

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ

Препринт № 1

Ю.К. Советов, А.Г. Малюжинец

**АССОЦИАЦИИ И ГЕНЕЗИС
ОТЛОЖЕНИЙ
КАРБОНАТНОГО ФЛИША
ВЕРХНЕГО РИФЕЯ
ТАЛАССКОГО ХРЕБТА**

НОВОСИБИРСК 1987

Советов Ю.К., Малижинец А.Г. Ассоциации и генезис отложений карбонатного флиша верхнего рифея Таласского хребта. Новосибирск, 1987. - 26 с. (Препринт ИГиГ СО АН СССР; № 1).

Рассмотрено стратиграфическое положение карбонатного флиша в таласском флишоидном комплексе. Выделены главные типы отложений и их ассоциаций. Показано широкое распространение ритмичных параллельно-слоистых ассоциаций и локальное - крупнообломочных, связанных с каналами в пределах подводных долин. Проведен статистический анализ мощности слоев из различных параллельно-слоистых ассоциаций. Устанавливается связь флиша с обрамляющими бассейны поднятиями, в пределах краевых частей которых находилась карбонатная рифовая формация, синхронная флишу.

Изучение верхнерифейского флиша полезно не только геологам, изучающим докембрийские складчатые комплексы, но также, для сравнительного анализа, всем исследователям флиша и геологам-съемщикам, картирующим флишевые толщи.

ВВЕДЕНИЕ

Таласский хребет – область распространения разнообразных по структуре и составу флишевых толщ верхнерифейского возраста. Карбонатная флишевая толща занимает среднее стратиграфическое положение среди толщ терригенного что само по себе является примечательным фактом выравнивания горных хребтов, сложенных алюмосиликатными породами, и возникновения в это время карбонатных барьеров для терригенных компонентов. Карбонатный флиш здесь выделяется в отдельную толщу – чаткарагайскую свиту. Все мелкие тела характерных для него парагенетических ассоциаций отложений на других стратиграфических уровнях считаются подчиненными элементами терригенно-карбонатного флиша и в данной статье не рассматриваются.

Типизация флиша, в том числе карбонатного, может осуществляться, как и всякого другого сложного объекта, по нескольким основаниям. Важнейших среди них два – состав и структура отложений с явными признаками действия течений и без видимого влияния течений. То, что отличает флиш от других формаций – наличие периодического повторения течениевых (в том числе мутьевых) отложений на фоне спокойной вертикальной седиментации – по-видимому, является главным его свойством (атрибутом), по силе проявления которого можно судить о степени "флишевости" толщ. Это свойство особенно проявляется в тех градациях формации, где преобладают отложения долин в средних частях подводного конуса выноса, а отложения пелагической спокойной седиментации подчинены или вообще отсутствуют. При формальном равенстве классификации по разным признакам течениевому следует отдать предпочтение, как ведущему при формировании подводных конусов выноса и в определении понятия и названия "карбонатный флиш". Карбонатным мы называем флиш, в котором течениевые отложения сложены карбонатными частицами (зернами, обломками) разной размерности. Как правило, имеются

все промежуточные разновидности при переходе от чисто карбонатных ассоциаций обломков к аллюмосиликатным в пласте, пакете, пачке и толще в целом. В пласте – это смеси всех гралапий (непрерывные, послойные), в пакете – включения разных по "терригенности" слоев, в пачке – включения разных по этому свойству пакетов, в том числе чисто аллюмосиликатного состава, в толще – включения в разной степени малокарбонатных пачек. Здесь не ставится вопрос о применении понятия флиш для сколько угодно мелких стратиграфических подразделений, так как на конечной стадии эта процедура может привести к расчленению на монопласты и к потере общности крупного интервала разреза. Мы принимаем визуальную оценку главного признака – карбонатности зернистых компонентов – за основу выделения области карбонатного флиша в стратиграфическом и латеральном направлениях. Отклонения главного признака соответственно оцениваются и служат мерой фациальных изменений.

Карбонатный флиш Таласского хребта – чаткарагайская свита в современном понимании ее объема – был выделен со стратиграфических позиций при геологическом картировании предшествующими исследователями /Максумова, 1967/. Его стратиграфический объем уточнился в результате обособления сагызганской свиты /Максумова, 1980; Малжиинец, Советов, 1985/.

Настоящая статья написана по материалам более детальных стратиграфических и формационных исследований авторов, целью которых было описание главных ассоциаций отложений чаткарагайского флиша, тогда как детальная стратиграфия излагается в статье, находящейся в печати. Сведения по геологии и стратиграфии здесь приводятся для общих представлений только по мере необходимости.

Геологическое и стратиграфическое положение чаткарагайской свиты

Эта свита исследовалась на всей территории северного склона Таласского хребта в двух типах разрезов – сокращенном по мощности мелководно-морском, биохомогенном и – глубокоководно-морском, кластогенном. Второй тип разреза является карбонатным флишем, его детальные исследования проводились в западной части указанного района в пределах Кумыштагского тектонического блока или Центральноталасского синклиория. Мощность свиты от мелководных фаций к глубокоководным возрастает от 300 до 1000 м. Полные разре-

зы флишевых отложений вскрыты в долинах рек Бакаир, Шильбили, Карабура, Урмарал и Бешкель, где они смяты в серию сопряженных складок и образуют полосу выходов шириной от 1 до 4 км и длиной более 60 км.

Стратиграфическая позиция чаткарагайской свиты в Кумштагском тектоническом блоке ясная: подстилается она сарыджонской и перекрывается сагызганской свитой. В этом блоке находятся наименее метаморфизованные осадки с хорошо выраженной структурой и текстурой.

Стратиграфия

Стратиграфические границы чаткарагайской свиты нерезкие, поэтому при выделении толщи под этим названием в таласском флиш-оидном комплексе исследователи руководствовались разными признаками. Мы придерживаемся факта, установленного наблюдением, что наиболее выразительной нижней границей может служить подошва крупной пачки кластических известняков так называемого южно-тайтинского типа. Несмотря на то, что и ниже по разрезу встречаются пакеты таких же известняков, указанная пачка выделяется по их преобладанию, по резко подчиненному положению терригенных (алмосиликатных) обломков, по мощности, что удобно для картирования.

Верхняя граница чаткарагайской свиты также условная. В современном понимании ее объема из нее исключается крупная толща (ранее выделявшаяся в составе верхней подсвиты), в основании которой находятся плоскообломочные известняковые брекчии и текстуры оползания осадков, а сама она содержит специфические терригенно-карбонатные пакеты тонкого и очень тонкого чередования светлоокрашенных известняков, алевролитов и алевролито-аргиллитов. Эта толща, выделенная под названием сагызганская свита /Максумова, 1980; Малыжинец, Советов, 1985/, является контрастной по составу и структуре в отличие от более однородной чаткарагайской.

Чаткарагайская свита подразделяется на пять пачек, по верхней границе нижней пачки проводят разделение на подсвиты. Большое значение при выделении пачек имели специфические разновидности флишевого набора пород, которые при полевых формационных и стратиграфических исследованиях получили предварительные географические названия: южно-тайтинская, тухторская, талдыбулакская, сулучетындинская. Южно-тайтинская ассоциация представляет собой чередование слоев чистых темно-серых и черных калькалевролитов (реже калькаренитов) и известковистых аргиллитов или глинистых известняков (кальклотитов), превращенных в сланцы. Первые имеют мощность 3–30 см, реже больше и преобладают в составе ассоциации (80–90%), вторые – 0,5–3 см. Характерная особенность калькаренитов – неясно выраженная слоистость и гранулометрическая сор-

тировка; волнистые поверхности слоев отражают скрытую косоволнистую текстуру.

Тужкторская ассоциация по составу близка к южно-тайтинской, отличается постоянным присутствием примеси терригенных компонентов в карбонатных и, как следствие этого, хорошо выраженной косослойчатой текстурой и серо-бурой окраской. В талдыбулакской ассоциации доля терригенных компонентов еще больше увеличивалась, что привело к появлению песчаников в основании кластических слоев и смещению состава сланцев в глинистую область. Слои кластиков в талдыбулакской ассоциации часто являются трехчленными, среди них, в %: песчаников до 20, алевролитистых и песчанистых известняков - 50, известковистых аргиллитов и аргиллитов - 30. Зернистые компоненты разреза имеют серо-коричневую и темно-серую окраску, пелагиты - серую и зеленовато-серую. Кроме указанных, в верхах чаткарагайской свиты развиты маяташская и сулучетындинская ассоциации со светлыми бежевыми и кремовыми обломочными алевролитоморфными известняками. Иногда встречаются красноцветные пакеты сланцев в тонкослоистых ассоциациях.

Разрез чаткарагайской свиты состоит из следующих стратиграфических частей (снизу вверх):

Мощность, м

Нижняя подсвита:

1) известняки кластические южно-тайтинского типа... 100-450

Верхняя подсвита:

2) сложное изменчивое по латерали чередование песчаников, кластических известняков и известковистых алевролито-аргиллитов (в пестроцветном типе разреза содержит маркирующую пачку красных алевролито-аргиллитов)..... 30-200

3) алевролитистые известняки, замещающиеся к северо-востоку известковисто-алевровитовыми сланцами - ассоциация талдыбулакского типа 20-100

4) серые кластические известняки и известковистые аргиллиты образуют ассоциацию тужкторского типа 100-300

5) розовые и буровато-розовые кластические известняки и аргиллиты к северу замещаются серыми кластическими известняками 0-200

Суммарная мощность чаткарагайской свиты 300-1000

В целом эта свита характеризуется ритмичным чередованием

кластических известняков и тонкообломочных карбонатно-глинистых и алевроито-глинистых пород, которое прерывается редкими и локальными пачками массивных крупнообломочных карбонатных отложений. Их количество с сокращением общей мощности свиты несколько увеличивается к северу и востоку при приближении к древнему Курган-Карагоинскому поднятию /Королев, Максумова, 1964/. Возраст чаткарагайской свиты считается верхнерифейским на основании сопоставления с фитогенными аналогами Курган-Карагоинского блока, где известны верхнерифейские строматолиты и микрофитолиты.

Основные типы отложений

Типами отложений мы называем осадочные тела, морфологически представленные линзами и слоями, характеризующиеся каким-либо значимым своеобразием состава частиц, их структурой и текстурой. Типы отложений образуют друг с другом парагенезы и, следовательно, встречаются в разных количественных соотношениях на всех срезах формации, ранжированы по величине слагающих обломочных частиц и описываются по порядку от более грубых к тонким, карбонатных к аллюмосиликатно-силикластитовым (терригенным).

Конгломераты и конгломерато-брекчии известняковые образуют редкие линзы мощностью до 5 м и видимой длиной от десятков до первых сотен метров. Нижняя поверхность линз выпуклая, врезанная в подстилающие отложения на разную глубину (максимально до 3 м). Верхняя граница неотчетливая - постепенный переход в перекрывающие калькарениты. Линзы сложены плоскими и реже изометричными гальками разной степени окатанности, щебнем и небольшими глыбами вмещающих темно-серых кластических известняков и редко мергелей. Преобладает плотная упаковка галек почти без матрикса с ориентировкой, параллельной границам линз. Грубообломочные отложения массивные, неслойчатые очень напоминают делювий и, вероятно, являются подводной разновидностью кластических масс, медленно сползающих под уклон.

Калькарениты разнозернистые неслойчатые с крупномасштабной кривой слоистостью залегают в виде удлиненных линз, тесно связанных с конгломератами. Линзы часто неправильных очертаний, видимой протяженностью в несколько десятков метров, с нижней переходной границей, верхняя - также постепенная. Сложение линз массивное, их структура напоминает диамиктиты. В большинстве случаев - это темно-серые, в сколе, карбонатные, плохо сортиро-

ванные псаммиты с примесью калькалеврита и включениями галек известняка. В зависимости от включений имеются все переходы от конгломератов до разнозернистых калькаренитов. На поверхности выветривания калькарениты буроватые – признак участия в составе примеси аллювиального терригенного материала. Зернистость в пласте меняется незначительно, что доказывает принадлежность калькаренитов к оползневым пастообразным медленным потокам.

Косослойчатые калькарениты сменяют в парагенетических ассоциациях массивные и отличаются ясной троговой (мульдовой) косой слоистостью (мощность серий 10–30 см, протяженность до 1,5 м) и большим содержанием гальки и щебня мергелей. Косослойчатые разнозернистые калькарениты образуют также локальные укороченные базальные линзы в основании горизонтально-слоистых калькаренитов.

Калькарениты горизонтально-слоистые сортированные образуют монопластовые или монопакетные тела протяженностью в несколько десятков метров и мощностью от 0,3 до 3 м. Ровнослоистые пласты являются удлиненными линзами с нижней эрозионной и верхней ровной постепенной границами. Зернистость меняется очень незначительно, в большинстве случаев это псаммиты средне-мелкозернистые. На фоне преобладающей горизонтальной ровной слоистости имеют место редкие небольшие косослойчатые участки с мелкомасштабной текстурой, а также указанные выше косослойчатые базальные линзы. Если калькарениты залегают группой, пласты разделены более тонкозернистыми разностями. Текстуры, образованные течениями, свидетельствуют о генезисе калькаренитов (вероятно, преобладал верхний режим течений).

Калькарениты (калькалевриты) мелкослойчатые формируют пакеты многократного чередования с глинисто-алеуритистыми известняками и особенно характерны для верхнечаткарагайской подсветы. Они образуют пласты от 2 до 20 см, редко больше, с хорошо выраженными текстурными интервалами А.Боума; особенно распространены серии "bcd; c; bd". В калькаренитах отсутствует градационный интервал "а". Снизу вверх по пласту смена горизонтальной слоистости косой (или косоволнистой), а затем горизонтальной сопровождается утонением гранулометрического состава. Резко выявленная на поверхности выветривания слоистость и рыжевато-серый цвет пород – признаки слабой примеси терригенных компонентов.

Состав калькаренитов в основном карбонатный, размерность обломков мелко-тонкопесчаная и алеуритовая. Нижняя поверхность

резкая и изредка содержит нерегулярные слепки промоин и царапин, верхний контакт всегда постепенный, хотя и проводится уверенно по смене слоистого осадка неслойчатым.

Калькалевролиты неяснослойчатые волнисто-слоистые участвуют в многократном линзопластовом чередовании с глинистыми известняками и наиболее широко распространены в нижнечаткарагайской под-свите. Пластовая отдельность волнистая или относительно ровная. Каждый пласт мощностью от 5 до 60 см, редко больше, распадается по поверхности напластования на несколько удлиненных линз, наложенных со смещением в определенном направлении друг на друга. Линзы имеют видимую максимальную длину 10–12 м. Пласт, как и его составные части, также имеет линзообразную форму и длину в несколько десятков метров. Слоистость чаще всего отсутствует или неясная, там где ее можно наблюдать – косоволнистая, связанная с крупной и средней неправильностью или линейной рябью и проявленная верхней волнистой поверхностью пластов. Нижняя поверхность пластов всегда резкая, размывная.

Пласты сложены однородным темно-серым, черным чистым калькалевролитом, хорошо отсортированным и перекристаллизованным в однородную тонкозернистую массу. Градация по зернистости незаметна или очень неясна и устанавливается по редким зернам псаммитовой размерности в основании пластов. Линзовое наложение и текстура калькалевролитов – признаки накопления с помощью течений.

Калькалевролиты неяснослойчатые светло-серые, красно-серые, белые ровно- и линзовидно-слоистые присутствуют в виде очень тонких (доли и первые миллиметры) и тонких (первые сантиметры) слоев, которые в ассоциации с алевролитами-аргиллитами формируют ленточно-слоистые пакеты и пачки сулучетындинского типа. Материал в слое не дифференцирован по зернистости, однороден, границы слоев резкие и ровные. Кластическая природа известняков устанавливается по редким проявлениям слоистости и постепенным переходам к ясно выраженным течениевым отложениям. В калькалевролитах преобладает текстурный интервал "с".

Известняки-кальклотиты глинисто-алевритистые образуют подчиненные по мощности слои от долей до 5–7 см среди калькаренитов. Отложения превращены в сланцы, слоистость, как правило, либо отсутствует, либо скрыта рассланцеванием.

Мергели массивные и тонкослоистые, зеленовато- и красновато-серые неслойчатые участвуют в чередовании с грубыми калькаренитами, а также в ритмичном (периодическом) чередовании со слойчатými калькаренитами, где и преобладают, что отражается в массивном строении пачек.

Песчаники образуют пачки ритмичного чередования с зеленовато-серыми алевролито-аргиллитами и обычно группируются в верхнечаткарагайской подсвите. Форма проявления - мелко-крупнопластовая ровнослоистая от единиц до первых десятков сантиметров. Песчаники светло-серые, полимиктовые и олигомиктовые с примесью карбонатных частиц, тонко-, мелко-, реже среднезернистые. Встречаются две группы ассоциирующих текстур: градационная слоистость с подчиненной косо́й слойчатостью, т.е. последовательность "ac"; более широко распространены неградационные разновидности, но с отчетливыми интервалами "cd, bcd". На подошве пластов песчаников резкие отчетливые слепки промоин (flute c.). Там, где есть отчетливая градационная сортировка материала, песчаники могут быть отнесены к турбидитам.

Алевролиты зеленовато- и красновато-серые с тонкой горизонтальной или косо́й изящной слойчатостью - величина серий I - 3 мм. Образуют слойки от долей миллиметра до I см с резкой нижней границей, иногда хорошо заметной градационной сортировкой зерен. Участвуют в тонком чередовании со светлоокрашенными калькалевролитами.

Алевролито-аргиллиты - зеленовато-серые и красные неслойчатые отложения, в тонких слоях в ассоциации с песчаниками и слойчатými калькаренитами, или пакеты и пачки, где они преобладают над включениями тонких слоев алевролитов и калькалевролитов. Величина пластообразных тел зависит от частоты и мощности выклинивающихся течениевых отложений. Отсутствие ясных текстур динамического режима является признаком пелагической седиментации.

Ассоциации крупнообломочных отложений

Ассоциации крупнообломочных отложений сосредоточены в нижнечаткарагайской подсвите. По площади они тяготеют к восточным и северо-восточным выходам свиты и выклиниваются на коротком расстоянии на юг и юго-запад. Наиболее выразительные осадочные формы вскрыты в долине р.Карабура в приустьевой части руч.Тайты. Здесь в разрезе нижнечаткарагайской подсвиты встречены шесть

пачек, содержащих брекчии и крупнообломочные калькарениты. Полная последовательность отложений наблюдается в двух крупных линзах, которые исследованы по простиранию на 70 и 100 м. Мощность взаимосвязанных отложений в линзах меняется от 3 до 15 м.

Линзы крупнообломочных отложений имеют нижнюю эрозионную границу; врезание в подстилающие ассоциации калькалевролитов южно-тайтинского типа достигает по глубине 3 м. Ассоциации обладают закономерным строением, обусловленным сменой типов отложений по вертикали и латерали. Описание модели строения этих ассоциаций приводится ниже (снизу вверх). На размытой поверхности калькалевролитов залегают:

	Мощность, м
a_1 - валунные конгломерато-брекчии известняковые	0-2
a_2 - плоскогалечные конгломерато-брекчии известняковые, минимум матрикса	0,5-3
b_1 - калькарениты разнозернистые массивные с включениями известнякового гравия, галек	1-5
b_2 - калькарениты косослойчатые с крупномасштабной текстурой, включениями известнякового и мергельного гравия, галек; вверх по разрезу заметно больше включений мергелей, глинистых известняков	0-3
v_1 - калькарениты крупно-, грубозернистые залегают с эрозионным врезом в предшествующий пакет; неслойчатые, в промоинах косослойчатые	0,5-3
v_2 - калькарениты крупно-, грубозернистые, тонкогоризонтально-слоистые, редко косослойчатые; циклически повторяются и образуют пакеты	1-3
Γ - тонкое чередование калькаренитов и глинистых известняков мощностью несколько метров. Этот пакет сглаживает предшествующий рельеф и может служить примером ассоциации тонкообломочных пород.	

Поперек протяженности линзы к ее флангам крупнообломочные отложения изменяются фациально. Конгломераты и брекчии уменьшаются по мощности и выклиниваются. Массивные разнозернистые калькарениты расклиниваются ассоциацией калькаренитов и калькалевролитов южно-тайтинского типа; косослойчатые разнозернистые - тонкими слоями мергелей, часть которых затем попадает в качестве аллохтонных включений в калькаренит. Калькарениты массивные, го-

ризонально-слоистые в пределах видимой части линз наиболее выдержанные, так же как и пакеты тонкослоистого чередования.

По морфологическим признакам ассоциации крупнообломочных отложений выполняют эрозивные каналы в пределах подводных долин. Типы этих отложений можно классифицировать по сходству текстур с подобными наземными образованиями: 1) каналовые галечники - подводный делювий, 2) косослоистые калькарениты - баровые (косовые) пески с галькой, 3) горизонтально-слоистые калькарениты - отложения вязких потоков, пескопадов, меньше - течений, 4) ритмичные несортированные калькарениты - отложения мутьевых потоков, 5) ритмичные параллельно-слоистые калькарениты - отложения течений, 6) мергели - прирусловые валы.

Ассоциации тонкообломочных отложений

Среди ассоциаций тонкообломочных отложений выделяется два типа: наклонных линз и параллельных пластов.

Первые распространены только в виде южно-тайтинского типа чередования и наиболее ярко выражены на участках разреза, приближенных к отложениям каналов, т.е. непосредственно подстилающие, перекрывающие и латерально замещающие крупнообломочные отложения. Границы линз черных калькалевролитов волнистые или относительно ровные, наклонные к пластовой отдельности, так что каждая вышележащая линза смещена в пространстве относительно нижней. Линзы имеют разную длину (до 10-12 м) и там, где ассоциации состоят из коротких линз, расположение их относительно друг друга чешуйчатое. Чешуйчато-слоистые, толстые пласты (до 1 м) отделены друг от друга тонкими слоями глинистого известняка или швом - следом от размыва таких слоев. Ассоциации наклонно-слоистых калькалевролитов образуют пачки мощностью до 10 м, прерываются пачками параллельных пластов, иногда образуют в последних отдельные небольшие пакеты или одиночные слои. Наклонно-слоистые калькалевролиты занимают более широкую площадь, чем отложения каналов и, вероятно, представляют собой одну из разновидностей подводно-долинных комплексов.

Ассоциации параллельных пластов слагают основную часть чаткарагайской свиты и, в зависимости от структуры и вещества, подразделяются на типы с географическими названиями, приведенными выше. Удобно рассмотреть каждый тип в отдельности в наиболее

представительных разрезах. Для характеристики типов составлялись фрагменты типовых разрезов и проводился статистический анализ мощности слоев.

Типовые разрезы составлены в долине р. Карабура. Послойные колонки отображают резкость выделяющихся седиментационных единиц и показывают возможную детальность описания в полевых условиях. Составление таких колонок опирается на резкостные визуальные границы в подошве и кровле течениевых (зернистых) компонентов. Границы обычно выделены выветриванием толщи, которая выглядит ребристой или ленточно-слоистой. Масштаб седиментационных единиц — десятки сантиметров (редко), чаще сантиметры и миллиметры, точность измерений — 0,1 см. Количество измерений в выборках каждого типа ассоциаций слоев около 100 с отклонениями в меньшую и большую сторону. При составлении колонок применялась запись последовательности в виде таблицы. В каждом типе ассоциаций типы отложений (слоев) несколько различаются, что было отражено при записи в таблице и в обозначениях к графикам.

При статистической обработке колонок применялись частотные гистограммы мощности слоев и графики кумулятивных частот. Использовалась логарифмическая шкала значений мощности, на которой укорачивается длина графика при широком разбросе значений, свойственном выборкам мощности. Применение этой шкалы необходимо и потому, что, по нашему убеждению, выборочные совокупности значений мощности часто подчиняются логнормальному закону.

Для логарифмической шкалы искусственно подбиралось основание логарифма, в данном случае оно равно 1,315, чтобы обеспечить охват всех значений мощности оптимальным числом классов, приближения границ классов к точности измерений и детализации тонкой части спектра. Максимальное число классов 23 (см. таблицу). Параллельное построение частотных графиков мощности на интервальной натуральной шкале показало, что такие графики, как правило, асимметричны, т.е. смещены к тонкой части спектра значений (максимум близок или прилегает к оси ординат) и разорваны в толстой его части. Эти графики в статье не приводятся.

Фрагмент нижнекаратагайской подсветы (пикно-тайтинский тип ассоциаций) описан в долине р. Карабура выше руч. Талдыбулак. Разрез снят в верхней среднеслоистой части подсветы и представляет собой пачку темно-серых косослойчатых бугристо-слоистых кальк-

71,4	23
54,3	22
41,3	21
31,4	20
23,9	19
18,1	18
13,8	17
10,5	16
8,0	15
6,08	14
4,62	13
3,51	12
2,67	11
2,03	10
1,54	9
1,17	8
0,89	7
0,68	6
0,51	5
0,39	4
0,29	3
0,23	2
0,17	1
$H, \text{ см}$	$\log_{1,315} H$

алевролитов - чистых обломочных известняков (И), переслаивающихся с подчиненными по мощности темно-серыми алевроито-глинистыми известняками - кальклититами (М). Первые относятся к зернистому компоненту, вторые к тонкозернистому пелагеному, непосредственно не связанному с отдельным потоком.

Распределение значений мощности известняков подчиняется логнормальному закону (рис. 1, а; А, В). Симметричное распределение относительно среднего подтверждается почти идеально прямолинейной кумулятивной линией на вероятностной бумаге в области 15-99%. Оценка медианы на графике, равная 16,3 на логарифмической шкале L (где $L = \log_{1,315} H$ (И)), совпадает со средним, вычисленным по формуле $\bar{L} = \frac{L_{84} + L_{50} + L_{16}}{3}$, где в числителе - сумма соответствующих значений квантилей. Стандартное отклонение ($L_{84} - L_{50}$) равно 2,3. Среднее значение мощности слоев калькаренитов находится в интервале 8-10,5 см. Кривая плотности вероятности построена по стандартному отклонению и вычислению ординат (Крамбейн, Грейбилл, 1969). Аппроксимирующая кривая является нормальной функцией $\log_{1,315} H$ (И) и, следовательно, значения мощности распределены логнормально.

Гистограмма значений мощности пелагитов не выглядит сколько-нибудь закономерной: на интервальной шкале натуральных измерений максимум (0 - 0,5 см) прилегает к оси ординат, гистограмма разорвана на несколько невысоких столбцов в толстой части спектра. На логарифмической шкале L (где $L = \log_{1,315} H$ (М)) гистограмма в центральной части плоскообразная. Вид гистограммы не может отождествляться с нормальным, что, вероятнее всего, обусловлено ущербностью генеральной совокуп-

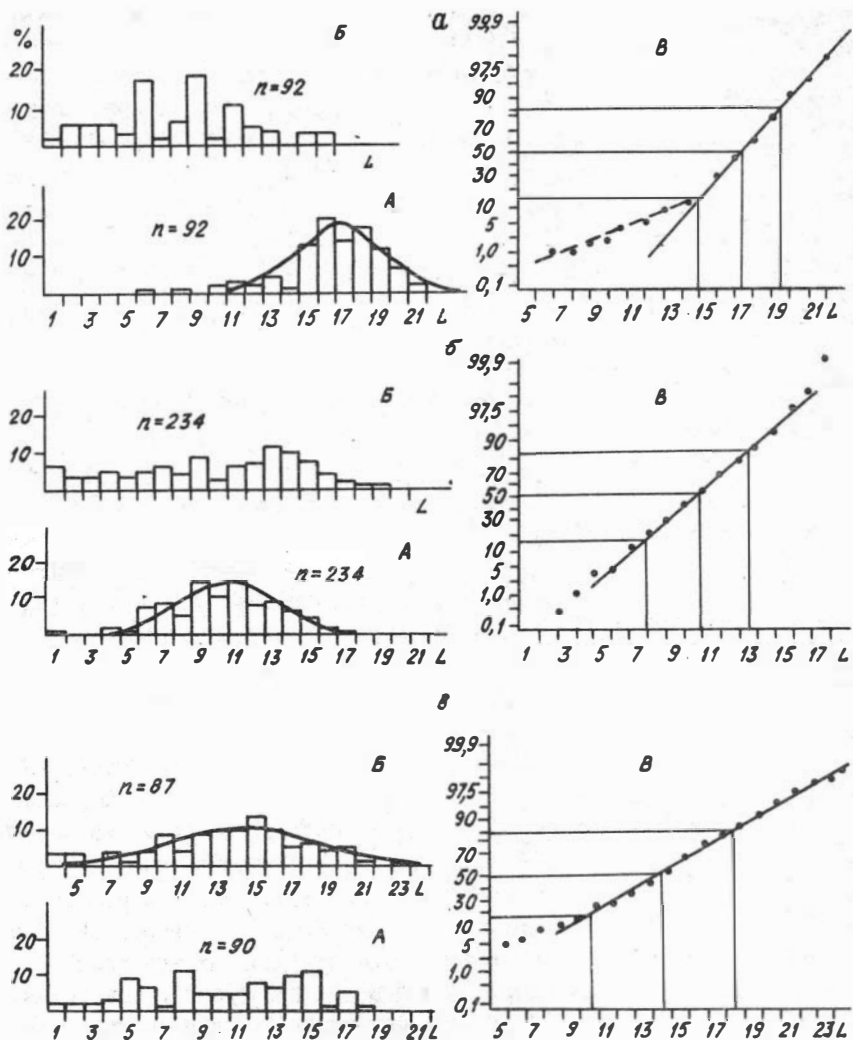


Рис. 1. Гистограммы распределения мощности слоев и кумулятивные графики частот средне-мелкослоистого чаткарагайского карбонатного флиша: а - южно-тайтинская ассоциация: А - известняки (кальцалевролиты и калькарениты), Б - глинисто-алевритовые известняки (кальклиты), В - кумулятивный график частот мощности калькаренитов; б - тулкторская ассоциация: А - известняки

(калькарениты и калькалевролиты), Б - алевролиты-аргиллиты, В - кумулятивный график частот мощности калькаренитов; в - талдыбулакская ассоциация: А - песчаники, алевролиты, карбонатно-терригенные; Б - алевролиты-аргиллиты; В - кумулятивный график частот мощности алевролиты-аргиллитов (пелагитов)

ности и выборки из-за интенсивного конседиментационного размыва части пелагитов нацело и неоднородного срезания верхней части оставшихся слоев. Это, в свою очередь, указывает на специфическую седиментационную обстановку в зоне интенсивного действия донных течений.

Фрагмент тужкторского типа ассоциаций в нижнечаткарагайской подсвете был записан в долине р. Карабура стратиграфически выше предшествующего фрагмента и состоит из 234 пар слоев. Зернистый элемент представлен темно-серыми ровнослоистыми косослойчатыми известняками - калькалевролитами (И). Границы слоев резкие, на нижней поверхности встречаются мелкие слепки промоин. Микрзернистый элемент - пелагиты представлены алевролитистыми известковистыми аргиллитами (АГ), бестекстурными или тонкогоризонтально-слоистыми. Вид колонки резко отличается от разреза южно-тайтинской ассоциации прежде всего меньшей средней мощностью течениевых отложений с более тонким гранулометрическим составом и хорошо развитыми пелагитами. В то же время резкость текстуры связана с примесью тонкого терригенного материала. Визуально - это высокоритмичная мелкослоистая пачка.

Распределение значений мощности обломочных известняков на логарифмической шкале L (где $L = \log_{1,315} N(I)$) изображено симметричной гистограммой, близкой к нормальной функции (рис. 1, б; А). Проверочное построение подтверждается кумулятивной линией частот - почти прямолинейной (рис. 1, б; В). Графическим методом определена медиана и среднее равные $9,9I$, т.е. в ином измерении - интервал $I,2-I,5$ см. Стандартное отклонение, найденное по способу, приведенному выше, равно $2,8$. Аппроксимирующая кривая является наиболее правдоподобной и нормальной функцией данного распределения, т.е. распределение мощности известняков логнормальное. Визуальное сравнение колонок южно-тайтинской и тужкторской ассоциаций подтверждается аналитическими данными.

Если степень уплощенности функции (экспесс) примерно одинакова (в первом случае кривая несколько круче) и, по-видимому, зависит только от типа распределения, то средние двух ассоциаций резко различаются, фиксируя существенно разную интенсивность процесса, и, возможно, обстановки накопления осадков.

Распределение значений мощности пелагитов на логарифмической шкале L (где $L = \log_{1,315} H$ (АГ)) (рис. I, б; Б) — более или менее равномерное в тонкой части спектра (I–9 классы), в правой половине явно выступает симметричный нормальный вид гистограммы. Объемы выборок в обеих частях гистограммы примерно равны. Характер распределения, вероятно, отражает две подсовокупности пелагитов, производных двух независимых процессов.

Фрагмент талдыбулакского типа ассоциаций в верхнечаткарагайской подсвете записан стратиграфически выше относительно двух рассмотренных. Красновато-серая пачка представляет собой рвнослоистое наслоение однородных неслойчатых (градационных) и слойчатых терригенно-карбонатных псаммитов и алевролитов (Т) и горизонтально-тонкослойчатых зеленовато- и красновато-серых алевролитов-аргиллитов (АГ). Подошва зернистых течениевых элементов резкая и ровная с редкими знаками течений. Отмечается неравномерная мощность слоев и неоднородная зернистость их в разрезе. Во многих слоях течениевых отложений различаются нижняя часть с градационной сортировкой материала и верхняя — горизонтально-косослойчатая, т.е. текстурные интервалы "а, б, в". Эти слои сравнимы с турбидитами и, в соответствии с ранее предложенной классификацией /Еганов, Советов, 1979/, по зернистости подразделялись на T_3 и T_4 . Течениевые отложения (турбидиты) резко обособлены, но иногда переход вверх постепенный, и в этом случае пелагит представлен алевролитом. Такая смена осадков при анализе мощности считалась внутрислоевой, а алевролит неяснослойчатым элементом "а".

Гистограмма на шкале L (где $L = \log_{1,315} H$ (Т)) не дает оснований считать распределение течениевых отложений логнормальным (рис. I, в; А). На гистограмме заметны два максимума, т.е. бимодальность — результат возможного смешения двух подсовокупностей. Доказательств здесь пока нет, косвенным подтверждением сказанному может быть смешанный состав псаммитов.

Распределение пелагитов на логарифмической шкале L (где $L = \log_{1,315} H$ (АГ)) симметрично относительно среднего и подчинено

логнормальному (рис. 1, в; Б). Кумулятивная линия частот на вероятностной бумаге почти прямолинейная (рис. 1, в; В), что дает возможность графически определить параметры функции: среднее, равное 13,9 (интервал 3,5–4,6 см), и стандартное отклонение, равное 4. Аппроксимирующая функция полностью вписывается в гистограмму.

Фрагмент ленточно-слоистых известняков судучетиндинского типа ассоциации был записан в виде таблицы (92 пары слоев). Этот фрагмент расположен в верхнечаткарагайской подсвите в долине р. Карабура и представляет собой чередование зеленовато- и красновато-серых косослойчатых алевритистых обломочных известняков или относительно однородных по составу калькалевролитов (А) с зеленовато-серыми аргиллитами (Г). Тип чередования значительно более тонкослоистый, в сравнении с другими ассоциациями, и здесь равное количество пар слоев заключено в меньшей по мощности пачке. Уменьшение мощности произошло как за счет течениевых, так и пелагических элементов.

Распределение значений мощности течениевых отложений на логарифмической шкале L (где $L = \log_{1,315} N(A)$) не образует симметричной гистограммы, наоборот, здесь хорошо виден асимметричный максимум в самой тонкой части спектра значений (рис. 2, а; А). Гистограмма в целом слаборельефная, за исключением класса до 0,1 см. Связь с тонкой частью спектра наиболее терригенных слоев и указанная особенность их распределения являются свидетельством формирования тонкой подсовокупности, которая отсутствует в более крупнослоистом флише.

Пелагиты дают на логарифмической шкале L (где $L = \log_{1,315} N(\Gamma)$) хорошо выраженное симметричное распределение относительно среднего, что подтверждается кумулятивной линией на вероятностной бумаге в области 5–90 % классов (рис. 2, а; В). Среднее значение функции логнормального распределения равно 9,4 (интервал 1,2–1,5 см), стандартное отклонение 2,6. Построенная аппроксимирующая функция имеет ясно выраженный нормальный колоколообразный уплощенный вид.

Распределения мощности течениевых и пелагических осадков имеют тенденцию – от крупно- к тонкослоистой ассоциации – сокращаться по количеству классов и смещаться в тонкую часть спектра значений.

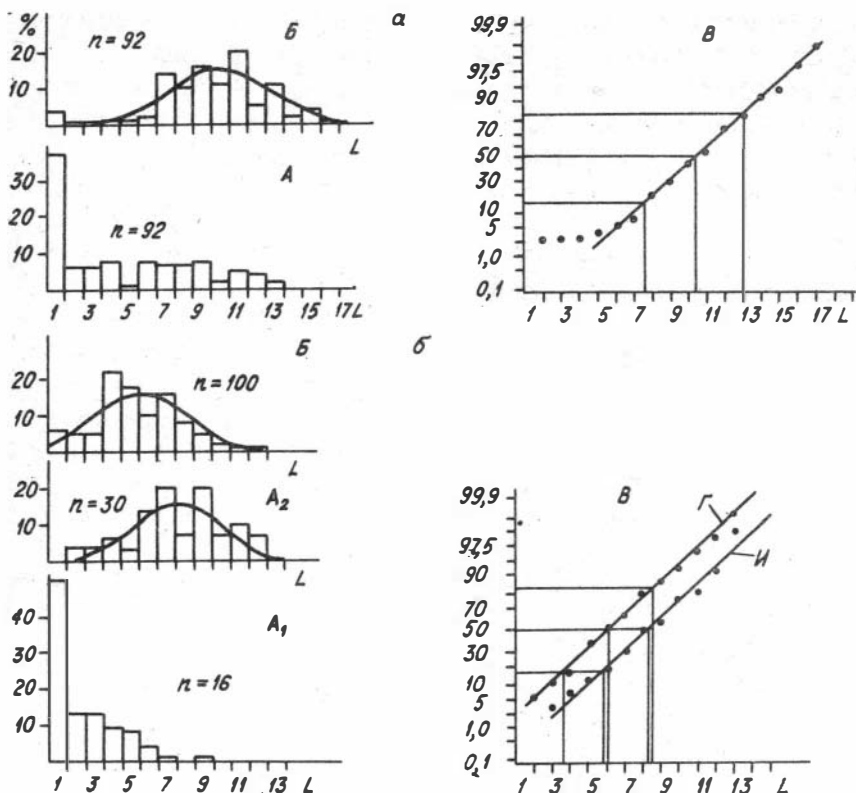


Рис. 2. Гистограммы распределения мощности слоев и кумулятивные графики частот тонкослоистого чаткарагайского карбонатного флиша: а - сулцетындинская тонкослоистая ассоциация: А - известняки (калькалевролиты), Б - аргиллиты, В - кумулятивный график частот мощности аргиллитов (пелагитов); б - сулцетындинская тончайше-слоистая ассоциация: А₁ - алевролиты, алевролиты-аргиллиты известковистые, А₂ - известняки пелитоалевритоморфные (калькалевролиты и кальклиты), Б - аргиллиты (пелагиты), В - кумулятивные графики частот мощности известняков (И) и аргиллитов (Г).

Наиболее тонкослоистый фрагмент разреза в самой верхней части верхнечаткарагайской подсвиты в долине р. Карабура представлен двух- и трехкомпонентной сулцетындинской ассоциацией, записанной в виде таблицы. Наиболее развита эта ассоциация в вышележащей сагызганской свите, как бы наследующей стиль структурных изменений чаткарагайского флиша. В описанном фрагменте (более 100 пар слоев) имеет место еще большее сокращение мощности разреза - в сравнении с южно-тайтинским типом в 5-6 раз. Ассоциация состоит из слоев: 1) зеленовато-серого известковистого алевролита с градационной сортировкой (А), 2) светло-, сиренево- и красновато-серого известняка слабоглинистого пелито-алевритоморфного (кальк-алевролита) неяснокослойчатого (И), 3) темно-красного и темно-зеленого аргиллита (Г). Соотношение типов последовательностей такое, в %: АГ - 70, ИГ - 24, АИГ - 6. Как видно, трехкомпонентные циклы представляют редкий тип пересечения, а два типа течениевых отложений являются самостоятельными и слабо связанными друг с другом.

Распределение значений мощности известковистого алевролита на интервальной шкале с интервалом 0,1 см представляет собой гистограмму с непрерывным нарастанием количества более тонких классов, максимум (класс 0-0,1 см) прилегает к оси ординат. На логарифмической шкале L (где $L = \log_{1,315} N(A)$) гистограмма почти идентична гистограмме на интервальной шкале из-за близости классов в тонкой части спектра. Одностороннее экспоненциальное нарастание количества более тонких классов наводит на мысль, что на гистограмме (и в выборке) представлена не полная генеральная совокупность, а только ее часть: отсутствуют значения самой тонкой части спектра, выходящие за пределы детальности полевых измерений. Вероятно, тонкая часть генеральной совокупности характеризуется исчезающе малым размером слоев.

Другой тип течениевых отложений - неяснослойчатые пелитоалевритоморфные известняки - образует полимодальную гистограмму на интервальной шкале натурального ряда измерений и симметричную гистограмму на логарифмической шкале L (где $L = \log_{1,315} N(I)$, см. рис. 2, б; A_2). Кумулятивный график на вероятностной бумаге свидетельствует только о приближении к нормальному распределению, что, возможно, связано с недостаточным количеством проанализированных измерений (рис. 2, б; В). Среднее значение мощности слоев равно 7,3 (в интервале 0,7-0,9 см). Таким образом, и для этого

типа течениевых отложений смещение к тонкой части спектра значений очевидно.

Распределение пелагитов (Γ) подчиняется логнормальному закону — шкала L (где $L = \log_{1,315} N(\Gamma)$) — по форме гистограммы и почти прямолинейного кумулятивного графика (рис. 2,б; Б,В). Среднее значение логарифма мощности 5,1 (интервал 0,4–0,5 см). Сглаживающая функция логнормального распределения пологая по конфигурации, сходная с функцией распределения пелагитов ранее приведенного примера сулцетындинской ассоциации, но еще более смещенная в тонкую часть спектра: среднее значение смещается от интервала 1,2–1,5 до 0,4–0,5 см.

Анализ характера статистического распределения мощности слов и его эволюция приводят к общим закономерностям, свойственным чаткарагайскому и, вероятно, любому другому сходному по составу флишу. Устанавливается ряд течениевых отложений, связанных постепенным переходом: последовательным смещением функции распределения на оси спектра значений. В порядке описания происходит смещение функции от толстой части спектра значений к тонкой, что сопровождается ее трансформацией от логнормальной к неопределенной, а затем двум функциям — логнормальной и неопределенной (скрытой логнормальной). Дихотомия, по-видимому, является частным случаем появления смешанной терригенно-карбонатной ассоциации. Осадки одного класса (например, карбонатного) в разных ассоциациях распределены по мощности в соответствии с логнормальным законом.

Распределение мощности пелагитов испытывает трансформацию от неопределенного к логнормальному. Смещение на оси значений в порядке описания происходит сначала в толстую, затем тонкую часть спектра. Можно предположить, что пелагитам в тонком флише соответствует одна главная причина образования, тогда как в толстом флише они накапливались под влиянием нескольких причин, в частности, на неопределенность функции распределения повлияли интенсивные размывы.

Связь между распределениями терригенно-карбонатных течениевых и пелагитов там, где она не нарушена, такова: функция распределения пелагитов всегда несколько смещена в толстую часть спектра значений. В случае сравнения с карбонатными течениевыми отложениями эта связь не обнаруживается. Можно предполагать, что

пелагиты получали частичную неопределенную добавку за счет течения седиментации и, в таком случае, несут признак переходных между течениевыми и "истинно" пелагическими отложениями. На графиках не установлена обратная зависимость между средними распределений течений и пелагитов, т.е. утонение мощности и гранулометрического состава течений не связано с их фациальным выклиниванием.

Приведем выводы общего характера, которые следуют из анализа распределения мощности.

1. Функция распределения мощности течениевых и пелагических отложений всегда логнормальная, если выборка отражает генеральную совокупность.

2. Отсутствует обратная зависимость мощности течениевых и пелагических отложений, т.е. структурные изменения флиша не связаны с удаленностью от источника материала и выклиниванием течениевых отложений. Структурное разнообразие флиша, по-видимому, определяется режимом накопления осадков.

3. Если считать, что пелагиты отражают периодичность появления течений, то эта периодичность подчиняется логнормальному закону.

4. Если коррелировать массоперенос течением со временем и считать возрастание слоя осадка функцией возрастания времени, необходимого для его накопления (т.е. считать скорость осадконакопления примерно одинаковой), то распределение мощности течениевых отложений есть отражение периодичности, которая подчиняется логнормальному закону.

5. Во флишевых ассоциациях есть две временные характеристики, вложенные одна в другую. Обе они описываются одной функцией: физическое время течений и пауз между течениями подчиняется логнормальному закону.

Направление течений и источники обломочного материала

Векторы течений и переноса обломочного материала измерялись по знакам течений на подошве слоев, осям мелких трогов косослойчатых серий и ряби на поверхности слоев. Дополнительная информация о течениях была получена по ориентации подводных каналов. Тектоническая структура региона в целом не препятствует интерпретации замеров. Наиболее стабильные и достоверные направления

переноса материала дают слепки промоин, но в чаткарагайском флише они редки, поэтому главное внимание было уделено косослойчатой текстуре. Всего в нашем распоряжении около 100 замеров, скорректированных для снятия вторичной ориентировки в результате наклона слоев.

В чаткарагайской свите установлена широкая гамма направлений наслоения косых серий в южных и северо-западных румбах. В нижней подсвите преобладающими являются направления в диапазонах 110-250 и 250-340°. Почти пустым остается северо-восточный сектор. В верхней подсвите направление течений сосредоточено в более узком секторе - 80-200°. Еще более узкий сектор направлений течений устанавливается в сагызганской свите, перекрывающей чаткарагайскую и представляющую собой "поздний флиш" /Малюжинец, Советов, 1985/.

Широкая гамма направлений течений в нижней части чаткарагайской свиты преимущественно связана с близким распределением в карбонатно-терригенных и терригенных флишевых пачках подстилающей сарыджонской свиты. В целом можно сделать вывод о том, что основная тенденция распространения течений на разных стратиграфических уровнях нижней части таласского флишеидного комплекса - с северо-востока на юго-запад и запад, а также с северо-запада на юго-восток и восток. Такие же направления течений устанавливаются по крупной асимметричной ряби на поверхности крупнообломочных калькаренитов.

Подводные каналы с крупнообломочными ассоциациями в нижне-чаткарагайских отложениях ориентированы на юго-запад, что следует не только из измерений ориентировки ряби, наклонного наслоения линз калькаренитов и косой слойчатости, но и на основании латеральных переходов к краям линз глубины вреза канала и сгруппированности конгломерато-брекчий. Такое направление каналов совпадает с одним из преобладающих направлений течений в окружающих калькаренитах и калькалевролитах.

Направление течений коррелируется с общими фаціальными изменениями и распределением типов разреза свиты, ее мощности. Фиксируется также связь транспортировки материала и изменений терригенности подстилающих отложений сарыджонской свиты. Для этого времени характерна тенденция возрастания грубости материала и мощности отложений в северных румбах. Таким образом, по разным

показателям можно заключить о достоверном существовании на северо-западе, севере и северо-востоке источника подводных течений и карбонатного, и терригенного материала, слагающего флиш.

Ранее Р.А.Максумовой /1967/ было показано, на основании ориентированных текстур и предполагавшегося фациального перехода флишевых отложений чаткарагайской свиты в нефлишевые фитогенные, существование Курган-Карагоинского поднятия, обрамляющего с северо-востока и востока область флишенакпления. Одним из авторов статьи прогнозировалось более протяженное палеоподнятия, которое охватывало и область современного Каратау. Это поднятие маркируется карбонатной джанытасской рифовой формацией, одновозрастной с рифовыми образованиями Курган-Карагоинского поднятия и карбонатным флишем /Советов, 1984/. Склонные отложения и следы перемещения обломочного материала на краю джанытасского рифа ориентированы на юго-запад и юг /Советов, 1981/. Такое совпадение самых разных данных не может быть случайным, особенно ориентировка оползней на краю рифа и течений во флишевом прогибе.

Весь комплекс данных позволяет считать источником материала для карбонатного флиша область палеоподнятий на краю континента, находившегося к северу от области флишеобразования. Карбонатный флиш накопился у подножия континентального склона и далее к югу должен переходить в субфлиш. Если метаморфизованные карбонатные отложения среди выходов карабуринской и частично бакаирской свит считать аналогами чаткарагайского флиша, в пользу чего в последнее время появляется все больше седиментологических данных, то переход флиша в более отдаленную от источника материала градацию получает вещественное подтверждение. Имеются прямые петрографические данные об образовании калькаренинов за счет фитогенных отложений мелководных поднятий.

Во время образования карбонатного флиша рифовые комплексы не составляли сплошного барьера. Были периоды наибольшего их развития и периоды свободного проникновения терригенного материала в бассейн седиментации. Образование подводных долин и каналов, заполненных карбонатными теченияемыми и оползневыми отложениями, — время наиболее широкого развития рифовых комплексов. В верхне-чаткарагайское время появилась устойчивая тенденция накопления смешанного терригенно-карбонатного флиша, а в сагызганское — терригенные отложения подводных каналов получили самостоятель-

ное развитие /Малюжинец, Советов, 1985/. Это влияние находится в одном ряду постепенной замены флишевой формации – молассовой, морского осадконакопления – континентальным.

Заключение

1. Карбонатный флиш верхнего рифея Таласского хребта представлен двух- и трехэлементными параллельно-слоистыми ассоциациями слоев карбонатного и терригенно-карбонатного состава и массивными ассоциациями, слагающими локальные линзы. В стратиграфическом разрезе ассоциации чередуются друг с другом и образуют направленный ряд с тенденцией замены чисто карбонатных ассоциаций – терригенно-карбонатными.

2. Массивные ассоциации включают гранулометрически более разнообразные и в целом более крупнообломочные отложения; зернистые компоненты параллельно-слоистых ассоциаций не выходят за пределы псаммитов и чаще всего представлены их мелкозернистыми разновидностями и калькалевролитами. Тонкозернистый компонент флиша – глинистые известняки и алевролиты-аргиллиты – является обязательным элементом мелкослоистого чередования и подчиненным в крупнообломочных линзах.

3. Все типы зернистых (обломочных) элементов флиша несут признаки динамичной обстановки накопления: течений, оползней, пастообразных потоков. Дефицит слоев с градиционно-слоистой текстурой приводит нас к выводу о проблематичности участия мутьевых потоков в образовании флиша. Роль их, по-видимому, невелика. Спокойным периодам седиментации со слабым динамическим воздействием среды отвечают тонкообломочные элементы, структурно довольно резко обособленные от зернистых. Чередование элементов определяет периодическую квазициклическую структуру флиша, которая обладает значительной изменчивостью на разных стратиграфических уровнях флишевой формации. Вариации мощности слоев от миллиметров до десятков сантиметров и метров в разных ассоциациях могут служить показателями структурной нестабильности флиша по этому количественному признаку. Флиш как формация нестабилен также по качественному показателю – составу элементов и ассоциаций.

Общим признаком флиша являются течениевые отложения, периодичность которых подчиняется статистическому закону.

4. Статистическое распределение мощности слоев флиша аппроксимируется логнормальной функцией. Это ясно выражено там, где первоначальная седиментационная структура не искажена внутриформационными размывами и в области развития простых двухчленных ассоциаций. Там, где функция неопределенная, в настоящем обобщении предполагается неполнота выборки либо соответствие выборки двум генеральным совокупностям.

5. Течениевые отложения отражают периодический процесс, который фиксируется не только сменой текстур последовательности А.Боума, утонением гранулометрического состава осадка в завершающую фазу течений, но также и логнормальным распределением массы продуктов этих течений, если связывать массу осадков и время их образования. Периодичность течениевых отложений определяется также логнормальным распределением пауз между ними, заполненных осадками спокойной седиментации.

6. Отложения карбонатного флиша формировались в обстановках подводных долин, каналов в их пределах, устьевых частей долин, прирусловых валов, на подводном конусе выноса у подножия континентального склона. Направления течений образуют веер в южных, западных и восточных румбах и являются латеральным продолжением следов перемещения материала в разновозрастных рифовых массивах на краю древнего континента.

Литература

ЕГАНОВ Э.А., СОВЕТОВ Ю.К. Каратау – модель региона фосфоритонакопления. Новосибирск: Наука, 1979. 192 с.

КОРОЛЕВ В.Г., МАКСУМОВА Р.А. Поздний докембрий Таласского Алатау. – Тр. Фрунзенского политех. ин-та. Геология, горное дело. Вып. 19, Фрунзе, 1964, с. 48–55.

КРАМЕЙН У., ГРЕЙБИЛЛ Ф. Статистические модели в геологии. М.: Мир, 1969. 396 с.

МАКСУМОВА Р.А. Формации позднего докембрия Таласского

хребта. - В кн.: Формации позднего докембрия и раннего палеозоя Северной Киргизии. Фрунзе: Илим, 1967, с. 31-54.

МАКСУМОВА Р.А. Байкальский орогенный комплекс Северного Тянь-Шаня и Южного Казахстана. Фрунзе: Илим, 1980. 149 с.

МАЛКЕВИЧ А.Г., СОВЕТОВ Ю.К. Поздний флиш Таласского геосинклинального комплекса (верхний рифей, Таласский хребет). - В кн.: Закономерности строения карбонатных, галогенных и терригенных формаций. Новосибирск: ИГиГ СО АН СССР, 1985, с. 3-26.

СОВЕТОВ Ю.К. Верхнерифейский рифовый комплекс Малого Каратау (Южный Казахстан). - Докл. АН СССР, 1981, т.257, № 4, с. 975-979.

СОВЕТОВ Ю.К. Докембрийские рифовые и биогермные формации и зональность геосинклиналей (на примере Северного Тянь-Шаня). - Геол. и геофиз., 1984, № 3, с. 34-40.

Утверждено к печати
Институтом геологии и геофизики СО АН СССР

Технический редактор Н.Н. Александрова

Подписано к печати 19. 01. 87. МН 09510.
Бумага 60×84/16. Печ. л. 1,75. Уч.-изд. л. 1,5.
Тираж 200. Заказ 69. Бесплатно.

Институт геологии и геофизики СО АН СССР
Новосибирск, 90. Ротапринт.