



**ГЕОЛОГИЯ И ГЕОХИМИЯ
ОСАДОЧНЫХ БАССЕЙНОВ
СИБИРИ**

Новосибирск
1995

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

Объединенный институт геологии, геофизики и минералогии

**ГЕОЛОГИЯ И ГЕОХИМИЯ
ОСАДОЧНЫХ БАССЕЙНОВ СИБИРИ**

Новосибирск 1995

Геология и геохимия осадочных бассейнов Сибири: Сб. науч. тр. / АН СССР, Сиб. отд-ние, Объед. ин-т геологии, геофизики и минералогии [Отв. ред.: Н. К. Лебедева, Б. Л. Никитенко]. — Новосибирск: НИЦ ОИГГМ СО РАН, 1995. — 97 с.

ISBN 5-7623-1075-2

Приведены новые материалы по геологии, геохимии, палеонтологии и стратиграфии осадочных бассейнов. Значительное внимание уделено описанию разрезов и обстановок седиментации. Приводятся сведения об эволюции и этапах развития морской биоты фанерозоя, описание новых таксонов. Существенно детализированы и уточнены зональные шкалы отдельных интервалов юры по белемнитам, диноцистам, спорам и пыльце. В ряде статей обсуждаются методики геохимического анализа углеводородов и особенности состава и структуры асфальтенов нефтей.

Для геологов, палеонтологов, стратиграфов, нефтяников, преподавателей и студентов вузов.

Ответственные редакторы

к.г.-м.н. Н. К. Лебедева, к.г.-м.н. Б. Л. Никитенко

Рецензенты

д. г.-м. н. В. А. Захаров д. г.-м. н. В. И. Москвин

И. В. Вараксина

ОБСТАНОВКИ ТЕРРИГЕННОЙ СЕДИМЕНТАЦИИ ПЕРМСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ КОЛЬЧУГИНСКОЙ СЕРИИ КУЗБАССА (на примере митинской свиты)

Приводится детальная характеристика литофациальных типов пород угленосной кольчугинской серии Севской площади Кузбасса. На примере верхней части митинской свиты проведен фациальный анализ отложений и выделены аллювиальные (меандрирующих и разветвленных рек), прибрежно-дельтовые и озерные обстановки осадконакопления. Показаны старение палеоречной системы и миграция условий осадконакопления терригенных отложений во времени в пределах исследуемой площади. Такие детальные литофациальные исследования могут способствовать прогнозированию угленосности отложений кольчугинской серии для конкретных стратиграфических уровней и площадей.

Терригенные континентальные отложения кольчугинской серии Кузнецкого бассейна, отвечающие верхнему отделу пермской системы, объединяют довольно разнообразные в литолого-фациальном отношении песчано-алевритовые толщи мощностью до 4000 м [Коперина, 1962; Сендерзон, 1962; Евтушенко, Цадер, 1975; Геологическая карта..., 1988; и др.]. В то же время в пределах отдельных площадей они отличаются удивительным литологическим однообразием и неравномерностью распределения фаунистических остатков, что естественно затрудняет расчленение и корреляцию разрезов по площади. Особенно это относится к нижней безугольной части кольчугинской серии.

Основой для настоящей работы послужили материалы колонкового бурения по Афонинскому и Терентьевскому профилям Севской площади Ускацкого геолого-экономического района Кузбасса (рис. 1). В пределах площади были изучены разрезы скважин, которые вскрыли нижнюю безугольную часть кольчугинской серии.

При изучении этих отложений применялся комплексный литолого-палеонтологический подход. Основой для расчленения разрезов послужили фаунистические горизонты, установленные при палеонтологическом изучении неморских двустворчатых моллюсков (определения О. А. Бетехтиной). По данным петрографического изучения пород выделены изохронные уровни пепловых осадков (тефроуровни), распространяющиеся на десятки и сотни километров. При изучении цикличности строения разрезов выделялись элементарные циклиты. В качестве основы такого циклита выбирался песчаник мощностью не менее 0,5 м, который переходит в более мелкообломочные породы верхней части. Элементарные циклы были объединены в более крупные подразделения — мезоциклиты, в нижней половине которых преобладают песчаные отложения, а в верхней — более мелкообломочные алевропелитовые. Мезоциклиты хорошо увязываются с палеонтологическими комплексами и содержат достаточно выдержанные прослои с вулканокластикой. Количество мезоциклитов в каждой свите постоянно по всей изученной территории, а структура их изменяется. Соотношения между частями циклитов в каждой скважине, по-видимому, зависят от различных условий осадконакопления.



Рис. 1. Район расположения разрезов изученных скважин Севской площади (заштриховано).

Комплексное изучение позволило установить на Севской площади четыре свиты: старокузнецкую, митинскую, казанково-маркинскую и ускатскую, в строении которых участвуют от 4 до 8 мезоциклитов, прослеживающихся в разных фациальных зонах.

В настоящей работе на примере митинской свиты предпринята попытка проведения фациального анализа отложений в пределах Севской площади. В результате изучения отложений этой свиты выделен ряд литофациальных типов, которые представляют собой петрографические разновидности, несущие внешние морфологические при-

знаки: 1) структуру, 2) текстуру, 3) состав и характер захоронения органических остатков, 4) характер контактов, 5) включения, 6) цвет, 7) характер вторичных изменений, 8) место в разрезе и на площади. Эти признаки позволяют соотносить петрографические различия с генетическими типами, элементарными фациями по Н. Б. Вассовичу [1950]. Элементарные типы образуют генетические группы, отвечающие макрофациям: русловым, пойменным, старичным, озерным и др.

В литературе, посвященной генезису кольчугинской серии Кузбасса, существует определенное мнение относительно фациальной принадлежности этих отложений. Считается, что их накопление происходило в условиях аллювиальной равнины с широко развитыми на ней озерами и болотами. Соответственно, здесь выделяют аллювиальные, озерные, болотные и дельтовые фациальные типы пород [Ботвинкина, 1952; Коперина, 1962; Сендерзон, 1962; Меньшикова, Цадер, 1974; Евтушенко, Цадер, 1975; Бетехтина, 1977; и др.].

В отложениях митинской свиты выделяются следующие генетические группы осадков: русловые, пойменные и озерные.

К породам русловой фации относятся конгломерато-брекчии, гравелиты и песчаники. Конгломерато-брекчии на 60—80 % сложены вытянутыми уплощенными обломками сидеритизированных алевролитов и сидеритов, реже аргиллитов и алевролитов, размером от 2 до 20 мм, плохосортированными слабо- или неокатанными. Цемент песчанистый. Гравелиты сложены обломками аналогичного состава, только окатанными и меньших размеров — от 2 до 8 мм. Эти породы встречаются в виде линз и линзовидных прослоев, толщиной всего в несколько галек, среди песчаников. Песчаники этой фации охватывают широкий спектр размерности зерен, но в основном встречаются мелко- и среднезернистые разновидности. Из текстур чаще всего отмечается мелкомасштабная косая слоистость, которая образована за счет обугленного растительного детрита. Реже — крупномасштабная косая слоистость, которая обусловлена разницей в крупности зерна. Горизонтально-слоистые песчаники обычно занимают небольшой объем. Во многих случаях горизонтальная слоистость перемежается с мелкой косой слоистостью, подчиняясь ей. Еще менее распространены массивные и неяснослоистые породы, среди которых преобладают крупно- и среднезернистые разновидности. Такие песчаники залегают на поверх-

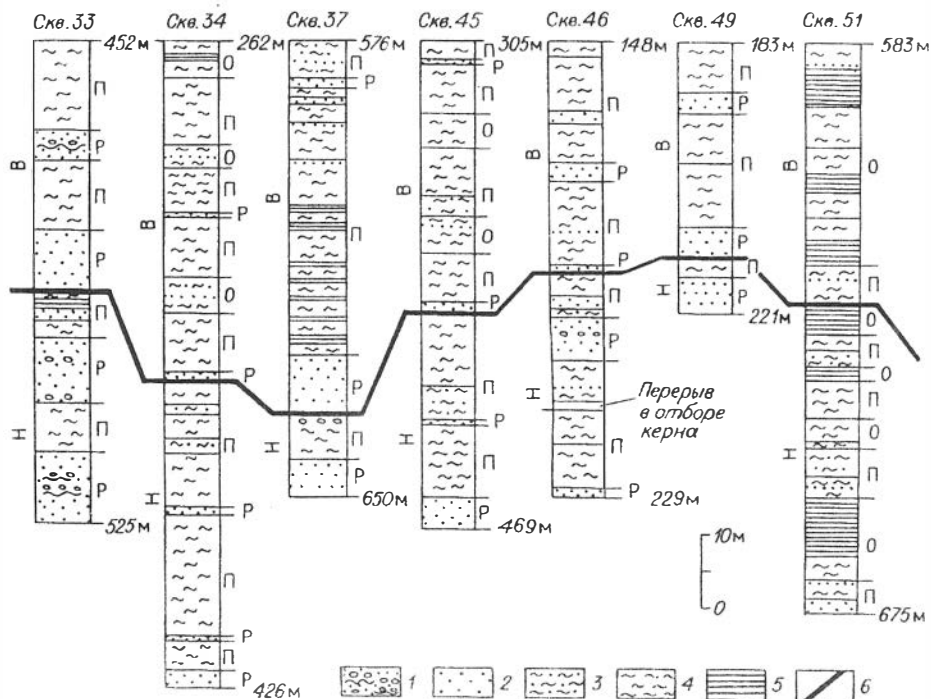
ностях размыва и часто содержат гальки гравийной размерности аргиллитов и сидеритов. В основании их иногда отмечаются конгломерато-брекчии. Вверх эти породы переходят в слойчатые разности, становятся более мелкозернистыми и обычно обнаруживают переходы от грубой косо́й слойчатости к тонкой косо́й и тонкой горизонтальной. Растительные остатки в отложениях русловой фации редки и присутствуют лишь в виде обломков обугленных веток, крупных обрывков листьев и растительного мусора. Иногда отмечаются обломки раковин реофилов.

Породы пойменного типа включают в себя наряду с песчаниками алевролиты и аргиллиты. Песчаные породы в основном мелко-, реже среднезернистые, как правило, слойчатые. Пойменные песчаники обычно встречаются в виде прослоев в алевролитах и аргиллитах. Мощность их редко бывает больше нескольких десятков сантиметров. Они обладают тонкой косо́й, волнистой и горизонтальной слойчатостью, которая образовалась главным образом за счет концентрации растительного детрита, реже за счет разной крупности зерен. Среди алевролитов этой фации выделяются крупно- и среднезернистые разности с волнистой и косослойчатой текстурами. Мелкозернистые алевролиты и аргиллиты характеризуются горизонтальной слойчатостью, часто неясной, тонкой. В алевритовых породах также присутствует обугленный растительный детрит, который или рассеян, или же образует скопления по плоскостям слойчатости. Иногда отложения этой фации несут следы выхода на дневную поверхность в виде трещин усыхания и признаков почвообразования. Присутствие алевритовых и аргиллитовых пород с комковатой почвоподобной структурой является характерной особенностью пойменных отложений. На поверхностях наслоения пород отмечаются многочисленные отпечатки растительности, как правило, со следами переноса, представленные остатками стеблей хвощей, листьев кордаитов и др. Фауна встречается редко в виде единичных раковин и их обломков. Пойменные отложения ассоциируют с русловыми, там где песчаные пачки русла переслаиваются с более тонкими осадками прирусловых частей и илстыми осадками паводковых зон. А также они могут занимать большие площади в нижних участках рек, постепенно переходя в отложения дельт и прибрежных частей озерных водоемов [Рейнек, Сингх, 1981].

В отложениях озерной фации выделяются песчаники, алевролиты, аргиллиты и карбонатные породы. В мелководных прибрежных частях озерных водоемов, по-видимому, отлагались мелко-, среднезернистые горизонтально-волнистослойчатые или слабонаклонно-косослойчатые песчаники, а также горизонтально-волнистослойчатые и косослойчатые алевролиты с линзами и прослоями песчаников. Слойчатость проявляется в основном за счет скопления по наслоению крупного или мелкого растительного детрита. Растительные остатки в песчаниках и более крупнозернистых разностях алевролитов встречаются редко. В более тонкозернистых горизонтально-слойчатых породах их может быть довольно много. Фауна встречается как в виде единичных обломков раковин, так и в виде их скоплений — „ракушечный бой”. В более глубоководных частях озер отлагались тонкопесчаные и алевритоглинистые разности. Характерной особенностью этих пород является отчетливая горизонтальная слойчатость с ровным параллельным расположением тонких слоев, различающихся по гранулометрическому составу. На поверхностях наслоения иногда наблюдается скопление мелкого растительного детрита, подчеркивающего слойчатость. Породы за счет разной крупности зерен, а также разной окраски часто приобретают полосчатый облик. Значительно меньше распространены мелкая косо́я и волнистая слойчатости, которые, как правило, присутствуют среди горизонтальной в виде мелких косо́й или волнисто изогнутых слоев. Среди озерных отложений отмечаются карбонатные породы, представленные гли-

нистыми разностями известняков (или мергелей) мощностью не более 1 м, чаще встречаются сильно известковые алевролиты и аргиллиты. В более глубоководных отложениях растительные остатки и фауна отсутствуют. Породы этого фациального типа непосредственно связаны с речными отложениями, поскольку уровень озерных водоемов колеблется.

На основании выделенных литофациальных типов пород проведен фациальный анализ отложений каждого мезоциклита митинской свиты. В данной работе рассматривается самый верхний — четвертый мезоциклит (рис. 2), мощностью от 40 до 80 м. В каждой скважине этот цикл был разделен на две части: нижнюю, где преобладают более грубообломочные песчаные отложения, и верхнюю с преобладанием мелкообломочных алевропелитовых отложений. На основании такого разделения для каждой части мезоциклита составлена фациальная схема, что дало возможность проследить изменение обстановок осадконакопления по латерали и во времени. Различные соотношения между генетическими типами пород в скважинах позволили наметить следующие зоны (обстановки) осадконакопления: речную (аллювиальную), прибрежно-дельтовую и озерную (рис. 3а). Первую из них — зону аллювиальных отложений — можно разделить еще на две зоны: развития меандрирующих рек и развития разветвленных слабоизвилистых рек. На фациальной схеме для нижней части четвертого мезоциклита митинской свиты к зоне речных осадков относятся отложения, вскрытые скв. 33, 49, 37, 46, 45, 34, 57 и 59, в которых выделяются элементарные циклы следующего строения: нижняя часть каждого из них представлена русловыми осадками, а верхняя — пойменными. Наличие таких элементарных циклов типа „русло—пойма” свидетельствует о миграции русла [Рейнек, Сингх, 1981]. В скважинах, находящихся в юго-западной части зоны



(скв. 33, 49, 37, 57), русловые осадки преобладают над пойменными. Такое преобладание характерно для разветвленных слабоизвилистых рек [Обстановки..., 1990]. В северо-восточной части зоны речных отложений (скв. 46, 45, 34, 59) в разрезе становится больше мелкообломочных пойменных осадков, что характерно для меандрирующих рек [Обстановки..., 1990]. К прибрежно-дельтовой зоне, по-видимому, следует отнести разрезы скв. 78 и 85, в которых наряду с русловыми и пойменными образованиями отмечаются осадки озер, причем, судя по текстурным характеристикам пород, они соответствуют достаточно мелководным частям озера. Это свидетельствует о переходных от аллювиальных к озерным условиям осадконакопления. Переслаивание отложений различных типов, вероятно, связано с колебаниями уровня воды в речных системах этого водоема. К зоне озерного осадконакопления отнесены отложения скв. 51. Это сделано достаточно условно, поскольку осадков озерного типа не намного больше пойменных. Такие элементарные циклы, как „озеро—пойма”, отражают периодические движения береговой линии озерного бассейна [Обстановки..., 1990]. Отложения пойменного типа накапливались, вероятно, в эпохи низкого стояния воды в этом бассейне.

На фациальной схеме для верхней части четвертого мезоциклита митинской свиты границы зон несколько смещаются (см. рис. 36). Породы скв. 33, 49, 37, 46 и 59 также отнесены к речной зоне. Однако во всех разрезах преобладает более мелкообломочный материал поймы, что характерно для меандрирующих рек, которые, по-видимому, сменили слабоизвилистые разветвленные реки. Это может свидетельствовать о старении палеоречной сис-

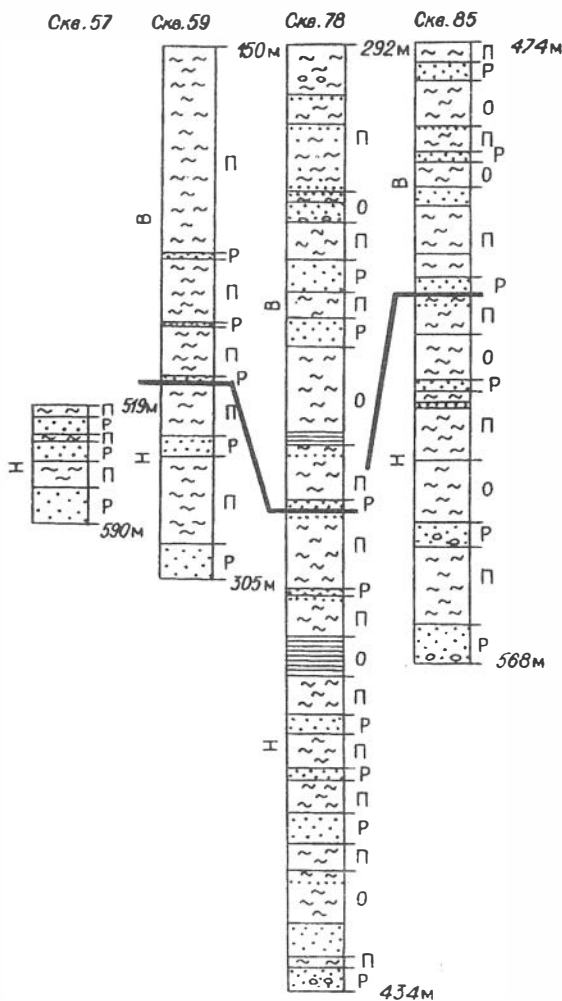


Рис. 2. Типы отложений четвертого мезоциклита митинской свиты Севской площади:

1 — гравелиты, конгломераты; 2 — песчаники; 3 — тонкое переслаивание алевролитов и песчаников; 4 — алевролиты; 5 — тонкое переслаивание алевролитов и аргиллитов, аргиллиты; 6 — граница между верхней (В) и нижней (И) частями мезоциклита. Генетические типы отложений: Р — русловые, П — пойменные, О — озерные.

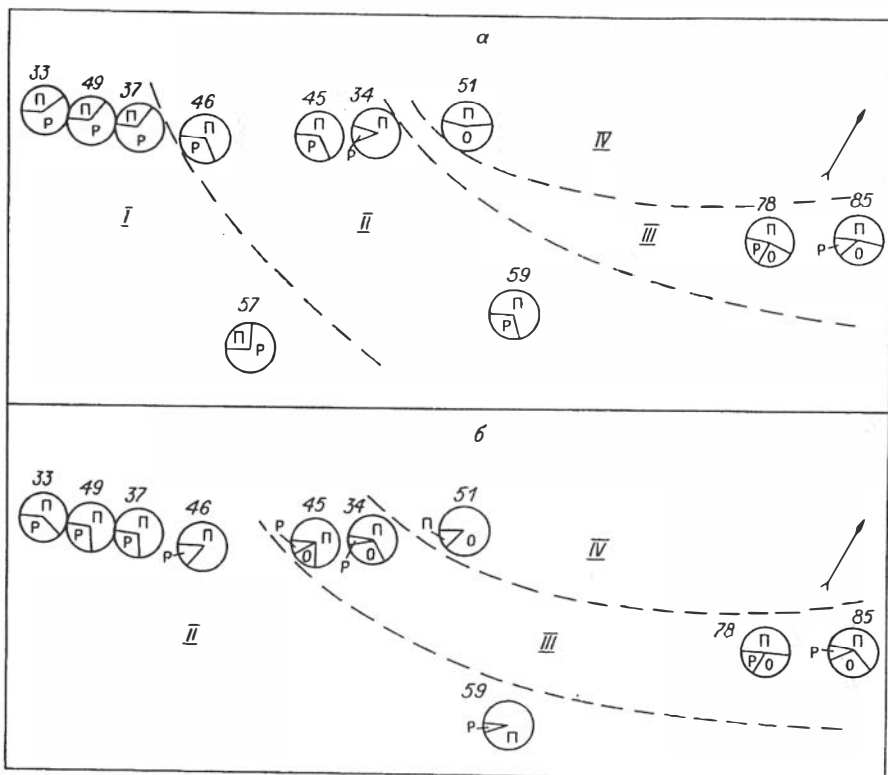


Рис. 3. Обстановки (зоны) осадконакопления отложений четвертого мезоциклита митинской свиты в пределах Севской площади:

а — для нижней, б — для верхней половины циклита. I—IV — обстановки (зоны) седиментации: I — разветвленных слабоизвилистых рек, II — меандрирующих рек, III — прибрежно-дельтовые, IV — озерные. На циклограммах показаны соотношения фациальных типов отложений (в местах расположения скважин): русловые (P), пойменные (П), озерные (O) отложения. Цифрами обозначены номера скважин.

темы в данное время. К прибрежно-дельтовой зоне по-прежнему относятся отложения, вскрытые в скв. 78 и 85, а также в скв. 45 и 34, что свидетельствует о расширении границ озерного водоема в западном направлении и также подтверждается тем, что в скв. 51 в этой части циклита содержатся преимущественно отложения озерного типа, причем достаточно глубоководные.

В результате проведенного анализа условий осадконакопления можно сделать вывод о том, что во время формирования отложений нижней части четвертого мезоциклита митинской свиты в юго-западной части изучаемого района существовала речная система из одной или нескольких рек, которые впадали в водоем, находящийся на северо-востоке. Речная система была неоднородна: на юго-западе развивались реки (река) разветвленного типа, а на северо-востоке, по мере приближения к озерному водоему, они переходили в меандрирующие. С запада на восток протягивалась зона прибрежно-дельтовых

отложений. Во время формирования верхней части четвертого мезоциклита митинской свиты произошли некоторые изменения в палеогеографии района. Речная система, по-видимому, испытала старение и была представлена уже только реками (рекой) меандрирующего типа. В то же время расширились окраины бассейна озерного типа в западном направлении, что обусловило соответственно смещение в этом направлении зоны прибрежно-дельтовых отложений.

Таким образом, проведенный фациальный анализ на примере четвертого мезоциклита митинской свиты позволяет воссоздать условия осадконакопления на исследуемой площади во время формирования данного циклита и проследить их изменение во времени. Такой подход при изучении терригенных отложений кольчугинской серии с составлением детальных посрезных фациальных схем, позволяет проследить изменение обстановок осадконакопления на отдельных площадях. Использование предложенной методики, а также полученных схем будет способствовать прогнозированию угленосности отложений кольчугинской серии на конкретных стратиграфических уровнях и площадях.

Автор выражает благодарность фонду Сороса за финансовую поддержку при выполнении настоящей работы.

Список литературы

Бетехтина О. А. Типы захоронений позднепермских неморских двустворчатых моллюсков и методика их использования для детальной биостратиграфии и корреляции // Среда и жизнь в геологическом прошлом. Палеобиоценозы и условия осадконакопления. — Новосибирск: Наука, 1977. — С. 23—37.

Ботвинкина Л. Н. О принципах выделения и типизации циклов осадконакопления в угленосных толщах // Изв. АН СССР. Сер. геол. — 1952. — № 1. — С. 63—74.

Вассоевич Н. Б. Слоистость в свете учения об осадочной дифференциации // Изв. АН СССР. Сер. геол. — 1950. — № 5. — С. 96—115.

Геологическая карта СССР. Масштаб 1:1 000 000 (нов. сер.). Лист N (44), 45: Объясн. зап. — Новосибирск, 1988. — 134 с.

Евтушенко Е. В., Цадер З. С. Кольчугинская серия центральной части Кузнецкого бассейна // Угленосные отложения Кузнецкой и Тунгусской провинции. — Новосибирск: Изд. СНИИГГиМС, 1975. — С. 20—29.

Коперина В. В. Условия образования кузнецкой свиты Кузбасса в свете новых данных // Материалы Сибирской тематической комиссии по истории угленакопления. — Новосибирск: Изд-во АН СССР, 1962. — Вып. 2. — С. 44—46.

Меньшикова Л. В., Цадер З. С. Фитостратиграфическая характеристика кольчугинской серии центральной части Кузнецкого бассейна (Чусовитинский профиль) // Материалы по стратиграфии и палеонтологии Сибири. — Новосибирск, 1974. — С. 72—75.

Обстановки осадконакопления и фации / Рединг Х. Г., Коллисон Дж. Д., Аллен Ф. А. и др. — М.: Мир, 1990. — Т. 1. — 351 с.

Рейнек Г. Э., Сингх И. Б. Обстановки терригенного осадконакопления. — М.: Недра, 1981. — 439 с.

Сендерзон Э. М. Некоторые закономерности верхнепермского угленакопления в Кузнецком бассейне // Материалы Сибирской тематической комиссии по истории угленакопления. — Новосибирск: Изд-во АН СССР, 1962. — Вып. 2. — С. 47—56.

А. О. Гордеева

НОВЫЙ ТИП РАЗРЕЗА НИЖНЕГО КЕМБРИЯ ЮГО-ЗАПАДА ЮЖНО-ТУНГУССКОЙ НГО

Рассматривается стратиграфический разрез скважин Светлая-1 и 2, отличающийся от разрезов четырех ранее выделенных литофациальных зон, и на основе материалов изучения этого разреза ставится вопрос о выделении новой литофациальной зоны.

В Южно-Тунгусской нефтегазоносной области (НГО) наиболее перспективными считаются кембрийские эвапоритокarbonатные отложения, отличающиеся фациальным разнообразием. Различия в вещественном составе и строении нижнекембрийских толщ позволили выделить в ее пределах четыре литофациальные зоны — Сурингдаконскую, Тынепскую, Туруханскую и Байкитскую [Мельников и др., 1991]. Строение разрезов и их расчленение приведены на рис. 1.

В 1992 году на юго-западе Южно-Тунгусской НГО пробурены скважины Светлая-1 и 2, вскрывшие необычный разрез нижнекембрийских отложений (рис. 2), в которых непосредственно ниже летнинской свиты (средний кембрий), прекрасно опознаваемой по диаграммам ГИС, в интервале 1540—2250 м залегает карбонатная толща, являющаяся, вероятно, аналогом таначинской, дельтулинской и булайской свит Сурингдаконской литофациальной зоны. Породы представлены преимущественно серыми доломитами с редкими тонкими прослоями глинистого материала. Встречаются гнезда ангидрита, иногда с включениями светло-серого доломита, и тонкие редкие слои серо-зеленого аргиллита. В доломитах присутствуют аутигенные кварц и пирит. Очень редко наблюдаются глинисто-карбонатные прослои мощностью 2—7 м. Монотонность карбонатного разреза не позволяет расчленить его на более дробные подразделения. Можно только отметить, что верхняя преимущественно глинистая часть (инт. 1540—1635 м) соответствует, возможно, таначинской свите, а нижняя, где карбонаты имеют более чистый состав, булайской (инт. 2143—2250 м). Сходство каротажных характеристик и литологии рифогенной толщи — таначинской и дельтулинской свит в Сурингдаконской зоне [Мельников и др., 1989] и рассмотренных выше отложений позволяет считать их также рифогенными. Общая мощность толщи составляет 710 м.

Ниже (инт. 2250—2966 м) залегает толща, представленная переслаивающимися каменными солями и карбонатами. Редко преобладает соль, мощность слоев которой достигает 70 м. Соль прозрачная и полупрозрачная, с небольшой примесью глинистого вещества, структура — от крупнокристаллической до комковатой. Среди солей изредка отмечаются маломощные (не более 0,5 м) прослои серых аргиллитов. Карбонаты представлены преимущественно доломитами и ангидритистыми доломитами с редкими прослоями доломитовых известняков. В нижней части интервала количество известняков и ангидрита увеличивается. Мощность карбонатных прослоев незначительна — лишь в отдельных случаях она достигает 10 м. И только в интервале 2654—2732 м установлен пласт доломитов мощностью 78 м, делящий рассмотренную толщу на две части. Доломиты водорослевые, массивные, участками кавернозные,

Система	Отдел	Сурингдаконская зона	Тынепская зона	Туруханская зона	Байкитская зона	Светлая зона	
Кембрийская	Средний	Летнинская свита	Летнинская свита	Летнинская свита	Эвенкийская свита Нижняя подсвита	Летнинская свита	
			ОЛЕНЧИМИНСКАЯ СВИТА Аргиллиты, мергели, доломиты, известняки, каменные соли 105–125 м		ОЛЕНЧИМИНСКАЯ СВИТА Известняки, доломиты, мергели, прослои ангидритов 95–105 м		
		ТАНАЧИНСКАЯ СВИТА Известняки, доломиты 100–380 м	СОЛЕНОСНО-КАРБОНАТНАЯ СЕРОЦВЕТНАЯ ТОЛЩА Соли, доломиты, аргиллиты 130–135 м ТОЛЩА ИЗВЕСТНЯКОВ Известняки, редкие прослои сульфатов 210 м	КОСТИНСКАЯ СВИТА Верхняя подсвита			
	Нижний	ДЕЛЬТУЛИНСКАЯ СВИТА Доломиты, прослои известняков, ангидритов 200–380 м	Переслаивание мергелей, глинистых известняков, известняков темно-серых 46 м	Доломиты, прослоями известковистые, реже известняки. Породы сульфатонесные, прослоями глинистые	ДЕЛЬТУЛИНСКАЯ СВИТА Доломиты, пласты известняков, прослои ангидритов 400–485 м	РИФОГЕННАЯ ТОЛЩА Доломиты с редкими тонкими прослоями аргиллита. Гнезда ангидрита. 710 м	
		БУЛАЙСКАЯ СВИТА Доломиты, в подошве – прослои известняков 130–160 м			БУЛАЙСКАЯ СВИТА Доломиты, доломиты известковистые 85–110 м		
		СУРИНГДАКОНСКАЯ СВИТА Доломиты, каменная соль, доломиты соленосные 120–130 м		Средняя подсвита Доломиты ангидритистые, неравномерно по разрезу известковистые, глинистые, с прослоями ангидритов	БЕЛЬСКАЯ СВИТА Верхняя подсвита Переслаивание каменной соли и доломитов прослоями глинистых и ангидритистых	БЕЛЬСКАЯ СВИТА Верхняя подсвита Каменные соли с тонкими прослоями аргиллитов. Доломиты-ангидритистые доломиты	
		БУРУССКАЯ СВИТА Доломиты, пласты известняков, прослои ангидритов 360 м			Нижняя подсвита Доломиты, известняки, пласты соли	Нижняя подсвита Доломиты, каменная соль, пласты известняков 716 м	
		АБАКУНСКАЯ СВИТА Доломиты кавернозные, пласты известняков 80 м			651 м	ПРОМЕЖУТОЧНАЯ ТОЛЩА Чередование каменной соли и засолоненных доломитов, реже известняков 724 м	
		Марская подсвита Доломиты, глинистые доломиты, прослои сульфатов, известняков 70–110 м		Нижняя подсвита Доломиты, доломиты известковистые, прослои известняков доломитовых, ангидрит-доломитов	УСОЛЬСКАЯ СВИТА Верхняя подсвита Доломиты, доломиты глинистые, каменные соли	УСОЛЬСКАЯ СВИТА Верхняя подсвита Каменная соль с прослоями доломитов	
		Моктаконская подсвита Доломиты, пористые и кавернозные, прослоями сульфатонесные 140–220 м			Средняя подсвита (осинский горизонт) Доломиты, доломиты сульфатонесные	Средняя подсвита Известняки доломитистые	
		Ясенгская подсвита Каменные соли, доломиты 35–40 м		1550–1800 м	Нижняя подсвита Каменные соли, доломиты соленосные 373 м	Нижняя подсвита Каменная соль 450 м	
		Венд-кембрий	ТЭТЭРСКАЯ СВИТА		ТЭТЭРСКАЯ СВИТА		

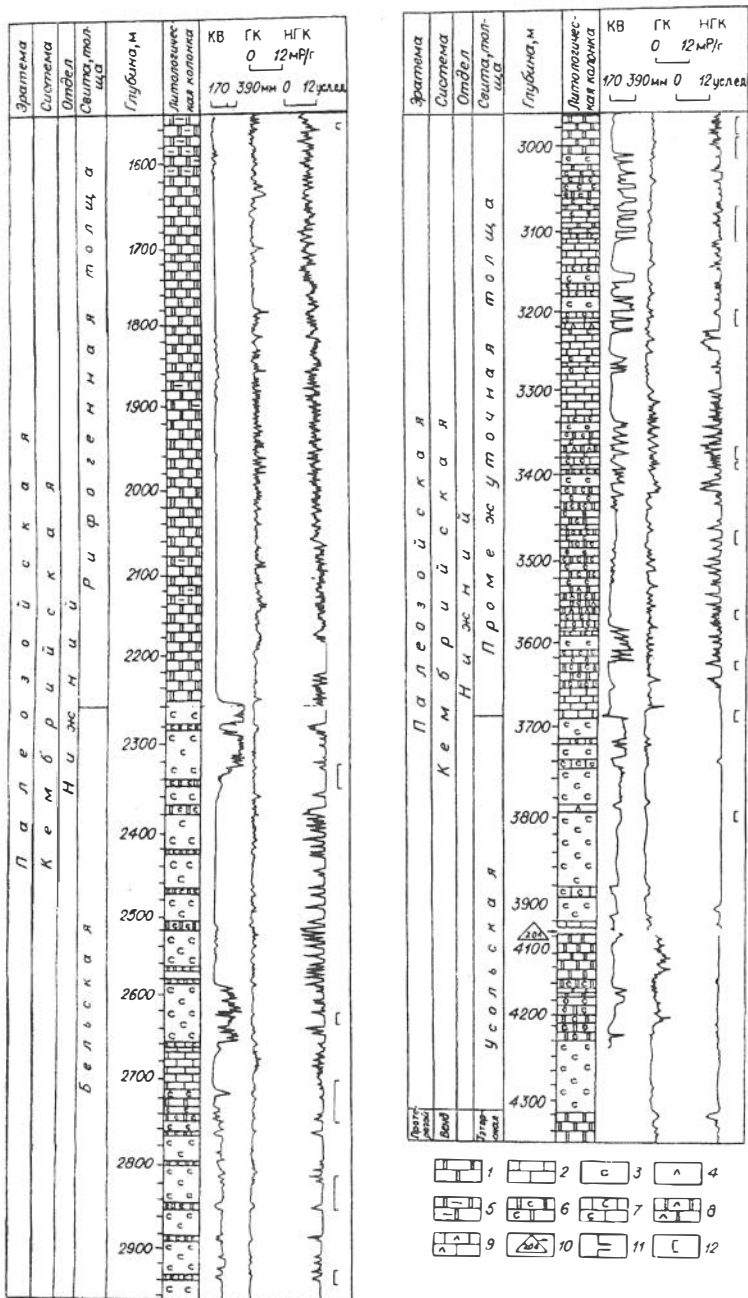


Рис. 2. Разрез нижекембрийских отложений скважин Светлая-1 и 2.

1 -- доломиты; 2 — известняки; 3 — соли; 4 — ангидриты; 5 — доломиты; 6 — доломиты засоленные; 7 — известняки засоленные; 8 — доломиты ангидритистые; 9 — известняки ангидритистые; 10 — положение и мощность интрузии, в м, 11 — разрыв в глубинах; 12 — интервал отбора керна.

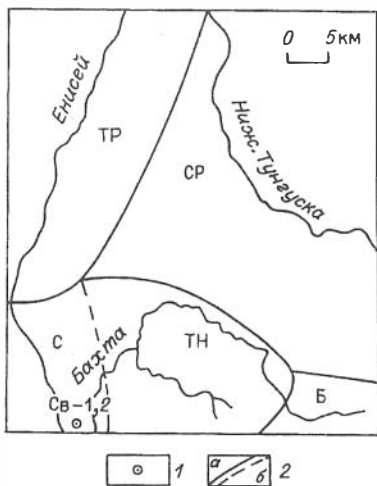


Рис. 3. Расположение фациальных зон нижнего кембрия юго-западной части Сибирской платформы:

1 — скважины Светлая-1 и 2; 2 — границы фациальных зон (ТР — Туруханская, СР — Суригдаконская, ТН — Тынепская, Б — Байкитская, С — Светлая); а — уверенная, б — предполагаемая.

засолоненные, с линзами, гнездами и неправильной формы прослойками ангидрита. По соленасыщенности и характеру чередования слоев толщи можно условно сопоставить с бельской свитой Байкитской литофациальной зоны. Общая мощность ее в скважине 716 м.

Следующая толща (инт. 2966—3690 м) начинается пластом доломита мощностью 46 м. Доломиты массивные, микро- и тонкозернистые, ангидритистые, органогенные. Иногда встречаются известковистые разности. Породы засоленные, участками глинистые. Ниже идет переслаивание доломитов и каменных солей. В верхней части интервала мощность прослоев доломитов достигает 40—50 м, солей не превышает 20 м. Среди доломитов изредка встречаются тонкие пропласты аргиллита. В нижней части интервала мощности отдельных слоев существенно уменьшаются и не превышают 10 м. И если в верхней половине интервала преобладают доломиты (60—65 %), то в нижней — тех и других пород содержится примерно поровну. Литолого-стратиграфических аналогов рассмотренной части разреза на прилежащих территориях нет. Поэтому мы выделяем ее в самостоятельное подразделение мощностью 724 м под названием промежуточной толщи, расположенной между бельской и усольской свитами.

Далее, в инт. 3690—3919 м в скважине Светлая-1 и 3891—4317 м по скважине Светлая-2 залегает толща, сложенная преимущественно солями (за исключением средней пачки). В целом эту толщу можно достаточно уверенно сопоставить с усольской свитой, развитой к юго-западу от Южно-Тунгусской НГО — на Байкитской антеклизе и Катангской седловине. Общая мощность ее без интрузии траппов — 450 м. Она достаточно хорошо разбивается на три части. Верхняя мощностью 237 м сложена пятью пластами соли, разделенными доломитами. Ее можно сопоставить с верхнеусольской подсвитой. Ниже залегает пачка карбонатных пород мощностью 130 м, с редкими мало мощными пропластками соли. Карбонаты представлены известняками доломитистыми от черных до белых с включениями аутигенных пирита и ангидрита, но здесь они сильно метаморфизованы интрузией. Эта пачка сопоставляется со среднеусольской подсвитой (осинский горизонт) одной из наиболее перспективных на нефть и газ в нижнем кембрии запада Сибирской платформы.

Самая нижняя часть разреза, сопоставляемая с нижнеусольской подсвитой, представлена солями мощностью 40 м. Под этими солями в скважине Светлая-2 залегают сульфатно-карбонатные породы, которые условно можно отнести к тэтэрской свите венда.

Рассмотренный разрез имеет следующие особенности:

— наличие мощной рифогенной толщи в верхней части нижнекембрийских отложений;

— очень высокая соленасыщенность остальной части разреза, где соли составляют более 50 %;

— значительное содержание сульфатов в карбонатных породах, в среднем количество ангидрита составляет 12—15 %;

— высокая вторичная засоленность карбонатных пород.

Своеобразие разреза, появление новых для Южно-Тунгусской НГО толщ, увеличение мощности отдельных литостратиграфических подразделений позволяет поставить вопрос о выделении новой литофациальной зоны (рис. 3). В настоящее время она выделена условно, так как строение разреза и границы его распространения требуют уточнения, что возможно лишь при получении дополнительных данных.

Список литературы

Мельников Н. В., Егорова Л. И., Килина Л. И. и др. Стратиграфия кембрия Бахтинского мегавыступа // Геология и геофизика. — 1989.— № 3. — С. 9—21.

Мельников Н. В., Килина Л. И., Кригин В. А. и др. Нефтегазоносность кембрийских рифов Сурингдаконского свода // Теоретические и региональные проблемы геологии нефти и газа. — Новосибирск: Наука, 1991. — С. 180—189.

Решения четвертого межведомственного регионального стратиграфического совещания по уточнению и дополнению стратиграфических схем венда и кембрия внутренних районов Сибирской платформы. — Новосибирск, 1989. — 64 с.

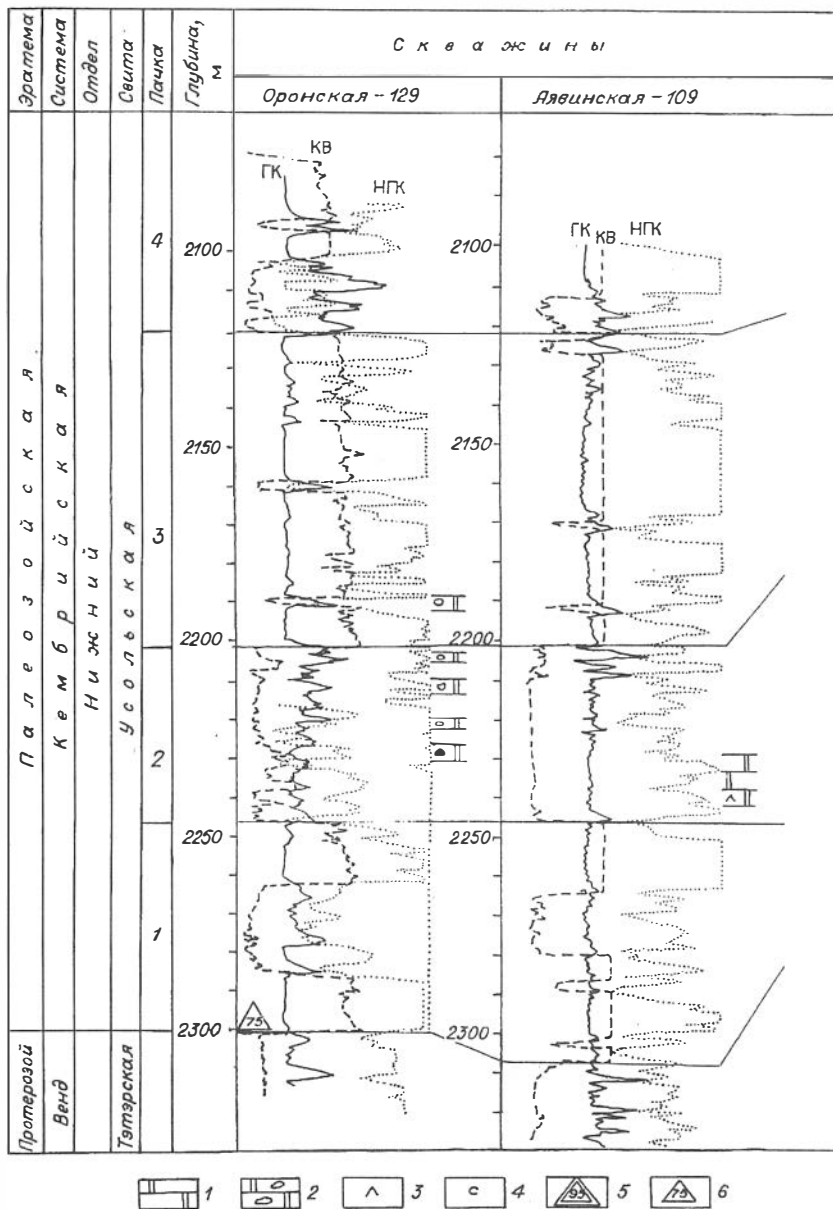
УДК 553.982.23(571.5)

Е. Н. Кузнецова

РИФОВАЯ ПОСТРОЙКА — НОВЫЙ ТИП ЛОВУШЕК В КАТАНГСКОЙ СЕДЛОВИНЕ

Рассматривается обнаруженная глубоким бурением рифовая постройка в осинском горизонте нижнего кембрия на территории Катангской седловины. Предполагается распространение таких построек в ее южной части.

В настоящее время на западе Сибирской платформы почти полностью отсутствуют ловушки углеводородов структурного типа, выраженные по одному из наиболее перспективных карбонатных горизонтов нижнего кембрия, получившему название осинского (ОГ). Вместе с тем, растет вероятность обнаружения в нем ловушек литологических, в частности биогермных, которые можно отождествить с одиночными рифовыми постройками. Впервые на вероятность существования рифов в осинском горизонте на юге Сибирской плат-



формы обратили внимание Н. И. Комарова и А. С. Ильин [1982]. Впоследствии, по результатам исследований, проведенных сотрудниками СНИИГГиМСа Л. И. Килиной и Н. В. Мельниковым, были выявлены рифовые постройки на этом же уровне в Южно-Тунгусской нефтегазоносной области [Мельников и др., 1991]. При этом был разработан ряд фациальных признаков, характеризующих рифовые постройки, развитые в нижнекембрийской толще запада Сибирской платформы. В первую очередь к ним относятся изменения веществ-

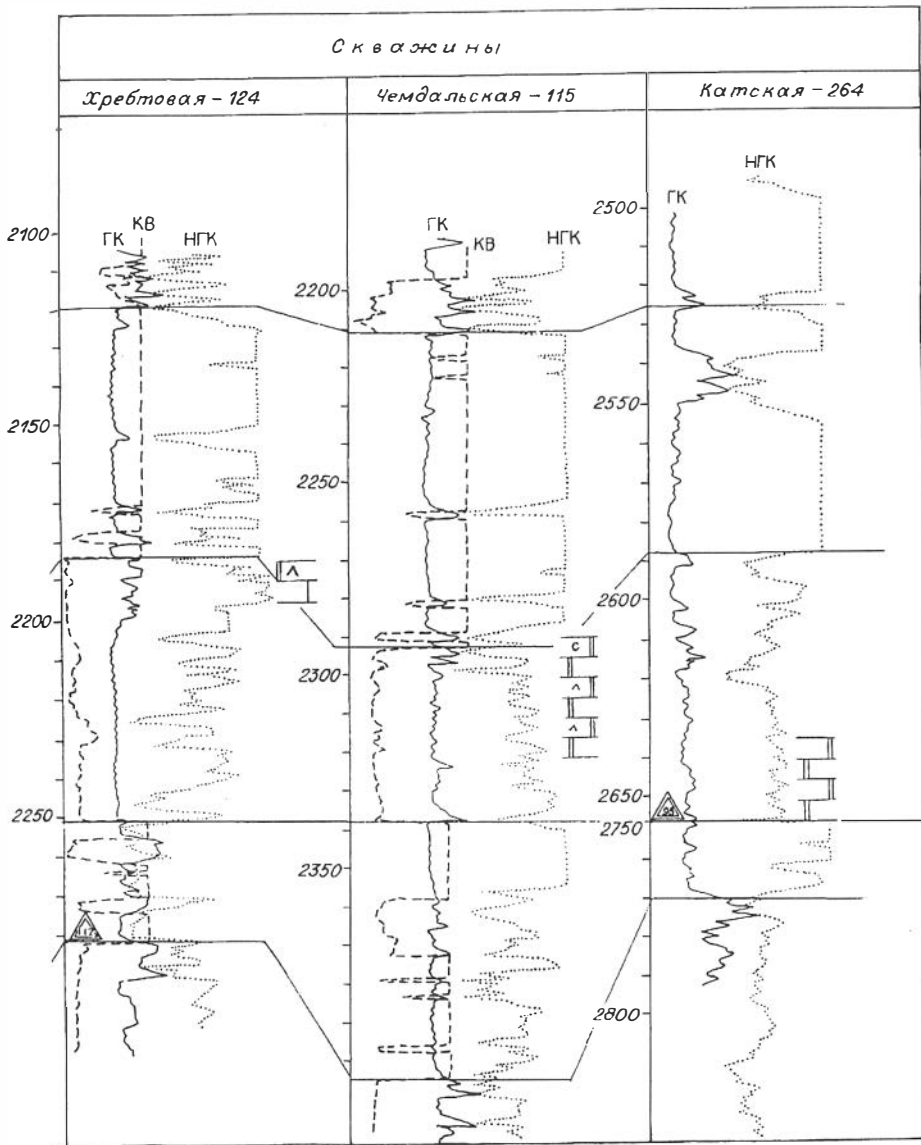


Рис. 1. Корреляционный профиль южной части Катангской седловины:

1 — доломиты; 2 — доломиты кавернозные; 3 — ангидриты; 4 — соль; 5 — положение пластовых и секущих тел; 6 — положение силла и его мощность.

венного состава в различных фациальных зонах (предрифовая, рифовая, зарифовая) и фациальные соотношения литотипов пород.

По этим данным в Южно-Тунгусской НГО выделена и оконтурена Моктаконская рифобанка. Чтобы получить характеристику рифовых массивов для

территорий, где керн из осинского горизонта не отбирался, разработанные признаки выносились на каротажные диаграммы. На каротажных кривых рифогенные породы характеризуются низкими слабодифференцированными кривыми естественной радиоактивности пород (ГК) и высокими значениями наведенной радиоактивности пород (НГК). Кривая кажущегося сопротивления (КС) может быть дифференцирована в зависимости от коллекторских свойств и флюида заполнения. Наиболее надежно рифовые массивы опознаются по кривым ГК [Мельников и др., 1991].

Другим важным признаком является анализ мощности толщ, где возможны рифообразующие постройки, и перекрывающей их пачки пород. В местах появления рифового тела мощность карбонатного горизонта резко возрастает. Одновременно мощность перекрывающей толщи компенсации сокращается так, что суммарная мощность этих двух толщ практически не меняется по сравнению с другими участками.

На сопредельных с Катангской седловиной территориях Байкитской (БА) и Непско-Ботубинской (НБА) антеклиз рифовые постройки выделялись ранее [Илюхин и др., 1991; Шемин и др., 1989; Чернова, 1986; Бутова, 1988]. Были откартированы протяженные зоны их развития. В пределах Катангской седловины, разделяющей эти структуры, рифы ранее не были обнаружены. Более того, исследованиями последних лет [Шемин, 1989; Илюхин, 1991] доказывалось, что Катангская седловина из-за неблагоприятных палеогеографических условий не входит в число территорий, где возможны рифовые постройки.

Несмотря на вышесказанное, материалы глубокого бурения позволяют выделить на юге Катангской седловины рифовую постройку в осинском горизонте, который был вскрыт на данной территории Хребтовой скв. 124. Литологически горизонт представлен переслаиванием водорослевых известняков и доломитов в различной степени сульфатизированных; отмечается присутствие терригенного материала, породы местами кавернозные, трещиноватые. Недостаточный отбор керна и слабая изученность бурением этого участка не позволяют провести фациальный анализ, поэтому использовались лишь каротажные диаграммы ГК и НГК. Рифогенные породы, приуроченные к подошве пачки us_2 (их мощность составляет 51 м), перекрываются пластом глинистых известняков (12 м). Имеется описание керна материала, из которого следует, что известняки имеют наклонную слоистость около 15° по стволу скважины. Возможно, что скважина попала в краевую часть рифа, где слои наклонены примерно под такими углами. Значит истинная высота рифа может оказаться несколько больше, чем установлено по стволу скважины. Общая мощность пачки us_2 в Хребтовой скв. 124 составляет 68 м, в то время как в соседних скважинах (Оронская-129, Аявинская-109, Чемдальская-115) наблюдаются фоновые значения мощности осинского горизонта — 45 м. Мощность перекрывающей соленосной пачки (us_3) в этих скважинах приблизительно 80 м, а в Хребтовой скв. 124 она уменьшается до 68 м (рис. 1). Таким образом, общая мощность пачек us_2 и us_3 меняется незначительно, что свидетельствует в пользу существования рифовой постройки в районе Хребтовой скв. 124. Кроме того, в нижней части пачки us_3 имеется два пласта доломитов, прослеживающихся во всех скважинах, кроме Хребтовой скв. 124, где один (нижний) пласт отсутствует (рис. 2).

Проанализировать влияние подстилающей пачки на присутствие в разрезе рифовых тел не удалось, так как нижняя подрифовая пачка (us_1) сложена пластовыми и секущими интрузиями траппов, что не позволяет установить ее истинные мощности.

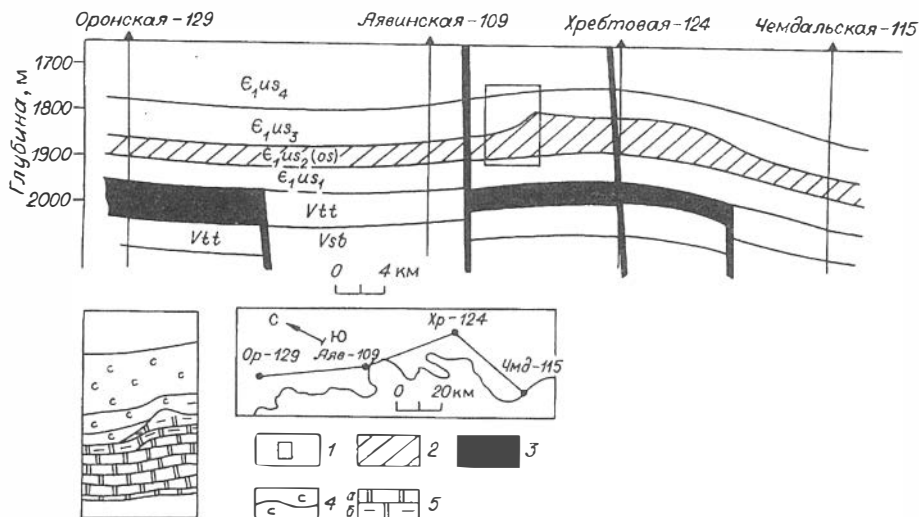


Рис. 2. Геологический разрез южной части Катангской седловины:

1 — положение фрагмента рифовой постройки; 2 — осинский горизонт; 3 — интрузии траппов; 4 — соли с прослоями доломитов; 5 — доломиты (а), доломиты глинистые (б). Свиты: tt — тэтэрская, us (os) — уральская (осинский горизонт), sb — собинская.

Классифицировать это рифовое тело, видимо, следует как рифобанку по аналогии с подобными телами на сопредельных территориях [Илюхин и др., 1991; Шемин и др., 1989]. Площадь его, в соответствии с вертикальным размером, составит около 50 км², а с учетом того, что скважина все же попала в крайнюю часть рифа, возможно увеличение.

По всей вероятности, рифобанка, вскрытая Хребтовой скв. 124, не единственная. Территория, расположенная южнее Собинского поднятия, является продолжением зоны повышенных мощностей ОГ, прогнозируемой на юго-востоке НБА. Слабая изученность ее бурением позволяет считать, что на неразбуренных участках может располагаться еще не одна рифобанка, подобная рассмотренной. Подтверждением тому служит повышенная мощность ОГ к востоку от Хребтовой скв. 124 на сочленении Катангской седловины и НБА, где осинский горизонт имеет мощность 65 м и представлен, судя по ГИС, почти чистыми карбонатами (см. рис. 1, Катская скв. 264).

Осинский горизонт в Катангской седловине является одним из основных (после терригенного венда) нефтегазопроизводящих горизонтов. В связи с недостатком ловушек структурного типа рифовые постройки могут служить новым перспективным объектом поисковых работ на этой территории.

Список литературы

Бурова И. А. Литологическая характеристика пород осинского горизонта и распространение в нем пород-коллекторов по площади Центрального Талаканского поднятия // Методы оценки сложных коллекторов. — Л., 1988. — С. 57—63.

Илюхин Л. Н., Кузнецов В. Г., Постников О. В. и др. Строение и перспективы нефтегазоносности осинского горизонта Камовского свода // Геология нефти и газа. — 1991. — № 10. — С. 5—8.

Мельников Н. В., Килина Л. И., Кринин В. А., Хоменко А. В. Нефтегазоносность кембрийских рифов Сурингдаконского свода // Теоретические и региональные проблемы геологии нефти и газа. — Новосибирск, 1991. — С. 180—189.

Уилсон Дж. А. Карбонатные фации в истории Земли. — М.: Мир, 1980. — 462 с.

Чернова С. Л. Сравнительная характеристика пород осинского и юрхского горизонтов Непско-Ботубинской НГО // Геология нефти и газа. — 1986. — № 7. — С. 80—87.

Шемин Г. Г., Килина Л. И., Кальвин И. А., Стариков Л. Е. Нефтегазоносность рифоподобных образований кембрия в Лено-Тунгусской провинции // Геология нефти и газа. — 1989. — № 8. — С. 26—29.

УДК 624.131

А. Ф. Сухорукова

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ УСЛОВИЙ СТРОИТЕЛЬСТВА г. НОВОСИБИРСКА

Рассмотрены основные особенности инженерно-геологических условий строительства различных сооружений (в том числе и проходки подземных линий метрополитена неглубокого заложения в районах старой застройки). Показано, что более половины территории имеет неблагоприятные условия для строительства (широкое распространение структурно-неустойчивых грунтов, незатухающий процесс подтопления города) и требует специальных мер для обеспечения надежности оснований. Обоснован выбор наиболее оптимального способа закрепления грунтового основания при работе в конкретных инженерно-геологических условиях города.

Анализ инженерно-геологических условий территории г. Новосибирска показывает, что основными их особенностями при строительстве является: широкое распространение просадочных лессовых грунтов, незатухающий процесс подтопления города, а также наличие недоуплотненных, сильносжимаемых искусственных грунтов. При этом более половины площадей относится к условно неблагоприятным для строительства, т. е. требующим специальных мер для обеспечения надежности оснований. Проходка линий метрополитена неглубокого заложения в районах плотной застройки и возведение объектов, к которым предъявляются повышенные требования относительно неравномерности осадок, заставляют искать пути борьбы с просадками. В статье рассмотрены основные причины и характер деформаций сооружений и опыт использования различных мероприятий, показано, что используемые в городе мероприятия не в полной мере решают проблему усиления оснований, и предлагается эффективный способ закрепления дисперсных структурно-неустойчивых грунтов.

Геологическое строение территории города

Территория города располагается на западной окраине палеозойского фундамента Томь-Кольванской позднегерцинской складчатой зоны, которая полого погружается в северо-западном направлении и сменяется областью мезо-кайнозойского прогибания. Река Обь делит территорию Новосибирска на восточную и западную части, различные по типам рельефа. Правобережье в основном представляет собой плато высотой до 240 м, глубоко расчлененное долинами притоков р. Оби (реки Ельцовка, Каменка, Плющиха, Полноводная, Иня и др.). В пределах левобережной части города сохранился останец плато с абсолютными отметками 180—190 м. Но в основном левобережье имеет отметки до 120 м, в связи с тем, что с юго-запада к городу примыкает увалистая равнина с крупногрядовым рельефом Приобского степного плато [Волков, Архипов, 1978].

На правобережье палеозойский фундамент залегает в ряде случаев неглубоко и местами выходит на поверхность. Его слагают верхнедевонские осадочные породы инской серии, прорванные интрузивом гранитов. Глинистые сланцы инской серии с прослоями алевролитов, реже песчаников сложно дислоцированы, смяты в складки, а вблизи контакта с гранитным массивом метаморфизованы и изменены вплоть до роговиков.

Новосибирский интрузивный массив слагают граниты розовато-серые, крупнозернистые, биотит-роговообманковые с крупными порфиоровыми выделениями полевых шпатов. Округло-овальное тело гранитов в плане занимает в основном правобережную часть города от р. Ельцовка-2 через р. Каменка до р. Плющиха. Оно возвышается „палеобуграми” относительной высоты 50—70 м и местами вскрывается в русле Оби. Небольшой край массива заходит на левобережье, где залегает на 20—30 м ниже уреза реки.

В конце мелового — начале палеогенового периода на поверхности палеозойского фундамента сформировались каолиновая и глинисто-щебенистая кора выветривания, которая в последующем не была полностью смыта. На возвышенном правом берегу Оби бурением под четвертичной толщей вскрыты серые и белые каолиновые глины мощностью до 20—30, местами до 50 м, постепенно переходящие в структурный аллювий, а затем в дезинтегрированные и неизменные граниты. На девонских сланцах также сохранилась кора выветривания мощностью до 5—6, местами 30 м. Кору выветривания слагают супеси и суглинки зеленовато-серые, глины пестроцветные, ожелезненные, с включениями дресвы и щебня.

Неотектонические движения палеоген-неогенового времени создали палеорельеф, близкий к современному, гипсометрически контролирующий осадконакопление. Поэтому на низком левом берегу ниже уреза р. Оби на коре выветривания девонских сланцев залегают аллювиальные пески и глины новомихайловской, чембакчинской и каргатской свит неогена. А на более высоком правом берегу, в северо-восточной части города, в ложбинах палеозойского фундамента отмечены лишь глины кочковской свиты верхнего неогена.

Переход к четвертичным отложениям постепенный, породы обычно не разделялись и характеризовались как отложения неоген-четвертичного этапа осадконакопления. Большой вклад в познание четвертичной геологии внесли работы П. А. Провославцева, М. П. Нагорского, В. А. Мартынова, А. Л. Матвеевской, В. В. Вдовина, А. М. Москвина, К. В. Никифоровой, Ф. А. Никитенко, Ф. С. Тофанюка. По мнению этих исследователей, в ранне-, среднетертичное время формировалась мощная толща лессовых суглинков и супесей

краснодубровской свиты, создающая современный рельеф и служащая основанием для возведения инженерных сооружений. Этими же авторами подчеркивается сложность строения субаэральной краснодубровской свиты мощностью до 50 м, представляющей собой чередование супесей, суглинков, прослоев песка, горизонтов погребенных почв.

В последнее время изучение опорных разрезов Приобского плато продолжалось с применением термолюминесцентного, радиоуглеродного, палеомагнитного, палеогеографического [Волков, Архипов, 1978] и циклического методов анализа четвертичных толщ [Шаевич, 1987]. Они подтверждают, что возраст краснодубровской свиты в абсолютном летоисчислении укладывается, до голоцена включительно, в эпоху Брюнес. Наиболее детальной является стратиграфическая схема И. А. Волкова, в которой последовательно выдержан принцип климатостратиграфического расчленения лессово-почвенной субаэральной формации и озерно-аллювиального комплекса террасовых отложений.

Карта м-ба 1:25 000 инженерно-геологического районирования г. Новосибирска, составленная коллективом ЗапсибТИСИЗ под руководством Ф. С. Тофанюка, имеет в стратиграфической основе обобщенную краснодубровскую свиту. На геолого-литологических разрезах, пересекающих город с запада на восток и с севера на юг параллельно долине Оби, выявляется литологическая неоднородность краснодубровской свиты, слоистый или линзовидно-пятнистый характер ее строения. Верхние эолово-делювиальные слои представлены суглинками и супесями лессовидными, желто-бурыми, слабокарбонатными, от твердой до текучепластичной консистенции. Эта часть толщи по составу преимущественно супесчано-суглинистая мощностью до 20 м с мало-мощными линзами песков. Мощность лессов в районе города колеблется в зависимости от геоморфологической позиции разреза и составляет от 5—10 до 40—50 м, как правило, лессовидные суглинки возвышенных водоразделов сменяются вблизи речных долин более опесчаненными разностями.

Инженерно-геологические условия территории г. Новосибирска

Инженерная геология города изучалась и описана [Кучин, 1960; Никитенко, 1963; Тофанюк, 1966; Шаевич, 1987; и др.]. Большой объем работ по определению состава и свойств грунтов, слагающих верхние (в пределах антропогенного влияния) части разреза, проведен при разработке генерального плана г. Новосибирска. На основе этой работы ЗапсибТИСИЗ выполнено инженерно-геологическое районирование территории города, которое проведено по геологическому строению, гидрогеологическим и геоморфологическим условиям, физико-механическим свойствам грунтов, залегающих в активной, мощностью до 20 м, зоне влияния сооружений, а также степени развития физико-геологических процессов. Анализируя комплекс природных факторов, влияющих на условия строительства в пределах исследуемой площади, авторы районирования выделяют три группы территорий: 1) вполне благоприятные, 2) условно благоприятные, 3) неблагоприятные для строительства. Ко второй и третьей группам относятся площади распространения просадочных грунтов, участки с высоким уровнем грунтовых вод и заболоченные, искусственные грунты.

Характеризуя современную инженерно-геологическую обстановку в городе, необходимо отметить, что в настоящее время одним из широко про-

являющихся факторов антропогенного воздействия на геологическую среду оказывается процесс подтопления территории города. Многие авторы [Господинов, 1984; и др.] приводят примеры подтопления за счет неучтенных утечек из коммуникаций, выравнивания поверхности, ликвидации естественных стоков и т. д. Этот процесс четко фиксируется по результатам бурения (в связи со строительством метро в последние годы выполнен большой объем буровых работ). Например, в районе ст. метро Заельцовская в 1986 г. скважина глубиной 21 м не обнаружила воду, а летом 1989 г. в дне 15-метрового котлована шурф глубиной 2 м показал наличие воды. При строительстве ветки депо в районе Красного проспекта с момента первых изысканий в 1977 г. уровень вод к 1984 г. поднялся на 6—8 м (данные „Новосибметропроекта”).

Детальное изучение территории города показывает, что более половины его площадей относятся к условно благоприятным или неблагоприятным для строительного освоения, т. е. требующих специальных мер для обеспечения надежности оснований, как конструктивных, так и методов технической мелиорации грунтов.

Для выяснения представительности разрезов и соответственно грунтов автором рассмотрены фондовые материалы ЗапсибТИСИЗ для территории города и в летние периоды 1987 и 1988 годов проведены работы по изучению верхней части четвертичной толщи и отбору образцов с целью изучения возможности их закрепления. Образцы грунтов отбирались из скважин, котлованов, шурфов, карьеров, оврагов (описано 15 разрезов и отобрано более 50 образцов), из мест интенсивного строительства линий метрополитена и других объектов, по возможности с учетом литологических и инженерно-геологических разновидностей грунтов. Суммируя результаты предыдущих исследований [Никитенко, 1963; Мартынов, 1957; Тофанюк, 1966; Храпов, 1973] и собственные наблюдения, можно говорить о двух основных типах естественных отложений: 1) песчаные с прослоями суглинков, 2) супесчано-суглинистые лессовые толщи. Третий тип разреза или грунтовых условий — это искусственные (по ГОСТу) или техногенные (по классификации А. Г. Афонина и др. [1990]) грунты, которые часто занимают в городе полезные для строительства площади.

Первый тип разреза — это песчаные отложения с прослоями суглинка, часто с неясной слоистостью. Такие отложения характеризуют сниженные краевые участки плато у рек Ельцовка-1 и Обь, в котловане ст. метро Гагаринская. Гипсометрически ниже по ул. Гоголя и по ул. Кошурникова в междуречье рек Ельцовка-1—Каменка вскрыты толщи, верхняя часть которых существенно опесчанена, а нижняя — более глинистая, часто со слоями и линзами суглинков. В районе ул. Серебренниковской в котловане около ТЮЗ, до глубины 15 м прослеживается толща песчано-супесчаных отложений. Непосредственно после вскрытия шурфа в дне котлована грунты имели вид однородной толщи палеобурого цвета, но при высыхании отчетливо прослеживались слои и линзы песка или более опесчаненного материала. По ул. Челюскинцев вниз по разрезу глубиной 8 м наблюдается толща бурой супеси с ритмичным чередованием сильноожелезненного тонко-, мелкозернистого песка мощностью от 0,5 до 2 м и суглинков толщиной 5—7 см.

Второй тип разреза — супесчано-суглинистая лессовая толща с горизонтами погребенных почв. На левобережье такие толщи вскрыты котлованами ст. метро Карла Маркса и Студенческая, а также в овраге близ пос. Огурцово. Первые два разреза совершенно однотипные — верхняя часть до глубины 8—10 м сложена лессовыми суглинками палевого цвета, однородными, макро-

пористыми, карбонатными с массивной текстурой, ниже залегают супеси, близкие по внешнему виду к вышеописанным суглинкам.

На правом берегу Оби в районе ст. метро Вокзальная верхняя часть разреза представлена палево-желтыми супесями, однородными, карбонатными, слюдистыми, ниже (в основании станции) залегают суглинки легкие, макропористые, просадочные.

Территория Восточного жилмассива (на северо-востоке города) сложена лессовыми толщами с погребенными почвенными горизонтами, супесчано-суглинистого состава мощностью до 25—30 м.

Третий тип разреза — это искусственные грунты, имеющие в городской черте мощность от 0,5 до 10—15 м. Они, как правило, образованы в результате неплановой отсыпки сухим способом в течение длительного времени различных грунтов с включениями золошлаков и состоят из суглинков, супесей и песков с неравномерным содержанием строительного мусора, щебня, дресвы. Строение толщи насыпных грунтов очень неоднородное, встречаются многочисленные пустоты, обычно грунты рыхлые или средней плотности. Такими образованиями заполнены многочисленные овраги, выполнены разного рода подсыпки для нивелирования поверхности. На правом берегу Оби в районе строительства комплекса ВПШ вскрыта супесчаная толща темно-серого цвета с включениями сажи, угольного порошка и самых разных включений. Общий вид этих образований позволяет отнести их к искусственным образованиям, которые являются результатом бытовой и хозяйственной деятельности человека. Как правило, при инженерно-геологических исследованиях свойства таких грунтов не изучаются.

Причины и характер деформаций сооружений и опыт использования различных мероприятий по борьбе с ними

К настоящему времени накоплено большое количество примеров по деформациям зданий и сооружений в г. Новосибирске. Эти данные представлены в отчетах ЗапсибТИСИЗ и в материалах научно-практических конференций по проблемам строительства на просадочных лессовых грунтах города [Жилищно-гражданское строительство..., 1975]. Основной особенностью жилищно-гражданского и промышленного строительства в городе являются сложные инженерно-геологические условия, а именно: широкое распространение просадочных лессовых грунтов, близкое залегание грунтовых вод и продолжающийся их подъем в процессе подтопления города, наличие искусственных грунтов.

До шестидесятых годов строительство жилых гражданских сооружений осуществлялось в основном с устройством свайных оснований. С начала шестидесятых годов просадочные свойства грунтов в пределах сжимаемой зоны под подошвой фундаментов стали устраняться следующими способами: поверхностным уплотнением тяжелыми трамбовками, устройством грунтовых подушек, вытрамбовыванием котлованов падающими трамбовкам [Жилищно-гражданское строительство..., 1975].

Кроме того, в городе широко применяются фундаменты на забивных железобетонных сваях, которые должны прорезать просадочную толщу с заглублением на 1,0—1,5 м в непросадочные грунты. В связи с проблемой экономии ставится вопрос об ограниченном применении железобетонных свай, о замене их, по возможности, буронабивными или другими способами создания надежного основания. Опыт строительства в г. Новосибирске показал, что механическое уплотнение тяжелыми трамбовками, особенно с предваритель-

ным замачиванием грунтов в котлованах. достаточно эффективно в устранении просадочных свойств до начала строительства.

Одна из основных причин деформаций зданий и сооружений в городе — замачивание лессовых просадочных грунтов, которые дают неравномерную и часто значительную осадку. Замачивание происходит за счет систематических и часто аварийных утечек воды. В стенах зданий отмечают различно ориентированные трещины, ширина раскрытия отдельных достигает 10—20 мм. Примером может служить здание Дворца Пионеров, основание которого дважды (с момента постройки в 1964 г.) сильно замачивалось вследствие утечек горячей воды из повреждений в теплотрассе. Здание находится в аварийном состоянии. в наружных и внутренних несущих стенах трещины шириной до 25 мм. Кроме того, ряд зданий по ул. Коммунистической, Октябрьской, Советской, Революции, Горького претерпели значительные конструктивные деформации из-за просадок лессовых оснований.

Сооружение линий метрополитена в просадочных и водонасыщенных грунтах является сложной инженерной задачей, особенно в крупных городах, застроенных большими жилыми и промышленными зданиями, с интенсивным движением и сложным подземным коммунальным хозяйством [Дорман, 1981]. Строительство станций, тоннелей создает дополнительные условия для деформации зданий. Часто из-за нарушений технологии или каких-либо трудно-предсказуемых ситуаций происходят вывалы грунтов в забое или обрушение кровли, все это ведет к значительным осадкам земной поверхности: образование воронок оседания, провальных ям и т. д. Кроме того, открытые котлованы являются местом сбора атмосферных осадков, а подземные выработки — путями дополнительной фильтрации как природных вод, так и аварийных утечек из трубопроводов. Несвоевременный вынос коммуникаций из зоны осадок неоднократно вызывал аварийные утечки воды из трубопроводов в котлованы, разрушение крепи, оседание земной поверхности и образование воронок обрушения. Отсутствие предусмотренных проектом устройств для сбора и отвода поверхностных вод также неоднократно вызывало затопление котлованов, обводнение грунтов оснований и, в конечном счете, дополнительные работы по устранению аварийных ситуаций, что создавало благоприятные условия для деформации зданий и сооружений, расположенных в зоне строительства метрополитена.

На сегодня в городе почти не удается предотвратить осадки при строительстве метрополитена и связанные с этим деформации зданий. Примеров много — это аварийные ситуации в жилом массиве „Восход”, где трасса тоннеля проходит под зданиями (перегон ст. метро Октябрьская — см. метро Речной вокзал), по ул. Кирова, где проводили дорогостоящие работы по усилению фундаментов, капитальному ремонту зданий магазинов „Зорька” и „Юбилейный”. Осадки поверхности земли были вызваны просадками лессовых грунтов, а также крупными вывалами, которые произошли из-за нарушения технологии проходки. В отдельных частях зданий деформации продолжались и по настоящее время (образуются новые трещины в оконных перемычках, стенах), т. е. проведенные работы по усилению фундамента не позволили полностью устранить и ликвидировать деформации, так как зданиям придавалась дополнительная конструктивная жесткость, а само грунтовое основание не укреплялось.

Аналогичная картина наблюдается и на левобережье, где ряд зданий учебного комплекса НЭТИ находятся в аварийном состоянии, так как основания всех этих сооружений неоднократно замачивались из-за утечек воды. Во

время строительства ст. метро Студенческая вибрация от забиваемых свай усилила процессы образования трещин и других деформаций.

Обоснование выбора наиболее оптимального способа закрепления грунтовых оснований для конкретных инженерно-геологических условий города

Изложенный выше материал показывает, что используемые в городе мероприятия не в полной мере предотвращают просадки лессов и деформацию сооружений и что отсутствует опыт закрепления оснований (особенно при проведении ремонтно-восстановительных работ). В последние годы остро стоит проблема проходки подземных линий метрополитена в сложных инженерно-геологических условиях крупного промышленного города без осадки поверхности, создание надежных оснований для объектов, предъявляющих повышенные требования относительно неравномерности осадок. Все это заставляет искать возможные способы упрочнения грунтовых оснований. В настоящее время наиболее распространены во всем мире методы химического инъекционного закрепления дисперсных (в том числе и лессовых) грунтов с использованием главным образом силикатных растворов [Воронкевич, 1988]. Еще в конце 70-х годов Ф. А. Никитенко отмечал, что для лессовых просадочных супесей и суглинков, покрывающих более половины территории города, необходимо разрабатывать и совершенствовать методы химического закрепления грунтов. Преимущество силикатизации как способа закрепления грунтов по сравнению, например, со смолизацией состоит главным образом в нетоксичности и значительно меньшей стоимости силикатных растворов, кроме того, некоторые рецептуры смолизации технологически сложны, взрывоопасны. Наиболее приемлемой (по стоимости и недефицитности) для закрепления является мочевиноформальдегидная смола с различными отвердителями, но несмотря на широкое внедрение этой рецептуры у нее есть недостатки: 1) при отверждении смолы в окружающую среду обильно выделяется свободный формальдегид, который сильно токсичен; 2) для закрепления грунтов с содержанием глинистых частиц до 3 % и карбонатов от 0,1 до 3 % необходима предварительная обработка соляной кислотой, усложняющая производство.

Выбор силикатизации в качестве способа химического закрепления обосновывается еще и тем, что силикатные рецептуры имеют: невысокую начальную вязкость и хорошо проникают в закрепляемый массив; хорошо регулируемое время гелеобразования, низкую токсичность и дешевизну реактивов. Используя силикатизацию вместе с другими мероприятиями (такими как водопонижение и специальные способы проходки с применением шпунтового ограждения, опускной крепи, создания „стенки” в грунте и т. д.) можно добиться предотвращения осадок поверхности и сохранить здания и сооружения от серьезных повреждений.

Основные выводы:

— инженерно-геологические особенности строительства в г. Новосибирске таковы, что основными факторами, осложняющими строительство, является широкое распространение структурно-неустойчивых грунтов: лессовых отложений красnodубровской свиты (первого типа грунтовых условий), занимающих около половины территории города, и наличие недоуплотненных, сильносжима-

емых, неоднородных по составу искусственных образований, которые часто попадают в зону активного хозяйственного освоения;

— опыт борьбы с неблагоприятными условиями строительства и особенно работы по ликвидации последствий аварийных ситуаций показывают, что используемые мероприятия явно недостаточны для решения проблемы усиления оснований деформируемых сооружений и проходки подземных линий метрополитена без осадки поверхности;

— возможно создание грунтовых оснований с качественно улучшенными инженерно-строительными свойствами наиболее оптимальными средствами технической мелиорации грунтов, а именно, химическим инъекционным закреплением с использованием силикатных растворов.

Список литературы

Афонин А. Г., Дудлер И. В., Зиангиров Р. С. и др. Классификация техногенных грунтов // Инж. геология. — 1990. — № 1. — С. 115—122.

Волков И. А., Архипов С. А. Четвертичные отложения района Новосибирска. — Новосибирск, 1978. — 89 с.

Воронкевич С. Д., Огородникова Е. Н. Состояние и приоритеты физико-химической мелиорации грунтов на современном этапе // Вестн. МГУ. Геология. — 1988. — № 1. — С. 14—23.

Господинов Д. В. Г. Процесс подтопления грунтовыми водами территории г. Новосибирска и области // Процессы подтопления застроенных территорий грунтовыми водами. — Новосибирск, 1984. — Ч. 1. — С. 35—40.

Дорман Я. А. Специальные способы работ при строительстве метрополитенов. — М.: Стройиздат, 1981. — 302 с.

Жилищно-гражданское строительство на лессовых просадочных грунтах в Новосибирске // Жилищно-гражданское строительство на лессовых просадочных грунтах в Новосибирске. — Новосибирск: НТО Стройиндустрия, 1975. — С. 3—7.

Кучин М. И. Лессовидные породы Приобья и Кузнецкой котловины // Труды ТИСИ. — Т. VII. — Томск, 1960. — С. 11—23.

Мартынов В. А. Стратиграфическая схема четвертичных отложений южной части Западно-Сибирской низменности // Труды межведомственного совещания по разработке унифицированных стратиграфических схем Сибири. — Томск, 1957. — С. 27—34.

Никитенко Ф. А. Лессовые породы Новосибирского Приобья и их инженерно-геологическая характеристика // Лессовые породы Приобья. — Новосибирск, 1963. — 306 с. (Тр. / НИИЖТ; Вып. 34).

Тофанюк Ф. С. Некоторые инженерно-геологические свойства лессовых пород Новосибирского Приобья // Четвертичный период Сибири. — М.: Наука, 1966. — С. 65—71.

Храпов В. С. Состав и свойства лессовых пород правобережья р. Оби (Бердь—Обское междуречье). — Томск: ТГУ, 1973. — 113 с.

Шаевич Я. Е. Цикличность в формировании лессов. Опыт системного подхода. — М.: Наука, 1987. — 103 с.

О. В. Хоментовский

**РАЗВИТИЕ ПОЗДНЕМЕЛОВЫХ ИНОЦЕРАМИД НА СЕВЕРЕ СИБИРИ:
ОБЩИЕ ТЕНДЕНЦИИ И СПЕЦИФИКА**

Рассмотрена история развития северосибирских иноцерамид в позднем мелу, проведено краткое сравнение рубежей изменения в развитии позднемеловых иноцерамов североатлантического, северосибирского и северотихоокеанского палеобассейнов, выявлены фазы спада (ранний турон, ранний сантон) и расцвета (поздний сеноман, поздний турон — ранний коньяк) видообразования иноцерамов Севера Сибири.

Морские верхнемеловые отложения распространены на большей части Западно-Сибирской плиты и непосредственно залегают под четвертичным покровом. Наиболее полные их разрезы вскрываются на северо-востоке Западной Сибири в пределах Усть-Енисейской впадины, где представлены отложения всех (шести) ярусов верхнего мела — это разрезы по рекам Ниж. Агапа (сеноман — нижний турон), Чайка (турон), Янгода (верхний турон — коньяк), Танама (сантон—маастрихт) и ряд более мелких выходов [см. рисунок] [Стратиграфия..., 1986, 1989].

Особенностью северосибирских разрезов является почти полное отсутствие в них аммонитов и обилие иноцерамид. Это обстоятельство повышает значение иноцерамов для зонального расчленения верхнемеловых отложений Севера Сибири и корреляции их с иноцерамовыми зонами Западной Сибири, Восточной и Западной Европы и Америки.

Первые позднемеловые иноцерамы известны на Севере Сибири начиная с позднего сеномана, когда глобальная сеноман-туронская трансгрессия распространилась на территорию Западно-Сибирской низменности. Здесь широко развита группа *Inoceramus* (*Inoceramus*) *pictus*. В иноцерамовом комплексе позднего сеномана кроме многочисленных представителей полиморфного вида *In. (In.) pictus* Sow. встречаются близкородственные виды *In. (In.) tenuis* Mant. и известные ранее только из разрезов Камчатки *In. (In.) ginterensis* Perg., *In. (In.)*

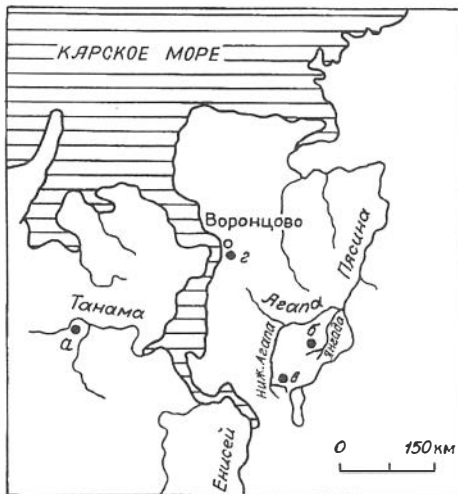


Схема расположения разрезов верхнего мела.

а — р. Танама, б — р. Янгода, в — р. Нижняя Агапа, г — с. Воронцово.

incelebratus Perg., в комплекс также входит эндемичный вид *In. (In.) agapensis* Khom. Интересен факт находки в сибирских разрезах (р. Ниж. Агана) переходных форм между *In. (In.) pictus* Sow. и *In. (Mytiloides) labiatus* Schlot., что подтверждает наличие филогенетической связи между этими двумя подродами.

На границе сеномана и турона происходит резкая смена видового состава иноцерамид. На смену разнообразного позднесеноманского комплекса приходят представители полиморфного вида-космополита *Inoceramus (Mytiloides) labiatus* Schlot. (см. таблицу).

Группа *In. (Myt.) labiatus* полностью сменяется на рубеже нижнего и верхнего турона обширной и морфологически разнообразной группой *In. (In.) lamarcki*, в которой можно выделить четыре основные филогенетические ветви. Первая ветвь — *In. (In.) lamarcki* — *In. (In.) sachsi* — филолиния подрода *Inoceramus*. В позднем туроне — раннем коньяке от типичных ламаркоидных форм, близких к голотипу вида [Бодылевский, Шульгина, 1958], отделился ряд эндемичных видов: *In. (In.) pseudocancellatus* Bodyl., *In. (In.) ecostatus* Efrem., *In. (In.) schulginae* Efrem., *In. (In.) septentrionalis* Bodyl., *In. (In.) jangodaensis* Efrem., *In. (In.) monopterus* Efrem. Угасание ветви ламаркоидных иноцерамид происходит в позднем коньяке, где получили развитие гигантские *In. (In.) sachsi* Bodyl (см. таблицу).

Следующая филолиния — *In. (In.) lamarcki* — *In. (In.) inaequalis* — *Volviceramus subinvolutus* берет начало в позднем туроне, когда среди типичных ламаркоидных форм начинают появляться неравностворчатые, со вздутой левой створкой (*In. (In.) inaequalis* Schlut.), от которых на рубеже турона и коньяка произошли инволютные иноцерамиды рода *Volviceramus*, представленные в сибирских разрезах эндемичным *Volviceramus subinvolutus* Bodyl.

В это же время от неравностворчатых (вздутых) *In. (In.) lamarcki* Park. отделяются формы, имеющие резкое изменение направления роста створки, что приводит к появлению цокольного уступа. Конечными формами этой ветви развития ламаркоидных иноцерамид являются представители подрода *Cremnoceramus (In. (Crem.) inconstans* Woods).

От типичных *In. (In.) lamarcki* Park. с характерным радиальным понижением [Бодылевский, Шульгина, 1958] в позднем коньяке отделились представители подрода *Haenleinia (In. (Haen.) russiensis* Nik.), от которых, по-видимому, в сантоне произошли сфеноцерамы.

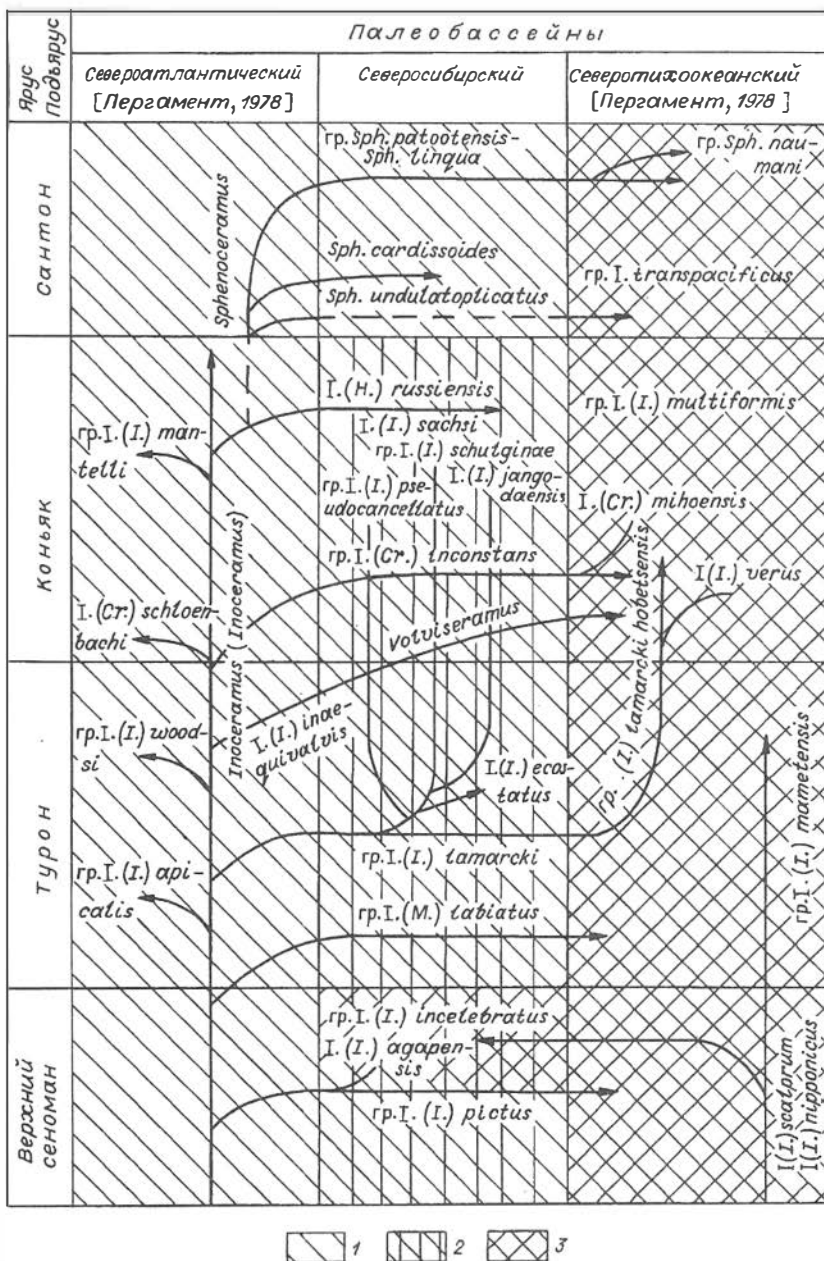
На рубеже коньяка—сантона происходит смена иноцерамовых комплексов на родовом уровне, представителей рода *Inoceramus* сменяют *Sphenoceramus*. В сантоне на Севере Сибири наблюдается хорошо известная в Западной Европе ветвь развития сфеноцерамов *Sphenoceramus cardissoides* — *Sphenoceramus patootensis* — *Sphenoceramus lingua*.

Следует отметить, что, начиная с позднего коньяка и кончая сантоном, на Севере Сибири постепенно уменьшается количество и разнообразие иноцерамид до их полного исчезновения в кампане.

Теперь сравним рубежи изменения в развитии позднемеловых иноцерамов северосибирского, североатлантического и северотихоокеанского палеобассейнов (см. таблицу).

В позднем сеномане северосибирский иноцерамовый комплекс занимает промежуточное положение между североатлантическим, представленным полиморфной группой *In. (In.) 'pictus*, и тихоокеанским, представленным филолинией *In. (In.) scalprum* — *In. (In.) nipponicus*, в этот же комплекс входят кроме космополитной пиктусовой группы *In. (In.) ginterensis* Perg., *In. (In.)*

Предположительные филогенетические связи северосибирских иноцерамид и основные пути миграций позднемеловых иноцерамов Северного полушария (поздний сеноман — сантон)



Примечание. Вертикальными и наклонными линиями со стрелками показаны генетические связи иноцерамид, горизонтальными — возможные пути их миграций. 1—3 — комплексы иноцерамов палеобассейнов: 1 — североатлантического, 2 — северосибирского, 3 — северотихоокеанского.

incelebratus Perg. и ряд эндемичных видов, характерных только для разрезов Камчатки [Пергамент, 1966].

В турон—коньякское время сходство в развитии иноцерамовых комплексов северных палеоакваторий усиливается. В раннем туроне во время спада видообразования в североатлантическом, северосибирском и северотихоокеанском палеобассейнах одновременно появляется группа *Inoceramus* (*Mytiloceramus*) *labiatus*, а затем в позднем туроне полиморфная группа *In. (In.) lamarcki*, развитие которой — отличительная черта этого времени.

Во всех трех бореальных палеоакваториях в позднетуронском и раннеконьякском иноцерамовом комплексе кроме типичных *In. (In.) lamarcki* Park. [Бодылевский, Шульгина, 1958; Пергамент, 1971] встречается большое число эндемичных видов, причем в северосибирском комплексе число местных видов превышает число видов-космополитов.

В коньяке в северных палеоакваториях отмечается постепенное угасание группы *In. (In.) lamarcki* и под влиянием местных условий четкие одновременные модификации видов различных ветвей ламаркоидных иноцерамид (например *In. (In.) lamarcki* — *In. (Crem.) inconstans* и т. д. см. выше).

Значительно более ограничены изменения иноцерамид на рубеже коньякского и сантонского веков, отвечающем резкому спаду видообразования, за которым следует полное обновление их состава. В североатлантическом и северотихоокеанском палеобассейнах появляются сфеноцерамы с дивергентной скульптурой (*Sphenoceramus undulatoaplicatus* Roem.). В северосибирских разрезах данный интервал сантонских отложений в естественных выходах не известен. В раннем сантоне в североатлантическом и северосибирском палеобассейнах развита группа *Sphenoceramus cardisoides*, в то время как в тихоокеанской области в этот период развивается группа *In. transpacificus* [Пергамент, 1974, 1978].

В позднем сантоне во всех трех бореальных палеобассейнах широко распространилась группа *Sphenoceramus patootensis*.

Анализ стратиграфического распространения верхнемеловых северосибирских иноцерамид позволяет выделить фазы спада и расцвета видообразования на данной территории, которые в основном совпадают с аналогичными фазами в развитии иноцерамид соседних палеоакваторий. Это фазы спада видообразования — ранний турон, ранний сантон; и фазы расцвета — поздний сеноман, поздний турон — коньяк.

Таким образом, развитие иноцерамид позднего мела Севера Сибири принципиально сходно по направлению и последовательности изменений основных морфологических особенностей комплексов и составляющих их видов с такими в сопредельных палеобассейнах (атлантическом и тихоокеанском). Это дает возможность сделать предположение об одновременности изменений иноцерамид в бореальных областях, что повышает значение этой группы для межрегиональной корреляции верхнемеловых отложений.

Список литературы

Бодылевский В. И., Шульгина Н. И. Юрские и меловые фауны низовьев Енисея. — М.: Госгеолтехиздат, 1958. — 196 с.

Пергамент М. А. Зональная стратиграфия и иноцерамы нижней части верхнего мела тихоокеанского побережья СССР. — М.: Наука, 1966. — 82 с.

Пергамент М. А. Биостратиграфия и иноцерамы турон-коньякских отложений тихоокеанских районов СССР. — М.: Наука, 1971. — 197 с.

Пергамент М. А. Биостратиграфия и иноцерамы сенона (сантон—маастрихт) тихоокеанских районов СССР. — М.: Наука, 1974. — 259 с.

Пергамент М. А. Стратиграфия и иноцерамы верхнего мела северного полушария. — М.: Наука, 1978. — 191 с.

Стратиграфия верхнемеловых отложений Северной Сибири (Усть-Енисейская впадина) / Захаров В. А., Занин Ю. Н., Зверев К. В. и др. — Новосибирск: ИГиГ СО АН СССР, 1986. — 82 с.

Стратиграфия верхнемеловых отложений Севера Сибири (разрез по р. Янгоде) / Захаров В. А., Бейзель А. Л., Зверев К. В. и др. — Новосибирск: ИГиГ СО АН СССР, 1989. — 70 с.

УДК 564.581.1:56(116.2) (571.511)

О. В. Шенфиль

ЗОНАЛЬНАЯ ШКАЛА ВЕРХНЕЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ АНАБАРО-ХАТАНГСКОГО РАЙОНА ПО БЕЛЕМНИТАМ (север Средней Сибири)

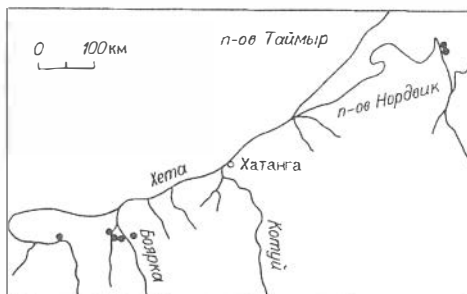
Рассматривается распространение белемнитов семейства *Cylindroteuthidae* в основных разрезах верхнеюрских отложений на севере Средней Сибири. Выявлены хорошо прослеживающиеся в Анабаро-Хатангском районе комплексы белемнитов. Предложена автономная зональная шкала по белемноидеям, включающая шесть биостратонов в ранге зон и слоев с фауной. Приводится сопоставление с аммонитовой и бухиевой шкалами и с комплексами белемнитов по решениям 3-го Межведомственного регионального совещания по мезозою и кайнозою.

На севере Средней Сибири в верхнеюрских морских отложениях встречаются многочисленные остатки ростров белемнитов семейства *Cylindroteuthidae*. Изучению бореальных позднеюрских белемнитов посвящен ряд работ [Павлов, 1914; Бодылевский, 1939, 1960; Воронец, 1962; Крымгольц, 1953; Биджиев, Минаева, 1962; Михайлов, Густомесов, 1964; Сакс, Нальняева, 1964, 1966; Москаленко, 1968], в которых приводится монографическое описание и изображение белемноидей, указывается их стратиграфическое положение в разрезах верхнеюрских отложений Хатангской впадины, Анабарского, Ленского районов и Восточного Таймыра. На основании этих работ предложены позднеюрские комплексы белемнитов для поздней юры, которые вошли в стратиграфические схемы по Средней Сибири [Решения..., 1981].

Однако несмотря на тщательный монографический и стратиграфический анализы [Сакс, Нальняева, 1964, 1966], зональная шкала верхнеюрских отложений по белемнитам для севера Сибири не создана, что в значительной мере затрудняет расчленение этих отложений, особенно при отсутствии или редкой встречаемости аммонитов, обеспечивающих наиболее подробное стратиграфичес-

Рис. 1. Схема местонахождений изученных разрезов верхнеюрских отложений на севере Средней Сибири.

Черными кружками указаны верхнеюрские обнажения.



кое деление верхней юры. Шкала по белемнитам разработана Т. И. Нальняевой [1989] только для келловейских отложений Восточно-Европейской платформы.

Для решения поставленной задачи — создание автономной параллельной шкалы по белемнитам для верхней юры Сибири — автор в течение полевых сезонов 1985—1989 гг. изучил основные разрезы Анабаро-Хатангского района в бассейне р. Хета и на п-ове Нордвик (рис. 1) и просмотрел имеющийся коллекционный материал по Восточному Таймыру (р. Подкаменная, р. Дябака-Тари).

Морские верхнеюрские отложения на реках Боярка и Хета имеют мощность около 52 м и представлены преимущественно песками и песчаниками (кимериджская часть разреза), алевритами и алевролитами (волжская часть разреза). Верхнеюрские отложения п-ова Нордвик мощностью более 50 м сложены глинами и глинистыми алевролитами с прослоями конкреций известковистого алевролита. Подробное описание стратиграфических разрезов, детальная палеонтологическая характеристика и нумерация пачек даны по следующим работам: для бассейна р. Хета [Опорный разрез..., 1969], для п-ова Нордвик [Захаров и др., 1983].

Отбор ростров белемнитов производился совместно с другими группами макро- и микрофауны с точной привязкой к слою. Проводились тафономические наблюдения: ориентировка ростров в слое, степень их сохранности, соотношение между взрослыми и молодыми особями, а также обращалось внимание на литологические особенности вмещающих пород. В коллекции автора насчитывается около 400 ростров из верхнеюрских отложений Сибири, изучался литературный материал, коллекции В. Н. Сакса и Т. И. Нальняевой № 83 и 84, материал из керна скважин Западной Сибири.

В результате исследований прослежено стратиграфическое распространение белемнитов в верхнеюрских разрезах (рис. 2, 3). Последовательность комплексов белемнитов хорошо прослеживается на территории севера Средней Сибири, что позволило создать комплексную политаксонную зональную шкалу (см. таблицу).

Выделенные по белемнитам биостратоны рассматривались как оппель-зоны, характеризующиеся комплексом таксонов ограниченного и в значительной мере перекрывающегося распространения, выбранных как показатели приблизительной одновременности. Не все из этих таксонов, рассматриваемых как диагностические, обязательно должны присутствовать в одном разрезе для того, чтобы зона могла быть идентифицирована. Нижняя граница зоны проводится по первому появлению каких-либо таксонов. Название оппель-зоны — от характерного таксона вида-индекса [Шенфиль, 1992].

В кимеридж-волжских отложениях удалось выделить шесть зон и слоев по белемнитам. Объем зон оценивается от подъяруса до аммонитовой зоны. Приводится сравнение с зонами по бухиям [Захаров, 1981].

Ярус	Подъярус	Зоны по Гиннхтману	Зоны и слои по Беннхтману	Слой и папки	Мощность, м	Литолевещеская колонка	
Кумердзисский	Нижний	<i>Pictonia involuta</i>	<i>Pachyteuthis this oweni</i>	II - III	3,0		
		<i>Rasenia borealis</i>	<i>Pachyteuthis ingens</i> и <i>Cylindroteuthis cuspidata</i>	I - VII	4,3		
	Верхний	<i>Aulacosteplanus eudonatus</i>	<i>Pachyteuthis this obesa</i>	VIII	1,2		
		<i>Aulacosteplanus mutabilis</i>	<i>Pachyteuthis</i>	VII	6,7		
		<i>Strabellites taimyrensis</i>	<i>Cylindroteuthis septentrionalis</i>	IX	1,5		
		<i>Strabellites taimyrensis</i>	<i>Cylindroteuthis septentrionalis</i>	XVI	0,7		
		<i>Pectinatites pectinatus</i>	<i>Pachyteuthis mammitarsis</i>	XVII	1,0		
		<i>Pectinatites pectinatus</i>	<i>Pachyteuthis mammitarsis</i>	XVIII	1,3		
	Волжский	Предка	<i>Epispirigatites variabilis</i>	<i>Jacutica</i>	XIX	2,8	
			<i>Craspedites okensis</i>	<i>Cylindroteuthis</i>	XX	1,5	
Верхний		<i>Craspedites taimyrensis</i>	<i>Cylindroteuthis</i>	XXI - XXII	2,4		
		<i>Chetaites chetae</i>	<i>Gustomesovii</i>	7	0,5		
		<i>Craspedites taimyrensis</i>	<i>Cylindroteuthis knoxvillensis</i>	4 - 6	2,5		
		<i>Craspedites taimyrensis</i>	<i>Cylindroteuthis knoxvillensis</i>	4 - 6	2,5		
		<i>Craspedites taimyrensis</i>	<i>Cylindroteuthis knoxvillensis</i>	4 - 6	2,5		
		<i>Craspedites taimyrensis</i>	<i>Cylindroteuthis knoxvillensis</i>	4 - 6	2,5		
		<i>Craspedites taimyrensis</i>	<i>Cylindroteuthis knoxvillensis</i>	4 - 6	2,5		
		<i>Craspedites taimyrensis</i>	<i>Cylindroteuthis knoxvillensis</i>	4 - 6	2,5		

Рис. 2. Распространение белемнитов в верхнеюрских отложениях бассейна р. Хета (стратиграфическая схема из работы [Опорный разрез..., 1969]):

1 — пески; 2 — алевролиты; 3 — песчаные алевролиты; 4 — глинистые алевролиты; 5 — конкреции известковистого алевролита; 6 — распространение белемнитов по разрезу.

Рис. 3. Распространение белемнитов в верхнеюрских отложениях п-ова Нордвик (стратиграфическая схема из работы В.А.Захарова и др., [1983]).

Усл. обозн. см. на рис. 2.

Киммериджский		Волжский				Ярус
Нижний	Верхний	Средний	Верхний		Подъярус	
			Средняя волеа	Верхняя волеа		
		<i>Cylin-dro-teuthis septen-trionalis + L.</i>	<i>Pachy-teuthis mam-mi-laris</i>	<i>Acro-teuthis kalmu-len-sis</i>	<i>Stel-etes chetae</i>	Зоны по аммонитам
		<i>Cylin-dro-teuthis septen-trionalis + L.</i>	<i>Pachy-teuthis mam-mi-laris</i>	<i>Acro-teuthis kalmu-len-sis</i>	<i>Stel-etes chetae</i>	Зоны по белемнитам
		<i>Cylin-dro-teuthis septen-trionalis + L.</i>	<i>Pachy-teuthis mam-mi-laris</i>	<i>Acro-teuthis kalmu-len-sis</i>	<i>Stel-etes chetae</i>	Пачки
		<i>Cylin-dro-teuthis septen-trionalis + L.</i>	<i>Pachy-teuthis mam-mi-laris</i>	<i>Acro-teuthis kalmu-len-sis</i>	<i>Stel-etes chetae</i>	Мощность, м
		<i>Cylin-dro-teuthis septen-trionalis + L.</i>	<i>Pachy-teuthis mam-mi-laris</i>	<i>Acro-teuthis kalmu-len-sis</i>	<i>Stel-etes chetae</i>	Литологическая колонка

- *Cylindroteuthis (Cylindroteuthis) oweni* *cuspidata*
 ————— *C. (C.) strigata*
 ————— *C. (C.) spicularis modica*
 ————— *Lagonibelus (Holcobeloides) paulovi*
 ————— *Pachyteuthis (Pachyteuthis) ingens*
 - - - - - *P. (Simobelus) obesa*
 ————— *P. (S.) breviaxis*
 ————— *P. (S.) mammilaris*
 ————— *P. (P.) explanata*
 ————— *Acroteuthis (Boreioteuthis) absoluta*
 ————— *Cylindroteuthis (Arctoteuthis) septentrionalis*
 ————— *C. (Cylindroteuthis) jacutica*
 ————— *C. (A.) comes*
Lagonibelus (Holcobeloides) sitnikovi - - - - -
L. (Lagonibelus) sibiricus - - - - -
C. (Cylindroteuthis) knoxvillensis - - - - -
Pachyteuthis (P.) apiculata —————

Зоны и слои по белемнитам

Зона *Pachyteuthis ingens* и *Cylindroteuthis oweni cuspidata*.

Виды-индексы: *Pachyteuthis (Pachyteuthis) ingens* Krimh. и *Cylindroteuthis (Cylindroteuthis) oweni cuspidata* Sachs et Naln.

Характерные белемниты: *Cylindroteuthis (Cylindroteuthis) oweni cuspidata*, *C. (C.) strigata*, *C. (C.) spicularis modica*, *Pachyteuthis* spp.

Границы: нижняя граница проводится по первому появлению вида-индекса *P. (P.) ingens* в основании нижнего кимериджа, верхняя — по появлению *Pachyteuthis (Simobelus) obesa*.

Стратотип: обнажение 22 (слои 2—6), обнажение 23 (слои 1—6) на р. Боярка, песок глинисто-алевритовый общей мощностью 16,0 м.

Дополнительный разрез: обнажение 33 (слои 6, 7а) на п-ове Нордвик, глина алевритовая общей мощностью 11,0 м.

Возраст и географическое распространение. Нижний кимеридж, от подошвы зоны *Pictonia involuta* до зоны *Rasenia borealis* включительно на р. Боярка и п-ове Нордвик.

Зона *Pachyteuthis obesa*.

Вид-индекс: *Pachyteuthis (Simobelus) obesa* Gust.

Характерные белемниты: *Cylindroteuthis (Cylindroteuthis) oweni cuspidata*, *Lagonibelus (Holcobeloides) spp.*, *Pachyteuthis (Pachyteuthis) spp.*, *Acroteuthis (Boreioteuthis) absoluta*.

Границы: нижняя граница проводится по первому появлению вида-индекса в основании верхнего кимериджа, верхняя — по появлению *Cylindroteuthis (Arctoteuthis) septentrionalis*.

Стратотип: обнажение 23 (слои 7, 8) на р. Боярка, мелкозернистые песчаники общей мощностью около 6,4 м.

Возраст и географическое распространение. Верхний кимеридж, зоны *Aulacostephanus mutabilis* и *A. eudoxus* бассейна р. Хета.

Зона *Cylindroteuthis septentrionalis*.

Вид-индекс: *Cylindroteuthis (Arctoteuthis) septentrionalis* Bodyl.

Характерные белемниты: *Pachyteuthis (Simobelus) obesa*, *Cylindroteuthis (Cylindroteuthis) spp.*, *Pachyteuthis (Pachyteuthis) brevixaxis*, *P. (P.) panderiana*.

Границы: нижняя граница проводится по первому появлению вида-индекса, верхняя — по появлению *Pachyteuthis (Simobelus) mammilaris*.

Стратотип: обнажение 33 (слой 7б) на п-ове Нордвик, глины общей мощностью 5,0 м.

Дополнительный разрез: обнажение 23 (слои 9а, 9б) на р. Боярка, песчаники общей мощностью 6,4 м.

Возраст и географическое распространение. Верхний кимеридж, зона *Streblites taimyrensis* на п-ове Нордвик и реках Боярка и Подкаменная.

Замечания. Впервые вид-индекс был описан В. И. Бодылевским [1960] из верхнекимериджских отложений на р. Подкаменная на Восточном Таймыре.

Зона *Pachyteuthis mammilaris*.

Вид-индекс: *Pachyteuthis (Simobelus) mammilaris* (Eichw.).

Характерные белемниты: *Lagonibelus (Lagonibelus) sibiricus*, *Cylindroteuthis (Cylindroteuthis) jacutica*, *Acroteuthis (Simobelus) russiensis*, *Pachyteuthis (Simobelus) spp.*

Границы: нижняя граница проводится по первому появлению вида-индекса в основании волжского яруса (зона *Eosphinctoceras magnum*) на Приполярном Урале. Нижняя граница зоны проводится с некоторой долей условности, так как в бассейне р. Хета первые находки *Pachyteuthis mammilaris* (Eichw.) установлены в основании зоны *Pectinatites pectinatus*, а в бассейне р. Лена — со слоев с *Subplanites* spp. На севере Средней Сибири нет разреза, где белемнитовая зона *Pachyteuthis mammilaris* наблюдается в полном объеме. Верхняя граница проводится по появлению *Lagonibelus (Lagonibelus) gustomesovi*.

Типовые разрезы: обнажение 23 (слои 9в—16), обнажение 20 (слои 1—2) на р. Боярка, песчаные алевриты общей мощностью 23,5 м; обнажение 33 (слои 8—14), обнажение 32 (слои 1—7), на п-ове Нордвик, глины общей мощностью 10,0 м; обнажение 12 (слои 1—4), обнажение 3, алевриты общей мощностью около 60 м.

Возраст и географическое распространение. Нижневолжский — низы верхневолжского подъяруса, от зоны *Eosphinctoceras magnum* до зоны *Craspedites okensis* включительно, в бассейне р. Хета, на п-ове Нордвик (на севере Сибири) и на р. Ятрия (Приполярное Зауралье).

Слой с *Cylindroteuthis jacutica*.

Вид-индекс: *Cylindroteuthis (Cylindroteuthis) jacutica* Sachs et Naln.

Характерные белемниты: *Lagonibelus* spp., *Pachyteuthis (Simobelus) spp.*, *Acroteuthis (Microbelus) russiensis*, *Cylindroteuthis* spp.

Границы: нижняя граница проводится по массовому появлению вида-индекса в основании зоны *Epirvirgatites variabilis*, верхняя — по появлению *Lagonibelus (Lagonibelus) gustomesovi*. Слои с *Cylindroteuthis jacutica* на севере Средней Сибири ограничены зонами *Epirvirgatites variabilis* — *Craspedites okensis*. Однако за пределами этого региона объем этих слоев очень изменчив. В бассейне р. Лена вид характерен уже для зоны *Subplanites sokolovi* [Сакс, Нальняева, 1964], а на Приполярном Урале нижнюю границу слоев следует проводить в основании зоны *Dorsoplanites maximus*.

Типовой разрез: обнажение 23 (слои 10—16), обнажение 20 (слои 1—2) на р. Боярка, песчаные алевриты общей мощностью 21,6 м.

Возраст и географическое распространение. Средне-, верхневолжский подъярусы от зоны *Epirvirgatites variabilis* до зоны *Craspedites okensis* включительно на р. Боярка.

Зона *Lagonibelus gustomesovi* и *Cylindroteuthis knoxvillensis*.

Вид-индекс: *Lagonibelus (Lagonibelus) gustomesovi* Sachs et Naln.

Характерные белемниты: *Lagonibelus* spp., *Cylindroteuthis (Arctoteuthis) knoxvillensis* Anderson.

Границы: нижняя граница проводится по первому появлению вида-индекса в основании аммонитовой зоны *Craspedites taimyrensis*; верхняя — по появлению *Pachyteuthis (Simobelus) curvula* Sachs et Naln.

Типовые разрезы: обнажение 15, 16 на р. Боярка и обнажение 1 (пачки 4—7) на р. Хета — это глинисто-алевритовые отложения общей мощностью 52,5 м; обнажение 32 (слои 8—36) на п-ове Нордвик — глины и глинистые алевриты общей мощностью 35 м.

Зональное расчленение верхней юры севера Средней Сибири по белемнитам

О т л е т	Я р у с	П о л я р с к	З о н ы п о а м м о н и т а м [Стратиграфия..., 1976]	З о н ы п о б у х и я м [Захаров, 1981]	З о н ы и с л о н п о б е л е м н и т а м	С х е м а о т д е л ь н ы х р е г и о н о в		К о м п л е к с ы б е л е м н и т о в [Решение..., 1981]
						б а с с е й н р. Х е т а	п - о в Н о р д в и к	
В е р х н я я ю р а	Я р у с	В е р х н и й	C. chetae	Buchia unschensis	Lagonibelus gustomesovi, C. knoxvillensis	Lagonibelus gustomesovi, C. knoxvillensis	Lagonibelus gustomesovi, C. knoxvillensis	P. apiculata, P. insignis, C. porrectiformis
			C. taimyrensis					
			C. originalis					
			C. okensis					
			V. exoticus					
			V. variabilis					
	В о л ж с к и й		С р е д н и й	T. excentricus	Cylindroteuthis jacutica	Cylindroteuthis jacutica	Pachyteuthis mammilaris	P. subbreviaxis, A. niiga C. jacutica
				D. maximus				
				D. ilovaiskii				
				P. iatriensis				
				P. pectinatus				
				S. subcrassum				
К и м е р и д ж с к и й	Н и ж - В е р х н и й	Н и ж н и й	E. magnum	C. septentrionalis	C. septentrionalis	C. septentrionalis	C. septentrionalis, P. ingens, P. intorta	
			S. taimyrensis					
			A. eudoxus					
			A. mutabilis					
			R. borealis					
			P. involuta					
К и м е р и д ж с к и й	Н и ж - В е р х н и й	Н и ж н и й	Buchia tenuistriata	Pachyteuthis obesa	Pachyteuthis obesa	Pachyteuthis obesa	L. kostromensis, P. ingens	
			Buchia concentrica					C. oweni cuspidata

Возраст и географическое распространение. Верхневолжско—нижнеберриасский подъярус от подошвы зоны *Craspedites taimyrensis* до средней части зоны *Surites analogus* рек Боярка, Хета, п-ова Нордвик (север Средней Сибири), р. Ятрия (Приполярное Зауралье).

Ранее для кимеридж-волжских отложений Сибири выделялось четыре комплекса белемнитов (см. таблицу), которые вошли в стратиграфическую схему [Решения..., 1981].

Существуют причины, вызывающие трудности в определении точного положения границ в отдельных конкретных разрезах, например, редкая встречаемость белемнитов в некоторых интервалах или их неудовлетворительная сохранность, сокращенная мощность отложений, недостаточная детальность изучения отдельных интервалов разреза.

В результате исследований удалось:

1. Установить распространение белемнитов в верхнеюрских отложениях Анабаро-Хатангского района и Восточного Таймыра.
2. Выявить хорошо прослеживающиеся на севере Средней Сибири белемнитовые биостратоны.
3. Построить автономную зональную шкалу по белемнитам, включающую в себя шесть биостратонов в ранге зон и словес с фауной, и провести сравнение настоящей шкалы с аммонитовой и бухиевой шкалами.

Дальнейшее усовершенствование зональной шкалы по белемнитам автор связывает с детальным изучением верхнеюрских отложений на реках Подкаменная и Дябака-Тари (Восточный Таймыр), а также юрских разрезов Урала.

Автор выражает благодарность Т. И. Нальняевой за предоставленную возможность работать с музейным коллекционным материалом.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 95-05-15608.

Список литературы

Биджиев Р. А., Минаева Ю. И. Стратиграфия юрских отложений внешней зоны Приверхоянского краевого прогиба // Геология и геофизика. — 1962. — № 11. — С. 11—18.

Бодылевский В. И. К стратиграфии мезозойских отложений Анабаро-Хатангского района // Проблемы Арктики.— 1939. — № 10—11. — С. 35—47.

Бодылевский В. И. Новые позднеюрские белемниты Северной Сибири // Новые виды древних растений и беспозвоночных СССР. Ч. 2. — М.: Гостехиздат, 1960. — С. 57—62.

Воронец Н. С. Стратиграфия и головоногие моллюски юрских и нижнемеловых отложений Лено-Анабарского района. — Л., 1962. — 237 с.

Захаров В. А. Бухииды и биостратиграфия борсальной верхней юры и неокома. — М.: Наука, 1981. — 270 с.

Захаров В. А., Нальняева Т. И., Шульгина Н. И. Новые данные по биостратиграфии верхнеюрских и нижнемеловых отложений на п-ове Пакса, Анабарский залив (север Средней Сибири) // Палеобиогеография и биостратиграфия юры и мела Сибири. — М.: Наука, 1983. — С. 56—113.

Крымгольц Г. Я., Петрова Г. Т., Пчелинцев В. Ф. Стратиграфия и фауна морских мезозойских отложений Северной Сибири. - Л., 1953. — 131 с.

Михайлов Н. П., Густомесов В. А. Бореальные позднеюрские головоногие. — М.: Наука, 1964. — С. 91—216.

Москаленко З. Д. Белемниты из юрских отложений Верхнего Приамурья // Мезозойские морские фауны Севера и Дальнего Востока СССР и их стратиграфическое значение. — М.: Наука, 1968. — С. 26—34.

Нальняева Т. И. Слои с белемнитами в суббореальном келловее Восточно-Европейской платформы // Ярусные и зональные шкалы бореального мезозоя СССР. — М.: Наука, 1989. — С. 100—107.

Опорный разрез верхнеюрских отложений бассейна р. Хета (Хатангская впадина). — Л.: Наука, 1969. — 202 с.

Павлов А. П. Юрские и нижнемеловые Cephalopoda Северной Сибири. — СПб, 1914. — 68 с. (Зап. Акад. наук. — Сер. 8. — Т. 21, № 4).

Решения 3-го Межведомственного регионального совещания по мезозою и кайнозою Средней Сибири. — Новосибирск: Наука, 1981. — 90 с.

Сакс В. Н., Нальняева Т. И. Верхнеюрские и нижнемеловые белемниты Севера СССР. Роды *Cylindroteuthis* и *Lagonibelus*. — Л.: Наука, 1964. — 166 с.

Сакс В. Н., Нальняева Т. И. Верхнеюрские и нижнемеловые белемниты Севера СССР. Роды *Pachyteuthis* и *Acroteuthis*. — Л.: Наука, 1966. — 239 с.

Стратиграфия юрской системы Севера СССР. — М.: Наука, 1976. — 436 с.

Шенфильд О. В. Белемниты и стратиграфия неокомских отложений севера Средней Сибири // Геологическая история Арктики в мезозое и кайнозое. — СПб.: ВНИИОкеангеология, 1992. — С. 65—71.

УДК (561+581.33):551.762

В. Ю. Поспелова

РАСЧЛЕНЕНИЕ И КОРРЕЛЯЦИЯ ВЕРХНЕПЛИНСБАХСКИХ И ТОАРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ АНАБАРСКОГО РАЙОНА ПО ДАННЫМ ПАЛИНОЛОГИИ

Послойные палинологические исследования верхнего плинсбаха и тоара опорного разреза на западном берегу Анабарской губы позволили выявить пять последовательных эталонных палинокомплексов, которые были прослежены по латерали на территории региона. Геологическая последовательность палинокомплексов, установленная в изученных разрезах юры, послужила основой для выделения дробных палиностратонамов в ранге слоев со спорами и пыльцой. Стратиграфическое положение последних определено по палиностратиграфической шкале юры Сибири и по динозонам. Полученные результаты могут быть использованы в качестве эталона для расчленения и корреляций верхнеплинсбахских и тоарских отложений разрезов буровых скважин на территории Анабарского района.

Юрские отложения севера Средней Сибири в течение многих лет привлекают к себе пристальное внимание геологов. Это обусловлено тем, что именно к породам мезозойского чехла приурочены залежи нефти и газа. В связи

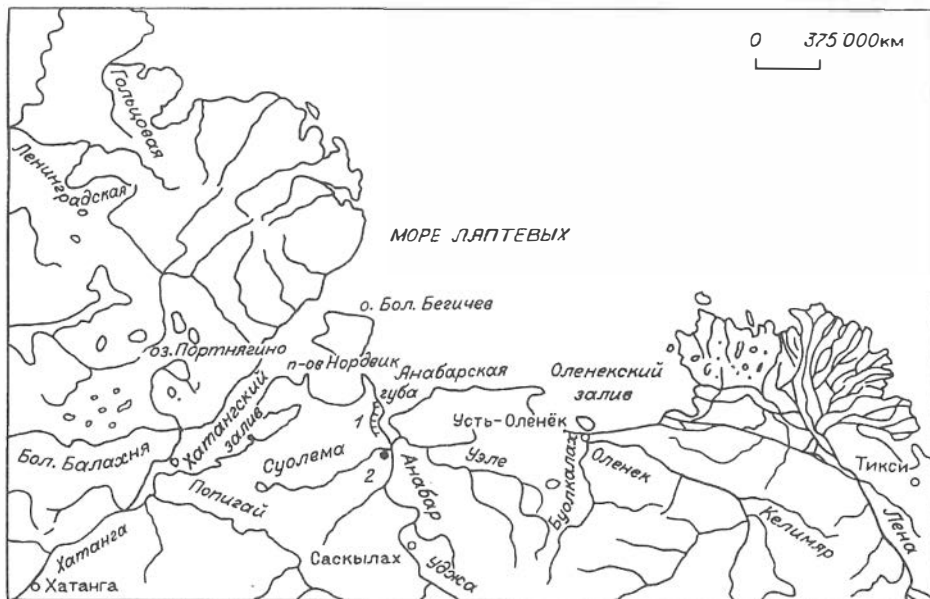


Рис. 1. Расположение обнажений юры в районе Анабарской губы:

1 — обнажения западного берега Анабарской губы; 2 — скв. Восточная-3.

с этим, начиная с 50-х годов, широко развернулись тематические исследования, непосредственно направленные на изучение стратиграфии и палеонтологии юрских отложений северных областей Сибири [Басов и др., 1967; Воронец, 1962; Стратиграфия..., 1963; Сакс и др., 1978; Шурыгин, 1978; и др.].

В данной работе приведены результаты палинологических исследований верхнего плинсбаха и тоара опорного разреза на западном берегу Анабарской губы и скв. В-3 Восточной площади Анабарского района (рис. 1). Указанный интервал юрского разреза выбран в связи с тем, что к концу плинсбаха приурочено крупное событие: колебания климатических условий с оптимумом потепления в раннем тоаре и с последующим постепенным изменением в сторону похолодания в конце ранней юры и в аалене. Климатические флуктуации, накладываясь на эволюционные процессы, вызвали неоднократные перестройки флоры, что отразилось в частой смене палинокомплексов, послужившей основой для расчленения разреза верхов плинсбаха и тоара Анабарского района по данным палинологии.

Объектом исследований были споры и пыльца высших наземных растений, цисты одноклеточных водорослей динофлагеллат и акритархи. Органикостенный микрофитопланктон и, в первую очередь, динофлагеллаты являются в последнее время одной из наиболее перспективных групп микрофитофоссилий для разработки детальной стратиграфии юры. Цель проведенной работы — составление палинологической характеристики и геологической последовательности эталонных палинокомплексов верхнего плинсбаха и тоара опорного разреза на западном берегу Анабарской губы, а также прослеживание этих комплексов по латерали.

Верхнеплинсбахские отложения наиболее полно представлены на западном берегу Анабарской губы, где к ним отнесена толща глин и алевролитов с *Amaltheus* и *Harpax* и перекрывающая их пачка серых алевролитов, не содержащая аммонитов. Ее стратиграфическое положение определяется по комплексу двустворок и данным палинологии предположительно как интервал зоны *Amaltheus viligaensis*, установленной на Северо-Востоке России и приравняваемой к *Pleuroceras spinatum* европейского стандарта. Отложения верхнего плинсбаха отнесены к верхней части аиркатской свиты [Сакс и др., 1978]. В региональной стратиграфической схеме севера Средней Сибири [Решения..., 1981] для интервала низов тоарского яруса указан перерыв в осадконакоплении в объеме зоны *Tiloniceras propinquum*. На западном берегу Анабарской губы предположительно к низам нижнего тоара были отнесены светло-серые песчанистые алевролиты с *Meleagrinnella* cf. *substriata* [Сакс и др., 1978]. Согласно более поздним исследованиям эти отложения считаются верхнеплинсбахскими. На них с размыгом в объеме одной зоны залегает нижний тоар [Емельянец, 1954; Шурыгин, 1978, 1986].

В нижнем тоаре Анабарского района маркирующим горизонтом является пачка темно-серых глин — „китербютский горизонт” по Т. М. Емельянцеву [1954]. Он четко прослеживается как в обнажениях на западном побережье Анабарской губы и на р. Анабар, так и в разрезах буровых скважин, в частности, на Восточной площади Анабарского района. Стратиграфическое положение этого горизонта определяется в объеме зон *Naugoceras falciferum* и нижней половины *Dactyloceras commune* [Сакс и др., 1978; Решения..., 1981]. Верхняя граница нижнего тоара контролируется находками *Zugodactylites* ex gr. *braunianus*, найденных в пачке песчанистых алевролитов на восточном берегу Анабарской губы. К верхнему подъярису тоара относится пачка песчанистых алевролитов с белемнитами *Hastites* и двустворками *Pseudomytiloides marchaensis*. Тоарские отложения составляют верхи сайбылахской свиты.

Отметим, что наиболее важными и спорными проблемами в стратиграфии плинсбаха и тоара севера Средней Сибири являются: положение границы между плинсбахом и тоаром, наличие нижних горизонтов тоара, объем и граница верхнего подъяруса тоара, граница между нижней и средней юрой.

При проведении спорово-пыльцевого анализа большое значение придавалось детальному и неоднократному сбору образцов, которые отбирались автором послойно с учетом литологических особенностей пород через небольшие интервалы. Изучение распределения микрофитофоссилий верхнего плинсбаха и тоара производилось в разрезах снизу вверх; полученные материалы обобщены (рис. 2). Анализ распределения спор и пыльцы по опорному разрезу позволил установить закономерные изменения в составе спорово-пыльцевых спектров. На этой основе были выделены пять последовательных палинокомплексов, приуроченных к определенным стратиграфическим интервалам. Выделение палинокомплексов проводилось по палеонтолого-эволюционному и климатомиграционному критериям. Для детального изучения в основу легли данные, полученные при исследовании микрофитофоссилий из опорного разреза на западном берегу Анабарской губы. Материал из керна скважины подтвердил возможность корреляций выделенных палинокомплексов на территории Анабарского района.

Палинокомплексы

Первый, наиболее древний, палинокомплекс установлен в глинистых алевролитах слоев 54—55 (пачка 12) на западном берегу Анабарской губы (см. рис. 2). Основу его составили пыльца голосеменных *Cycadopites* spp., *Ginkgo-cycadophytus* при преобладании *Coniferales*. Характерными чертами данного

палинокомплекса является максимум содержания и разнообразия спор *Stereisporites* spp., сближаемых со сфагноидными, и постоянное присутствие *Uvaesporites argenteiformis* (Bolch.) Schulz, *Hymenozonotriletes* spp. на фоне *Osmundacidites*, *Lycopodiumsporites*, *Leiotriletes*, *Tripartina variabilis* Mal. Единичны акритархи *Leiofusa*, *Baltisphaeridium* и *Michrystidium*.

В разрезе скв. В-3 этот палинокомплекс выявлен на глубине 860—835 м. Сходный палинокомплекс был выделен также в верхнем плинсбахе в разрезе на р. Анабар, по В. И. Ильиной [1985].

Второй палинокомплекс установлен в перекрывающих пачках алевролитов слоев 56—66 обн. 12 (пачки 13—15) и в самых низах слоя 1 обн. 11 (нижняя часть пачки 16). Он наследует черты предыдущего и характеризуется значительным содержанием спор *Tripartina variabilis* на фоне *Cyathidites minor* Coup., мелких *Leiotriletes*, *Osmundacidites*, пыльцы *Coniferales*, *Cycadopites* spp., а также более редких *Lycopodiumsporites*, *Duplexisporites anogrammensis* (K.-M.) Kuznitsch., *Ginkgocycadophytus*, *Podocarpidites* и единичных *Uvaesporites argenteiformis* (в нижней части). По сравнению с предыдущим комплексом снижается содержание и разнообразие *Stereisporites*.

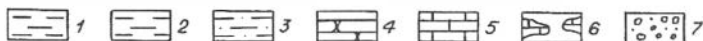
Начиная со слоя 62, в комплексе появляются единичные экземпляры спор евро-синийских видов растений (*Marattisporites scabratus* Coup., Dipteridaceae), мигрировавших в Сибирь вследствие начавшегося потепления климата. В слое 65 и выше эти таксоны постоянно присутствуют и их количество постепенно увеличивается. С нижней границы палинокомплекса появляются первые динофлагеллаты вида *Nannoceratopsis deflandrei* Evitt, содержание которых вверх по разрезу возрастает и становится значительным в пачке 15. Среди его подвидов наиболее часты *Nannoceratopsis deflandrei* subsp. *anabarensis* Пјина, особенно в верхней части (первые 30 см пачки 16), *Nannoceratopsis deflandrei* subsp. *senex* (Van Helden) Пјина единичны. Увеличивается разнообразие и количество акритарх.

В рассмотренном палинокомплексе намечаются два подкомплекса А и Б, которые также были прослежены и в разрезе на р. Анабар. В скв. В-3 палинокомплекс с *Tripartina variabilis* выявлен на глубине 835—790 м. Однако разделение его на подкомплексы здесь затруднено из-за ограниченного количества анализируемых проб и плохой сохранности микрофитофоссилий.

Третий палинокомплекс установлен в глинах слоев 1—2 обн. 11 (пачка 16 без низов), китербютского горизонта. Этому комплексу свойственно смешение спор и пыльцы растений, присущих как Сибирской, так и Евро-Синийской фитогеографическим областям, принятым нами по В. А. Вахрамееву [1988]. В этом комплексе совместно с сибирскими формами *Coniferales*, *Ginkgocycadophytus*, *Osmundacidites*, *Tripartina variabilis* отмечено значительное количество и разнообразие евро-синийских видов спор и пыльцы, таких как *Marattisporites scabratus*, *Klukisporites vareigatus* Coup., Dipteridaceae, *Contignisporites problematicus* (Coup.) Dor., *Classopollis*, *Vitreisporites pallidus* (Reis.) Nilsson, Pteridaceae.

Характерно обилие *Nannoceratopsis deflandrei* subsp. *senex*, а *Nannoceratopsis deflandrei* subsp. *anabarensis* практически исчезают. Сравнительно разнообразный состав акритарх *Veryhachium* spp., *Michrystidium* spp., *Leiofusa* spp., *Metaleiofusa* sp. и др. В разрезе скв. В-3 рассмотренный палинокомплекс выявлен в интервале 790,2—769,7 м. Ранее он был описан из китербютского горизонта и в разрезах на р. Анабар и на восточном берегу Анабарской губы [Ильина, 1978, 1985].

Расчленение верхнего плинсбаха и тоара				Анабарский район				
Система	Отдел	Ярус	Подъярус	Ярус	Подъярус	Слои с палино-комплексом		
Юрская	Средний	Маленский	Нижний	<i>Pseudotioceras maclintocki</i>	8	<i>Arctotis marchaensis</i>		
			Верхний	<i>Pseudotioceras falkodiscus</i> <i>Pseudotioceras wurttenbergeri</i> <i>Pseudotioceras compactile</i>		7	<i>Pseudomitiloides marchaensis</i>	
		Тоарский	Нижний	<i>Zugodactylites braunianus</i>	А		<i>Dacryomya inflata</i> <i>Tancredia bicarinata</i>	Слои с <i>Meleagrinetia faminaestriata</i>
				<i>Dactylioceras commune</i>		6		<i>Harpoceras fatciferum</i>
			Верхний	<i>Tiltoniceras propinquum</i>	Б			
				<i>Amattheus viligaensis</i>		5	А	Слои с <i>Tancredia kuznetsovi</i>
	Верхний	<i>Amattheus margaritatus</i>	4	Нарраа тае- vigatus	<i>Anradulonectites incertus</i>			<i>Vetata viligaensis</i>
		<i>Amattheus stokesi</i>			3			
	Нижний	Тоарский	Нижний	<i>Nannoceratopsis deflandrei</i> - <i>Nannoceratopsis gracilis</i>	А	<i>N. deflandrei</i> - <i>N. deflandrei</i> subsp. <i>senex</i>	III	
				<i>N. deflandrei</i> subsp. <i>apabavagensis</i>			Б	II
		Плинсбахский	Верхний	Динофлагеллат нет		А		I
				Динофлагеллат нет			Б	IV
Лаленский		Динофлагеллат нет		V				



Данный палинокомплекс, отражая перестройку флоры в момент ранне-тоарского климатического оптимума, четко выделяется в тоарских отложениях Анабарского района и является реперным.

Четвертый палинокомплекс установлен в алевролитах и песчаниках слоев 3—10 до горизонта А обн. 11 (пачки 17—19). Он характеризуется постепенным обеднением систематического состава палинокомплекса за счет постепенного исчезновения спор и пыльцы видов-иммигрантов из Евро-Синийской области. Основу его составляют *Coniferales*, *Osmundacidites*, *Leiotriletes*, *Cyatidites minor*, *C. spp.*, *Tripartina variabilis* и *Ginkgocycadophytus*.

В указанном диапазоне разреза наблюдается постепенное снижение содержания диноцист. По-прежнему они представлены *Nannoceratopsis deflandrei*, гораздо реже встречаются *N. deflandrei* subsp. *senex*, но чаще *N. deflandrei*

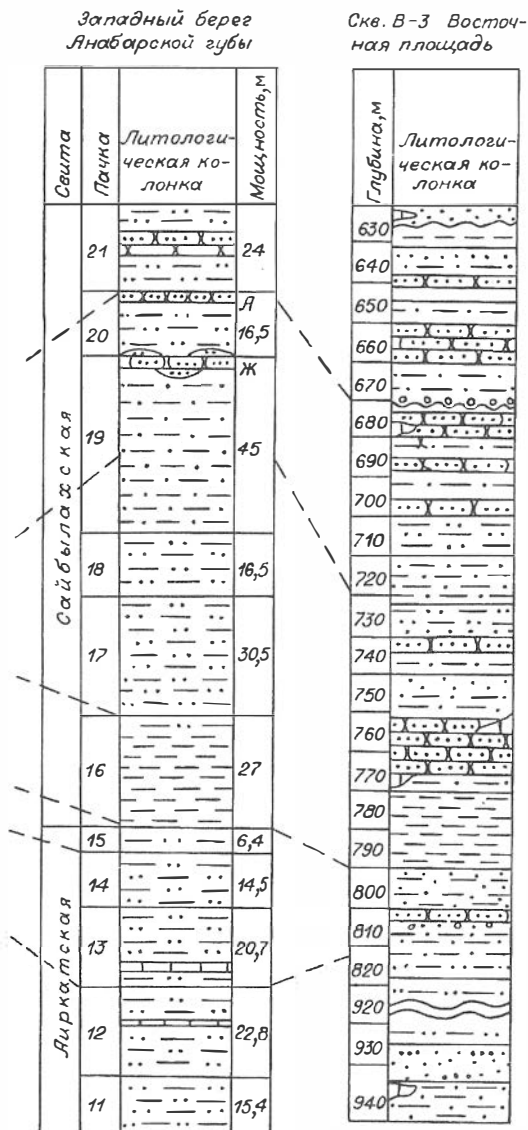


Рис. 2. Схема расчленения и корреляции верхнеплинбахских и тоарских отложений изученных разрезов Анабарского района:

1 — глины; 2 — алевролиты; 3 — алевриты; 4 — песчаник; 5 — известковый алевролит; 6 — карбонатные конкреции; 7 — гравий, галька.

subsp. *deflandrei* (Evitt) Iljina. Характерно появление и постоянное присутствие в комплексе вида *Nannoceratopsis gracilis* Alberti. Акритархи *Leiofusa jurasica* Wall. В верхней части комплекс диноцист с *Nannoceratopsis* уступает место

комплексу с *Phallocysta eumekes* Dor. et Dav., *Dodekovia scrofoides* (Dor. et Dav.) Belov, *Ph. minuta* Prauss. В данном палинокомплексе по изменению состава спор и пыльцы, а также по изменению комплексов динофлагеллат, возможно выделение двух подкомплексов.

Подкомплекс А выделен в слоях 3—8 (без верхов) обн. 11. В нем фиксируется дальнейшее снижение количества и разнообразия спор и пыльцы видов-иммигрантов. Характерно постоянное присутствие *Nannoceratopsis gracilis* Alberti.

Подкомплекс Б выявлен в слое 8 (самые верхи) — слой 10 до горизонта А. Этому подкомплексу свойственны уже единичные находки евро-синийских спор папоротникообразных растений. Характерной чертой является появление и широкое распространение динофлагеллат *Phallocysta eumekes*, *Ph. minuta*, *Dodekovia scrofoides* и максимум акритарх *Leiofusa* spp.

В разрезе скважины эти подкомплексы выделены: А — на глубине 769,7—720 м; Б — 720—700 м. Рассмотренный палинокомплекс с двумя подразделениями отмечен в разрезе на восточном берегу Анабарской губы.

Пятый, самый молодой, палинокомплекс установлен в песчанистых зеленовато-серых алевролитах слоя 10 (выше горизонта А) обн. 11. Спорово-пыльцевой комплекс из этих отложений близок по систематическому составу к предыдущему, но в нем преобладают *Cyathidites minor*, *Leiotriletes*, *Coniferales*, увеличивается содержание *Stereisporites* sp., *Osmundacidites*, отсутствуют споры евро-синийских видов папоротников, динофлагеллаты и акритархи.

В разрезе скв. В-3 этот палинокомплекс выявлен с глубины 700 м. Верхняя граница его не установлена.

Стратиграфическая последовательность палинокомплексов, прослеженная в изученных разрезах юры, послужила основой для выделения дробных палиностратонов в ранге слоев. Установленные биостратоны были увязаны с палиностратиграфической шкалой юры севера Средней Сибири и схемой расчленения тоара севера Сибири по диноцистам [Ильина, 1985, 1989; Ильина и др., 1994].

Палиностратоны

Снизу вверх по разрезу верхнего плинсбаха и тоара выделены стратоны.

Слой *Cycadopites* spp. — *Stereisporites* spp. — *Uvaesporites argenteaformis*.

Они характеризуются палинокомплексом I и отвечают палинозоне 4, установленной на севере Средней Сибири в объеме зон *Amaltheus stokesi* (без низов) и *A. margaritatus*. Стратиграфическое положение слоев изученных разрезов определяется аммонитами *Amaltheus* sp. и комплексом двустворок.

Слой *Tripartina variabilis*.

Им присущ палинокомплекс II с двумя подкомплексами А и Б, соответственно для нижней и верхней части этих слоев. По палиностратиграфической шкале указанные слои соответствуют палинозоне 5, выделенной в объеме верхов плинсбаха (условно отложениям *Amaltheus viligaensis* и низов тоара). В опорном разрезе на западном берегу Анабарской губы в слоях *Tripartina variabilis* аммониты отсутствуют. Нижняя граница палиностратона совпадает с началом слоев с *Tancredia kuznetsovi*, согласно данным Б. Н. Шурыгина [1986]. Последние охватывают верхи плинсбаха вплоть до китербютского горизонта, под которым указывается размыв нижней зоны тоара (см. рис. 2). Однако по данным палинологии указанный перерыв в осадконакоплении в таком объеме не фиксируется.

В вышеуказанных слоях видна постепенная смена позднеплинсбахской палинофлоры на раннетоарскую. Это выражается в увеличении разнообразия и содержания евро-синийских видов спор и пыльцы, в связи с начавшимся потеплением климата. На это указывает и резкое увеличение содержания динофлагеллат рода *Nannoceratopsis* (подзона *N. deflandrei* subsp. *anabarensis*, по В. И. Ильиной [1994]), широко распространенных в нижнетоарских отложениях различных регионов. На основе этого внутри слоев *Tripartina variabilis* (в пачке 15) предположительно намечается граница между плинсбахом и тоаром.

Верхняя граница слоев *Tripartina variabilis* проходит в темно-серых глинах основания китербютского горизонта или внутри зоны *Harpoceras falciferum*, или, что вероятнее, в более низких горизонтах тоара.

Учитывая данные М. Г. Каплана [1976] о наличии в слое 65 коры выветривания, можно предположить, что часть слоев *Tripartina variabilis* выпадает из разреза. Однако постепенные изменения в составе спорово-пыльцевых спектров не позволяют это установить.

Слои *Marattisporites scabratus* — *Klukisporites variegatus* — *Classopollis*.

Они характеризуются палинокомплексом III, отвечают палинозоне 6 и по диноцистам — подзоне *Nannoceratopsis deflandrei* subsp. *senex*, установленных в объеме зон *Harpoceras falciferum* и *Dactyloceras commune* (нижней половины) [Ильина и др., 1994; Князев и др., 1991]. Стратиграфическое положение слоев в изученных разрезах контролируется комплексом двустворок и белемнитов.

Слои *Cyathidites minor* — *Osmundacidites* spp. — *Dictyophyllidites* spp. — *Marattisporites scabratus*.

Данные слои представлены палинокомплексом IV. По уточненной палиностратиграфической шкале юры севера Сибири [Ильина и др., 1994] указанный палиностратон отвечает палинозоне 7. Внутри слоев наблюдается смена комплексов динофлагеллат, которая позволяет выделить два более дробных подразделения, соответствующих нижней половине слоев с подкомплексом IVA и верхней — с подкомплексом IVB. Стратиграфическое положение нижней половины слоев определяется по появлению *Nannoceratopsis gracilis*, его максимуму — как нижний тоар (верхняя половина *Dactyloceras commune* — *Zugodactylites braunianus*). Нижняя граница более верхнего подразделения предполагается по появлению комплекса динофлагеллат с *Phallocysta eumekes* — *Dodekovia scrofoides* — *Valvaeodinium aquilonium* и совпадает с основанием слоев с *Pseudomytiloides marchaensis*. Геологический возраст указанного подразделения определяется как верхний тоар по сопоставлению комплекса диноцист с ассоциациями динофлагеллат позднего тоара, датированного аммонитами севера Англии, Шпицбергена, северо-запада Германского бассейна и Арктической Канады [Ильина, 1989]. Верхняя граница слоев проводится по горизонту А слоя 10 и предположительно совпадает с границей тоара и аалена. Последняя намечается по исчезновению спор и пыльцы евро-синийских видов растений. На этом же уровне фиксируется верхняя граница распространения комплекса с *Phallocysta eumekes* и в целом исчезновение динофлагеллат и акритарх.

Отложения с палинокомплексом V датируются ааленом.

Таким образом, по результатам комплексного палинологического исследования выделены достаточно дробные подразделения, приуроченные к определенным стратиграфическим интервалам.

Послойное палинологическое изучение разрезов плинсбаха и тоара в Анабарском районе позволило проследить изменение систематического состава и количественных соотношений растительных микрофитофоссилий и на основе этого детально расчленил опорный разрез на западном берегу Анабарской губы.

Были выделены пять последовательных эталонных палинокомплексов, увязанных с фаунистическими данными. Частая смена палинокомплексов вполне совпадает с неоднократным переформированием флоры Сибири вследствие значительных колебаний климата: резкого потепления в раннем тоаре и затем, начиная с конца раннего тоара, постепенного похолодания. Выделенные комплексы со спорами и пылью характеризуют определенные стратиграфические интервалы и прослеживаются по латерали. Это явилось основанием для выделения в изученных разрезах слоев по спорам и пылице. Сопоставление палинокомплексов верхнего плинсбаха и тоара Анабарского района показало, что установленные слои увязываются с соответствующими дино- и палинозонами шкалы, разработанной В. И. Ильиной [Ильина и др., 1994] для юры севера Сибири. Геологический возраст палиностратонов подтвержден и частично уточнен.

Комплексные последние палинологические исследования по опорному разрезу нижней юры на западном берегу Анабарской губы при одновременном изучении спор, пылицы и цист одноклеточных водорослей динофлагеллат позволили подтвердить наличие верхнетоарских отложений в изученном районе, наметить границы между подъярусами тоара, нижней и средней юрой. Геологическая последовательность эталонных палинокомплексов может быть использована в качестве эталона для расчленения и корреляции плинсбахских и тоарских отложений разрезов буровых скважин на территории Анабарского района.

Автор выражает свою признательность В. А. Захарову, В. И. Ильиной, Б. Л. Никитенко и Б. Н. Шурыгину за ряд ценных советов и замечаний, способствовавших улучшению статьи.

Список литературы

Басов В. А., Великжанинова Л. С., Джиноридзе Н. М. и др. Новые данные по стратиграфии юры Лено-Анабарского района // Проблемы палеонтологического обоснования детальной стратиграфии мезозоя Сибири и Дальнего Востока. — Л., 1967. — С. 74—95.

Вахрамеев В. А. Юрские и меловые флоры и климаты Земли. — М.: Наука, 1988. — С. 198—210 (Тр. / ГИН АН СССР; Вып. 430).

Воронец Н. С. Стратиграфия и головоногие моллюски юрских и нижнемеловых отложений Лено-Анабарского района. — Л.: Госгеолтехиздат, 1962. — 234 с. (Тр. / Ин-та геол. Арктики; Вып. 110).

Емельянцева Т. М. Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности восточного побережья Анабарской губы и западного окончания хр. Прончищева. — Л.: НИИГА, 1954. — С. 15—56.

Ильина В. И. Палинологическое обоснование стратиграфического расчленения юры севера Средней Сибири // Геология и геофизика. — 1978. — № 9. — С. 16—23.

Ильина В. И. Палинология юры Сибири. — М.: Наука, 1985. — 238 с.

Ильина В. И. Зональное расчленение и корреляция тоара Сибири по данным палинологии // Палинология и полезные ископаемые. — Минск, 1989. — С. 121—122.

Ильина В. И., Кулькова И. А., Лебедева Н. К. Микрофитофоссилии и детальная стратиграфия мезозоя и кайнозоя Сибири. — Новосибирск: ОИГГМ СО РАН, 1994. — 205 с.

Каплан М. Е. Литология морских мезозойских отложений севера Восточной Сибири. — Л.: Наука, 1976. — 230 с.

Князев В. Г., Девятов В. П., Шурыгин Б. Н. Стратиграфия и палеогеография ранней юры востока Сибирской платформы. — Якутск: ЯНЦ СО АН СССР, 1991. — 100 с.

Князев В. Г., Кутыгин Р. Т., Меледина С. В. Аммониты (Dactyloctenidae) и зональная схема нижнего тоара Восточной Сибири // Геология и геофизика. — 1993. — № 3. — С. 17—25.

Решения 3-го Межведомственного регионального стратиграфического совещания по мезозою и кайнозою Средней Сибири. — Новосибирск: ИГиГ СО АН СССР, 1981. — 91 с.

Сакс В. Н., Меледина С. В., Шурыгин Б. Н. О разбивке на свиты юрской системы в восточной части Енисей-Хатангского прогиба // Геология и геофизика. — 1978. — № 9. — С. 2—18.

Стратиграфия юрской и меловой системы севера СССР / Сакс В. Н., Ронкина З. З., Шульгина Н. И. и др. — М.;Л.: Изд-во АН СССР, 1963. — 227 с.

Стратиграфия юрской системы Севера СССР. — М.: Наука, 1976. — 456 с.

Шурыгин Б. Н. Свитная разбивка ниже- и среднеюрских отложений в Анабаро-Хатангском районе // Новые данные по стратиграфии и фауне юры и мела Сибири. — Новосибирск: ИГиГ СО АН СССР, 1978. — С. 19—46.

Шурыгин Б. Н. Зональная шкала нижней и средней юры севера Сибири по двустворкам. — Новосибирск, 1986. — 33 с. (Препр. / ИГиГ СО АН СССР; № 13).

УДК 582.252+551.733

О. Т. Обут

НОВЫЕ ВИДЫ ХИТИНОЗОЙ В ОРДОВИКЕ МОСКОВСКОЙ СИНЕКЛИЗЫ

Приведено описание трех новых для Московской синеклизы (центральная часть Русской платформы) видовых таксонов хитинозой: *Conochitina platifundis* sp. nov., *Lagenochitina grossum* sp. nov. и *Eremochitina longiformis* sp. nov. Последний относится к роду *Eremochitina* Taugourdeau et Jekhowsky, впервые установленному для данной территории. Приведенные формы получены из разрезов нижнего (тремадок, аргениг) и среднего (низы лланвирна) ордовика по кернам скважин глубокого бурения на территории Ярославской и Костромской областей.

Впервые хитинозои были открыты и описаны А. Эйзенаком в 1931 г. при растворении им известняков ордовика Прибалтики. Изучив под микроскопом морфологию этих органических остатков, А. Эйзенак объединил их в группу Chitinozoa, предположив, что последнюю можно рассматривать либо в качестве представителей подкласса фораминифер, либо — подкласса ризопод [Eisenack, 1931]. Однако в 1932 г. А. Эйзенак, проводя сравнение между хитинозоями и ныне живущими флагеллатами (их оболочками) и исходя из общности морфологии этих групп, пришел к выводу, что хитинозои могут быть причислены к Protozoa — Flagellata [Laufeld, 1967]. В последующих своих работах в 1939 г.

им высказано мнение, что хитинозои относятся либо к вымершей группе Protozoa, либо к остаткам Metazoa, являясь капсулами яиц гастропод или полихет [Обут, 1973]. В настоящее время большинство исследователей относят хитинозой к фитопланктонным одноклеточным водорослям — динофлагеллатам [Обут, 1973].

Геологическое время распространения всей группы хитинозой — с раннего ордовика по поздний девон включительно [Laufeld, 1967; Taugourdeau et al., 1967; Jansonius, 1970].

Автором был изучен керновый материал ордовикского интервала разрезов из глубоких скважин Московской синеклизы (см. рисунок). Были установлены комплексы хитинозой, занимающие интервал верхней части ухринского, семенцевского, грязовецкого и кундасского горизонтов нижнего и нижней части среднего ордовика [Дмитровская, 1991; Никанорова, 1977а,б]. Для первого комплекса, охватывающего стратиграфический объем позднего тремадока, характерными формами являются *Conochitina incompta* Umnova, *Lagenochitina porrecta* Umnova, *Syathochitina? clepsydra* Grahn, *Conochitina platifundis* sp. nov. Для второго комплекса, рассматриваемого в объеме аренига — раннего ллан-вирна, характерны формы *Syathochitina calix* Eisenack, *C. campanulaeformis* Eisenack, *C. laticollum* Umnova, *Desmochitina minor* Eisenack, *Eremochitina longiformis* sp. nov., *Lagenochitina grossum* sp. nov. Эти комплексы установлены в скважинах: первый — Даниловская 8, гл. 2030—2058 м; Пестово 1-Р, гл. 1184—1192 м; Лежская 1, гл. 2287—2298 м; второй — Даниловская 10, гл. 1990—1997 м; Даниловская 6, гл. 1972—2051,6 м; Дьяконовская 4, гл. 1921—2075 м; Толбухинская 1, гл. 1989,2—2009,5 м. Сведения о составе комплексов и стратиграфическом распространении хитинозой в ордовике центральной части Русской платформы содержатся в публикациях Н. И. Умновой [1969, 1976, 1981]. Полученные материалы по Московской синеклизе существенно дополняют эти данные. Так, впервые для рассматриваемой территории установлено присутствие родового таксона *Eremochitina* Taugourdeau et Jekhowsky, представленного новым видом *Eremochitina longiformis* sp. nov. Выявлены и новые видовые таксоны в составе ранее известных для центральной части Русской платформы родов *Conochitina* Eisenack и *Lagenochitina* Eisenack — *Conochitina platifundis* sp. nov., *Lagenochitina grossum* sp. nov. Новые видовые таксоны хитинозой, описание которых приводится ниже, составляют заметное число форм в составе отмеченных комплексов.

Основным элементом морфологии хитинозой являются остатки отдельных организмов, называемые везикулами (см. таблицу, фиг. 6). Форма везикул разнообразна — конические, сферические, овальные, цилиндрические, цилиндросферические, цилиндроконические, размеры — от 80 до 2000 мкм. Везикулы имеют аперттуру (устье), шейку (горлышко), камеру, основание. Нередко у хитинозой наблюдаются также структурные элементы стенки везикулы — шипы, основания — мозолистое утолщение, называемое каллусом или мукроном. Скульптура стенки разнообразна. Она бывает шероховатая, бугорчатая, ребристая, морщинистая. Наблюдается также отогнутый устьевой край — воротничок, а на базальном крае (крае основания) — краевая кайма или длинные отростки, дающие разветвления разного порядка (см. таблицу, фиг. 7, 8). Кроме вышеупомянутых элементов морфологии встречаются также флексуры — вогнутые части везикулы в пределах перехода от камеры к шейке. Плечо — часть камеры, где начинается сужение ее по направлению к шейке (см. таблицу, фиг. 6). Часто везикулы закрыты крышечками — оперкулюмом.

При описании форм хитинозой используются следующие условные обозначения, применяемые большинством специалистов: длина везикулы — L , ширина везикулы — b , ширина (величина) аперттуры (устья) — a , длина шейки — l , ширина воротничка — c (см. таблицу, фиг. 9). В сводке по

Рис. 1. Обзорная карта района Московской синеклизы по Ю. Е. Дмитровской, [1991] с указанием скважин.



хитинозоям [Taugourdeau et al., 1967] представлена характеристика 36 родов хитинозой, не объединенных в семейства. Такая классификация была принята за основу на I Всесоюзном кол-

леквиуме по хитинозоям и сопутствующим микрофоссилиям с органическим скелетом в 1979 г. и используется автором данной работы.

Основным классификационным признаком для родов является форма везикулы, а для видов — элементы строения везикул: камеры, шейки, основания, устья.

Изученная коллекция хитинозой хранится в Монографическом отделе в Центральном Сибирском геологическом музее при Объединенном институте геологии, геофизики и минералогии СО РАН в г. Новосибирске под № 1069.

Род *CONOCHITINA* Eisenack, 1931

ТИПОВОЙ ВИД: *Conochitina claviformis* Eisenack, 1931. Силур, Прибалтика.

ДИАГНОЗ. Везикулы вытянутые субконические. Боковые стенки несколько расширяются к базальной части [Заславская, 1983]. Базальный край округлый, вогнутый или с коротким цилиндрическим мукроном.

СОСТАВ. Более 20 видов, встречающихся с нижнего ордовика [Grahn, 1980; Умнова, 1969] по нижний девон [Eisenack, 1931].

СРАВНЕНИЕ. От *Lagenochitina* Eisenack, 1931 рассматриваемый род отличается отсутствием флексуры, плохо обособленной камерой. От *Rhabdochitina* Eisenack, 1931 он отличается расширением везикулы к базальному краю.

Conochitina platifundis O. Obut sp. nov.

Таблица, фиг. 1

ПРОИСХОЖДЕНИЕ НАЗВАНИЯ. От „platifundis”: platus (лат.) — плоский и fundus (лат.) — дно.

ГОЛОТИП. ЦСГМ, экз. 1069/1. Скв. Пестово 1-Р, инт. 1184—1192 м. Ордовик, поздний тремадок, Московская синеклиза (центральная часть Русской платформы), см. таблицу, фиг. 1 в настоящей работе.

ОПИСАНИЕ. Везикулы каплевидные, сильно вытянутые, с плавным переходом из камеры в шейку. У уплощенного основания камера слегка сужается, вследствие чего максимальный диаметр камеры находится на 1/6 от основания. Субцилиндрическая шейка слегка расширяется у ровного устья.

РАЗМЕРЫ. $L = 853-1173$ мкм; $a = 106-125$ мкм; $b = 199-200$ мкм.

СРАВНЕНИЕ. Описываемый вид отличается от всех видов данного рода очень большими размерами. От наиболее близкого по длине везикулы *S. minne-*

sotensis Stauffer он отличается уплощенным основанием, отсутствием на нем мукрона и более вздутой камерой (120 мкм против 200 мкм) [Grahn, 1980].

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Ордовик, поздний тремадок — ухринский горизонт (верхнеухринская подсвита) Московской синеклизы. Описан из скв. Пестово I-P, гл. 1184-1192 м, где представители данного вида встречены совместно с граптолитами *Tetragraptus quadribrachiatus* Hall (зона *Tetragraptus approximatus*).

МАТЕРИАЛ. 10 экземпляров из 2 местонахождений.

Род *EREMOCHITINA* Taugourdeau et Jekhowsky, 1960

ТИПОВОЙ ВИД: *Eremochitina baculata* Taug. et Jekh., 1960. Силур, Сахара.

ДИАГНОЗ. Везикулы средние и крупные, удлинённые, с веретенообразной камерой, часто дугообразно изогнутые. На основании располагается широкая, средней длины копула [Jansonius, 1964; Grahn, 1982].

СОСТАВ. *Eremochitina baculata* Taug. et Jekh., 1960 и *Er. mucronata* Taug. et Jekh., 1960 из девонских отложений Сахары [Taugourdeau, Jekhowsky, 1960]; *Er. peiucida* Ben. et Taug., 1961 из ордовикских отложений Сахары [Benoit, Taugourdeau, 1961]; *Er. dalbyensis* Laufeld из верхнего ордовика Даларны (Dalarna) Швеция [Laufeld, 1967].

СРАВНЕНИЕ. Описываемый род отличается от рода *Lagenochitina* Eisenack отсутствием флексуры и плеча, от рода *Conochitina* Eisenack — широкой копулой.

Eremochitina longiformis O. Obut sp. nov.

Таблица, фиг. 2, 3

ПРОИСХОЖДЕНИЕ НАЗВАНИЯ. От „longiformis”: longus (лат.) — длинный и forma (лат.) — форма.

ГОЛОТИП. ЦСГМ, экз. 1069/2. Скв. Даниловская 10, инт. 1990,5—1997,9 м. Ордовик, ранний арениг, семенцевский горизонт Московской синеклизы (центральная часть Русской платформы). Таблица, фиг. 2 в настоящей работе.

ОПИСАНИЕ. Везикулы состоят из веретеновидной, слегка вздутой в средней части камеры, плавно переходящей в цилиндрическую шейку с короткой каемкой. Основание несет короткий и широкий мукрон. Стенка везикулы гладкая. Везикулы изогнутые.

РАЗМЕРЫ: $L = 533-693$ мкм, $a = 75-83$ мкм, $b = 160-162$ мкм.

СРАВНЕНИЕ. Описываемый вид сходен по форме с *E. dalbyensis* Laufeld и *E. mucronata* Taug. et Jekh. От первого он отличается значительно большей длиной везикул (600 мкм против 270 мкм), наличием каемки на шейке [Grahn, 1982], от последнего — более вздутой камерой, коротким и широким мукроном [Taugourdeau, Jekhowsky, 1960]. От *E. baculata* Taug. et Jekh. новый вид отличается более вздутой камерой (160 мкм против 85 мкм), большими размерами (600 мкм против 440 мкм) [Taugourdeau, Jekhowsky, 1960].

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Ранний арениг, семенцевский горизонт Московской синеклизы. Встречен в скв. Даниловская 10, гл. 1990,5—1997,9 м и Дьяконовская 4, гл. 2063—2075 м.

МАТЕРИАЛ. 15 экземпляров из 2 местонахождений.

Род *LAGENOCHITINA* Eisenack, 1931

ТИПОВОЙ ВИД: *Lagenochitina baltica* Eisenack, 1931. Средний ордовик, Прибалтика.

ДИАГНОЗ. Везикулы цилиндросферические бутылкообразной формы, с максимальной шириной в центральной части камеры. Базальный край выпуклый или округлый. Цилиндрическая шейка с ровным устьем переходит в камеру через округлую более или менее выраженную флексуру [Laufeld, 1967].

СОСТАВ. Более 20 видов, встречающихся с нижнего ордовика [Grahn, 1980; Умнова, 1969] по девон [Taugourdeau et al., 1967].

СРАВНЕНИЕ. Описываемый род отличается от *Desmochitina* Eisenack, 1931 длинной шейкой и более вытянутой формой камеры, от *Conochitina* Eisenack, 1931 — наличием флексуры и лучше выраженной камерой.

Lagenochitina grossum O. Obut sp. nov.

Таблица, фиг. 4, 5

ПРОИСХОЖДЕНИЕ НАЗВАНИЯ. От *grossum* (лат.) — грубый, надутый.

ГОЛОТИП. ЦСГМ, экз. 1069/3. Скв. Даниловская 6, гл. 2046,9—2051,6 м; нижний ордовик, поздний арениг Московской синеклизы. Таблица, фиг. 4 в настоящей работе.

ОПИСАНИЕ. Везикулы крупные, состоящие из короткой шейки, составляющей $1/5$ — $1/6$ общей длины, и крупной камеры. Флексура хорошо выражена, плечи пологие. Дно уплощенное, у некоторых экземпляров наблюдается мукрон. Шейка оканчивается устьем с хорошо развитым воротничком.

РАЗМЕРЫ. $L = 496$ — 580 мкм; $a = 119$ — 148 мкм; $b = 213$ — 292 мкм; $c = 30$ — 34 мкм.

ЗАМЕЧАНИЕ. Несмотря на то, что описанный вид относится к роду *Lagenochitina* Eisenack, внешним обликом везикулы нового вида несколько напоминают таковые у *Desmochitina ovolum* Eisenack, отличаясь очень крупными размерами (500 мкм против 100 мкм) и большей длиной шейки относительно общей длины везикулы ($1/5$ — $1/6$ против $1/8$ — $1/10$) [Grahn, 1980].

СРАВНЕНИЕ. От всех представителей рода *Lagenochitina* Eisenack описываемый вид отличается более короткой шейкой ($1/5$ — $1/6 : 1$ против $1/2$ — $1/3 : 1$) при крупных размерах везикулы. От близкой по очертаниям формы везикулы *L. obesa* Умплова новый рассматриваемый вид отличается устойчиво большими размерами везикулы (500 мкм против 211 мкм) [Умнова, 1969].

РАСПРОСТРАНЕНИЕ. Нижний ордовик, поздний арениг, грязовецкий горизонт Московской синеклизы. Скв. Даниловская 6, обр. 4—5, гл. 2046,9—2051,6 м.

МАТЕРИАЛ. 10 экземпляров из 2 местонахождений.

Автор выражает благодарность д.г.-м.н. Н. В. Сенникову за консультацию и содействие в написании статьи, И. В. Варюшкиной за ассистирование при изучении хитинозой на сканирующем микроскопе.

Список литературы

Дмитровская Ю. Е. Новые данные по стратиграфии нижнего палеозоя Московской синеклизы. Ст. 2. Ордовик и силур // Бюл. МОИП. Отд. геол. — 1982. — Т. 64, № 2. — С. 82—93.

Дмитровская Ю. Е. Нижний палеозой Московской синеклизы: Автореф. дис... д-ра геол.-мин. наук. — М: ПИН РАН, 1991. — 60 с.

Заславская Н. М. Силур Сибирской платформы. Хитинозои. — М: Наука, 1983. — 91 с.

Никанорова Ю. Е. Зональное расчленение тремадокских, аренигских и лланвирнских отложений Московской синеклизы // Изв. АН СССР. Сер. геол. — 1977а. — № 1. — С. 61—66.

Никанорова Ю. Е. Ордовик Московской синеклизы: Автореф. дис. . канд. геол.-мин. наук. — Л., 1977б. — С. 1—13.

Обут А. М. О географическом распространении, сравнительной морфологии, экологии, филогении и систематическом положении хитинозоа // Среда и жизнь в геологическом прошлом (поздний докембрий и палеозой). — Новосибирск: Наука, 1973. — С. 72—84.

Умнова Н. И. Распространение хитинозоа в ордовике Русской платформы // Палеонтол. журн. — 1969. — № 3. — С. 45—61.

Умнова Н. И. Хитинозои в отложениях ордовика и силура северной части Русской платформы // Новые направления исследований в палеонтологии. — Л.: Наука, 1976. — С. 78—90.

Умнова Н. И. Ордовикские и силурийские хитинозои северной части Русской платформы // Палеонтол. журн. — 1981. — № 3. — С. 23—34.

Benoit A., Taugourdeau Ph. Sur quelques Chitinozoaires de l'Ordovicien du Sahara // Rev. Inst. Francais Petrole. — 1961. — V. 16, № 12. — P. 1403—1421.

Collinson C., Schwab H. North American Paleozoic Chitinozoa // III. State Geol. Surv. Rep. Inv. — 1955. — № 186. — P. 1—33.

Eisenack A. Neue Microfossilien des Baltischen. Silures. I // Paläontol. Z. — 1931. — № 13. — P. 74—118.

Eisenack A. Microfossilien aus dem Ordovizium des Baltikums. I // Senckenberg. Lethaea. — 1958. — № 39. — P. 389—405.

Eisenack A. Mikrofossilien aus dem Ordovizium des Baltikums. II // Senckenberg. Lethaea. — 1962. — № 43. — P. 349—366.

Eisenack A. Mikrofossilien aus dem Vaginatenskalk von Halluden, Oland // Palaeontographica. — Bd. 154. — Abt. A. — 1976. — P. 181—203.

Grahn Y. Early Ordovician Chitinozoa from Oland // Sver. Geol. Unders. Ser. C, 775. — 1980. — V. 74, № 3. — 41 p.

Grahn Y. Middle Ordovician Chitinozoa from Oland // Sver. Geol. Unders. Ser. C, 784. — 1981. — V. 75, № 5. — 51 p.

Grahn Y. Caradocian and Ashgillian Chitinozoa from the subsurface of Gotland // Sver. Geol. Unders. Ser. C, 788. — 1982. — P. 5—51.

Grahn Y. Ordovician Chitinozoa from Tallin, Northern Estonia // Rev. of Paleobot. and Palynol. — 1984. — № 43. — P. 5—31.

Grahn Y., Bergstrom S. Lower — Middle Ordovician Chitinozoa from the Southern Appalachians, US // Ibidem. — P. 89—122.

Jansonius J. Morphology and classification of some Chitinozoa // Bull. Can. Petrol. Geol. — 1964. — № 12. — P. 901—918.

Jansonius J. Classification and stratigraphic application of Chitinozoa // Proc. Amer. Paleontol. Convention. — 1970. — P. 790—808.

Laufeld S. Caradocian Chitinozoa from Dalarna, Sweden // Geol. Foren. Stockholm Forh. — 1967. — № 89. — P. 275—349.

Laufeld S. Chitinozoa and correlation of the Molodova and Restevo Beds of Podolia, USSR // Mem. Bur. Geol. Miner. — 1971. — № 73. — P. 291—300.

Taugourdeau Ph., Jekhowsky B. Repartition et description des Chitinozoaires Siluro — Devoniens de quelques sondages de la C. R. E. P. S., de la C. F. P. A. et de la S. N. Repal au Sahara // Rev. Inst. Francais du Petrole. — 1960. — № 9. — P. 1199—1260.

Taugourdeau Ph., Bouche P., Combaz A. et al. Microfossils organiques des Paleozoique. I, Les Chitinozoaires // Microfoss. organiques de Paleozoique. — Paris, 1967. — P. 96.

Объяснение к таблице

Фиг. 1. *Conochitina platifundis* sp. nov.

Экз. 1069/1, голотип, $\times 39,6$. Скв. Пестово 1-Р, гл. 1184—1192 м. Ордовик, поздний тремадок, ухринский горизонт (верхнеухринская подсвита).

Фиг. 2, 3. *Eremochitina longiformis* sp. nov.

2, 3 — экз. 1069/2, голотип: 2 — полная везикула, $\times 78$; 3 — основание везикулы, $\times 396$. Скв. Даниловская 10, гл. 1990,5—1997,9 м. Ранний арениг, семенцевский горизонт (семенцевская свита).

Фиг. 4, 5. *Lagenochitina grossum* sp. nov.

4 — экз. 1069/3, голотип, $\times 90$. Скв. Даниловская 6, гл. 2046,9—2051,6 м. Ордовик, поздний арениг, грязовецкий горизонт (грязовецкая свита); 5 — экз. 1069/4, $\times 78$. Скв. Даниловская 6, гл. 1977—1983 м. Ордовик, поздний арениг — ранний лланвирн, кундасский горизонт (вексинская свита).

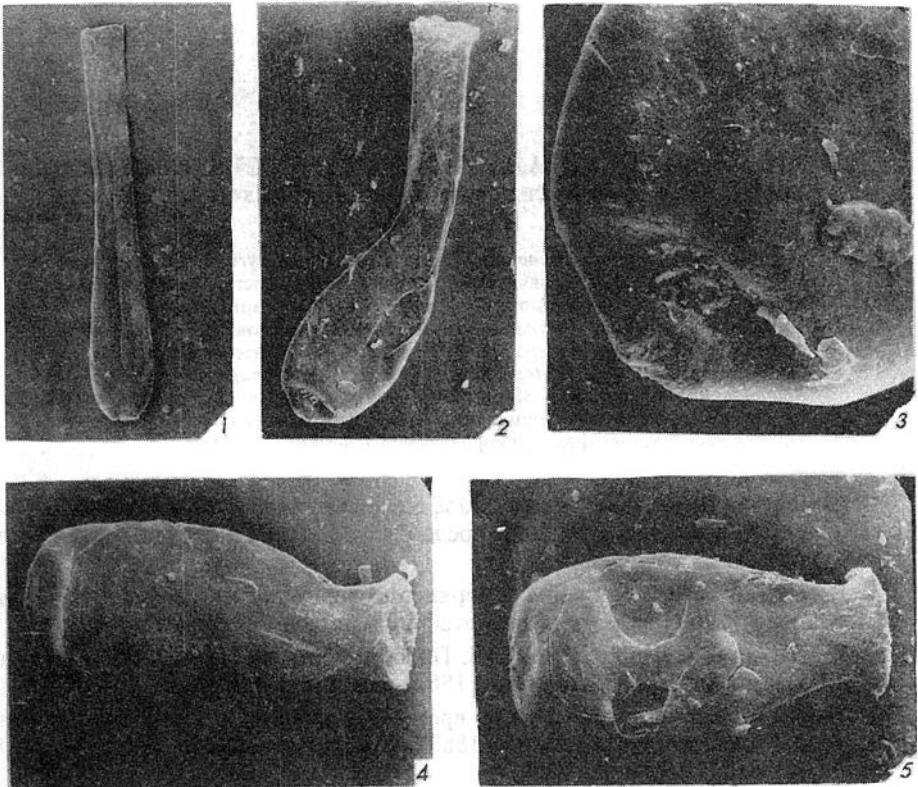
Фиг. 6—8. Элементы морфологии везикул хитинозой.

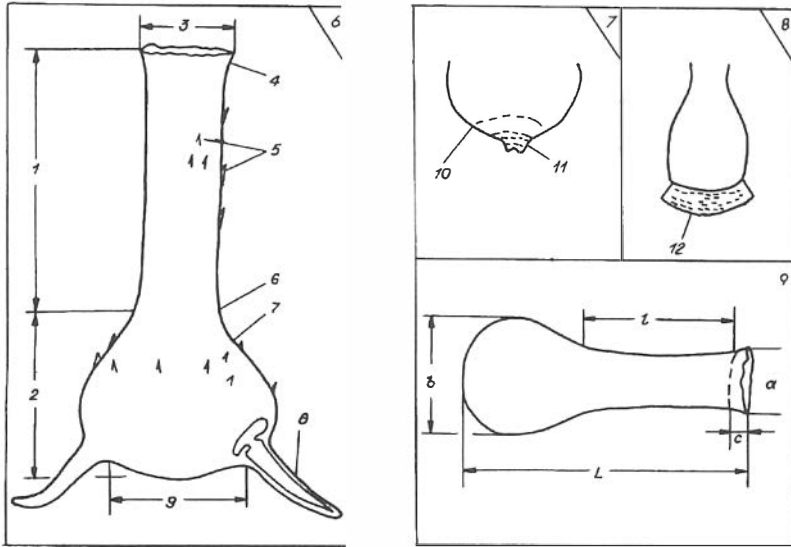
1 — шейка; 2 — камера; 3 — устье (апертура); 4 — воротничок; 5 — шипы; 6 — флексура; 7 — плечо; 8 — отросток; 9 — основание; 10 — базальный край; 11 — мукрон; 12 — краевая кайма.

Фиг. 9. Схема замеров везикул.

L — длина везикулы; l — длина шейки; b — ширина везикулы; a — ширина апертуры; c — ширина воротничка.

Таблица





УДК 551.733.1.563.627

С. Ю. Тесаков

ИЗМЕНЧИВОСТЬ КОРАЛЛОВ СЕМЕЙСТВА *CYRTOPHYLLIDAE* (на примере ордовикских популяций Сибирской платформы)

Работа посвящена изучению кораллов семейства *Cyrtophyllidae* из верхнего ордовика Восточной Сибири для установления их систематического положения. Показаны популяционные методы изучения циртофиллид, дана их морфология, описаны популяции циртофиллид из верхнеордовикских отложений бассейнов рек Мойеро, Ниж. Чунку. В результате исследований три ранее выделенных рода *Cyrtophyllum* Lindstrom, 1882; *Karagemia* Dziubo, 1960; *Rhaphidophyllum* Lindstrom, 1882 объединены в один род *Cyrtophyllum* Lindstrom, 1882 и все их ранее выделенные виды отнесены к одному виду — *C. densum*. Установлена связь морфологии кораллов с условиями обитания.

Семейство кораллов *Cyrtophyllidae* было выделено Б. С. Соколовым [1950] с включением в него единственного рода *Cyrtophyllum* Lindstrom, 1882 неясного систематического положения.

В результате изучения верхнеордовикских циртофиллид Алтая, П. С. Дзюбо [1960] включила в циртофиллиды новый род *Karagemia*.

К семейству *Cyrtophyllidae* Б. В. Преображенским [1964] был также отнесен род *Rhaphidophyllum* Lindstrom, 1882, ранее относимый к *Acervularia*.

Таким образом, в настоящее время семейство *Cyrtophyllidae* образует три рода: *Cyrtophyllum* [Lindstrom, 1882], *Karagemia* [Дзюбо, 1960], *Rhaphidophyllum* [Преображенский, 1964].

В результате исследований циртофиллид описано 27 видов, подвидов и варитетов всех названных родов на Сибирской платформе [Lindstrom, 1882; Соколов, 1949, 1950, 1955, 1962; Фомин, 1971], Урале [Иванов, Мягкова, 1950, 1955], Таймыре [Барская, 1958; Жижина, 1965], Алтае [Дзюбо, 1960, 1972; Барская, 1964], Северо-Востоке СССР [Преображенский, 1964, 1968].

Особенности морфологии семейства *Cyrtophyllidae*

Род *Cyrtophyllum* Lindstrom, 1882 характеризуется наличием шиповатых септальных пластинок, которые вдаются как в полость кораллитов, так и в цененхимальную ткань.

Род *Karagemia* Dziubo, 1960 также имеет шиповатые септальные пластинки, входящие в полость кораллита и в полость цененхимы, но в отличие от *Cyrtophyllum* септы у него двух порядков.

В роде *Rhaphydrophyllum* Lindstrom, 1882 также наблюдаются цененхимальные пластины, не входящие в полость кораллита, и вертикальные ряды шипов, расположенные в полости кораллитов и сливающиеся своими основаниями.

Все 27 видов указанных родов выделены на основании различия количественных показателей признаков у колоний, к которым в основном относятся: диаметр кораллитов, вариация форм и размеров септальных пластин и шипов, расстояние между кораллитами, конфигурация пузырчатой цененхимы и днищ в кораллитах, а также размеры диссепиментов и расстояния между днищами. Кроме того, учитывались и различные сочетания названных признаков.

Кораллиты в колониях циртофиллид имеют цилиндрическую форму, на ранних стадиях — кубкообразную. Отличительной особенностью является отсутствие самостоятельной стенки кораллитов. Стенки расположены непосредственно в пузырчатой цененхимальной ткани, в некоторых случаях пузыри на границе с кораллитами могут утолщаться, образуя подобие самостоятельной стенки (таблица, фиг. 10, 11).

Еще одна особенность циртофиллид — это нефиксированное количество септальных образований от 18 до 57, что отличает их от гелиолитид, у которых количество септальных образований равно 12. Септальные пластины циртофиллид, входящие на небольшое расстояние в полость кораллита, несут на себе шиповатые образования длиной от 0,1 до 1,5 мм, часто сливающиеся своими основаниями, образуя при этом продолжение септальных пластин, которые не только входят в полость кораллита, но и хорошо развиты за их пределами, т. е. в пузырчатой ткани цененхимы. Часто молодые кораллиты, зарождаясь в пузырчатой ткани, не имеют своего септального аппарата, а „используют” септы соседних кораллитов (таблица, фиг. 4). Шипы циртофиллид можно разделить на две группы: септальные и межсептальные. Первые расположены непосредственно на септальных пластинах, а межсептальные — на пузырях цененхимальной ткани окружающей кораллиты. Как те, так и другие могут быть пластинчатыми и коническими.

Цененхимальная ткань имеет пузырчатое строение, пузыри расположены выпуклостью вверх, вокруг кораллитов пузыри цененхимы рассечены септальными пластинками, выходящими за пределы кораллитов, и в продольном сечении создается подобие цененхимальных трубок (таблица, фиг. 4, 5).

Днища кораллитов разнообразной формы: выпуклые, горизонтальные, вогнутые или волнистые, иногда несут на себе короткие шипики (таблица, фиг. 5). Иногда днища бывают неполные.

Описание ископаемых популяций циртофиллид

При изучении ископаемых популяций циртофиллид применен палеонтологический подход, разработанный для табулят [Тесаков, 1978]. В соответствии с этим подходом к одной ископаемой популяции циртофиллид относились колонии из одного монофациального слоя или из нескольких смежных разнофациальных слоев, между которыми не отмечалось каких-либо стратиграфических перерывов. Примером ископаемой популяции циртофиллид, происходящей из монофациального слоя, может служить совокупность полипняков из обнажений на р. Ниж. Чунку — обн. 30, слой 8; обн. 34, слой 4; обн. 35, слой 4б.

Нижняя временная граница популяции определялась по первым находкам циртофиллид, а верхняя — по последним. Кроме того, принималась во внимание непрерывность развития всех морфологических признаков, независимо от их широкой или, напротив, узкой вариации.

Латеральное протяжение популяций устанавливалось только в обнажениях, расположенных близко друг к другу, — путем корреляции монофациальных слоев с циртофиллидами, имеющими одинаковый набор морфологических признаков и их вариаций.

Основной метод установления изменчивости — метод построения гистограмм по признакам. Гистограммы строились для всех признаков по выборкам из всех слоев, содержащих циртофиллиды, и только после этого проводилось обобщение для популяции и в целом для вида. Изучалась также зависимость длины септальных образований от размеров кораллитов, которая устанавливалась по соответствующим графикам.

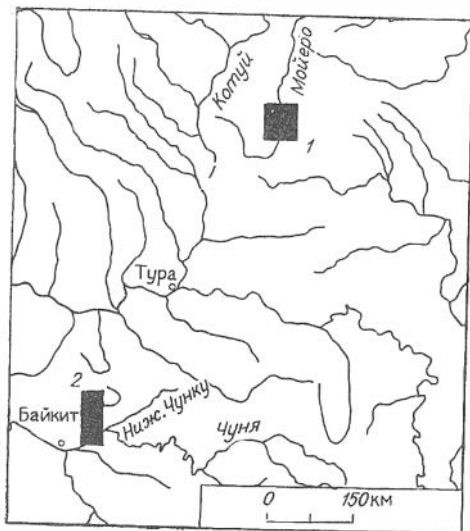
При описании разных популяций использовался метод клинальной и волновой изменчивости [Майер, 1971; Тесаков, 1978]. Он позволяет путем последовательного анализа признаков популяций с учетом среды их обитания более обоснованно относить те или иные популяции к одному или разным видам.

Мойероканская популяция [Тесаков и др., 1985] происходит из слоев 4, 8 и 9, обн. П-79А (рис. 1, 2).

Полипняки полусферические и уплощенно-полусферические, диаметром от 50 до 150 мм. Кораллиты цилиндрической, на ранней стадии кубкообразной формы, иногда в поперечном сечении полигональные, „давленные”. Максимальный диаметр кораллитов в разных колониях от 1,2 до 3,0 мм (рис. 3 а). Кораллиты не имеют самостоятельной стенки и расположены непосредственно в пузырчатой ткани цененхимы. Расстояние между кораллитами колеблется от 0 до 1,5 мм. Длина септальных образований в пределах одного кораллита может изменяться от 0,2 до 0,3 мм, в популяции — от 0,1 до 0,5 мм (см. рис. 3 б). Септальные пластины выходят за пределы кораллитов на расстояние до 0,5 мм, примыкая иногда к соседнему кораллиту. Количество септ от 18 до 46. Септальный аппарат представлен тонкими пластинчатыми, иногда сильно изогнутыми (в поперечном сечении) септальными пластинами, которые несут на себе пластинчатые (75 %) , конические (20 %) и межсептальные (5 %) шипы. Цененхимальная ткань пузырчатая, рассечена септальными пластинами, выходящими за пределы кораллитов и часто образующими в поперечном сечении ореолы из неправильных четырехугольников. Днища кораллитов разнообразной формы: выпуклые, горизонтальные, вогнутые, иногда неполные или волнистые, расстояние между ними 0,1—0,8 мм. Некоторые днища несут небольшие шипики длиной 0,1 мм.

Рис. 1. Обзорная схема местонахождения изученных популяций циртофиллид Восточной Сибири:

1 — бассейн р. Мойеро, р. Мойерокан в 1 км от устья; 2 — р. Ниж. Чунку в 7 км от устья.



Характерные черты популяций: максимальный диаметр кораллитов в разных колониях от мелких до средних (1,2—3,0 мм), длина септальных образований от 0,1 до 0,5 мм, септы в основном пластинчатые (75 %) с тонкими пластинчатыми шипами.

Нижнечунские популяции.

Популяция А происходит из обн. Т60-35, обр. 106; обн. Т60-38, обр. 114; обн. Т60-39, обр. 118—119 (рис. 1, 4).

Полипняки полусферические, диаметром от 30 до 50 мм. Кораллиты цилиндрические, в поперечном сечении округлые. Стенки у кораллитов отсутствуют. Кораллиты располагаются непосредственно в пузырчатой ткани цененхимы. Максимальный диаметр от 1,2 до 2,8 мм (рис. 5 а). Расстояние между соседними кораллитами 0,1—1,6 мм. Максимальная длина септальных образований от 0,4 до 0,6 мм. Количество септ в разных колониях меняется от 28 до 42. Септальные пластины в основном прямые и тонкие. Септальные шипы на них пластинчатые (75—90 %), конические и межсептальные (25—10 %). Цененхимальная ткань пузырчатая, образована пузырями различной величины, рассеянными септальными пластинами с образованием в поперечном сечении ореолов из неправильных четырехугольников вокруг кораллитов. Днища кораллитов разнообразной формы: выпуклые, горизонтальные, вогнутые и неполные. Шипы на днищах редкие 0,1—0,2 мм.

Характерные черты колоний: небольшой максимальный диаметр кораллитов в разных колониях 1,2—2,8 мм. Септы в основном пря-

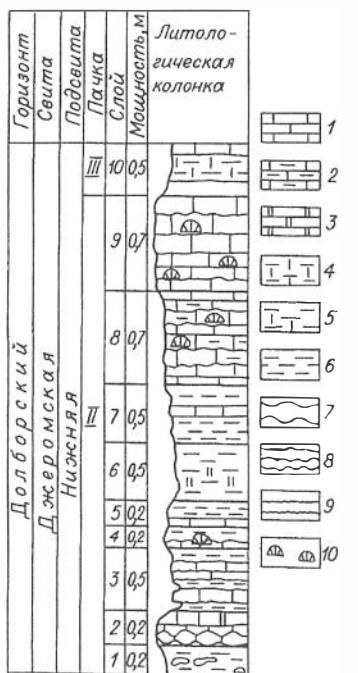


Рис. 2. Разрез джеромской свиты верхнего ордовика, р. Мойерокан, обн. П-79А, пачка II (по материалам Силурийской экспедиции 1978 г. [Ю. И. Тесаков, Н. Н. Предтеченский и др., 1978]).

1 — известняк; 2 — известняк глинистый; 3 — доломит; 4 — мергель; 5 — мергель глинистый; 6 — аргиллит; 7 — крупная и 8 — мелкая комковатость; 9 — бугристое наслоение; 10 — циртофиллиды.

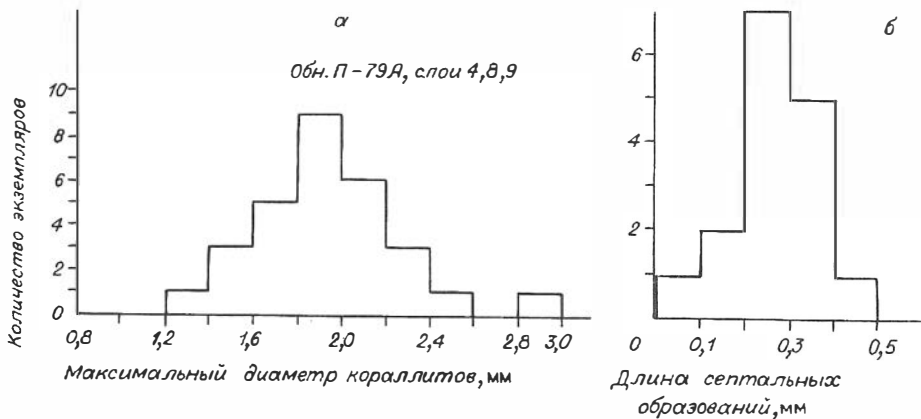


Рис. 3. Распределение числа экземпляров:

а — по максимальному диаметру кораллов; б — по максимальной длине септалных образований в мойероканской популяции циртофиллид.

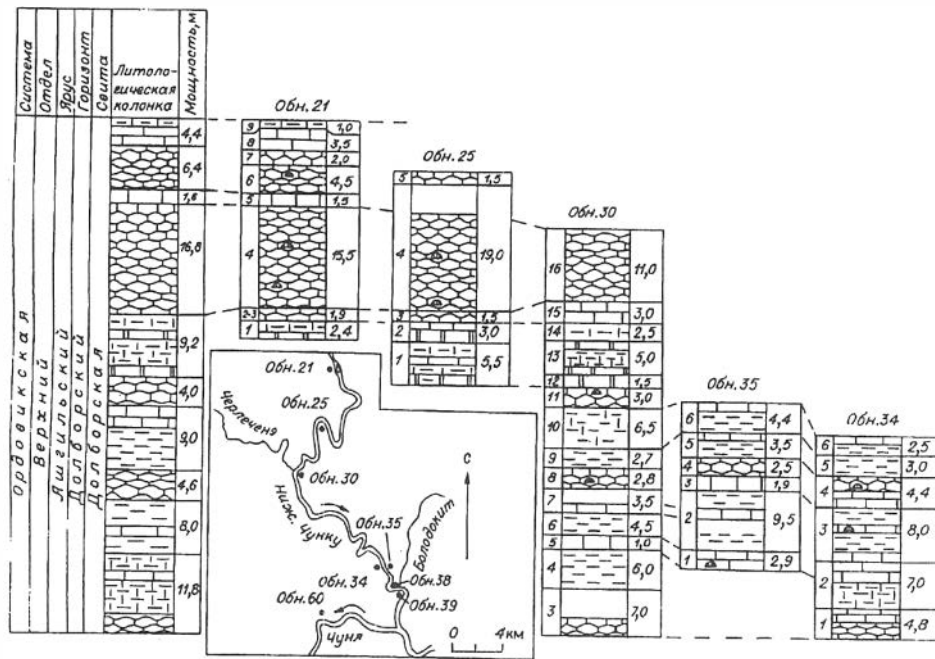


Рис. 4. Сопоставление разрезов долборской свиты и обзорная схема местонахождения верхнеордовикских отложений в бассейне р. Ниж. Чунку (по данным Ю. И. Тегакова [1960]).

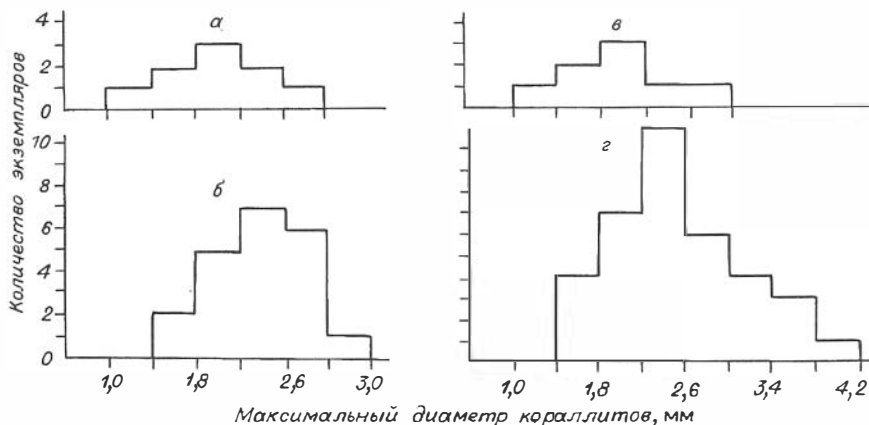


Рис. 5. Распределение числа экземпляров по максимальному диаметру кораллитов:

а — популяция А; б — популяция Б; в — популяция В; г — популяция Г, р. Ниж. Чунку, обн. 21, 25, 30, 34, 35.

мые и тонкие с пластинчатыми шипами длиной 0,1—0,6 мм.

Популяция Б происходит из обн. Т60-30, обр. 82; обн. Т60-34, обр. 101—102; обн. Т60-35, обр. 109—110; обн. Т60-38, обр. 113; обн. Т60-39, обр. 120 (см. рис. 1, 4).

Полипники полусферические, диаметром от 25 до 70 мм. Кораллиты цилиндрические, в поперечном сечении округлые, стенки у них отсутствуют, а сами они располагаются непосредственно в пузырчатой ткани цененхимы. Максимальный диаметр кораллитов от 1,4 до 3,4 мм (см. рис. 5 б). Расстояние между соседними кораллитами 0,2—1,8 мм. Максимальная длина септальных образований 0,2—0,7 мм. Количество септ меняется в разных колониях от 22 до 40. Септальные пластины прямые, иногда слабоизгибающиеся, тонкие, несут на себе септальные шипы: пластинчатые (80 %), конические и межсептальные (20 %). Цененхимальная ткань образована пузырями различной величины, рассеченными септальными пластинами с образованием (в поперечном сечении) ореолов из неправильных четырехугольников вокруг кораллитов. Днища кораллитов разнообразной формы: выпуклые, горизонтальные, вогнутые и неполные. Шипы на днищах единичные, 0,1 мм.

Характерные черты колоний: максимальный диаметр кораллитов в разных колониях от 1,4 до 3,4 мм, крупнее чем в предыдущей популяции; длина септ 0,2—0,7 мм, их количество от 22 до 40. Септальные образования в основном пластинчатые, до 80 %.

Популяция В происходит из обн. Т60-30, обр. 84; обн. Т60-31, обр. 92; обн. Т60-34, обр. 104.

Полипники полусферические, диаметром от 20 до 40 мм. Кораллиты цилиндрические, в поперечном сечении округлые, стенки у них отсутствуют и располагаются они непосредственно в пузырчатой ткани цененхимы. Максимальный диаметр кораллитов в различных колониях от 1,2 до 3,0 мм (см. рис. 5 в). Расстояние между соседними кораллитами от 0,2 до 1,0 мм. Макси-

мальная длина септальных образований от 0,2 до 0,7 мм, их количество в различных колониях меняется от 20 до 32. Септальные пластины в основном тонкие, септальные шипы на них пластинчатые (75—95 %), конические (5—25 %) и редко встречаются межсептальные шипы. Ценехимальная ткань образована пузырями различной величины, рассеченными септальными пластинами, с образованием неправильных четырехугольников (в поперечном сечении) вокруг кораллитов. Днища кораллитов разнообразной формы: выпуклые, горизонтальные, вогнутые и неполные. Шипов на днищах нет.

Характерные черты колоний: максимальный диаметр кораллитов в разных колониях 1,2—3,0 мм, длина септальных в основном пластинчатых (75—95 %) образований 0,2—0,7 мм.

Популяция Г происходит из обн. Т60-21/1-7; обн. Т60-23, обр. 60.

Полипняки полусферические, диаметром от 30 до 120 мм. Кораллиты цилиндрические, в поперечном сечении круглые, иногда полигональной формы. Стенки у них отсутствуют, располагаются они непосредственно в пузырьчатой ткани ценехимы. Максимальный диаметр кораллитов от 1,4 до 4,2 мм (см. рис. 5 г). Расстояние между соседними кораллитами от 0 до 2,5 мм. Длина септальных образований от 0,1 до 1,0 мм. Количество септ в различных колониях меняется от 18 до 46. Септальные пластины прямые, тонкие, иногда утолщенные и изогнутые, септальные шипы на них пластинчатые (60—75 %), конические (10—25 %) и межсептальные (10—15 %). Ценехимальная ткань образована пузырями различной величины, рассеченными септальными пластинами с образованием в поперечном сечении ореолов четырехугольников вокруг кораллитов. В том случае, если септы, выходящие за пределы кораллитов, короткие или искривленные, то ореолов вокруг кораллитов нет. Днища кораллитов различной формы: выпуклые, горизонтальные, вогнутые и неполные. На днищах небольшие шипы длиной от 0,2 до 0,5 мм.

Характерные черты колоний: максимальный диаметр кораллитов в разных колониях от 1,4 до 4,2 мм, длина септальных образований от 0,1 до 1,0 мм. Септальные образования представлены пластинчатыми шиповатыми септами и межсептальными шипами. Шипы конической и пластинчатой формы.

Анализ изменчивости популяций

Всего изучено шесть популяций. При изучении каждой из них оказалось, что в ней присутствуют представители всех трех „родов” семейства *Cyrtophyllidae*. Кроме того, имеются все переходные формы между *Cyrtophyllum* и *Karagemia*, *Cirtophyllum* и *Rhaphydothyllum*, а также колонии, которые обладают признаками всех трех „родов”, т. е. у них имеются септальные пластины, расположенные и в ценехиме, и в полости кораллитов, как у *Cirtophyllum*, шипы, как у *Rhaphydothyllum*, и септы двух порядков, как у *Karagemia*. Наличие всех этих признаков в одной колонии и переходных форм не дает основания для разделения этой совокупности на разные таксоны.

Сравнивая изученные популяции, выясняем, что все исследованные признаки как качественные, так и количественные у циртофиллид имеют непрерывную (клинальную или волновую) изменчивость и тем самым не могут являться критериями для отнесения каких-либо из этих популяций к разным видам. Ниже дается характеристика изменчивости признаков в сравнительном аспекте по популяциям и некоторые зависимости тех или иных изменений от абиотических условий.

1. Септальный аппарат представлен септальными пластинами прямыми тонкими и слабоизогнутыми утолщенными, они могут нести на себе септальные

шипы конические или пластинчатые, кроме того, могут присутствовать шипы, расположенные на пузырчатой ткани цененхимы, окружающей кораллиты, так называемые „межсептальные” шипы. Наличие септального аппарата у циртофиллид двух типов — септальные пластины и шипы, является характерным практически для всех колоний. В то же время намечается следующая закономерность. У циртофиллид, обитавших в спокойной обстановке, каковой, по видимому, являлась часть мелкого шельфа ниже базиса регулярных волн, где накапливались сильно глинистые известковые илы, преобладают септальные пластины, равномерно расположенные по всему радиусу кораллита. Межсептальные шипы здесь единичны и появляются неравномерно по всей длине кораллита.

У колоний, существовавших в обычных для циртофиллид условиях средней части мелкого шельфа, соотношение септальных пластин и межсептальных шипов примерно одинаковое. У колоний, развивающихся на отмели, в условиях высокоэнергетической среды, преобладают межсептальные шипы, септальные пластины, как правило, короткие и сильно шиповатые.

2. Длина септальных образований меняется от 0,1 до 1,2 мм. Четкой зависимости длины шипов от диаметра кораллита проследить не удалось. Могут встречаться мелкие кораллиты с длинными шипами или крупные — с мелкими. Часто наблюдается и отсутствие шипов в полости кораллита. В общем, септальный аппарат хорошо развит только при оптимальных условиях существования на мелком шельфе.

3. Максимальный диаметр кораллитов в разных колониях меняется от 1,2 до 4,9 мм. Колонии с модальным диаметром кораллитов развиты у особей, обитавших в средней части мелкого шельфа. Диаметр кораллитов уменьшается в сторону как мелководья, так и глубоководья.

4. Расстояние между соседними кораллитами до 2,5 мм, иногда они примыкают друг к другу, наиболее плотная упаковка наблюдалась у колоний, населявших мелководье.

5. Кораллиты имеют цилиндрическую форму, на ранней стадии — кубкообразную. В поперечном сечении они круглые, в обычных условиях, или полигональные „давленные”, если условия среды отклоняются от обычных (тесное расположение колоний и кораллитов).

6. Количество септ меняется от 18 до 48. Истинное количество септальных рядов, соответствующее количеству мезентериальных складок, пока не выяснено.

7. Цененхимальная ткань представляет собой пузырчатые образования, пузыри разнообразной величины от $0,1 \times 0,2$ до $0,7 \times 1,4$ мм. Мелкие пузыри характерны для колоний, развивавшихся в аномальных условиях.

8. Днища разнообразной формы: выпуклые, горизонтальные, вогнутые или неполные, часто присутствуют в пределах одного кораллита, иногда неполные днища могут образовывать пузырчатую ткань в колонии кораллитов. Расстояние между днищами от 0,1 до 3,0 мм. Сближенные днища и пузырчатые наблюдаются у колоний с замедленным ростом.

9. На днищах имеются шипы размером от 0,1 до 0,4 мм. Развиты они у колоний, обитавших в оптимальных условиях. Одним из ярких примеров разного значения количественных признаков могут служить популяции из отложений на р. Ниж. Чунку. Популяции А и В, приуроченные к глинистым известнякам, включают в себя колонии с более мелкими кораллитами (модальный класс 2,0 мм), а популяции Б и Г, приуроченные к менее глинистым известнякам — экземпляры с крупным диаметром кораллитов (модальный класс 2,4 мм) (см. рис. 5).

Учитывая, что по всем признакам циртофиллиды имеют непрерывную изменчивость, изученные популяции отнесены к одному роду и виду *Cyrtophillum densum* Lindstrom, 1882.

Список литературы

- Барская В. Ф. Циртофиллиды Центрального Таймыра // Бюл. МОИП. Отд. геол. — 1958. — Т. 33, вып. 5. — С. 112—122.
- Барская В. Ф. Ордовикские и силурийские кораллы Горного Алтая // Палеонтол. журн. — 1964. — № 3. — С. 29—31.
- Дзюбо П. С. *Karagemia* — новый род гелиолитид из ордовика Алтая // Материалы по палеонтологии и стратиграфии Западной Сибири. — Новосибирск, 1960. — С. 86—88.
- Дзюбо П. С. Новые позднеордовикские представители циртофиллид Горного Алтая // Новые виды древних растений и беспозвоночных СССР. — М.: Наука, 1972. — С. 76—77.
- Жижина М. С. Новый вид *Cyrtophyllum* из верхнего ордовика Таймыра // Учен. зап. НИИГА (палеонтология и биостратиграфия) — Л., 1965. — № 7. — С. 37—38.
- Иванов А. Н., Мягкова Е. И. Определитель фауны ордовика западного склона Среднего Урала // Тр. Горно-геол. ин-та Уральского фил. АН СССР. — Свердловск, 1950. — № 18. — С. 12.
- Иванов А. Н., Мягкова Е. И. Описание фауны отложений ордовика западного склона Среднего Урала // Тр. Горно-геол. ин-та Уральского фил. АН СССР. — М.: Изд-во АН СССР, 1955. — № 23. — С. 32—33.
- Майер. Э. Принципы зоологической систематики. — М.: Мир, 1971. — 454 с.
- Преображенский Б. В. Новые виды рода *Rhaphydothyllum* в верхнем оро-вике бассейна р. Колымы // Материалы по геологии и полезным ископаемым Северо-Востока СССР. — Магадан, 1964. — № 16. — С. 68—78.
- Преображенский Б. В. Табуляты // Полевой атлас ордовикской фауны Северо-Востока СССР. — Магадан: Кн. изд-во, 1968. — С. 17—28.
- Соколов Б. С. *Tabulata* и *Heliolitida* // Атлас руководящих форм ископаемых фаун СССР. Силурийская система. — М.: Изд-во геол. лит-ры, 1949. — Ч. I. — С. 98.
- Соколов Б. С. Силурийские кораллы запада Сибирской платформы // Вопросы палеонтологии. — 1950. — Т. I. — С. 231—235.
- Соколов Б. С. Табуляты палеозоя Европейской части СССР // Введение. Общие вопросы систематики и истории развития табулят (с характеристикой морфологически близких групп). — Л., 1955. — 524 с. (Тр. / ВНИГРИ; вып. 85).
- Соколов Б. С. Гелиолитиды // Основы палеонтологии. — М.: Изд-во АН СССР, 1962. — С. 257—283.
- Соколов Б. С., Тесаков Ю. И. Стратиграфия ордовика Сибирской платформы. — Новосибирск: Наука, 1975. — 251 с.
- Тесаков Ю. И. Табуляты. Популяционный, биоценотипический и биостратиграфический анализ. — М.: Наука, 1978. — 262 с.
- Тесаков Ю. И., Предтеченский Н. Н., Бергер А. Я. и др. Региональный опорный разрез силура на р. Мойеро // Опорный разрез р. Мойеро силура Сибирской платформы. — Новосибирск: Наука, 1985. — С. 17—35.
- Фомин Ю. М. Морфология и систематическое положение позднеордовикских кораллов *Cyrtophyllidae* // Табуляты и гелиолииды палеозоя СССР. — М.: Наука, 1971. — С. 116—126.
- Яблоков А. В. Популяционная биология. — М.: Высш. шк., 1987. — 303 с.
- Lindstrom G. Silurische korallen aus Nord-Russland und Sibirien // Bihand Kgl. Svenska Vet. Akad. Handl. — 1882. — Bd. 6, № 18. — S. 17—18.

Объяснение к таблице

Cyrtophillum densum Lindsrom, 1882, × 4.

Непрерывный вариационный ряд диаметра кораллитов, построенный через 0,2—0,3 мм максимального диаметра. Происхождение популяции — р. Мойерокан, слой 8, 9 пачки II джеромской свиты.

Фиг. 1. Поперечный разрез, максимальный диаметр кораллитов 1,4 мм, экз. П78-79А/8-30.

Фиг. 2, 3. Поперечный и продольный разрезы, максимальный диаметр кораллитов 1,5 мм, цененхимальные пузыри образуют правильный ореол вокруг кораллитов, днища горизонтальные, экз. П78-79А/8-14.

Фиг. 4, 5. Поперечный и продольный разрезы, максимальный диаметр кораллитов 1,8 мм, днища сильно вогнутые только в центральной части в продольном срезе иногда волнистые, экз. П78-79А/8-13.

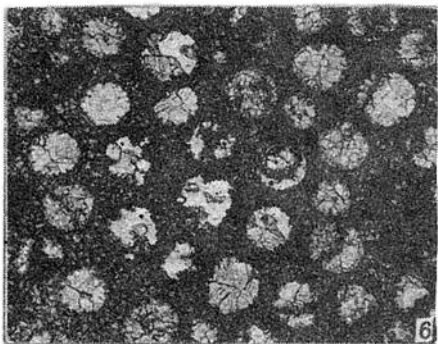
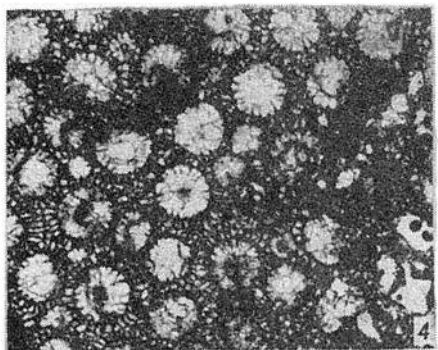
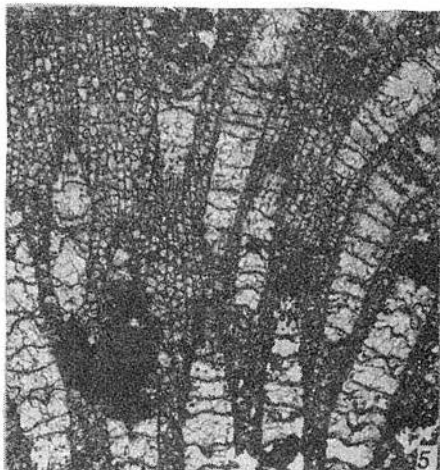
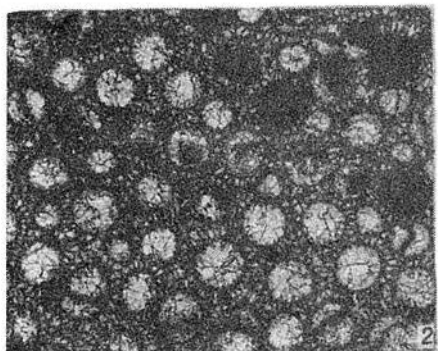
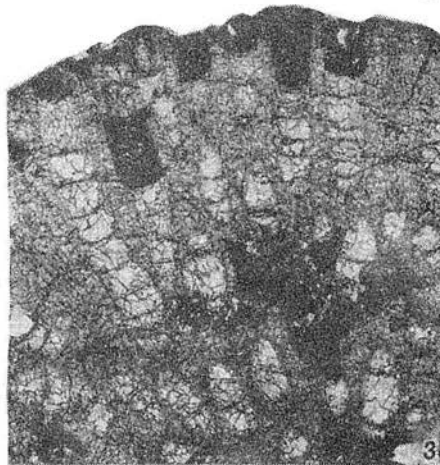
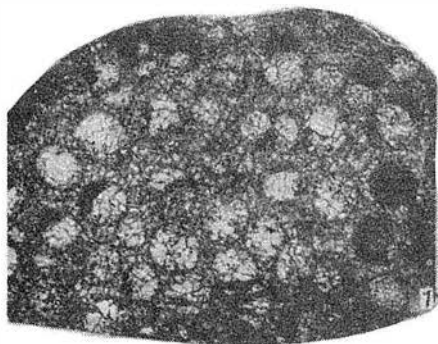
Фиг. 6, 7. Поперечный и продольный разрезы, максимальный диаметр кораллитов 1,9 мм, смыкание септ соседних кораллитов в цененхиме, длина септ 0,3 мм, экз. П78-79А/8-5.

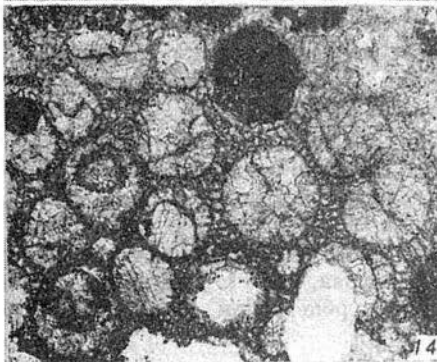
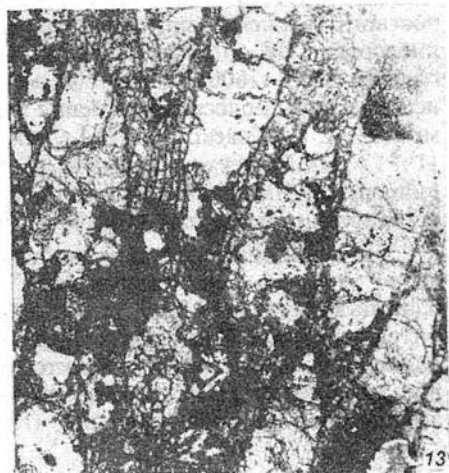
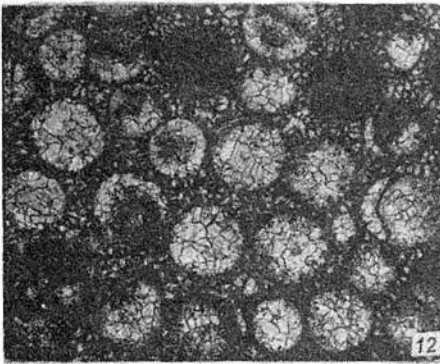
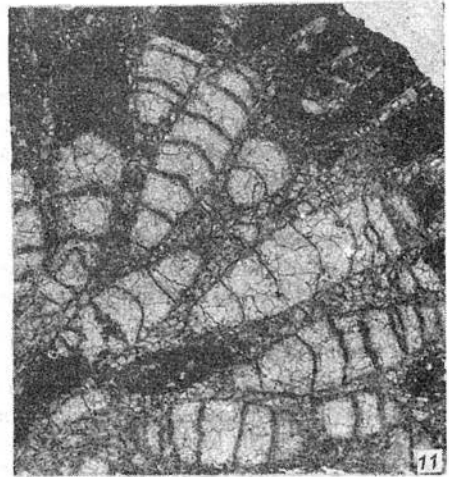
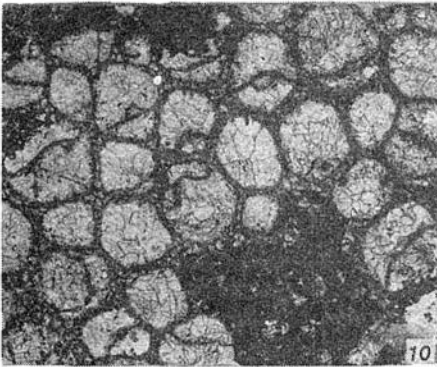
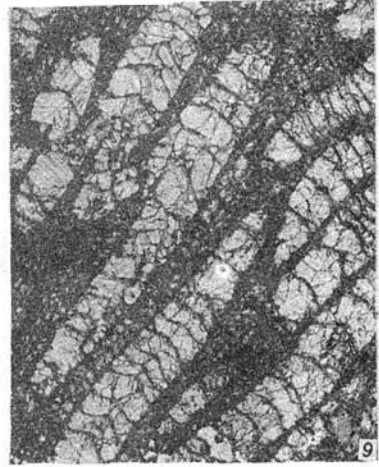
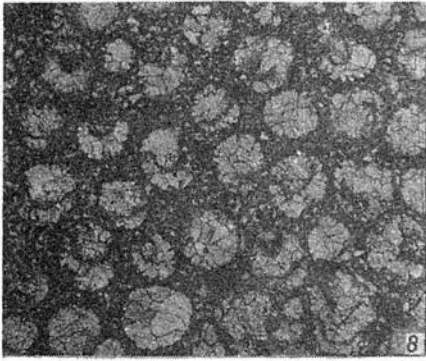
Фиг. 8, 9. Поперечный и продольный разрезы, максимальный диаметр кораллитов 2,1 мм, септы короткие, у стенки кораллитов утолщенные, днища от слабо- до сильновыпуклых в осевой части кораллита, экз. П78-79А/9-1.

Фиг. 10, 11. Поперечный и продольный разрезы, максимальный диаметр кораллитов 2,4 мм, кораллиты примыкают друг к другу, экз. П78-79А/9-11.

Фиг. 12, 13. Поперечный и продольный разрезы, максимальный диаметр кораллитов 2,6 мм, экз. П78-79А/8-17.

Фиг. 14. Поперечный разрез, максимальный диаметр кораллитов 3,0 мм, септы короткие, смыкаются в цененхимальной ткани у соседних кораллитов, экз. П78-79А/8-23.





Е. А. Фурсенко

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА И СТРУКТУРЫ АСФАЛЬТЕНОВ НЕФТЕЙ НАДЫМ-ПУРСКОЙ НГО

В работе при помощи ИК- и ПМР-спектроскопии в сочетании с элементным анализом рассмотрены и описаны 17 образцов асфальтенов нефтей Надым-Пурской НГО. Показано различие структурно-групповых параметров асфальтенов из нефтей разных типов. Проведенные исследования и анализ литературных данных показали также, что асфальтены — это сложные гетероатомные соединения нефтей и РОВ, несущие важную генетическую информацию и дополняющие результаты их физико-химических исследований.

Интерес к асфальтенам, к их влиянию на миграцию и аккумуляцию нефтей начал проявляться уже в начале 50-х годов. В настоящее время асфальтены рассматриваются многими авторами [Борисова, 1988; Конторович и др., 1987; Камьянов и др., 1983; и др.] как высокомолекулярные неуглеводородные соединения, являющиеся составной частью битумоидов и нафтидов, несущие генетическую информацию о рассеянном органическом веществе и нефтях и дополняющие результаты их физико-химических исследований.

В данной работе представлены результаты исследования асфальтенов из нефтей разных типов Надым-Пурской НГО и граничащих с ней областей (А', А, С₂, D — по классификации А. Э. Конторовича и О. Ф. Стасовой) [Конторович, Стасова, 1978; Стасова, Андрусевич, 1981]. Асфальтены выделены в Центральной лаборатории концерна „Тюменьгеология” стандартным методом.

Асфальтены являются сложным объектом изучения, поэтому для их исследования привлекается комплекс физико-химических методов [Конторович, Борисова, 1991]. Мною использованы в данной работе ИК- и ПМР-спектроскопия с привлечением результатов элементного анализа. Определение элементного состава асфальтенов проведено в СНИИГГиМСе микрометодом скоростного сжигания органических веществ из одной навески в быстром токе кислорода. ИК-спектры были получены на спектрометре SPEKORD M80 в области 3700—2600 и 2000—600 см⁻¹ (в таблетках с KBr). Для расчетов в работе использованы полосы поглощения и спектральные коэффициенты, рекомендуемые Е. А. Глебовской [1971], а также И. А. Юркевичем и Е. Р. Разумовой [1981]. ПМР-спектры снимали в растворе дейтерированного хлороформа на приборе НХ100 фирмы Bruker. Структурные характеристики вычислялись по стандартным формулам [Посадов, Поконова, 1977].

По данным элементного анализа (табл. 1) асфальтены отличаются высокой долей углерода в их структуре. Среднее содержание водорода в изученных образцах составляет 8,05 %, что характерно для нефтяных асфальтенов. Значительную роль в их составе играют гетероэлементы (N + S + O). Одной из наиболее информативных характеристик элементного анализа считается атомное отношение (Н/С)_{ат} [Конторович, Борисова, 1991]. Для исследованных асфальтенов разброс значений (Н/С)_{ат} довольно велик (от 1,00 до 1,23).

Таблица 1. Элементный состав асфальтенов нефтей

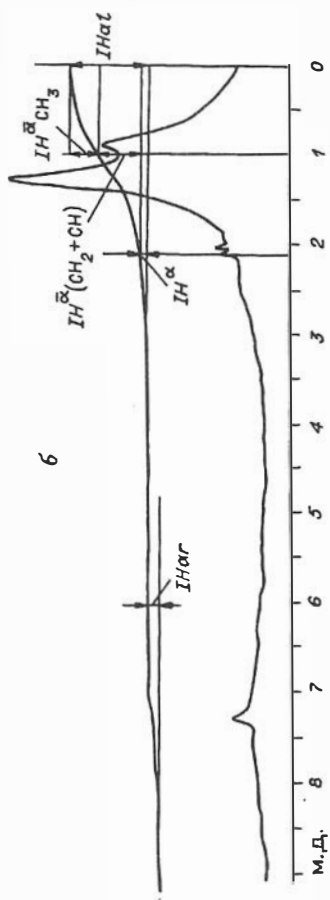
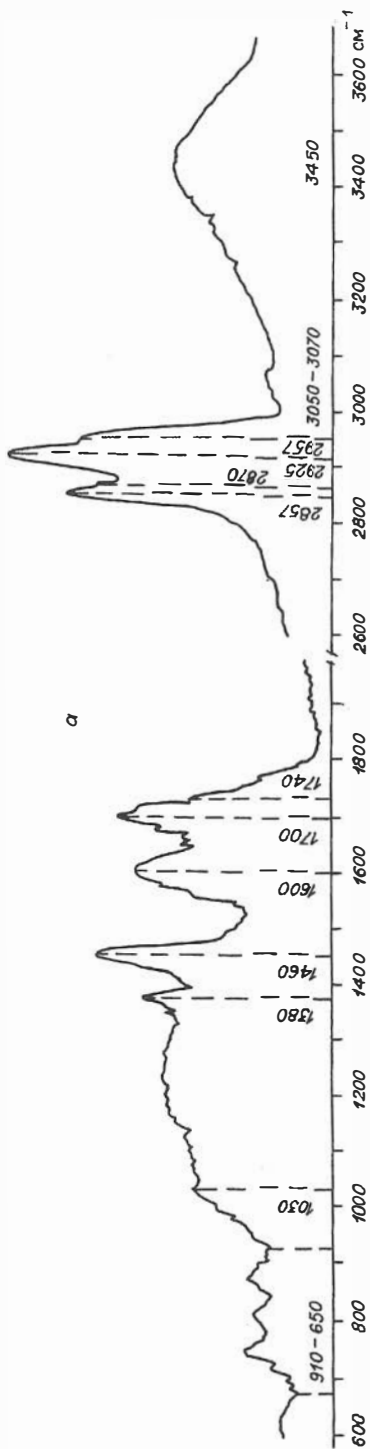
Номер обр.	Площадь, скважина	Глубина отбора образца, м	Тип нефти	Элементный состав, мас. %					(Н/С) _{ат}
				С	Н	S	N + O	N + O + S	
44	Новотодня, 167	2980—2984	A'	84,73	8,00	0,48	6,79	7,27	1,13
99	Ярайнерская, 28	2937—2940	»	85,59	8,12	1,08	5,21	6,29	1,14
51	Венгалуровская, 198	2909—2921	»	85,79	8,01	1,11	5,09	6,20	1,12
47	Западно-Варьеланская, 235	2802—2805	»	86,93	8,23	1,59	3,25	4,84	1,14
113	Новоаганская, 201	2296—2300	»	80,31	8,21	2,86	8,62	11,48	1,23
29	Комсомольская, 159	2286—2290	»	89,52	8,65	1,84		1,84	1,16
46	Новопортовская, 128	2050—2059	»	83,13	7,86	1,62	7,39	9,01	1,13
17	Северо-Уренгойская, 465	3258—3266	A	85,51	7,15	Не опр.	Не опр.	7,34	1,00
33	Западно-Ноябрьская, 732	2579—2583	C ₂	86,97	7,70	2,54	2,79	5,33	1,06
41	Сумгутская, 451	2802—2816	»	86,00	7,81	1,28	4,91	6,19	1,09
37	Ваньеланская, 140	972—982	D	87,94	8,80	1,60	1,66	3,26	1,20
77	Мессояхская, 274	897—899	»	86,15	8,06	1,02	4,77	5,79	1,12
38	Среднемессояхская, 25	887—894	»	83,55	7,54	1,26	7,65	8,91	1,08
114	Новоаганская, 201	1204—1207	»	88,23	8,73	0,78	2,26	3,04	1,19
115	Новоаганская, 199	1862—1866	»	87,41	8,54	1,94	2,11	4,05	1,17
121	Новоаганская, 197	1734—1738	»	86,10	8,22	1,79	3,89	5,68	1,15
123	Новоаганская, 197	1574—1578	»	84,09	8,14	1,34	6,43	7,77	1,16

Меньшие значения характерны для асфальтенов нефтей типа А (1,00) и С₂ (1,06—1,09). Несколько больше эти значения для асфальтенов нефтей типа А' [1,15/(1,12—1,23)] и D [1,16/(1,08—1,19)].

Данные ИК- и ПМР-спектromетрии позволяют рассчитывать структурно-групповые параметры асфальтенов. Характерные спектры приведены на рисунке. В исследованных асфальтенах высока доля ароматических соединений. Об этом свидетельствует значительная интенсивность полос поглощения в области 750, 810, 870, 1600 и 3030 см⁻¹, которые достаточно хорошо прослеживаются во всех ИК-спектрах. Причем полосы 810 и 870 см⁻¹ указывают на наличие сильно замещенных ароматических структур. Ввиду несовершенства методик количественной оценки ароматичности асфальтенов по ИК-спектрам значения степени ароматичности были определены полуколичественно при помощи спектрального коэффициента $K_3 = D1600/D1460$ (табл. 2), характеризующего относительное содержание ароматических соединений. Более точные значения этого параметра дает ПМР-спектromетрия (табл. 3). Ароматичность изученных асфальтенов довольно высока ($F_{ar} = 0,46—0,61$, $C_{ar} = 52,43—67,13\%$). Из всех атомов С значительная часть находится в узлах конденсации (26,54—42,99%), степень конденсации ароматических структур изменяется от 0,46 до 0,81. Число периферийных атомов С составляет 5,70—22,59%, из них лишь 4,17—10,62% углерода замещено и степень замещения, соответственно, довольно низка (0,08—0,33). Это подтверждается данными ИК-спектromетрии (область поглощения 610—900 см⁻¹), где для исследованных образцов асфальтенов характерны три—четыре рядом стоящих атома водорода (см. табл. 2). Исключение составляют образцы асфальтенов с Новоаганской (скв. 201, 199) и Сугмутской (скв. 451) площадей, в которых преобладают цепочки из двух рядом стоящих атомов водорода.

Важную роль в составе асфальтенов играют алифатические структуры. Среди них большую часть занимают метиленовые и метильные группы (см. табл. 2, 3), причем углерода метильных (СН₃)-групп почти в два раза меньше, чем метиленовых. Такие соотношения (СН₂ + СН)- и (СН₃)-групп указывают на незначительную роль разветвленных алифатических цепочек. О присутствии в структуре асфальтенов длинных парафиновых цепочек свидетельствуют наблюдаемые на ИК-спектрах полосы поглощения в области 720 см⁻¹.

Химическое строение асфальтенов в известной мере определяется структурным типом гетеросодержащих соединений. На основании данных ИК-спектromетрии на качественном уровне можно судить об их структуре. На наличие азотсодержащих соединений указывают полосы поглощения в области 3100—3500 и 1660 см⁻¹, которые прослеживаются в ИК-спектрах некоторых образцов (например, асфальтены из скважин Новопортовской, Ярайнерской, Комсомольской и других площадей). О присутствии соединений с сульфоксидными группами свидетельствует полоса в области 1000—1100 см⁻¹ (образцы из скважин Мессояхской, Комсомольской, Вэнгапуровской и других площадей). При помощи спектральных коэффициентов возможна полуколичественная оценка содержания кислородсодержащих групп. Так, интенсивное поглощение в области 3450 см⁻¹ и, соответственно, $K_1 = D3450/D2927$ (см. табл. 2) указывают на значительные содержания в структуре асфальтенов гидроксильных групп органических кислот. Доля эфирного кислорода невелика. Об этом свидетельствуют спектральные коэффициенты K_2 и K_5 , характеризующие относительное содержание алифатических сложных жиров и кислот (K_2) и ароматических эфиров (K_5) (см. табл. 2). Причем концентрация ароматических эфиров, как видим из таблицы, больше чем алифатических.



Характерный ИК-спектр (а) и ПМР-спектр (б) асфальтенов нефти Надым-Пурской НГО.

Таблица 2. Структурно-групповой состав асфальтенов нефтей по результатам ИК-спектрометрии

Номер обр.	Структурно-групповой состав, мас. %										Спектральные коэффициенты				
	C(CH ₂)					C _{ар}	C(CH _{ар})					D1600/D1460	D1700/D1460	D1740/D1460	D3450/D2927
	C(CH ₂)	C(CH ₃)	C(CO + CN)	C ₃₋₄	C ₂		C ₁	Всего							
44	11,20	6,80	11,73	0,48	3,62	4,77	2,37	8,24	0,81	0,34	0,16	0,56			
99	9,52	6,15	28,92	0,64	5,67	3,57	4,12	13,99	0,79	0,06	0,03	0,54			
51	11,25	6,00	18,04	0,83	4,17	3,92	3,63	12,55	0,83	0,22	0,02	0,53			
47	15,34	7,24	10,35	0,16	4,59	4,02	3,26	12,03	0,77	0,13	0,03	0,47			
113	13,17	7,90	9,74	0,25	3,67	2,84	1,50	8,26	0,76	0,22	0,05	0,38			
29	9,04	6,29	24,19	0,51	4,93	4,00	3,83	13,27	0,79	0,11	0,02	0,50			
46	7,04	5,57	22,52	0,97	5,50	4,15	4,03	14,65	0,85	0,30	0,02	0,48			
33	10,76	6,51	19,20	0,23	3,10	1,78	2,17	7,28	0,78	0,10		0,58			
41	8,51	5,42	26,07	0,47	3,42	4,10	4,23	12,22	0,84	0,21	0,02	0,48			
37	13,15	7,31	14,48	0,48	4,27	3,95	2,83	11,57	0,70	0,17	0,01	0,48			
77	7,56	6,15	22,94	0,50	3,88	3,41	2,79	10,58	0,85	0,27	0,12	0,50			
38	6,12	4,98	28,45	0,38	3,62	2,15	1,92	8,07	0,82	0,28	0,11	0,49			
114	8,62	4,69	31,92	1,01	4,10	4,50	2,65	12,26	0,78	0,10	0,04	0,52			
115	8,17	5,27	28,97	0,52	2,84	3,32	2,79	9,47	0,86	0,10	0,03	0,51			
121	10,97	4,91	23,22	0,75	3,76	3,42	2,38	10,31	0,79	0,16	0,03	0,55			
123	13,70	6,66	11,73	0,72	4,77	4,18	3,02	12,69	0,77	0,24	0,04	0,62			

Таблица 3. Структурно-групповой состав асфальтенов нефтей по данным ПМР-спектроскопии

Номер обр.	С алкифатический				С ароматический, мас. %					Степень аромат. F _{ар}	Степень замещения	Степень конденсации	С нафт.
	С ^α (CH ₂ + CH)	С ^α (CH ₃)	С ^α	Всего	С ^{ар} периферийный			С ^{ар} конденсированное	Всего				
					С(CH _{ар})	С замещ.	Всего						
44	24,49	15,06	2,83	42,38	24,00	7,08	31,08	26,54	57,62	0,57	0,09	0,46	0,39
99	24,65	11,29	2,31	38,25	22,44	6,07	28,51	33,24	61,75	0,56	0,08	0,54	0,43
51	23,83	12,71	4,77	41,31	14,32	7,12	21,44	37,25	58,69	0,52	0,22	0,63	0,49
47	30,69	13,16	3,29	47,14	5,70	4,17	9,87	42,99	52,86	0,46	0,33	0,81	0,40
113	30,02	11,70	5,85	47,57	12,93	9,07	22,00	30,43	52,43	0,47	0,27	0,58	0,37
29	31,42	6,45	5,44	43,31	20,53	7,85	28,38	28,31	56,69	0,53	0,19	0,50	0,22
17	33,02	5,42	6,70	45,14	3,78	7,23	11,01	43,85	54,86	0,55	0,61	0,80	0,14
37	27,34	12,16	7,58	47,08	12,03	9,22	21,25	31,67	52,92	0,47	0,36	0,60	0,40
114	19,37	14,76	2,77	36,90	22,60	10,62	33,21	29,89	63,10	0,56	0,08	0,47	0,67
115	13,37	12,31	7,19	32,87	34,12	12,02	46,14	20,99	67,13	0,61	0,16	0,31	0,81
121	26,99	10,95	8,22	46,16	10,07	9,88	19,95	33,89	53,84	0,48	0,41	0,63	0,38
123	27,39	12,32	5,09	44,80	11,83	7,32	19,15	36,05	55,20	0,49	0,27	0,65	0,42

Примечание. С^α — концентрация углерода в насыщенных группах, находящихся в α-положении к ароматическому кольцу; С^α — концентрация углерода в насыщенных группах, находящихся в β-, γ-положении к ароматическому кольцу.

Опираясь на результаты исследования асфальтенов, учитывая их структурно-групповые характеристики и анализ литературных данных, автор в этой работе попытается дать характеристику асфальтенов из нефтей разных типов.

Согласно классификации, предложенной А. Э. Конторовичем, О. Ф. Стасовой, нефти юрско-нижнемеловых отложений Западной Сибири относятся к типам А и С, которые в свою очередь подразделяются на основные (А и С) и переходные (А' и С₂). Характеристики асфальтенов разных типов довольно хорошо дифференцируются (см. табл. 1—3). Если рассматривать изменения структурно-групповых параметров асфальтенов внутри одного типа, можно отметить несколько большую степень ароматичности, конденсированности асфальтенов северных нефтей. К северу (от С к А) уменьшается содержание алифатических структур в асфальтенах, но, по всей вероятности, одновременно с уменьшением алифатичности в структуре асфальтенов из нефтей типа А растет роль длинных малоразветвленных алифатических цепей (о чем свидетельствуют относительно высокие концентрации (СН₂ + СН)-групп при низких содержаниях (СН₃)-групп). В целом характеристики асфальтенов довольно четко подтверждают тот факт, что нефти типа С сменяются нефтями типа А постепенно через переходные подтипы, а именно они достаточно широко распространены в пределах южных и центральных районов Надым-Пурской НГО.

Согласно классификации, предложенной А. Э. Конторовичем, О. Ф. Стасовой, нефти, приуроченные к сеноманским отложениям, относятся к типу D, подразделяясь, в свою очередь, на два подтипа. Структурно-групповые параметры изученных в данной работе асфальтенов нефтей типа D хорошо подтверждают дифференциацию (см. табл. 1—3). Так асфальтены северных нефтей характеризуются несколько большим содержанием гетероэлементов, большей степенью ароматичности при относительно более низких значениях (Н/С)_{ат}. По данным ИК-спектрии и ПМР асфальтены северных нефтей типа D содержат меньшее количество алифатических цепей, которые, вероятно, более разветвлены (косвенным свидетельством можно считать увеличение концентрации (СН₃)-групп в их структуре). Образцы асфальтенов из нефтей типа D, по сравнению с асфальтенами нефтей других типов, отличаются довольно высокой степенью конденсированности, меньшей алифатичностью и значительным содержанием нафтеновых структур.

В целом исследования и анализ литературных данных показали, что изученные асфальтены представляют собой сложные гетеросодержащие высокомолекулярные компоненты нефтей, несущие ценную информацию об их качестве. Можно выделить как наиболее информативные следующие характеристики асфальтенов: степень ароматичности, содержание метиленовых и метильных групп.

Хочется отметить, что работа выполнена при помощи методик, разработанных ранее А. Э. Конторовичем, Л. С. Борисовой и др. Автор благодарна своему научному руководителю ст. н. с. Л. С. Борисовой за необходимые для работы рекомендации.

Список литературы

Борисова Л. С. Геохимия сидикахитов и нефтей Западной Сибири: Автореф. дис... канд. геол.-мин. наук. — Новосибирск, 1988. — 16 с.

Глебовская Е. А. Применение инфракрасной спектрии в нефтяной геохимии. — Л.: Недра, 1971. — 140 с.

Камьянов В. Ф., Аксенов В. С., Титов В. И. Гетероатомные компоненты нефтей. — Новосибирск: Наука, 1983. — 237 с.

Конторович А. Э., Стасова О. Ф. Типы нефтей в осадочной оболочке Земли // Геология и геофизика. — 1978. - № 8. — С. 3—13.

Конторович А. Э., Борисова Л. С., Меленевский В. Н. Некоторые важнейшие черты геохимии асфальтенов нефтей // Геохимия. — 1987. — № 6. — С. 1423—1432.

Конторович А. Э., Борисова Л. С. Методические рекомендации по схеме изучения асфальтенов для целей диагностики нефтепроизводящих пород и количественной оценки перспектив нефтегазоносности. — Новосибирск: СНИИГГиМС, 1991. — 27 с.

Посадов И. А., Поконова Ю. В. Структура нефтяных асфальтенов. — Л.: ЛТИ, 1977. — 75 с.

Современные методы анализа в органической геохимии. — Новосибирск: СНИИГГиМС, 1973. — 100 с.

Стасова О. Ф., Андрусевич В. Е. Типы нефтей и конденсатов в мезозойских отложениях севера Западно-Сибирской плиты // Органическая геохимия мезозойских и палеозойских отложений Сибири. — Новосибирск: СНИИГГиМС, 1981. - С. 10—32.

Юркевич И. А., Разумова Е. Р. Сравнительное изучение высокомолекулярной части нефтей и битумоидов. — М.: Наука, 1981. — 158 с.

УДК 553.98:553.042.003.12

Э. К. Абдраева

ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ УСЕЧЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРЕТО ПРИ ПРОГНОЗЕ СТРУКТУРЫ РЕСУРСОВ НЕФТИ И ГАЗА

Предлагается метод оценки параметров распределения количества месторождений по крупности для заданного бассейна при условии, что имеется два таких интервала, в которых все месторождения с запасами уже открыты. По предложенному методу вычислены распределения числа месторождений и их суммарных запасов для бассейна Мексиканского залива по интервалам крупности.

Задача прогноза структуры начальных геологических ресурсов (НГР) нефтегазоносного бассейна (НГБ) играет исключительно важную роль при выборе направлений геолого-разведочных работ. Составной частью задачи оценки структуры НГР является прогноз их распределения по крупности, позволяющий оценить:

— какие по запасам месторождения и в каком количестве могут быть открыты в данном НГБ;

— какие месторождения являются крупными для данного бассейна;

— сколько в нем может быть открыто месторождений крупных, крупнейших и гигантских, какова вероятность открытия таких месторождений;

— какая часть мелких месторождений уже открыта и какие запасы сосредоточены в неоткрытых мелких месторождениях и т. д. [Прогноз..., 1981; Конторович, Демин, 1977].

В бассейнах, где основная часть крупных месторождений открыты, дальнейшее наращивание запасов нефти и газа для поддержки достигнутых уровней добычи или для их роста будет обеспечена поисками и разведкой месторождений мелких и средних. В связи с этим возникает задача оценки количества и запасов таких месторождений для каждого НГБ [Конторович, Демин, 1977, 1979].

Теоретические основы решения задачи прогноза распределения месторождений нефти и газа по крупности заложены в работах В. И. Шпильмана [1982], А. Э. Конторовича и В. И. Демина [1977, 1979]. Ряд работ А. Э. Конторовича, В. И. Демина, В. Р. Лившица [Прогноз..., 1981; Количественная оценка..., 1988] были посвящены построению модели НГБ, поиску закона распределения количества месторождений по величине запасов и оценке параметров распределения. А. Э. Конторовичем и В. И. Деминым [Прогноз..., 1981; Количественная оценка..., 1988] была предложена функция плотности распределения количества месторождений по величине запасов, которая для замкнутого интервала $[\theta_0, \gamma Q]$ имеет следующий вид:

$$\varphi(\theta, \lambda, \gamma, Q) = \frac{(\gamma \cdot Q)^\lambda \cdot (1 - \lambda)}{\lambda \cdot \gamma \cdot Q + \theta_0 \cdot \left[1 - \lambda - \left[\frac{\gamma \cdot Q}{\theta_0} \right]^\lambda \right]} \cdot \left[\frac{1}{\theta^\lambda} - \frac{1}{(\gamma \cdot Q)^\lambda} \right] \quad (1)$$

при $\theta_0 \leq \theta \leq \gamma \cdot Q$, $1 < \lambda \leq 3$, $0 < \gamma \leq 1$,

где θ_0 — величина минимальных запасов скопления нефти и газа, которая считается месторождением, Q — начальные геологические ресурсы бассейна, λ, γ — параметры распределения. Распределение, которому эта плотность соответствует, было названо авторами усеченным распределением Парето. Там же даны выражения для количества месторождений N_{θ_1, θ_2} и их суммарных запасов Q_{θ_1, θ_2} в любом произвольном интервале крупности $[\theta_1, \theta_2]$:

$$N_{\theta_1, \theta_2} = N \cdot \int_{\theta_1}^{\theta_2} \varphi(\theta, \lambda, \gamma, Q) d\theta, \quad (2)$$

$$Q_{\theta_1, \theta_2} = N \cdot \int_{\theta_1}^{\theta_2} \theta \cdot \varphi(\theta, \lambda, \gamma, Q) d\theta, \quad (3)$$

где N — количество месторождений в НГБ. При заданном Q в этих выражениях неизвестными являются параметры λ, γ и N .

Процедура последовательного приближения для оценки этих параметров предложена в работах А. Э. Конторовича и др. [Прогноз..., 1981; Количественная оценка..., 1988]. Предполагая, что все месторождения, превышающие по запасам некоторую величину θ^* , уже выявлены, и зная долю запасов, сосредоточенных в этих месторождениях, рассчитывалось число месторождений в НГБ, а также число и суммарные запасы месторождений по интервалам крупности. На основе сопоставления полученного распределения с распределением откры-

тых в бассейне месторождений корректировались значения параметров θ^* , γ и вновь производился расчет. Таким путем был получен прогноз структуры ресурсов для ряда хорошо изученных бассейнов Северной Америки.

Как отмечают сами авторы, недостатком рассмотренного подхода является его трудоемкость, присутствие элемента экспертной оценки, неопределенность выбора начальных значений параметров.

В настоящей статье рассматривается следующая постановка задачи. Для заданного НГБ имеется распределение по интервалам открытых месторождений. Предполагается, что существуют, по крайней мере, два интервала, в которых все месторождения открыты. Необходимо оценить общее количество месторождений в НГБ, начальные геологические ресурсы бассейна и распределение месторождений по интервалам крупности.

Преимущество предлагаемого метода заключается в возможности оценивания параметров распределения, включая НГР НГБ, с помощью достаточно простой, легко реализуемой на ЭВМ, строго определенной процедуры.

Обозначим через $[x_1, x_2]$, $[x_3, x_4]$ — интервалы такие, месторождения с запасами из которых уже открыты, причем $x_1 < x_2$ и $x_3 < x_4$. Как видно из выражения (1), величины γ , Q входят в него лишь в виде произведения, так что это произведение можно рассматривать как параметр $x_m = \gamma Q$. После подстановки (1) в (2, 3) получим:

$$N_1 = \frac{N \cdot (x_m^\lambda \cdot (x_2^{1-\lambda} - x_1^{1-\lambda}) - (1-\lambda) \cdot (x_2 - x_1))}{\lambda \cdot x_m + x_0 \cdot \left[1 - \lambda - \left[\frac{x_m}{x_0} \right]^\lambda \right]}, \quad (4)$$

$$N_2 = \frac{N \cdot (x_m^\lambda \cdot (x_4^{1-\lambda} - x_3^{1-\lambda}) - (1-\lambda) \cdot (x_4 - x_3))}{\lambda \cdot x_m + x_0 \cdot \left[1 - \lambda - \left[\frac{x_m}{x_0} \right]^\lambda \right]}, \quad (5)$$

$$Q_1 = \frac{N \cdot (1-\lambda) \cdot (2 \cdot x_m^\lambda \cdot (x_2^{2-\lambda} - x_1^{2-\lambda}) - (2-\lambda) \cdot (x_2^2 - x_1^2))}{2 \cdot (2-\lambda) \cdot \left[\lambda \cdot x_m + x_0 \cdot \left[1 - \lambda - \left[\frac{x_m}{x_0} \right]^\lambda \right] \right]}, \quad (6)$$

$$Q_2 = \frac{N \cdot (1-\lambda) \cdot (2 \cdot x_m^\lambda \cdot (x_4^{2-\lambda} - x_3^{2-\lambda}) - (2-\lambda) \cdot (x_4^2 - x_3^2))}{2 \cdot (2-\lambda) \cdot \left[\lambda \cdot x_m + x_0 \cdot \left[1 - \lambda - \left[\frac{x_m}{x_0} \right]^\lambda \right] \right]}, \quad (7)$$

где неизвестны параметры x_m , λ и N .

Заметим, что выражения (6) и (7) непригодны для расчетов при $\lambda = 2$, поскольку в этом случае числитель и знаменатель в них обращаются в нуль. Чтобы найти выражение для величины запасов при $\lambda = 2$, необходимо раскрыть получающуюся неопределенность. Используя правило Лопиталья и находя предел этих выражений при $\lambda \rightarrow 2$, получим:

$$\lim_{\lambda \rightarrow 2} Q = N \cdot \frac{2 \cdot x_m^2 \cdot (\ln x_1 - \ln x_2) + (x_2^2 - x_1^2)}{4 \cdot x_m - 2 \cdot x_0 - 2 \cdot x_m^2 \cdot x_0^{-1}}. \quad (8)$$

Выражения (4)–(7) представляют собой систему уравнений, решение которых позволит найти искомые параметры. Взяв отношения N_1/N_2 , Q_1/Q_2 и введя обозначения $\alpha = N_1/N_2$ и $\beta = Q_1/Q_2$, получим систему из двух уравнений с двумя неизвестными:

$$\beta = \frac{2 \cdot x_m^\lambda \cdot (x_2^{2-\lambda} - x_1^{2-\lambda}) - (2-\lambda) \cdot (x_2^2 - x_1^2)}{2 \cdot x_m^\lambda \cdot (x_4^{2-\lambda} - x_3^{2-\lambda}) - (2-\lambda) \cdot (x_4^2 - x_3^2)}, \quad (9)$$

$$\alpha = \frac{x_m^\lambda \cdot (x_2^{1-\lambda} - x_1^{1-\lambda}) - (1-\lambda) \cdot (x_2 - x_1)}{x_m^\lambda \cdot (x_4^{1-\lambda} - x_3^{1-\lambda}) - (1-\lambda) \cdot (x_4 - x_3)}. \quad (10)$$

Здесь следует различать два случая $x_4 = x_m$ и $x_4 \neq x_m$. В первом — правая граница распределения x_m совпадает с правой границей одного из заданных интервалов, поэтому значение $x_4 = x_m$ является неизвестным и подлежит оценке. Во втором — интервал не является крайним правым интервалом и значение x_4 известно.

1. Рассмотрим случай, когда $x_4 = x_m$. Допустим, что границей одного из интервалов служит x_m , значения параметров x_m и λ находятся из системы уравнений (9) и (10) после подстановки в них $x_4 = x_m$ и выполнения несложных преобразований:

$$x_m^\lambda \cdot (x_1^{1-\lambda} - x_2^{1-\lambda} - \alpha \cdot x_3^{1-\lambda}) + \alpha \cdot \lambda \cdot x_m + (1-\lambda) \cdot (\alpha \cdot x_3 + x_2 - x_1) = 0, \quad (11)$$

$$2 \cdot x_m^\lambda \cdot (x_1^{2-\lambda} - x_2^{2-\lambda} - \beta \cdot x_3^{2-\lambda}) + \beta \cdot \lambda \cdot x_m + (2-\lambda) \cdot (\beta \cdot x_3^2 + x_2^2 - x_1^2) = 0 \quad (12)$$

Выражая x_m^λ из (10) и подставляя в (9), получим квадратное, относительно x_m , уравнение:

$$\begin{aligned} & \beta \cdot \lambda \cdot x_m^2 \cdot (x_1^{1-\lambda} - x_2^{1-\lambda} - \alpha \cdot x_3^{1-\lambda}) - \alpha \cdot \lambda \cdot x_m \cdot (x_1^{2-\lambda} - x_2^{2-\lambda} - \beta \cdot x_3^{2-\lambda}) - \\ & - (1-\lambda) \cdot (\alpha \cdot x_3 + x_2 - x_1) \cdot (x_1^{2-\lambda} - x_2^{2-\lambda} - \beta \cdot x_3^{2-\lambda}) + \\ & + (2-\lambda) \cdot (\beta \cdot x_3^2 + x_2^2 - x_1^2) \cdot (x_1^{1-\lambda} - x_2^{1-\lambda} - \alpha \cdot x_3^{1-\lambda}) = 0. \end{aligned} \quad (13)$$

Решая уравнение (13) относительно x_m , находим его корни, подстановка которых в (11) приводит к уравнению относительно λ . Решая численным методом полученное уравнение, находим искомое значение λ . Подстановка этого значения λ в выражение для корней уравнения (13) позволяет найти значение x_m .

2. Теперь рассмотрим случай, когда $x_4 \neq x_m$. Выражая x_m^λ из (9) и подставляя в (10), получим уравнение с одним неизвестным λ

$$\frac{(2-\lambda) \cdot (\alpha \cdot (x_4^2 - x_3^2) - (x_2^2 - x_1^2))}{2 \cdot (\beta \cdot (x_4^{2-\lambda} - x_3^{2-\lambda}) - x_2^{2-\lambda} - x_1^{2-\lambda})} = \frac{(1-\lambda) \cdot (\alpha \cdot (x_4 - x_3) - x_2 + x_1)}{\alpha \cdot (x_4^{1-\lambda} - x_3^{1-\lambda}) - x_2^{1-\lambda} + x_1^{1-\lambda}} \quad (14)$$

Решая это уравнение численным методом, находим значение λ . Подставляя в (10) значение параметра λ , получим выражение для x_m в явном виде:

$$x_m = \lambda \sqrt{\frac{(1-\lambda) \cdot (\alpha \cdot (x_4 - x_3) - x_2 + x_1)}{\alpha \cdot (x_4^{1-\lambda} - x_3^{1-\lambda}) - x_2^{1-\lambda} + x_1^{1-\lambda}}}. \quad (15)$$

**Распределение числа месторождений и их суммарных запасов (в млн т)
для бассейна Мексиканского залива по интервалам крупности**

Интервал крупности	1	2	3	4	5	Всего
	< 5	5—50	50—100	100—500	> 500	
Данные табл. 31 из работы [Прогноз..., 1981] $\lambda = 2,02 \gamma Q = 1426,4$	$\frac{11040}{5224}$	$\frac{243}{3072}$	$\frac{13}{888}$	$\frac{10}{1938}$	$\frac{1}{743}$	$\frac{11307}{11095}$
Распределение с параметрами $\lambda = 2,02 \gamma Q = 1427,4$	$\frac{10876}{5202}$	$\frac{242}{3091}$	$\frac{13}{900}$	$\frac{10}{1977}$	$\frac{1}{762}$	$\frac{11142}{11932}$
Оценка по интервалам 3,4 $\lambda = 2,02 \gamma Q = 1419,3$	$\frac{10849}{5191}$	$\frac{243}{3089}$	$\frac{13}{901}$	$\frac{10}{1977}$	$\frac{1}{755}$	$\frac{11116}{11913}$
Оценка по интервалам 4,5 $\lambda = 2,03 \gamma Q = 1442,3$	$\frac{11845}{5595}$	$\frac{253}{3192}$	$\frac{13}{911}$	$\frac{10}{1972}$	$\frac{1}{760}$	$\frac{12122}{12430}$

Примечание. Над чертой — число месторождений, под чертой — суммарные запасы.

Имея значения параметров x_m и λ , с помощью выражений (2), (3) нетрудно оценить распределение числа месторождений и их запасов по интервалам крупности и, как следствие, общее число месторождений в НГБ и его НГР Q.

Предложенный метод был реализован на персональном компьютере. В качестве примера рассмотрим распределение месторождений нефти по интервалам крупности в бассейне Мексиканского залива, приведенное в работе [Прогноз..., 1981]. Полагая, что все месторождения из двух заданных интервалов открыты, рассмотрим два случая: 1) известны число и суммарные запасы для крупных и крупнейших месторождений, 2) известны число и суммарные запасы для крупных и гигантских месторождений. Результаты расчетов приведены в таблице. Из нее видно, что распределения месторождений и их запасов по всем интервалам крупности, вычисленные предложенным методом в обоих случаях, достаточно точно совпадают с распределением, приведенным в работе [Прогноз..., 1981].

Список литературы

Количественная оценка перспектив нефтегазоносности слабоизученных регионов / Конторович А. Э., Бурштейн Л. М., Гуревич Г. С. и др. — М.: Недра, 1988. — 223 с.

Конторович А. Э., Демин В. И. Метод оценки количества и распределение по запасам месторождений нефти и газа в крупных нефтегазоносных бассейнах // Геология нефти и газа. — 1977. — № 12. — С. 18—26.

Конторович А. Э., Демин В. И. Прогноз количества и распределения по запасам месторождений нефти и газа // Геология и геофизика. — 1979. — № 3. — С. 26—45.

Прогноз месторождений нефти и газа / Конторович А. Э., Фотиади Э. Э., Демин В. И. и др. — М.: Недра, 1981. — 341 с.

Шпильман В. И. Количественный прогноз нефтегазоносности. — М.: Недра, 1982. — 215 с.

Л. В. Жидкова

ОБ ОДНОМ СПОСОБЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КИНЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА РАСПАДА КЕРОГЕНА

Излагается алгоритм определения кинетических параметров для построения модели процесса распада керогена при пиролизическом эксперименте, что способствует прогнозированию перспектив нефтегазоносности.

Применение этого алгоритма рассмотрено на примере образцов керогена из баженовской свиты Западной Сибири. Оцененные кинетические параметры соответствуют имеющимся в литературе.

При прогнозе перспектив нефтегазоносности все чаще используются количественные модели процессов, происходящих в нефтегазоносных бассейнах. В наиболее общих моделях такого рода стремятся согласованно описать все стадии формирования скоплений углеводородов (УВ), но самое широкое применение нашли модели преобразования рассеянного органического вещества (РОВ) в УВ и углеводородоподобные новообразования [Тиссо, Вельте, 1981; Barth et al., 1989; Braun, Burnham, 1987; Burnham, Sweeney, 1989; и др.].

Современные количественные модели генерации УВ основаны, как правило, на химико-кинетическом подходе. В рамках этого подхода существуют две основные проблемы. Во-первых, определение кинетических констант соответствующих реакций. Во-вторых, возможность переноса этих констант, определенных по результатам лабораторных экспериментов, на природные условия. Анализ этих вопросов освещен достаточно обширно [Snowdon, 1979; Ungerer, Pelet, 1987; и др.]. В этой работе основное внимание уделено первой проблеме, носящей скорее технический характер, но крайне важной в практическом отношении.

Ниже приводится краткое описание модели и алгоритма, с помощью которого можно оценивать параметры процесса деструкции керогена (нерастворимой части РОВ) по лабораторным данным. Параметры, определяемые с помощью этого алгоритма, удовлетворительно описывают результаты пиролизических экспериментов и натуральных наблюдений.

Процесс деструкции керогена может быть представлен как совокупность параллельных (одновременных), независимых реакций первого порядка, протекающих в неизотермических условиях [Тиссо, Вельте, 1981; Von Hanbaba et al., 1968]. Закон изменения массы (или концентрации) в каждой отдельно взятой реакции описывается следующим уравнением:

$$\frac{dc_i}{dt} = -A_i \cdot \exp \left\{ -\frac{E_i^*}{R \cdot T(t)} \right\} \cdot C_i; \quad c_i(0) = c_i^0; \quad i = 1, \dots, N, \quad (1)$$

или

$$c_i(t) = c_i^0 \cdot \exp \left\{ -A_i \cdot \int_{t_0}^t \exp \left(-\frac{E_i^*}{R \cdot T(t)} \right) dt \right\}; \quad i = 1, \dots, N, \quad (2)$$

где c — масса (или концентрация) i -й компоненты керогена, A_i — частотный фактор, E_i^* — псевдоэнергия активации (или эффективная энергия активации), R — газовая постоянная ($R = 1,9858$ кал/К·моль), T — температура в кельви-

нах, N — число лабильных компонент керогена. Таким образом, чтобы рассчитать скорость образования продуктов распада керогена или массу оставшегося керогена в каждый момент времени в некотором образце при некоторой известной зависимости $T(t)$, необходимо определить значения c_i^0 , E_i^* , A_i для каждой компоненты. Для простоты будем считать $T(t)$ линейной функцией $T(t) = \xi \cdot t + T_0$, где ξ — скорость нагрева. Более сложные случаи условий нагрева с приемлемой точностью могут быть представлены как кусочно-линейные функции.

Экспериментальная кривая $S(t)$, описывающая скорость выхода продуктов преобразования керогена при пиролизическом эксперименте, может рассматриваться как результат одновременного протекания N реакций:

$$S(t) = - \sum_{i=1}^N \frac{dc_i}{dt} = \sum_{i=1}^N c_i^0 \cdot A_i \cdot \exp\left(-\frac{T_i^*}{T(t)}\right) \cdot \exp\left\{-A_i \cdot \int_{T_0}^t \exp\left(-\frac{T_i^*}{T(t)}\right) dt\right\}. \quad (3)$$

Так как отдельные реакции не наблюдаемы, величина N может быть выбрана произвольно. Кроме того, имеется наблюдение, как правило, при единственном значении ξ . Все это приводит к неоднозначности при определении кинетических констант по виду пиролизической кривой.

Данная задача допускает другую постановку. Число возможных энергий разрыва связей в керогене достаточно велико [Тиссо, Вельте, 1981; Von Nababa et al., 1968] и можно рассматривать их непрерывный спектр, что соответствует непрерывному спектру энергий активации и частотных факторов. Таким образом, скорость распада керогена может рассматриваться как суммарная скорость протекания бесконечного числа реакций, энергии активации и частотные факторы которых расположены в некоторой области. По литературным данным [Тиссо, Вельте, 1981; Braun, Burnham, 1987; Sweeney, 1990; и др.] диапазон изменений для энергии активации составляет от 0 до 100 ккал/моль, а для частотного фактора от 0 до 10^{24} c^{-1} соответственно.

В этом случае можно перейти к представлению наблюдаемой зависимости $S(t)$ в виде интеграла:

$$S(t) = \int_{T_{\min}^*}^{T_{\max}^*} \int_{A_{\min}}^{A_{\max}} c_0(A, T^*) \cdot A \cdot \exp\left(-\frac{T^*}{T(t)}\right) \exp\left\{-A \cdot \int_{T_0}^t \exp\left(-\frac{T^*}{T(t)}\right) dt\right\} dA dT^*, \quad (4)$$

где $T^* = E^*/R$ — „температура” активации, а $c_0(A, T^*)$ имеет смысл плотности распределения массы керогена по температуре активации и частотному фактору. Вообще, область определения двойного интеграла в (4) может не ограничиваться принятыми здесь значениями, а быть больше, либо меньше. В данном случае она выбирается такой, чтобы включать в себя все разумные значения энергии активации и частотного фактора.

Таким образом по известной $S(t)$ необходимо восстановить $c_0(A, T^*)$, т. е. решить уравнение, подобное уравнению Фредгольма I-го рода в области $[A_{\min}, A_{\max}] \times [T_{\min}^*, T_{\max}^*]$. Поиск решения такого уравнения связан с трудностями из-за его неустойчивости по начальным данным [Бахвалов и др., 1987].

Чтобы облегчить задачу, на практике обычно функцию $c_0(A, T^*)$ полагают принадлежащей к фиксированному классу функций, описывающих некоторую плотность распределения. Наиболее часто используют функцию плотности

нормального распределения [Braun, Burnham, 1987, 1990; Burnham et al., 1989; Von Hanbaba et al., 1968]:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-(x-\mu)^2/2\sigma^2}. \quad (5)$$

Для определения c_0 на момент начала катагенеза следует учесть предшествующий пиролитическому нагрев образца в природных условиях, в геологических масштабах времени. Для этого интеграл по времени разбивается на два — интеграл в интервале времени $[t_0, t_1]$, соответствующий нагреву в природных условиях, и интеграл в интервале времени $[t_1, t]$, соответствующий пиролитическому нагреву

$$S(t) = \int_{T_{\min}^*}^{T_{\max}^*} \int_{A_{\min}}^{A_{\max}} c_0(A, T^*) \cdot A \cdot \exp\left(-\frac{T^*}{T(t)}\right) \times \\ \times \exp\left\{-A \cdot \int_{t_1}^t \exp\left(-\frac{T^*}{T(t)}\right) dt - A \cdot \int_{t_0}^{t_1} \exp\left(-\frac{T^*}{T(t)}\right) dt\right\} dA dT^*. \quad (6)$$

Введем обозначение

$$c_1(A, T^*) = c_0(A, T^*) \cdot A \cdot \exp\left(-\frac{T^*}{T(t)}\right) \cdot \exp\left\{-A \cdot \int_{t_0}^{t_1} \exp\left(-\frac{T^*}{T(t)}\right) dt\right\}. \quad (7)$$

Решение интегрального уравнения (6) может быть получено в два этапа: сначала находится $c_1(A, T^*)$ — распределение на момент начала пиролиза, а затем из соотношения (7) $c_0(A, T^*)$ — первоначальное распределение.

Так как это принципиально не меняет алгоритма решения задачи, ниже речь идет об оценке распределения $c_1(A, T^*)$ на момент начала пиролиза. Также для простоты вслед за предложенным в работах [Braun, Burnham, 1987, 1990; Burnham et al., 1989; Sweeney, 1990; Sweeney et al., 1987] будем считать $A = \text{const}$.

Таким образом для нахождения скорости преобразования, массы или концентрации углеводородов в любой момент времени нам должны быть известны параметры A , T_{cp}^* и σT^* из интеграла:

$$S_1(t) = \int_{T_{\min}^*}^{T_{\max}^*} \left\{ \exp\left(-\frac{(T^* - T_{cp}^*)^2}{2 \cdot \sigma_T^2}\right) \cdot A \cdot \exp\left(-\frac{T^*}{T(t)}\right) \times \right. \\ \left. \times \exp\left\{-A \cdot \int_{t_0}^t \exp\left(-\frac{T^*}{T(t)}\right) dt\right\} dT^* \right\}. \quad (8)$$

Оценки этих параметров выполняются методом наименьших квадратов, в основе которого лежит требование минимизации суммы квадратов отклонений значений, лежащих на эмпирической кривой $S(t)$, полученной в результате пиролитического эксперимента от значений расчетной кривой $S_1(t)$:

$$\sigma^2 \rightarrow \sum_{j=1}^m (S(t_j) - S_1(t_j))^2 = \sum_{j=1}^m \varepsilon_j^2 \rightarrow \min. \quad (9)$$

В выражении (8) интеграл по температуре активации рассчитывается при помощи формулы Симпсона [Мак-Кракен, Дорн, 1969]. Нормирующий множитель распределения находится численно (обратная величина от интеграла плотности распределения на отрезке $[T_{\min}^*, T_{\max}^*]$).

Интеграл по времени приближен суммой N первых слагаемых асимптотического разложения

$$\int_{t_0}^t \exp\left(-\frac{T^*}{T(t)}\right) dt = -\frac{T^{*2}}{\xi \cdot T(t)} \cdot \exp\left(-\frac{T^*}{T(t)}\right) \cdot \sum_{k=1}^N k! \cdot \left(-\frac{T(t)}{T^*}\right)^k \Big|_{t_0}^t + \\ + \frac{T^*}{\xi} \cdot (N+1)! \cdot \int_{t_0}^t \exp\left(-\frac{T^*}{T(t)}\right) \cdot \left(-\frac{T(t)}{T^*}\right)^{N+1} dt, \quad (10)$$

причем число слагаемых для каждого T^* может быть выбрано исходя из оценки интегрального остатка:

$$\left| \frac{T^*}{\xi} \cdot (N+1)! \cdot \int_{t_0}^t \exp\left(-\frac{T^*}{T(t)}\right) \cdot \left(-\frac{T^*}{T(t)}\right)^{N+1} dt \right| \leq \\ \leq \frac{T^*}{\xi} \cdot (N+1)! \cdot \exp\left(-\frac{T^*}{T(t)}\right) \cdot \left| -\frac{T^*}{T(t)} \right|^{N+1} \cdot |t - t_0|, \quad (11)$$

так как асимптотический ряд обладает таким свойством, что для каждого T^* существует такое N , для которого остаточный член минимален, а при $N+1$, $N+2$ или большем числе слагаемых становится все больше и больше. Вообще говоря, для некоторых T^* ряд может и расходиться при любом N , но в выбранном диапазоне изменения T^* для аппроксимации интеграла хватает, как правило, 3–4 слагаемых.

На первых этапах работы при поиске минимума $\sigma^2(T^*, A, \sigma_r)$ предпринята попытка применить метод градиентного спуска, но он оказался малоэффективным из-за медленной сходимости. Тогда был разработан метод, представляющий собой некий симбиоз методов покоординатного спуска, парабол [Калиткин, 1978] и так называемого метода направленного спуска [Гельфанд и др., 1966; Моисеев, 1979].

Кратко опишем разработанный алгоритм. Сначала выбирается точка начального приближения, из которой начинается поиск. Как правило, это точка, лежащая в середине рассматриваемой области. Из некоторых априорных соображений можно выделить область в подпространстве A , T^* пространства переменных параметров, содержащую значения, описывающие единичные реакции, которые вносят наибольший вклад в функцию $s_1(A, T^*)$ (это можно сделать, так как вклад любой отдельной функции, описывающей единичную реакцию, должен быть неотрицателен). Для этого нужно отобрать все расчетные пиролитические кривые, соответствующие одной реакции первого порядка и описываемые уравнением (2), графики которых полностью попадают под график экспериментальной кривой, отличаясь от экспериментальной кривой на величину, не большую заданной погрешности, и выделить соответствующую им область параметров в подпространстве (A, T^*) . Оказалось, что эта область имеет некоторую продолговатую форму (рис. 1), что говорит о корреляции A и T^* . Фактически эта корреляция вызвана видом константы Аррениуса: $k = A \cdot e^{-T^*/T(t)}$. Поэтому перед началом поиска из начальной точки целесообразно

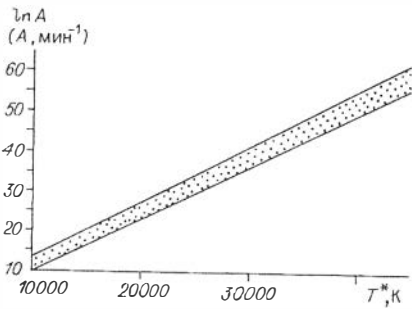


Рис. 1. Допустимая область значений параметров распределения массы керогена.

но было бы совершить переход к другим координатам, чтобы свести к минимуму влияние корреляции, получить возможность передвигаться в области наиболее вероятных значений параметров и легче отыскивать минимум.

Дальше нужно отыскать направление самого быстрого уменьшения функции $\sigma^2(T^*, A, \sigma_r^*)$. Как говорилось выше, попытка использовать метод градиентного спуска оказалась неудачной, поэтому нужно действовать каким-либо другим способом. Из начальной точки $x^0 = (x_1^0, \dots, x_n^0)$ в направлениях вдоль всех координатных осей x , ищется точка с еще меньшим значением функции $f(x)$ (покоординатный спуск). Для этого из x^0 делаются шаги по осям с приращениями Δx_i и $-\Delta x_i$, т. е. функция вычисляется в точках $(x_1^0 + \Delta x_1, x_2^0, \dots, x_n^0)$, $(x_1^0 - \Delta x_1, x_2^0, \dots, x_n^0)$, $(x_1^0, x_2^0 + \Delta x_2, \dots, x_n^0)$, $(x_1^0, x_2^0 - \Delta x_2, \dots, x_n^0)$, ... $(x_1^0, x_2^0, \dots, x_n^0 + \Delta x_n)$, $(x_1^0, x_2^0, \dots, x_n^0 - \Delta x_n)$ и из значений функции в этих точках выбирается наименьшее. Если не находится значения функции, меньшего, чем $f(x^0)$, то шаги Δx_i уменьшаются в заданное число раз, например, $0,5\Delta x_i$ и так до тех пор, пока не отыщется точка x^1 такая, что $f(x^1) < f(x^0)$ или пока мы не перестанем уменьшать приращения Δx_i .

Если точка x^1 будет найдена, строится прямая, соединяющая точки x^0 и $x^1 - ax + b$, где $a = (f(x^1) - f(x^0))/(x^1 - x^0)$, $b = f(x^1) - a \cdot x^1$ и из точки x^1 производится спуск вдоль этой прямой каким-нибудь итерационным методом, т. е. на продолжении этой прямой ищется точка x^2 — точка минимума функции $f(x^1 + s \cdot (x^1 - x^0))$ одной переменной s . В данном случае самым эффективным оказался метод парабол, подробно изложенный Н. Н. Калиткиным [1987].

Однако иногда точку x^2 найти не удастся. Тогда приходится снова возвращаться в точку x^1 и из нее снова двигаться методом покоординатного спуска, т. е. вычислять значения $f(x_1^1 + \Delta x_1, x_2^1, \dots, x_n^1)$, $f(x_1^1 - \Delta x_1, x_2^1, \dots, x_n^1)$, $f(x_1^1, x_2^1 + \Delta x_2, \dots, x_n^1)$, $f(x_1^1, x_2^1 - \Delta x_2, \dots, x_n^1)$, ... и выбирать точку x^2 с наименьшим значением функции.

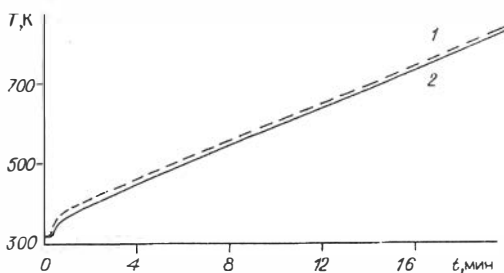
Когда точка x^2 тем или иным способом наконец найдена, то снова строится прямая с направляющим вектором $x^1 x^2$ и на продолжении этой прямой ищется новая точка x^3 . Описанные действия дальше производятся в цикле до достижения локального минимума.

Локальный минимум считается найденным, а поиск законченным тогда, когда новую точку не удастся найти ни методом парабол, ни методом покоординатного спуска, уменьшая шаги покоординатного спуска в заданное число раз.

Вообще у функции может оказаться несколько точек минимума, называемых точками локального минимума. Поэтому обычно, стартуя из разных точек, стремятся отыскать несколько локальных минимумов, чтобы из них выбрать наименьший.

Рис. 2. Зависимость температуры от времени:

1 — опыт п511, 2 — опыт п544.



В качестве примера рассмотрен анализ результатов 12 пиролитических экспериментов с образцом из баженовской свиты Нижнешапшинской площади Западной Сибири. Эталонный образец был взят на глубине 2800 м. Характерный график, изображающий зависимость $T(t)$ при пиролитическом эксперименте, приведен на рис. 2. Скорость нагрева на линейном участке была равна приблизительно 25 К/мин. Результаты пиролитического эксперимента — типичную кривую скорости преобразования керогена $S(t)$ (опыт п511) и расчетную кривую $S_1(t)$ показывает рис. 3. Так как для опыта был взят недебитуминированный образец, нужно было устранить влияние битумоидной части РОВ. Поэтому оценка параметров проводилась в диапазоне температур 650—790 К, т. е. в области, где расположен второй пик пирограммы, связанный с деструкцией керогена. При обработке экспериментальной кривой максимальная скорость выделения УВ была нормирована на единицу. Оценки параметров, описывающих процесс деструкции керогена в этом образце, приведены в таблице. Полученные значения расположены в диапазоне 21 910—30 956 К для температур активации и в диапазоне 30,34—43,12 для натурального логарифма

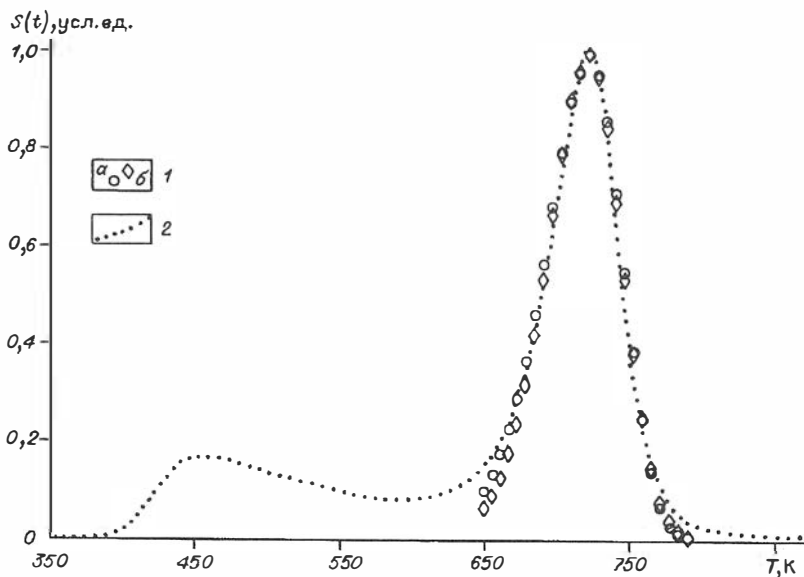


Рис. 3. Сравнение фактических и расчетных значений интенсивности выхода УВ в условиях опыта п511 для различных значений кинетических параметров:

1 — расчетные значения при кинетических параметрах, соответствующих опытам: а) п511, б) п544; 2 — фактические значения для опыта п511.

Результаты оценки кинетических параметров ОВ баженовской свиты на момент начала пиролиза

Номер опыта	Начальная температура, К	Скорость нагрева, К/мин	Температура (энергия) активации, К(ккал)	Логарифм частотного фактора, мин ⁻¹	Дисперсия температуры активации, К ²
n502	360,6	23,9	27960(55,5)	38,83	508
n511	350,1	24,2	28508(56,6)	40,01	544
n513	362,5	23,8	25923(51,5)	36,19	416
n525	348,3	24,6	30956(61,5)	43,12	574
n526	358,5	24,3	26507(52,6)	36,91	460
n530	366,3	23,7	25878(51,4)	35,88	556
n531	356,1	24,2	28912(57,4)	40,38	585
n541	359,8	23,9	29098(57,8)	40,53	556
n542	339,2	25,2	23541(46,7)	32,77	373
n543	354,9	24,4	25092(49,8)	35,00	476
n544	350,8	24,7	21910(43,5)	30,34	366
n549	346,0	24,8	24729(49,1)	34,62	453

частотного фактора (частотный фактор берется в мин⁻¹), что соответствует диапазону изменений энергий активации 43,5—61,5 ккал/моль и диапазону изменений частотного фактора $2,5 \cdot 10^{+11}$ — $8,88 \cdot 10^{+16}$ с⁻¹. Среднее значение средних температур активации равно 26 585 К (52,8 ккал/моль), а логарифмов частотного фактора 37,05 ($2,05 \cdot 10^{+14}$ с⁻¹). Кероген баженовской свиты Западной Сибири по условиям отложений и по химическому составу относится ко II типу (морской кероген) [Тиссо, Вельте, 1981]. Приведенные здесь параметры соответствуют диапазону изменений данных параметров для керогена II типа, встречающихся в литературе. В частности, Р. Л. Браун и А. К. Бурнхам [Braun, Burnham, 1987] приводят такие значения для этих величин: температуры активации 24 725—25 581 К (49,1—50,8 ккал/моль) и логарифмы частотных факторов, измеряемых в мин⁻¹: 34,02—35,78 ($0,99 \cdot 10^{+13}$ — $5,8 \cdot 10^{+13}$ с⁻¹).

Автор выражает благодарность научному руководителю, к.г.-м.н. Л. М. Бурштейну за огромную помощь, оказанную при написании статьи.

Список литературы

Бахвалов Н. С., Жидков Н. П., Кобельков Г. М. Численные методы. — М.: Наука, 1987. — 598 с.

Гельфанд И. М., Вул Е. Б., Гинзбург С. Л., Федоров Ю. Г. Метод оврагов в задачах рентгеноструктурного анализа. — М.: Наука, 1966. — 77 с.

Калиткин Н. Н. Численные методы. — М.: Наука, 1978. — 512 с.

Мак-Кракен Д. Д., Дорн У. С. Численные методы и программирование на ФОРТРАНЕ. — М.: Мир, 1969. — 582 с.

Моисеев Н. Н. Математика ставит эксперимент. — М.: Наука, 1979. — 223 с.

Tusso B., Вельте Д. Образование и распространение нефти. — М.: Мир, 1981. — 501 с.

Barth T., Borgund A. E., Hopland A. L. Generation of organic compounds by hydrous pyrolysis of Kimmeridge oil shale — Bulk results and activation energy calculations // *Org. Geochem.* — 1989. — V. 14, № 1. — P. 69—76.

Braun R. L., Burnham A. K. Analysis of Chemical Reaction Kinetics Using a Distribution of Activation Energies and Simpler Models // *Energy and Fuels.* — 1987. — № 1. — P. 153—161.

Braun R. L., Burnham A. K. Mathematical Model of Oil Generation, Degradation and Expulsion // *Energy and Fuels.* — 1990. — № 4. — P. 132—146.

Burke W. H., Rosenberg D. U. A graphical method for studying models of oil generation // *J. Petrol. Geol.* — 1985. — V. 8, № 2. — P. 221—228.

Burnham A. K., Oh M. S., Crawford R. W. Pyrolysis of Argonne Premium Coals: Activation Energy Distributions and Related Chemistry // *Energy and Fuels.* — 1989. — V. 3, № 1. — P. 42—55.

Burnham A. K., Sweeney J. J. A chemical kinetic model of vitrinite maturation and reflectance // *Geochim. et Cosmochim. Acta.* — 1989. — V. 53. — P. 2649—2657.

Larter S. Chemical models of vitrinite reflectance evolution // *Geol. Rdschau.* — 1989. — V. 78, № 1. — P. 349—359.

Snowdon L. R. Geologic Notes (Errors in Extrapolation of Experimental Kinetic Parameters to Organic Geochemical Systems) // *AAPG Bull.* — 1979. — V. 63, № 7. — P. 1128—1134.

Sweeney J. J. Basinmat (Fortran Program Calculates Oil and Gas Generation Using a Distribution of Discrete Activation Energies // *Geobyte.* — 1990. — April. — P. 37—42.

Sweeney J. J., Burnham A. K., Braun R. L. A Model of Hydrocarbon Generation from Type 1 Kerogen: Application to Uinta Basin, Utah // *AAPG Bull.* — 1987. — V. 71, № 8. — P. 967—985.

Ungerer P., Pelet R. Extrapolation of the kinetics of oil and gas formation from laboratory experiments to sedimentary basins // *Nature.* — 1987. — V. 327. — P. 52—54.

Von Hanbaba P., Juntgen H., Peters W. Nicht-isotherme Reaktionskinetik der Kohlenpyrolyse. Teil II: Erweiterung der Theorie der Gasabspaltung und experimentelle Bestätigung an Steinkohlen // *Brennstoff-chemie.* — 1968. — Bd. 49, № 12. — S. 368—376.

С. В. Даниленко

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УГЛЕВОДОРОДОВ $C_5—C_6$ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИНФОРМАТИВНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ГАЗОВОЙ СЪЕМКИ ПО СНЕГУ

Рассмотрены результаты газовой съемки по снегу в районе Убинско-Филипповской зоны поднятий (Шаимский нефтеносный район) по измененной методике работ, позволяющей надежно определять тяжелые углеводороды — бутилены, а также пентаны и гексаны ($C_5—C_6$) в пробах снега за счет предварительного концентрирования в сорбционной ловушке. При интерпретации результатов съемки в качестве геохимического показателя использовались аномальные содержания суммы гомологов метана — этан, пропан, бутаны, пентаны, гексаны ($C_{2—6}$), что позволило уточнить границы выявленных аномалий и выделить две новые (в присводовых частях Северо-Паульского и Мансингьянского поднятий). Полученная при этом картина распределения аномалий в плане более точно соответствует контуру залежи на Мансингьянской структуре. Углеводороды $C_5—C_6$ могут быть использованы для прогноза фазового состава залежей по результатам газовой съемки. Установлено, что мигрирующие газы, извлеченные из проб снега на Мансингьянской площади (получен приток нефти), обогащены низкомолекулярными жидкими УВ $C_5—C_6$.

Газовая съемка по снежному покрову как один из вариантов прямых геохимических методов поиска месторождений нефти и газа предложена по результатам работ, проведенных на Шебелинском газоконденсатном месторождении, Щелковском подземном газохранилище и других площадях. Было установлено, что за короткое время существования снежной толщи происходит накопление измеримых концентраций мигрирующих углеводородных (УВ) газов [Стадник и др., 1978].

В 1986—1993 гг. сотрудниками ОИГГМ СО РАН (В. С. Вышемирский, А. Э. Конторович, В. Ф. Шугуров, Е. Ф. Доильницын, А. Н. Фомин, К. В. Кирюшин, В. Г. Цаплин) проводилась газовая съемка по снежному покрову в различных районах Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции [Вышемирский, Шугуров, 1987а,б; Вышемирский и др., 1992а,б]. Применявшаяся методика проведения съемки по концепции близка разработанной во ВНИИЯГГ [Стадник и др., 1978; Геохимические методы..., 1980]. Пробы снега отбирались по сетке сейсмических профилей через 250 м на расстоянии 0,3 м от поверхности земли при вдавлении банки в стенку специально вырытого шурфа. Дегазация и хроматографический анализ выполнялись в полевой лаборатории, развернутой в непосредственной близости от места пробоотбора, что исключает влияние фактора хранения проб. Проба снега после растапливания переводилась в дегазационную установку, разработанную и хорошо зарекомендовавшую себя при проведении исследований на шельфе Черного моря [Прямые ... методы ..., 1991]. Конструкция установки была доработана применительно к условиям съемки по снежному покрову. Процедура дегазации подробно описана в работе [Прямые ... методы ..., 1991]. Определялись содержания метана, этана, этилена, пропана, пропилена, бутанов. Для выявления аномалий в качестве основного геохимического показателя использовались аномальные значения содержаний суммы гомологов метана — этана, пропана, бутанов ($C_{2—4}$), а для уточнения границ аномалий — отношение метана к $C_{2—4}$ и содержание непредельных УВ (этилен, пропилен).

В 1993 г. совместно с сотрудниками ИЦГЭП СО РАН и ИК СО РАН (В. А. Соломонов, Ю. Е. Суткин, М. Н. Балдин, В. В. Рыболовлев, В. В. Федотов, В. И. Жейвот) проведена работа по изменению методики в части проведения хроматографического анализа. Газовая фаза, извлеченная из проб снега, для предварительного накопления УВ компонентов переводилась в сорбционную ловушку. Только после этого выполнялся хроматографический анализ. За счет использования сорбционной ловушки чувствительность определения УВ возросла более чем на 2 порядка без изменения характеристик прибора. В результате появилась возможность определения УВ, которые прежде не регистрировались из-за недостаточной чувствительности хроматографа — бутилены, а также пентаны и гексаны (C_5 — C_6).

Первые результаты применения методики в таком варианте получены в 1993 г. при проведении работ в районе Убинско-Филипповской зоны поднятий (Шаимский нефтеносный район) на участке, включающем Мансингьянское, Олымьинское, Северо-Паульское и Полпаульское локальные поднятия. К моменту проведения исследований здесь были пробурены скв. 10058 и 10072 (приток нефти и воды соответственно из отложений тюменской свиты), а скв. 10061 находилась в процессе бурения (получен приток нефти из тех же отложений). По сетке пересекающихся профилей отобрано около 200 проб снега. Обработка результатов съемки на участке работ проводилась по профилям, на которых отбирались пробы. Выявлено 13 газовых аномалий различной контрастности по C_{2-4} . Протяженность аномалий изменяется от 0,5 до 1,5 км. Ниже рассмотрены результаты съемки по Мансингьянскому и Северо-Паульскому локальным поднятиям.

При проведении аналитических работ, как было отмечено выше, наряду с традиционно определяемыми УВ измерялись содержания углеводородов C_5 — C_6 , что позволило „утяжелить” основной геохимический показатель C_{2-4} . При интерпретации результатов съемки использовались и аномальные значения содержания суммы гомологов метана в другом составе — этан, пропан, бутаны, пентаны, гексаны (C_{2-6}).

Углеводороды C_5 — C_6 встречены во всех отобранных пробах, их содержание изменяется в широких пределах: от 0,11 до $6,0 \times 10^{-4}$ мл/л и в ряде проб (особенно в пределах аномалий) превышает содержания этана, пропана, бутанов. Содержания пентана, гексана и УВ C_{2-4} в основном согласованно изменяются по профилям наблюдения и уменьшаются по мере удаления от сводовой части поднятий (рис. 1).

Аномалии 3 (контрастность 4,1 по C_{2-4}), 4 (2,3), 1 (2,3), 5 (3,6) расположены в присводовой части Мансингьянского поднятия и отражают зону водо-нефтяного контакта (ВНК) обнаруженной здесь залежи нефти; 2 (4,5) — захватывает и центральную часть залежи (район скв. 10058). Аномалия 6 (3) расположена на западном крыле Северо-Паульского поднятия, а 7 (2,3), 8 (6,2) — в его сводовой части. По результатам интерпретации данных съемки предполагается, что эти аномалии также образовались под воздействием залежи нефти (рис. 2).

Использование при интерпретации результатов газовой съемки показателя C_{2-6} позволило уточнить границы уже выявленных аномалий и выделить ряд новых: изменились границы всех аномалий, за исключением 3, 4; установлены новые аномалии в сводовой части обеих структур — 9, 10 (см. рис. 2). Полученная при этом картина распределения аномалий в плане более точно соответствует контуру залежи, открытой на Мансингьянском локальном поднятии и

предполагаемой по результатам газовой съемки на Северо-Паульском (аномалии отражают не только зону ВНК, но и центральную часть залежи).

Появление аномалий, выделенных по C_{2-6} и практически никак не отмеченных по C_{2-4} , — 9 на Мансингьянском и 10 на Северо-Паульском поднятиях (см. рис. 1, 2) — можно попытаться объяснить за счет избирательной микробиологической утилизации УВ. При проведении газобиохимической съемки по снегу на Куюмбинско-Тохомской площади [Стадник и др., 1978] отмечено, что зоны преимущественного развития бактерий, окисляющих жидкие УВ, не совпадают с зонами преимущественного развития бактерий, окисляющих газообразные УВ. Если предположить, что из-за ряда факторов (ландшафтные условия, положение относительно ВНК залежи и т. д.) бактерии, утилизирующие жидкие и газообразные УВ, над продуктивной частью месторождения развиваются зонально, тогда появление новых аномалий (выявленных фактически только по УВ C_5-C_6) является следствием этого. Такое предположение, конечно, может быть подтверждено только прямым изучением микроорганизмов в пробах снега.

Расширение спектра определяемых в пробах снега углеводородных компонентов за счет УВ C_5-C_6 может быть использовано для прогноза фазового состава залежей по результатам проведения газовой съемки. Предполагается, что при миграции УВ из чисто газовых залежей, газ, дошедший до зоны геохимического зондирования, практически не содержит углеводородов C_5-C_6 , а газ, мигрирующий из нефтяной залежи, может быть обогащен этими компонентами [Старобинец и др., 1982]. С этой целью была проанализирована доля тяжелых УВ C_5-C_6 в показателе C_{2-6} в пробах снега изученного района.

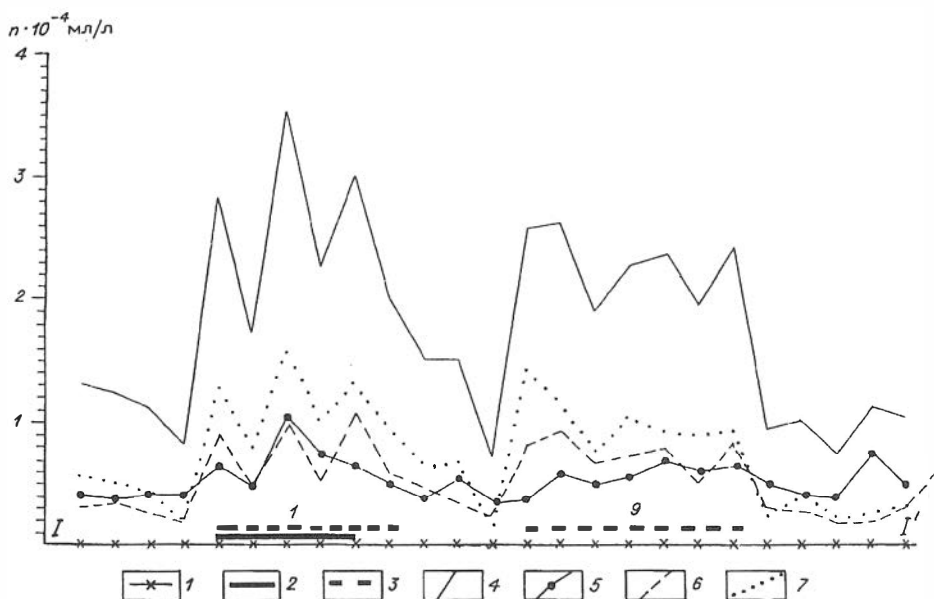


Рис. 1. Геохимический профиль через Мансингьянское локальное поднятие:

1 — точки отбора проб; газовые аномалии: 2 — по C_{2-4} , 3 — по C_{2-6} ; 4—7 — кривые изменения содержания: 4 — C_{2-6} , 5 — C_{2-4} , 6 — гексана, 7 — пентана. Остальные пояснения см. в тексте.

В частности, для Мансингъянского локального поднятия, в пределах которого обнаружена залежь нефти, этот показатель изменяется для аномальных проб от 0,52 до 0,90 (в среднем — 0,71), что говорит об обогащении мигрирующих газов низкомолекулярными жидкими УВ, более характерными для нефтяных залежей. В пробах с фоновых участков этот показатель несколько ниже — в среднем 0,51. При этом аномалия 9 (см. рис. 2) фактически выявлена только по УВ C_5 — C_6 . Сходные результаты получены и для Северо-Паульского локального поднятия, где залежь нефти предполагается по результатам интерпретации данных газовой съемки. Для продолжения работ в этом направлении необходимо провести методические исследования на месторождениях с различными типами флюида.

Таким образом, возможность надежного определения тяжелых УВ компонентов (пентаны, гексаны), за счет изменения методики проведения хроматографического анализа, значительно повысила информативность результатов газовой съемки по снежному покрову. По показателю C_{2-6} выявлены 2 новые аномалии, не отмеченные по C_{2-4} . Получаемая картина распределения ано-

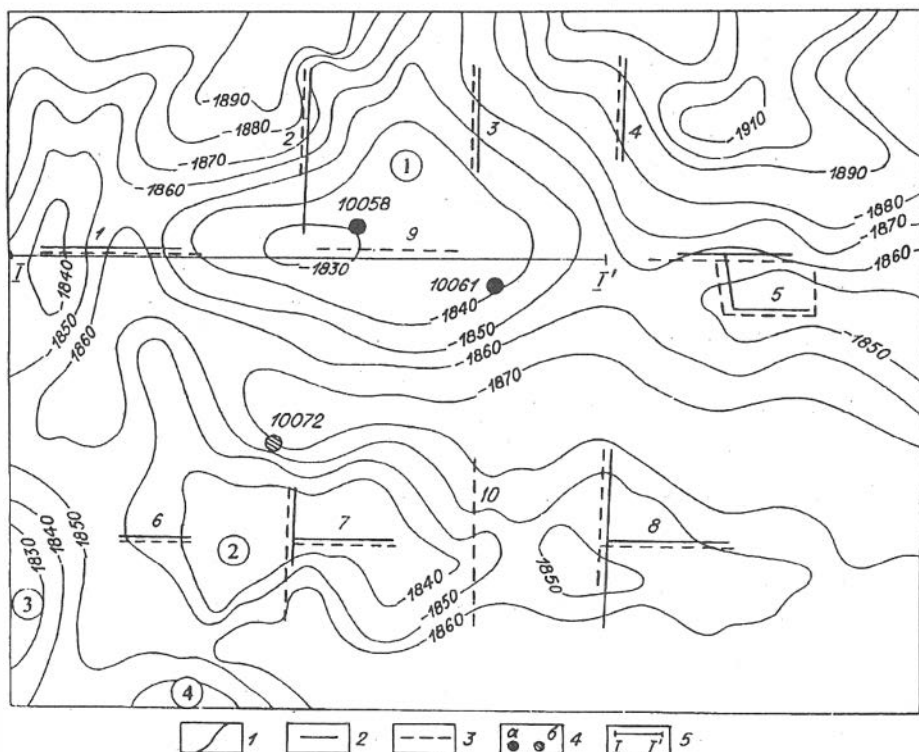


Рис. 2. Схема расположения газовых аномалий на Мансингъянском и Северо-Паульском локальных поднятиях:

1 — изогипсы отражающего горизонта „Т”; 2, 3 — газовые аномалии: 2 — по C_{2-4} , 3 — по C_{2-6} ; 4 — скважины, давшие приток: а — нефти, б — воды; 5 — линия геохимического профиля. Цифры в кружках — локальные поднятия: 1 — Мансингъянское, 2 — Северо-Паульское, 3 — Олымьинское, 4 — Полпаульское.

малый, выявленных по C_{2-6} , в плане более точно отражает контуры залежей. За счет расширения спектра определяемых углеводородных компонентов (УВ C_5-C_6) появилась реальная возможность прогноза фазового состава залежей по результатам проведения газовой съемки по снежному покрову.

Список литературы

Вышемирский В. С., Конторович А. Э., Пастух П. И. Эффективность газовой съемки по снегу в Западной Сибири // Геология нефти и газа. — 1992а. — № 1. — С. 31—33.

Вышемирский В. С., Пастух П. И., Фомин А. Н., Шугуров В. Ф. Газообразные гомологи метана и олефины у поверхности Земли в связи со скоплениями углеводородов // Геология и геофизика. — 1992б. — № 2. — С. 3—7.

Вышемирский В. С., Шугуров В. Ф. Газовая съемка по снегу на юге Западной Сибири // Геология и геофизика. — 1987а. — № 6. — С. 17—22.

Вышемирский В. С., Шугуров В. Ф. Локальный прогноз нефтегазоносности по материалам газовой съемки // Проблемы локального прогноза и разведки залежей нефти и газа в Западной Сибири. — Тюмень, 1987б. — С. 23—24.

Геохимические методы поисков нефтяных и газовых месторождений. — М.: Недра, 1980. — 300 с.

Прямые геохимические методы поиска нефти и газа на шельфе Черного моря / Вышемирский В. С., Доильницын Е. Ф., Красавчиков В. О., Шугуров В. Ф. — Новосибирск: Наука, 1991. — 93 с.

Стадник Е. В., Могилевский Г. А., Богданова В. М. и др. Нефтегазопищевая газобиохимическая съемка по снежному покрову // Изв. вузов. Геология и разведка. — 1978. — № 3. — С. 81—92.

Старобинец И. С., Коробейник Г. С., Ломейко Н. Н. Прогнозирование фазового состояния залежей геохимическими методами // Методы нефтегазопищевой геохимии. — М.: ВНИИЯГГ, 1982. — С. 58—67.

УДК 553.985.2:[551.312.46+556.5] (571.513)

Е. А. Костырева

БИТУМОИДЫ ВОД И ДОННЫХ ОСАДКОВ МИНЕРАЛЬНЫХ ОЗЕР ХАКАСИИ

В данной работе представлены результаты изучения битумоидов минеральных озер Хакасии: Учум, Тус, Шира, Власьево, Тагарское и Алтайское. Установлены особенности в распределении содержания и состава битумоидов в водах и донных осадках озер Хакасии и факторы, их контролирующие.

В ходе эпигенеза органического вещества (ОВ) выделяются три стадии: седименто-, диа- и катагенез. Известно, что состав органического вещества пород и нефтей в значительной степени определяется условиями седименто- и диагенеза. В связи с этим интенсивно изучаются современные осадки различных фациальных обстановок накопления [Романкевич, 1977; Шишенина

и др., 1975]. С точки зрения нефтеобразования наибольший интерес представляют осадки сверхсоленых озер, в которых эвапоритовые условия с сероводородным заражением способствуют сохранности ОВ на стадии седиментогенеза [Природа..., 1973; Рогозина, Норенкова, 1984].

Битумоиды минеральных озер изучались и ранее академиком А. Э. Контровичем и В. П. Даниловой [Литолого-фациальные проблемы..., 1985]. В настоящей работе под их непосредственным руководством, за что автор им выражает признательность, предпринята попытка расширить территорию изучения битумоидов вод и донных осадков современных озер Хакасии. Четыре из них: Учум, Тус, Ши́ра и Власьево находятся в Чебаково-Балахтинской котловине, а Тагарское и Алтайское — в Южно-Минусинской. Озера Чебаково-Балахтинской котловины представляют собой умеренно восстановительные фации с различной степенью сероводородного заражения. Минерализация воды в озерах Ши́ра и Учум составляет 20,6 и 23,5 г/л, в оз. Тус она выше и в засушливые годы достигает местами 275,0 г/л [Кусковский, Кривошеев, 1989], а в оз. Власьево самая низкая 3,0—4,0 г/л.

Сернистость осадков изучаемых озер Чебаково-Балахтинской котловины варьирует от 0,21 до 0,69 %, карбонатность — от 20,70 до 31,70 %. В осадках озер с севера на юг котловины концентрация $C_{\text{орг}}$ нарастает от 0,23 до 1,98 %. В озерах Южно-Минусинской котловины общая минерализация воды измеряется 15,0—16,0 г/л. Среда в осадках слабоокислительная. Содержание серы в донных осадках Тагарского и Алтайского озер равно 0,26 и 0,20 %, карбонатов — 12,30 и 10,50 %. Концентрация органического углерода измеряется 0,47 и 0,40 % соответственно.

Детальное изучение битумоидов вод (аквабитумоидов—АБ) и донных осадков с определением их группового и углеводородного состава и последующего изучения каждой из выделенных фракций современными физическими и физико-химическими методами требует достаточно большой их массы (40—50 мг). В связи с этим для экстракции использовались большие (6—8 кг) пробы донных осадков и большие (10—30 л) объемы воды. Учитывая лабильность ОВ изучаемых объектов, АБ выделяли при комнатной температуре последовательно хлороформом и изобутиловым спиртом при различных значениях рН воды (7, 8—10, 3—4). Свободный битумоид из донных осадков извлекался более дифференцированно. Нейтральная его часть, содержащая основную массу углеводородов, снималась при комнатной температуре хлороформом ($B_{\text{хл. хол.}}$). Кислая составляющая битумоида выделялась в результате последовательной экстракции хлороформом ($B_{\text{хл. гор.}}$) и спиртобензолом (1:1) ($B_{\text{сп-б}}$) в аппарате Сокслета при температуре кипения каждого из растворителей.

Исследования показали, что разброс значений содержаний АБ в озерах весьма значителен — 0,07—0,69 мг/л (табл. 1, рис. 1). Максимальная концентрация битумоидов обнаружена в воде Алтайского озера, минимальная — в воде оз. Ши́ра. В остальных озерах содержание аквабитумоидов укладывается в интервал 0,15—0,29 мг/л. Основная масса аквабитумоидов из озер Тус, Ши́ра и Тагарское представлена хлороформным экстрактом (0,05—0,22 мг/л). Изобутиловый экстракт составляет 0,02—0,07 мг/л. В битумоидах вод озер Власьево и Алтайское ведущая роль принадлежит кислой части. Отношение $AB_{\text{хл.}}$ к $AB_{\text{и-б}}$ колеблется от 0,20 до 0,52. Для битумоида оз. Учум этот параметр равен 1,00.

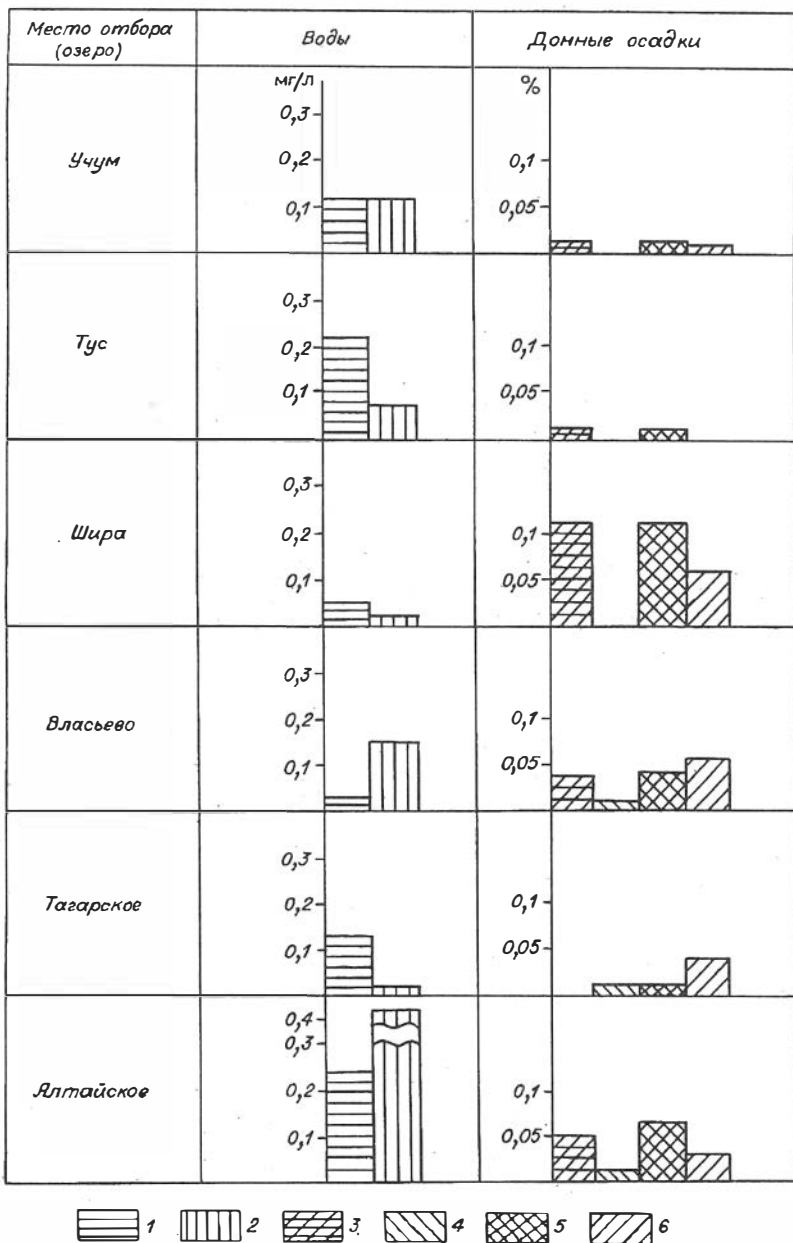


Рис. 1. Содержание и состав битумоидов вод и донных осадков минеральных озер Хакасии:

1 — $AB_{\text{хл.}}$, 2 — $AB_{\text{и-б}}$, 3 — $B_{\text{хл. хол.}}$, 4 — $B_{\text{хл. гор.}}$, 5 — $B_{\text{хл.}}$, 6 — $B_{\text{сп-б}}$.

Таблица 1. Содержание и характеристика битумоидов вод и донных осадков минеральных озер Хакасии

Место отбора (озеро)	Объект исследования	Содержание битумоида, мг/л				$\frac{AB_{\text{дл}}}{AB_{\text{л-б}}}$	Содержание битумоида на породу, %				Элементный состав, %			$\frac{N}{C_{\text{ат}}}$
		AB _{дл}	AB _{л-б}	AB _{дл+л-б}	AB _{л-б}		Б _{дл. хол.}	Б _{дл. гор.}	Б _{дл.}	Б _{сп-б}	Σ Бит.	С	Н	
Учум	Вода	0,12	0,12	0,24	1,00	—	—	—	—	—	73,85	10,69	15,46	1,72
	Осадок	—	—	—	—	0,010	Следы	0,010	0,009	0,019	70,17	11,42	18,41	1,93
Тус	Вода	0,22	0,07	0,29	3,18	—	—	—	—	—	73,96	11,09	14,85	1,79
	Осадок	—	—	—	—	0,011	Следы	0,011	Следы	0,011	75,90	11,67	12,43	1,83
Шира	Вода	0,05	0,02	0,07	2,50	—	—	—	—	—	76,41	11,51	12,08	1,79
	Осадок	—	—	—	—	0,111	0,001	0,112	0,059	0,171	72,26	12,02	15,72	1,98
Власьево	Вода	0,03	0,15	0,18	0,20	—	—	—	—	—	75,18	10,58	14,24	1,66
	Осадок	—	—	—	—	0,032	0,008	0,040	0,054	0,094	56,14	10,03	33,83	2,13
Тагарское	Вода	0,13	0,02	0,15	7,50	—	—	—	—	—	73,09	10,53	16,38	1,71
	Осадок	—	—	—	—	0,0001	0,011	0,011	0,036	0,047	67,61	11,83	20,56	2,05
Алтайское	Вода	0,24	0,45	0,69	0,52	—	—	—	—	—	71,73	10,05	18,22	1,67
	Осадок	—	—	—	—	0,052	0,012	0,064	0,029	0,093	68,73	10,27	21,00	1,78

В элементном составе аквабитумоидов на долю углерода приходится 71,73—76,41 %, водорода — 10,05—11,51 %. Гетероэлементы (O + N + S) присутствуют в количестве 12,08—18,22 %.

В групповом составе битумоидов вод озер Хакасии доля углеводов незначительна (5,61—13,83 %). Среди них резко преобладают метаноафтеновые структуры (табл. 2, рис. 2). Отношение насыщенных углеводов к ароматическим изменяется от 3,37 до 25,89 %. Присутствие Np—Ar структур выражается 0,27—2,78 %.

Среди гетероциклических компонентов в AB основная масса принадлежит смолам (55,19—79,03 %). Из них от 48,55 до 68,62 % приходится на кислые, спиртобензольные разности. Доля бензольных смол составляет в основном 6,64—16,12 % от AB. Максимальное их содержание (28,76 %) обнаружено в битумоиде воды из оз. Учум.

Асфальтеновые компоненты в аквабитумоидах озер Чебаково-Балахтинской котловины занимают 9,04—18,92 %, в озерах Южно-Минусинской их концентрация в общей массе AB более значительна (33,26—61,82 %). При этом в последних основная доля принадлежит асфальтогеновым кислотам (24,90—59,66 % против 2,16—8,30 %).

В донных осадках озер Хакасии концентрация свободного битумоида варьирует от 0,011 до 0,171 %. Больше всего их обнаружено в осадке оз. Шира. Обеднены битумоидами осадки озер Тус и Учум (0,011—0,019 %). В остальных озерах доля битумоидов составляет 0,046—0,094 % на породу.

В смеси битумоидов осадков озер Шира, Власьево и Тагарское

Таблица 2. Групповой и углеводородный состав битумоидов вод и донных осадков минеральных озер Хакасии

Место отбора (озеро)	Объект исследования	Групповой состав битумоидов, %										Насыщенные УВ	Ароматические УВ	Смолы асфальтеновые компоненты	Углеводородный состав, %	
		Углеводороды				Смолы			Асфальтеновые компоненты						насыщенные УВ	ароматические УВ
		насыщенные	ароматические	сумма	бензолы	спиртобензолы	сумма	асфальтеновые	асфальтены	сумма						
Учум	Вода	6,99	0,27	7,26	28,76	50,27	79,03	8,33	5,38	13,71	25,89	5,76	96,28	3,72		
	Осадок	12,53	0,52	13,05	7,06	42,64	49,70	15,26	21,99	37,25	24,06	1,33	96,01	3,99		
Тус	Вода	4,44	1,17	5,61	16,12	59,34	75,46	13,08	5,84	18,92	3,79	3,99	79,14	21,86		
	Осадок	4,47	0,67	5,14	8,93	44,70	53,63	29,41	11,82	41,23	6,66	1,30	86,94	13,06		
Шира	Вода	13,30	0,53	13,83	8,51	68,62	77,13	4,79	4,25	9,04	25,09	8,53	96,15	3,85		
	Осадок	3,58	0,22	3,80	18,74	63,07	81,81	2,89	11,50	14,39	16,30	5,68	94,21	5,79		
Власьево	Вода	9,37	2,78	12,15	11,46	63,89	75,35	4,86	7,64	12,50	3,37	6,03	77,12	22,88		
	Осадок	2,73	0,22	2,95	7,80	36,57	44,37	47,60	5,08	52,68	12,40	0,84	92,54	7,46		
Тагарское	Вода	10,37	1,24	11,61	6,64	48,55	55,19	24,90	8,30	33,20	8,33	1,66	89,29	10,71		
	Осадок	1,64	0,16	1,80	11,78	40,35	52,13	21,47	24,60	46,07	10,25	1,13	91,10	8,90		
Алтайское	Вода	4,93	0,66	5,59	11,07	21,53	32,60	59,66	2,16	61,82	7,47	0,53	88,19	11,81		
	Осадок	3,69	0,38	4,07	13,10	32,65	45,75	42,70	7,48	50,18	9,71	0,91	90,66	9,34		

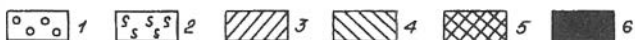
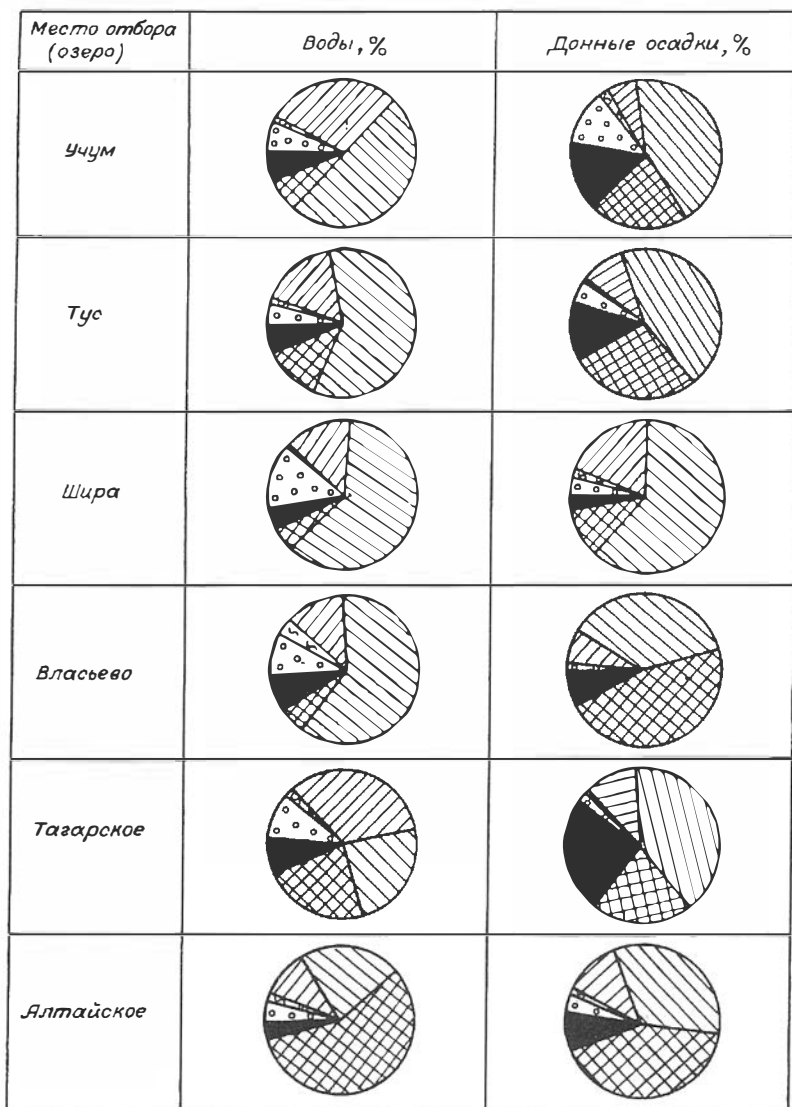


Рис. 2. Групповой состав битумоидов вод и донных осадков минеральных озер Хакасии:

1 — насыщенные УВ; 2 — ароматические УВ; 3 — смолы бензолные; 4 — смолы спиртобензолные; 5 — асфальтогеновые кислоты; 6 — асфальтены.

Т а б л и ц а 3. Элементный состав смолисто-асфальтеновых компонентов битумоидов вод и донных осадков минеральных озер Хакасии

Место отбора (озеро)	Объект исследования	Смолы бензолные, %			$\frac{H}{C_{ар}}$	Смолы спирто-бензолные, %			$\frac{H}{C_{ар}}$	Асфальтогеновые кислоты, %			$\frac{H}{C_{ар}}$	Асфальтены, %			$\frac{H}{C_{ар}}$
		C	H	O + N + S		C	H	O + N + S		C	H	O + N + S		C	H	O + N + S	
Учум	Вода	75,16	12,88	11,96	2,04	61,79	10,55	27,66	2,03	—	—	—	—	69,33	13,46	17,21	2,31
	Осадок	80,17	12,60	7,23	1,87	75,58	11,87	12,55	1,87	63,42	9,81	27,77	1,84	68,79	10,82	20,39	1,87
Тус	Вода	76,80	13,70	9,50	2,12	61,25	10,11	28,64	1,96	64,38	8,90	26,72	1,65	68,74	9,81	21,45	1,70
	Осадок	81,65	13,23	5,11	1,93	76,23	12,06	11,71	1,88	58,44	10,64	30,92	2,17	70,35	10,35	19,30	1,78
Шира	Вода	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Осадок	79,23	12,68	8,09	1,90	75,49	11,90	12,61	1,88	72,73	11,42	15,85	1,87	76,99	11,78	11,23	1,82
Власьево	Вода	80,93	15,09	3,98	2,22	64,97	10,22	24,81	1,87	67,31	20,20	12,49	3,57	76,74	16,33	6,93	2,53
	Осадок	82,44	13,09	4,47	1,89	77,20	11,80	11,00	1,82	58,12	11,28	30,60	2,31	76,02	10,98	13,00	1,72
Татарское	Вода	—	—	—	—	—	—	—	—	68,30	9,20	22,50	1,60	72,41	11,34	16,25	1,86
	Осадок	77,21	12,96	9,83	2,00	72,04	11,19	16,77	1,85	62,12	9,98	27,90	1,91	71,14	10,97	17,89	1,83
Алтайское	Вода	70,08	10,40	19,52	1,77	68,29	10,50	21,21	1,83	64,94	9,04	26,02	1,66	69,94	13,32	16,74	2,25
	Осадок	82,57	12,85	4,58	1,85	76,37	10,99	12,64	1,71	70,35	9,57	20,08	1,62	66,83	8,91	24,26	1,59

преобладает кислая его составляющая (см. табл. 1, рис. 1). В остальных озерах отношение $B_{\text{кл.}}$ к $B_{\text{сп-б}}$ изменяется от 1,11 до 11,00.

В элементном составе битумоидов донных осадков озер Хакасии углерод занимает 56,14—75,90 %, водород — 10,03—11,83 %. На гетероэлементы приходится от 12,43 до 33,83 %. Отношение $(H/C)_{\text{ат}}$ колеблется от 1,78 до 2,13.

Значительные флуктуации отмечаются и в групповом составе битумоидов (см. табл. 2, рис. 2). Роль углеводов, за исключением битумоида из оз. Учум (13,05 %), еще меньше, чем в аквабитумоидах. Снижение их концентрации происходит за счет уменьшения как насыщенных (1,64—4,47 %), так и ароматических (0,16—0,67 %) углеводов. Среди смол также преобладают спиртобензольные разности (32,65—63,07 %) над бензольными (7,06—18,74 %). Но битумоиды осадков каждого из озер, по сравнению с АБ, богаче асфальтеновыми компонентами (14,89—52,68 %): собственно асфальтенов 5,08—24,60 %, асфальтеновых кислот от 2,89 до 47,60 %.

По данным элементного анализа (табл. 3) как для аквабитумоидов, так и для битумоидов донных осадков озер Хакасии не наблюдается четкой закономерности. В целом по ряду бензольные смолы → спиртобензольные смолы → асфальтеновые компоненты уменьшается количество углерода и водорода, но растет содержание гетероэлементов.

Таким образом, следует отметить, что распределение содержания битумоидов и составляющих его компонентов в водах и донных осадках озер Хакасии представляет собой довольно сложную картину. В дальнейшем предполагается изучение факторов, определяющих содержание и состав битумоидов в водах и осадках озер. Наиболее важными и решающими среди них, по-видимому, являются: тип бассейна, его биопродуктивность, степень аэрируемости, гранулометрия осадков, физико-химическая обстановка, а также масштабы вноса аллохтонного органического вещества с суши.

Список литературы

Кусковский В. С., Кривошеев А. С. Минеральные озера Сибири (юг Красноярского края). — Новосибирск: Наука, 1989. — 198 с.

Литолого-фациальные и геохимические проблемы соленакопления. — М.: Наука, 1985. — С. 97—110.

Природа органических веществ в современных и ископаемых осадках. — М.: Наука, 1973. — 282 с.

Рогозина Е. А., Норенкова И. К. Биохимические преобразования гумусового органического вещества в современных осадках // Химия твердого топлива. — 1984. — № 4. — С. 8—15.

Романкевич Е. А. Геохимия органического вещества в океане. — М.: Наука, 1977. — 256 с.

Шишенина Е. И., Чернова Т. Г., Попова Н. В. и др. Углеводороды органического вещества современных осадков // Труды ВНИГНИ. — М., 1975. — Вып. 175. — С. 123—133.

СОДЕРЖАНИЕ

Раздел I. ГЕОЛОГИЯ

<i>Вараксина И. В.</i> Обстановки терригенной седиментации пермских отложений кольчугинской серии Кузбасса (на примере митинской свиты)	3
<i>Гордеева А. О.</i> Новый тип разреза нижнего кембрия юго-запада Южно-Тунгусской НГО	10
<i>Кузнецова Е. Н.</i> Рифовая постройка — новый тип ловушек в Катангской седловине	13
<i>Сухорукова А. Ф.</i> Инженерно-геологические особенности условий строительства города Новосибирска	18

Раздел II. ПАЛЕОНТОЛОГИЯ И СТРАТИГРАФИЯ

<i>Хоментовский О. В.</i> Развитие позднемеловых иноцерамид на севере Сибири, общие тенденции и специфика	26
<i>Шенфильд О. В.</i> Зональная шкала верхнеюрских отложений Анабаро-Хатангского района (север Средней Сибири) по белемнитам	30
<i>Поспелова В. Ю.</i> Расчленение и корреляция верхнеплинсбахских и тоарских отложений Анабарского района по данным палинологии	38
<i>Обут О. Т.</i> Новые виды хитинозой в ордовике московской синеклизы	47
<i>Тесаков С. Ю.</i> Изменчивость кораллов семейства <i>Cyrtophyllidae</i> (на примере ордовикских популяций Сибирской платформы)	54

Раздел III. ГЕОХИМИЯ

<i>Фурсенко Е. А.</i> Геохимические особенности состава и структуры асфальтенов нефтей Надым-Пурской НГО	66
<i>Абдраева Э. К.</i> Об одном методе оценки параметров усеченного распределения Парето при прогнозе структуры ресурсов нефти и газа	73
<i>Жидкова Л. В.</i> Об одном способе определения кинетических параметров процесса распада керогена	78
<i>Даниленко С. В.</i> Использование углеводородов C_5-C_6 для повышения информативности результатов газовой съемки по снегу	86
<i>Костырева Е. А.</i> Битумоиды вод и донных осадков минеральных озер Хакасии	90

Темат. план вып. самост. изд.
на 1995 г. (сборники)

Научное издание
Геология и геохимия осадочных бассейнов Сибири

Ответственные редакторы
Наталья Константиновна Лебедева
Борис Леонидович Никитенко

Утверждено к печати
Институтом геологии

Редактор Р. Н. Ильина
Технический редактор О. М. Вараксина

Подписано к печати 20.07.95.
Формат 70x100/16. Бумага тип № 2. Гарнитура таймс. Офсетная печать.
Печ. л. 8,06 + 1 вкл. Уч.-изд. л. 8,85. Тираж 350 экз. Заказ № 283.

Новосибирск, 90, Университетский просп., 3,
НИИ ОИГГМ СО РАН