Однако я должен признать, что моя точка зрения об отсутствии в большей части Журавлевского террейна турбидитов не дает удовлетворительного объяснения одному из характернейших признаков песчаников готерив–альбского возраста, ранее объединявшихся в уктурскую серию. Впоследствии серия была разделена на ряд свит, главным образом на основании соотношения в ней песчаного или алевропелитового компонента, а также характера чередования этих пород.

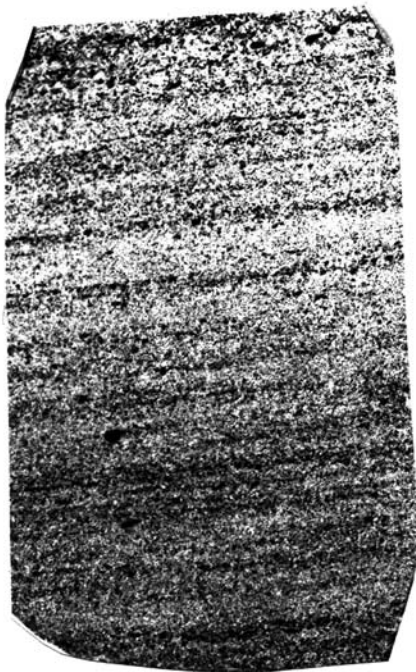
Дело в том, что уктурские песчаники всегда содержат видимые простым глазом или микровключения алевроаргиллитов (рис. 5), которые, благодаря темно–серому, почти черному цвету, ярко выделяются на преобладающем светло–сером фоне аркозового песчаника разной зернистости. Включения в основной части пластов песчаника не превышают первых миллиметров, но в основании пластов, примерно на первых десятках сантиметров мощности, они намного крупнее, до нескольких сантиметров. Такие крупные включения иногда называют катышами. Примечательно, что включения заполняют промежутки между заведомо обломочными частицами песчаника, приспособившись к границам последних и далеко проникая между ними, как правило образуя извилистые в разрезе отростки. Это говорит о том, что они накапливались в пластичном состоянии и, следовательно, представляют собой обрывки незатвердевшего алевропелитового осадка, оторванные от дна мощными течениями и перемешанные с осаждавшейся геологически мгновенно и одноактно большой порцией песка. Донные течения такой силы характерны для мутьевых потоков, образующих турбидиты, и не свойственны шельфовой седиментации, хотя и здесь они локально доказаны (волны цунами, приливно–отливные течения и др.). Между тем нижние границы песчаников, содержащих алевроаргиллитовые включения, резкие, но на них крайне редко можно видеть типичные и очень частые в заведомых турбидитах «язычковые» механоглифы (flute–casts) — отпечатки желобков размыва алевропелитового дна, на котором быстро накапливалось большое количество песка, где фрагменты дна захоронялись. Значит, эти локальные течения не мутьевые. Кроме того, включения обычны в мощных, от нескольких дециметров до десятков метров, пластах песчаника. Более тонкие слои сложены другими песчаниками: более темными, мелкозернистыми и не содержащими алевроаргиллитовых включений. Объяснение этого факта требует дополнительного тщательного изучения.

Таким образом, когда мелкоритмичные осадочные образования называют флишем или турбидитами, способ их накопления понимается по–разному: либо как результат перемещения береговой линии и изменения глубины места седиментации, происходивших на относительно мелководном (не более 200 м) шельфе, либо как результат осадения этих образований из мутьевых потоков в нижней части и у подножия континентального подводного склона в относительно глубоководной (1200 м и более) части бассейна седиментации. И в каждом отдельном случае, прежде чем объяснять происхождение тех или иных мелкоритмичных

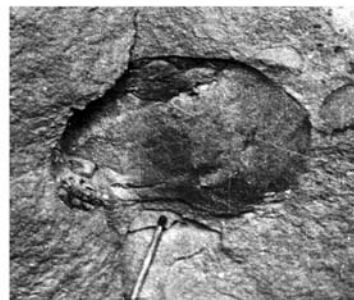


0 0,1 0,2 мм

а



б



в



г

0 1 2 3 см

Рис. 5. Включения различных размеров первично пластичного алевроаргиллита в песчаниках западной части Журавлевского террейна Сихотэ-Алия на реках Журавлевка и Павловка. а — микрофотография песчаника, б — тот же песчаник в натуральную величину, в, г — крупные включения в основании песчаника

толщ, необходимо дать конкретное описание их строения и состава в целом, а также составляющих их элементарных ритмов, потому что, несмотря на внешнее сходство этих образований, они могут иметь разную природу и геисторически толковаться по-разному.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ботвинкина Л.Н. Методическое руководство по изучению слоистости. М.: Наука, 1965. 259 с. (Тр. ГИН АН СССР; Вып. 119).
2. Вассоевич Н.Б. Условия образования флиша. М.: Гостоптехиздат, 1951. 198 с.
3. Геологические формации: Терминологический справочник. Т. 2. Осадочные, вулканогенно-осадочные и метаморфические формации. М.: Недра, 1982. 397 с.
4. Кропоткин П.Н., Шахварстова К.А. Геологическое строение Тихоокеанского подвижного пояса. М.: Наука, 1965. 362 с.
5. Лихт Ф.Р. Нефелонидные отложения — индикатор условий осадкообразования, геодинамики и минерализации // Тихоокеан. геология. 2004. (В печ.).
6. Маркевич П.В. Нижнемеловая флишевая формация Восточного Сихотэ-Алиня. Владивосток: ДВФ СО РАН, 1970. 113 с.
7. Маркевич П.В. Осторожно, турбидиты! // Генетический формационный анализ осадочных комплексов фанерозоя и докембрия: Материалы 3-го Всерос. литол. совещ., Москва, 18—20 марта 2003 г. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2003. С. 19—21.
8. Ханчук А.И., Панченко И.В., Кемкин И.В. Геодинамическая эволюция Сихотэ-Алиня и Сахалина в палеозое и мезозое // Тихоокеанская окраина Азии. Геология. М.: Наука, 1989. С. 218—254.
9. Хворова И.В. О происхождении флиша // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1958. Т. 331, вып. 5. С. 3—21.
10. Bouma A.H. Sedimentology of some flysch deposits. A graphic approach to facies interpretation. Amsterdam: Elsevier, 1962. 168 p.
11. Kuenen Ph.H. Experiments in connection with turbidity currents and claysuspensions // Submarine Geology and Geophysics. L., 1965. P. 21—32.
12. Kuenen Ph.H., Migliorini C.I. Turbidity currents as a cause of graded bedding // J. Geology. 1950. Vol. 58, N 2. P. 91—127.
13. The Encyclopedia of Sedimentology. Stroudsburg, Pennsylvania: Dowden et al., 1978. 901 p.
14. Walker R.G. The origin and significance of the internal sedimentary structures of turbidites // Proc. Yorkshire Geol. Soc. 1965. Vol. 35. P. 1—32.