

Московское общество испытателей природы
Секция осадочные породы



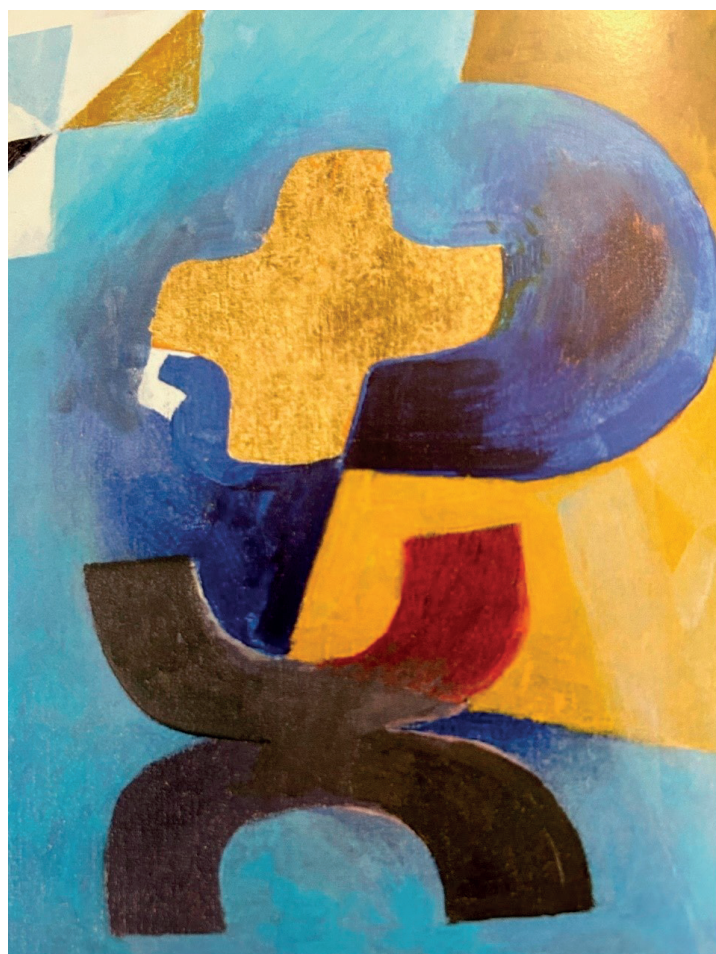
ОСАДОЧНЫЕ ПОРОДЫ – 2024

Сборник научных материалов,
посвященный 80-летию секции «Осадочные породы» МОИП





Посвящается 270-летию МГУ
и 80-летию секции
«Осадочные породы» МОИП



ARCABAS

МОСКОВСКОЕ ОБЩЕСТВО ИСПЫТАТЕЛЕЙ ПРИРОДЫ
СЕКЦИЯ ОСАДОЧНЫЕ ПОРОДЫ

ОСАДОЧНЫЕ ПОРОДЫ – 2024

СОБРАНИЕ (НАУЧНЫЕ ЧТЕНИЯ)
посвященные 80-летию основания
секции «Осадочные породы» МОИП

Москва, 14 ноября 2024 г.

Сборник научных материалов

Под редакцией Ю.В. Ростовцевой



МОСКВА – 2024



Организационный комитет:

Председатель: *Ю. В. Ростовцева*

Члены: *К. М. Седаева, В. С. Вишневская, Г. В. Агафонова, Н. А. Лыков, И. О. Крылов*

Осадочные породы. Собрание (научные чтения), посвященные 80-летию основания секции
О-72 «Осадочные породы» МОИП : Сборник научных материалов : Москва, 14 ноября 2024 г. / Под ред.
Ю. В. Ростовцевой ; Секция осадочных пород МОИП, Геофизический центр РАН. – Москва :
МАКС Пресс, 2024. – 148 с.
ISBN 978-5-317-07292-6
<https://doi.org/10.29003/m4304.978-5-317-07292-6>

В сборнике представлены материалы докладов научных чтений «Осадочные породы – 2024», проводимых в 2024 году и посвященных 80-летию основания секции «Осадочные породы» Московского общества испытателей природы (МОИП). Рассмотрен широкий круг вопросов, касающихся исследований осадочных пород (экзо-литов) различного генезиса и возраста, имеющих как научное фундаментальное, так и прикладное значение.

Сборник представляет интерес для специалистов разных направлений, занимающихся комплексными исследованиями строения верхней части литосферы, а также вопросами всестороннего анализа осадочных пород.

Ключевые слова: осадочные породы, методы изучения осадочных образований, генетический и стадийный анализы, обстановки седиментации, палеогеографические реконструкции, вторичные изменения, минеральное сырье, нефтяная литология.

УДК 55
ББК 26.3

Sedimentary rocks – 2022. Annual meeting (scientific readings) dedicated to the 80-th anniversary of the founding of the Sedimentary rocks section of the Moscow Society of Naturalists (MSN); Moscow, November 14, 2024: collection of scientific materials / Ed. by Yu.V. Rostovtseva. – Moscow: MAKSS Press, 2024. – 148 p.

ISBN 978-5-317-07292-6
<https://doi.org/10.29003/m4304.978-5-317-07292-6>

The collection contains materials of the reports of the scientific readings «Sedimentary rocks – 2024», held in 2024, dedicated to the 80-th anniversary of the founding of the «Sedimentary rocks» section of the Moscow Society of Naturalists (MSN). A wide range of issues related to the study of sedimentary rocks (exoliths) of various genesis and ages, which have both fundamental scientific and applied significance, are considered.

The collection of materials is of interest to geologists of various specialties who are engaged in the complex studies of the upper part of the lithosphere, as well as in the detailed lithological studies.

Key words: sedimentary rocks, methods for studying sedimentary rocks, genetic and stage analyzes, depositional environments, paleogeographic reconstructions, secondary changes, mineral resources, petroleum lithology.



ПРОГРАММА

**Торжественного заседания (научных чтений) секции осадочные породы МОИП,
посвященного 80-летию юбилею ее основания**

ОСАДОЧНЫЕ ПОРОДЫ – 2024

Зал имени В.В. Белоусова Геофизического центра РАН

(продолжительность доклада 10–15 минут, ответы на вопросы 5–10 минут;
при наличии нескольких авторов научных материалов докладчик отмечен *)

14 ноября 2024 г.

Общий сбор участников научных чтений с 9.30 в Геофизическом центре РАН

Утреннее заседание (очно и дистанционно по Zoom)

10.00–10.10

Вступительное слово Оргкомитета и представителей руководства ГЦ РАН. Секция «Осадочные породы» МОИП: история и дальнейшее развитие.

10.10–10.40

Агафонова Г.В. Швецов М.С. – выдающийся ученый и педагог: у истоков советской литологии. О новых учебных пособиях в области изучения осадочных пород.

10.40–11.00

Лаломов А.В.*, Бочнева А.А., Чефранов Р.М., Чефранова А.В., Григорьева А.В. Россыпная школа ИГЕМ РАН – значение, достижения, перспективы.

11.00–11.20

Дронов А.В. Тепловодные, холодноводные и глубоководные карбонаты: диагностика и основные характеристики.

11.20–11.40

Ростовцева Ю.В. Новые методы в литологии: определение астрономической цикличности.

11.40–12.00

Шишлов С.Б. Атлас циклотем юры – нижнего мела Западной Сибири.

12.00–12.20

Кудаманов А.И.*, Павлуткин И.Г., Карих Т.М. К вопросу о кристаллизации силицитов верхнего мела Западной Сибири.

12.20–12.40

Вишневская В.С. От одинита (зеленая глина) до известковых микропроблематик (верхний мел, кампан-маастрихт).



12.40–13.00

Немова В.Д.*, **Ростовцева Ю.В.**, **Бажукова Т.А.**, **Ким О.О.**, **Шахов А.С.** Литогенетическая классификация, как основа изучения сложнопостроенных вулканогенно-осадочных пород на примере отложений доюрского комплекса Западной Сибири.

13.00–14.00

Перерыв

Вечернее заседание

14.00–14.20

Рогов М.А. Глендониты в морских отложениях фанерозоя, их значение для стратиграфии, палеогеографии и реконструкции палеоклиматов.

14.20–14.40

Голованова О.В. Направления воздействия субмаринной разгрузки подземных вод на условия осадконакопления прибрежной зоны морей и океанов.

14.40–15.00

Лыков Н.А., **Немченко Н.В.**, **Крылов И.О.***, **Кудаев А.А.**, **Ахманов Г.Г.**, **Хлыстов О.М.** Условия локализации проявлений вивианита в донных осадках центральной и южной котловин озера Байкал.

15.00–15.20

Рейхард Л.Е.*, **Новигатский А.Н.**, **Филиппов А.С.**, **Сапожников Ф.В.**, **Рейхард А.Г.**, **Боев А.Г.** Методические аспекты и результаты изучения строения и вещественного состава ледяного покрова в Центральной Арктике.

15.20–15.40

Лыков Н.А. Среднеордовикские (дапинские) калатидовые биогермы разреза р. Мойеро (Сибирская платформа).

15.40–16.00

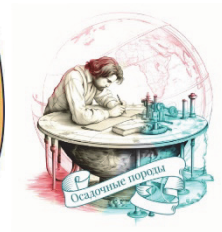
Маленкина С.Ю. Закономерности морфологического развития различных строматолитов Европейской части России.

16.00–16.20

Хомяк А.Н. Верхнеюрские спонголиты центральной части Русской платформы.

16.20–16.40

Яшунский Ю.В. Минералы-индикаторы гравитационно-рассольного катагенеза в отложениях карбона в южной части Московской синеклизы.



16.40–17.00

Седаева К.М. Морфо-геохимические изменения пирита по стадиям литогенеза угленосных пород Донецкого бассейна.

17.00–17.20

Стукалова И.Е. Влияние петрографического состава углей на выбросы метана в шахтах в работах П.П. Тимофеева.

17.20–18.00

Обсуждение материалов докладов

Закрытие очной сессии научных чтений

Фуршет в честь юбилея секции «Осадочные породы» МОИП



ЧАСТЬ ПЕРВАЯ. ИСТОРИЧЕСКАЯ

Швецов М. С. – выдающийся ученый и педагог: у истоков советской литологии

Агафонова Г. В.^{1,2}

¹ ФГБУ «ВНИГНИ», Москва

² ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет им. С. Орджоникидзе (МГРИ), Москва
Email: agafonovagalina@inbox.ru

Ключевые слова: литология, осадочные породы, стратиграфия, палеонтология.

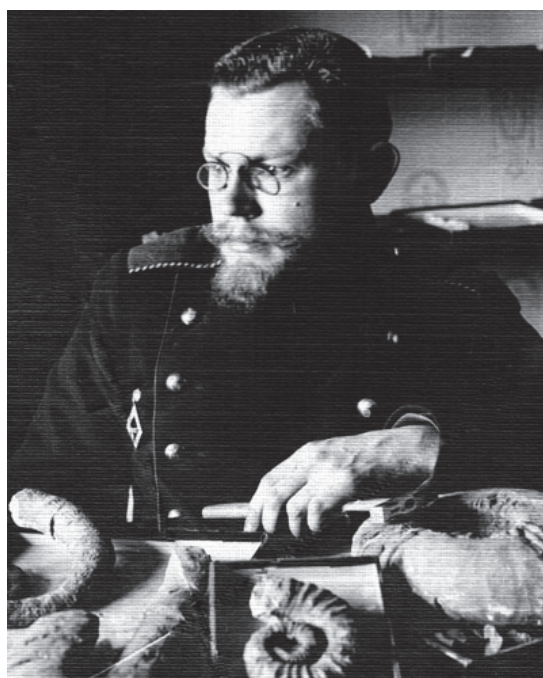
Михаил Сергеевич родился в Москве 29 октября 1885 г. и ушел из жизни 22 июля 1975 г. Похоронен на Головинском кладбище в Москве, где покоятся его родители.

Его оба деда купцы 1 и 3 гильдии имели колокольные заводы и торговали скобяными товарами. Отец получил образование в Германии, в Гейдельбергском университете, мать училась в Женеве. В детстве с 6 лет лето Миша проводил сначала в



Германии, потом во Франции и Италии, поэтому в совершенстве знал английский, немецкий и французский языки.

В 1904 г. окончил с золотой медалью 10-ю Московскую мужскую гимназию, поступил на физико-математический факультет Московского университета. В 1910 г. закончил с дипломом 1 степени по специальности геология. Студентом работал коллектором у А. Д. Архангельского, руководителем его дипломной работы и оставлен в университете на кафедре геологии у профессора А. П. Павлова.



Швецов Михаил Сергеевич (1885–1975).

С 1911 по 1914 гг. занимался изучением меловых и третичных отложений Кавказа и сдавал экзамены на степень магистра по физике, химии и минералогии. В результате получил звание и должность приват-доцента. В начале Первой Мировой войны призван в армию и в 1915 г. в Карпатах оказался в австрийском плену. Два года провел в лагере для военнопленных вместе с будущим советским маршалом М. Тухачевским и с Колиньюном, будущим французским генералом. Затем их перевели из лагеря в замок некоего австрийского барона, где Швецов занялся геологией, а именно собрал коллекцию образцов пород и окаменелостей и составил схему их выходов.

Из плена освобожден в 1918 г. С этого же года начал вести практические занятия по полевой геологии и читать курс динамической геологии в Московском университете вместе с А. Н. Мазаровичем, Е. В. Милановским, Е. Д. Сошкиной. В 1922 г.



М. С. Швецов при поддержке своего учителя А. П. Павлова начал читать курс петрографии осадочных пород в Московском университете и в Московской горной академии. В 1930 г. он профессор и зав. кафедрой петрографии осадочных пород во МГРИ им. С. Орджоникидзе – первой в СССР.

Наиболее ранние работы, начатые еще в студенческие годы, касались палеонтологии и стратиграфии. Швецов изучал отложения нижнего мела и палеогена Абхазии, чокракско-караганские – в Осетии. В 1913 г. вышла его первая монография, посвященная нижнемеловым белемнитам Абхазии. В работе были проанализированы вопросы систематики и онтогенеза белемнитов и доказано их стратиграфическое значение. М. С. установил наличие всех ярусов нижнего мела в Закавказье, провел биостратиграфические исследования палеогена Западного Закавказья. В 20 и 30 годы он использует не только палеонтологические, но и литологические методы. Изучая нижнекаменноугольные отложения Центральной России, Швецов пришел к заключению, что в основу расчленения внешне однообразных, но на самом деле весьма изменчивых карбонатных разрезов, должно быть положено их комплексное изучение, включающее петрографический анализ, фациальную изменчивость и фауну. На основе лито-биостратиграфических исследований были выделены слои, отвечающие этапам развития этого бассейна. В 1922 г. Швецовым были выделены алексинская, тульская, серпуховские толщи и веневская свита. В дальнейшем схема расчленения уточнялась, дополнялась и затем легла в основу стратиграфии нижнекаменноугольных отложений Русской платформы. Таким образом, Швецов М.С. является одним из выдающихся стратиграфов первой половины XX века.

К 1937 г. Швецов уже был профессором и встал вопрос о присвоении ему докторской степени. Против выступил А. Д. Архангельский, считая, что М. С. может написать работу. Она была написана за 1,5 месяца и в 1938 г. издана в трудах МГРИ под названием «История Подмосковного бассейна в динамическую эпоху». Это было первое фундаментальное обобщение по вопросам строения и условиям образования палеозойских карбонатных отложений. С конца 30-х годов, а особенно после Великой Отечественной Войны его внимание почти целиком было сосредоточено на литологии. По праву М. С. Швецов считается основоположником литологии. А ведь как создателю нового курса ему необходимо было: 1 – продумать содержание дисциплины; 2 – разрабатывать или приводить в порядок понятийную базу, а также классификации; 3 – устанавливать взаимосвязь между отдельными разделами и частями науки, а также связь с другими научными дисциплинами; 4 – критически анализировать



существующие взгляды и теории; 5 – отбрасывать ложные, синтезировать другие, предлагать новые.

Работа М. С. выдержала проверку временем, об этом говорят 3 издания этого учебника – 1934, 1948 (объем учебника увеличен почти в полтора раза, хотя материал по лабораторным исследованиям был исключен) и 1958 гг. Кроме того, М. С. Швецовым дано: 1 – классическое определение осадочной породы; 2 – изложены основные принципы их классификации в дальнейшем развивавшиеся, но оставшиеся в основе неизменными; 3 – даны составные части и строение пород; 4 – приведены эталонные описания осадочных пород; 5 – дано их происхождение; 6 – доказано мелководное происхождение большинства карбонатов; 7 – доказана связь распространения песчаных пород по тектоническим элементам; 8 – введено описание вулканогенно-осадочных пород; 9 – описаны процессы преобразования осадков и частично пород; 10 – дана история возникновения и развития в СССР науки об осадочных породах. До 70-х годов XX века учебник оставался основным руководством по осадочным породам.

Что еще отличает этот учебник? 1 – конкретность и ясность теоретической и описательной части; 2 – отсутствие отвлеченных абстракций непредставленных конкретными объектами, т.е. породами; 3 – в его основе громадная фактура, поэтому его содержание нетленно, как исторические факты и документы; 5 – язык выразительный, образный, точный, информационно-насыщенный.

М. С. Швецов любил горную породу за богатство заложенной в ней геологической информации, бесконечно подчеркивая, что только через вещество и строение можно узнать геологическое прошлое Земли и подтвердить его, если оно изучается другими методами. На практических занятиях его дар раскрывался полностью. «Учитесь читать камни» – девиз М. С. Изучая строение породы на макро и микроуровне, Швецов как опытный следопыт, читал ее историю и учил этому и студентов и опытных геологов на консультациях.

Даже на восьмом десятке лет проводил студенческие экскурсии, считая, что учиться геологии надо на обнажениях. Многие геологи гордились, что были его коллекторами. В день 70-летия поздравительное шествие его учеников-коллекторов замыкал академик Н.С. Шатский.

Много внимания уделял работе со студентами, аспирантами и молодыми специалистами. В квартире на Шаболовке д. 32 молодежь встречали Михаил Сергеевич и его жена Татьяна Григорьевна. Разговоры происходили за столом, заваленным журналами и рукописями. Здесь же стоял микроскоп и лежали образцы. У стола стояли



два кресла, в одном сидел хозяин, в другом пришедший за консультацией. На полях рукописи были многочисленные остроумные, а часто и ядовитые замечания, чередующиеся цитатами из Гомера, Ильфа и Петрова и других авторов.

Со студенческих лет, с 1911 г., М. С. участвовал в работе МОИПа. Он был инициатором организации студенческого научного кружка-семинара, под идейным руководством А. П. Павлова, который в дальнейшем развился в секцию геологии Московского общества любителей естествознания, антропологии и этнографии при Московском университете.

В 1938 г. М. С. был одним из организаторов комиссии по осадочным породам при геологической секции МОИП. В 1944 г. (в летописи МОИП отмечаются как 1944 г., так и 1950 г.) была организована самостоятельная секция «Осадочные породы» и ее первым и бессменным председателем (до 1972 г.) был М. С.

Что же был за человек, М. С. Швецов - педагог, ученый?

О. К. Ланге: «... среди дипломников с пышной шевелюрой, густой бородой, всегда общительный, веселый, жизнерадостный, добрый товарищ, пользующийся общими симпатиями студентов и преподавателей».

В. С. Яблоков, Т. Г. Сарычева: «... с первых маршрутов (подмосковная геологическая практика) можно было почувствовать требовательность М. С. Подробные объяснения различных явлений часто сопровождал вопросом: «А как вы думаете?» Если ответ показывал слабость знаний и невнимательность студента, то разъяснение сопровождалось ироничными и остроумными замечаниями.

А. М. Овчинников, Д. И. Щеголев (первые студенты Московской горной академии): «... лекции читал спокойно, без аффектации, но мы сознавали, что перед нами не просто лектор, а ученый, создающий основы новой науки».

Г. Ф. Крашенинников: «...научил меня и других своих учеников самому основному – любить породу и уважать ее как главный источник геологического знания».

П. А. Меняйленко: «... очень бережное и внимательное отношение к людям и их работе. Если ваша работа попала на рецензию к М. С., она будет внимательно прочитана и добросовестно отредактирована и возвращена с подробным объяснением, не без остроумных замечаний, что в ней необходимо еще доработать».

Г. А. Каледа: «... любит давать образцы «для чтения» студентам и сотрудникам, радуется когда прочтут правильно и самое интересное наступает тогда, когда он сам начинает рассказывать, что написали древние эпохи на кусочке камня».

А. А. Ануфриев (студент): «... атмосфера подъема, увлеченности, постоянно царившая на занятиях... На обнажениях студент не видит и 5 %, того, что видит М. С.»



Н. М. Страхов: «Характерная черта оригинальных работ и учебника заключается в том, что они учат не только описывать породы и правильно их называть, но и думать над ними и по их особенностям расшифровывать их генезис».

Татьяна Алкснитис (Смирнова) (внучка): «... Моя небрежность, забывчивость, расхлябанность и упрямство плохо сочетаются с его аккуратностью, дотошностью и требовательностью. Нарушить тишину, когда дедушка работает (а дома он почти все время работает), попользоваться в его отсутствии его письменными принадлежностями, передвинуть бумаги на его половине стола и тому подобное-тяжкие проступки, потерять или нечаянно присвоить его ластик, нагрубить бабушке-преступление. Караются грозным разносом, мощной словесной бурей, долгим разбирательством: кто, зачем, почему, как посмела – а в особых случаях изгнанием из комнаты и запретом делать уроки на бабушкиной половине стола. Срок наказания – от нескольких часов до нескольких дней.

Уезжая в отпуск, предупреждает, кто не будет писать письма, тот не получит южных даров и не будет допущен к разбору чемоданов. После приезда и отдыха всех зовёт, примеривается с какого чемодана начать. Неторопливо откидывает замки, открывает крышку. Сверху лежат рубашки, снимает их, а дальше груши – крупные, спелые, сочные. И так слой за слоем: орехи, гранаты, яблоки, книги, белье, мандарины, рукописи, хурма, изюм, раковины, камни, веточки эвкалипта, кальсоны, полотенца, веточки самшита, кипариса. А потом следует рассказ – что, откуда и зачем...»

«Лето, жарко, крутой обрыв речки Волгуши. По этому обрыву, неведомо как удерживаясь на нем, лазит дедушка, что-то скребет, ковыряет, сдвинув очки на лоб, рассматривает в лупу, пробует на зуб, записывает, зарисовывает...».

Список литературы:

1. Каледа Г. А., Тихомиров С. В. У истоков советской литологии // Литология и полезные ископаемые. №2. 1977. С. 3–14.
2. К 80-летию со дня рождения и 56-летию научной деятельности М. С. Швецова // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. 1965. №9. С. 42–67.
3. Осипова А. И., Геккер М. Р. В развитие представлений М. С. Швецова о веневском и тарусском горизонтах и нижней границе серпуховского яруса в Подмосковном бассейне // Бюл. МОИП. Отд. геол. 2005. Т.80. Вып.6. С. 14–25.
4. Тихомиров С. В. Развитие литологии и ее современное содержание в нашей стране // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. 1982. №11. С. 7–13.
5. Фролов В. Т., Михайлова М. В. Михаил Сергеевич Швецов - родоначальник учения об осадочных горных породах // Бюл. МОИП. Отд. геол. 2005. Т.80. Вып.6. С. 3–13.



Секция «Осадочные породы»

Седаева К. М., Фролов В. Т.[†], Щербакова М. Н.[†]

МГУ имени М. В. Ломоносова, Москва

Материал перепечатан частями из статьи,
опубликованной в Бюл. Моск. О-ва.
Испытателей Природы Отд. Геол. 2005.
Т. 80. Вып. 4. С.102–105.

Варсанофьева В. А. зафиксировала: «В 1938 г. при геологическом отделении Московского общества испытателей природы была основана секция осадочной петрографии, которая до настоящего времени является одной из наиболее плодотворно и активно работающих секций Общества». Инициатором выделения и руководителем был М. С. Швецов, организовавший ее работу до 1975 г. В летописи Общества называются, однако, и 1944 и 1950 гг. как даты основания секции осадочных пород, но руководителем всегда называется лишь М. С. Швецов, член МОИП с 1911 г. В 1938 г. в геологической секции была создана Комиссия по осадочным породам во главе с М. С. Швецовым, которая и работала активно как секция. После военного перерыва в конце войны, в 1944 г., стараниями руководителей геологического отдела МОИП профессоров А. Н. Мазаровича и М. В. Муратова из геологической секции была выделена секция «Осадочные породы» во главе с М. С. Швецовым. Указан и 1950 г. как год выделения осадочной секции, но уже из петрографической секции. Возможно, по формальному признаку (обе «петрографии» должны быть вместе, несмотря на их принципиальное различие – по объекту изучения) было кратковременное слияние с петрографической секцией, закончившееся «скорым разводом». Так в это же время происходило во МГРИ и с кафедрами петрографии эндогенных и осадочных пород.

За первые 35 лет (1938–1972) было заслушано более 500 докладов московских и иногородних геологов, литологов и палеонтологов. На ежемесячных заседаниях редко стоял один доклад, обычно было два, а часто заседание превращались в мини-конференции, не всегда укладывающиеся в одно заседание. В экспедиционные летние месяцы (июнь–сентябрь) заседания не проводились. В 1951 г. МОИП публикует сборник докладов «Великие стройки коммунизма» о геологических, гидрологических и литологических работах, проводившихся при подготовке строительства каскада плотин ГЭС на Волге и на трассе Каракумского канала. В нем было показано важное значение



изучения состава и строения осадков и осадочных пород для правильного проектирования строительства.

Сейчас мы можем проследить работу секции лишь начиная с 1951 г. В «Хронике деятельности секций Геологического отдела МОИП» (Бюл. МОИП Отд. Геол. 1951. Вып. 6) записано: «20.04.1951 году М. С. Швецов доложил о деятельности секции осадочных пород со времени ее основания, после чего состоялись выборы бюро секции. Председателем избран М. С. Швецов, секретарем С. В. Тихомиров и членами бюро Г. Ф. Крашенинников, Г. И. Теодорович, И. В. Хворова и В. С. Яблоков». На посту председателя секции М. С. Швецов находился более 35 лет (до 1975 г.). Членами секции, помимо перечисленных, были Л. В. Пустовалов, Н. М. Страхов, Ю. К. Горецкий, М. В. Кленова, А. П. Лисицын, В. П. Петелин, А. Г. Коссовская, В. Д. Шутов, Г. И. Бушинский, Н. Б. Вассоевич, К. Р. Чепиков, В. Б. Оленин и многие другие, включая аспирантов и студентов.

Секция проводила большую работу по организации научного общения различных специалистов Москвы и других городов и даже стран, МОИП привлекало своей демократичностью и предоставляло свою трибуну как маститому ученому, так и студенту. Возможность поделиться результатами исследований, проверить новые идеи, получить советы и критические замечания в ходе свободной дискуссии в неформальной обстановке важна для тех и других. Основная форма работы секции – заседания, обычно вечерние. Важна и издательская деятельность, сопровождаемая редакторской работой, помогающей молодым докладчикам готовить тексты к печати. В виде кратких авторефератов все докладчики могли опубликовать основные положения своих выступлений. Наиболее интересные доклады по рекомендации бюро секции публиковались в виде статей.

В секции были представлены все основные научные и учебные ячейки Москвы и отчасти производственные организации: МГУ, МГРИ, МИНХиГП им. Губкина, ИГиРГИ, АН СССР (ГИН, ИЛС, ПИН), ВНИГНИ, ВИЭМС, ВАГТ, ВНИИЯГТ, ГУЦР, ВСЕГИНГЕО, ИГД им. Скочинского и др.

В эти годы практиковались совместные заседания с другими секциями. Секция знакомила слушателей и с публикациями в других странах.

Новой формой работы секции стали тематические заседания, собиравшие до 150–170 человек. Бюро секции стало чаще прибегать и к заказным докладам лучших специалистов по актуальным проблемам литологии. Отражением всевозрастающего



внимания геологов и секции осадочных пород к проблемам нефти и газа стало учреждение регулярно проводимых (вместе с геологическим факультетом МГУ и кафедрой геологии и геохимии горючих ископаемых) международных конференций (Бродовских чтений) памяти крупного геолога-нефтяника И. О. Брода. К 2005 г. их состоялось девять.

МОИП отмечало лучшие доклады, исследования и публикации и в меру возможностей поощряло своих членов и не состоящих в Обществе докладчиков рекомендацией к публикации статей на страницах его «Бюллетеня», а также дипломами и премиями.

Секция осадочных пород – одна из активных. Она проводила в год 8–16 заседаний с 1–3, иногда с 4–5 докладами, а на совещаниях и с большим числом. В наиболее активные годы (1960–1990 гг.) было по 60–80 выступлений в год, а суммарное число участников заседаний в некоторые годы превышало 800 человек. На заседаниях присутствовали 10–60 человек, на совещаниях, особенно по проблемам геологии и геохимии горючих ископаемых, до – 160 человек и более. За 60 лет работы секции (1944–2004) число участников, вероятно, было не меньше 200 000. Многие из них были почти постоянными участниками, особенно председатели и секретари секции: первый председатель М. С. Швецов (1944–1975) и первый секретарь С. В. Тихомиров; второй председатель Г. Ф. Крагенинников (1975–1992) и секретари Н. В. Иванова и М. Н. Щербакова и третий председатель – профессор, зав. кафедрой литологии и морской геологии геологического факультета МГУ, академик РАЕН О. В. Япаскурт (с 1992) и секретарь Г. М. Седаева.

Активно работали члены бюро секции и действительные члены МОИП, ныне ушедшие из жизни Г. А. Каледа, Т. Н. Бельская, Л. М. Бирин, И. В. Хворова, С. М. Максимова, Г. И. Бушинский, Д. К. Патрунов, А. Г. Коссовская, Б. А. Соколов, Т. Т. Клубова, В. И. Теодорович, К. Р. Чепиков.

В 2005 году в состав бюро секции входили О. В. Япаскурт (председатель), Ю. К. Бурлин, В. С. Вишневская, Д. Д. Котельников, Вл. Вл. Меннер, М. В. Михайлова, Г. М. Седаева (секретарь), В. Т. Фролов, М. Н. Щербакова.



Члены секции «Осадочные породы» МОИП, внесшие большой вклад в развитие литологии и популяризации науки.

Основными направлениями работы секции были и остаются: 1) региональные литологические исследования разной направленности (от историко-геологических и фациально-генетических до минерагенических, инженерно-геологических, экологических), 2) теоретические разработки (классификации, термины, основные понятия, методология исследований, цикличность, стадийный анализ, эволюция литогенеза и экзосреды), 3) осадкообразование на суше и в океанах, 4) новые методы изучения и обобщения материалов, 5) геоформации и формационный анализ экзогенных (осадочных) и вулканогенно-осадочных толщ, 6) история литологических исследований, жизнь и деятельность выдающихся российских и зарубежных литологов и геологов широкого профиля.

Члены секции осадочных пород или, лучше, литологической секции (по мнению одного из авторов данной заметки) и ее бюро выражает надежду, что после переживаемого некоторого спада активности Общества вскоре наступит оживление его деятельности с активным участием молодых, студенческих и аспирантских сил.

Не пора ли изменить название секции, как считает один из авторов, заменив двухсловное, от которого не образовать прилагательное, на однословное, современное и менее условное название «литологическая секция»?



Навстречу 80-летию юбилею секции «Осадочные породы» МОИП

Ростовцева Ю. В.

Геофизический центр ГЦ РАН, Москва

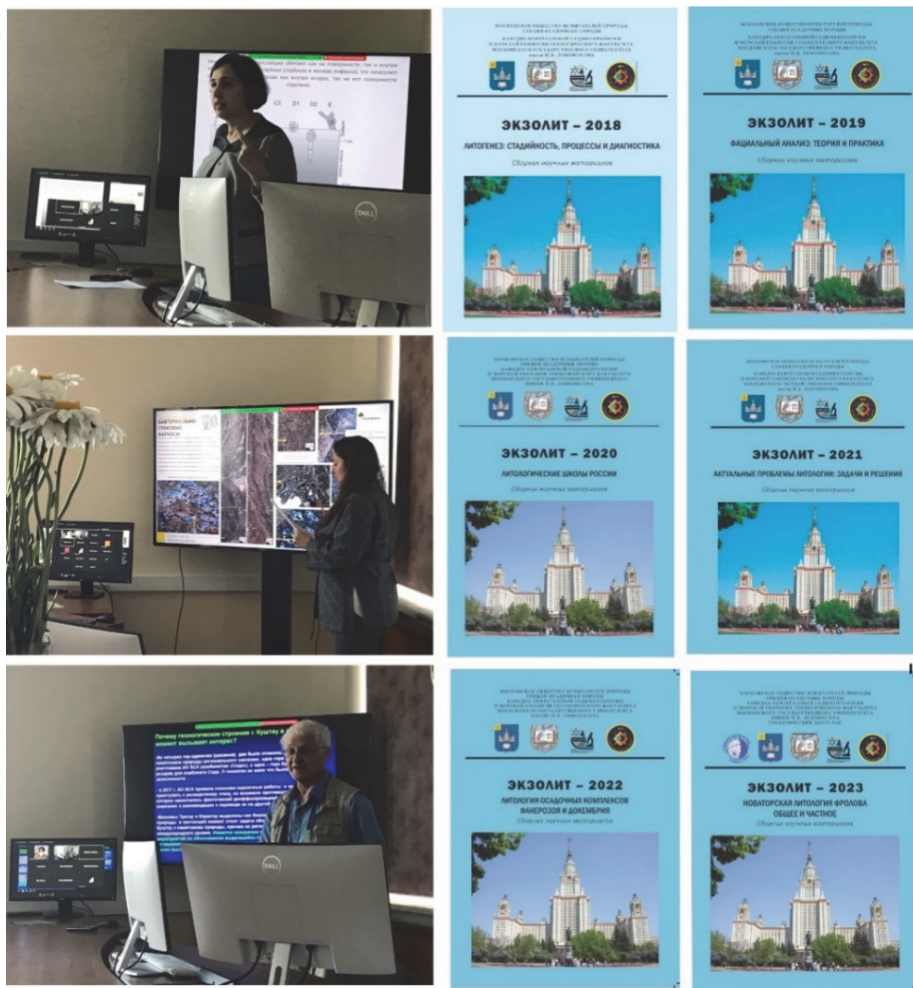
Email: yu.rostovtseva@gcras.ru

В последние годы (2018–2023 гг.) новой формой работы секции «Осадочные породы» МОИП стало проведение совместно с кафедрой нефтегазовой седиментологии и морской геологии геологического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова ежегодных научных чтений «Экзолит», посвященных обсуждению широкого круга вопросов, касающихся литологии. Темами научных чтений «Экзолит» являлись «Литогенез: стадийность, процессы и диагностика» (2018 г.), «Фациальный анализ: теория и практика» (2019 г.), «Литологические школы России» (2020 г.), «Актуальные проблемы литологии: задачи и решения» (2021 г.), «Литология осадочных комплексов фанерозоя и докембрия» (2022 г.) и «Новаторская литология Фролова» (2023 г.). Научные чтения «Экзолит» были посвящены юбилейным датам целого ряда ученых и педагогов, а именно Г.Ф. Крашенинникову, М.Н. Щербаковой и В.Т. Фролову. Самые первые чтения были проведены в память доктора геолого-минералогических наук, профессора, академика РАЕН, председателя Литологического комитета при отделении «Науки о Земле» РАН Олега Васильевича Япаскурта. В этих мероприятиях принимало участие около 150–200 человек, научные материалы которых печатались в специально подготовленных сборниках с получением DOI и размещением опубликованных данных в базу РИНЦ.

Научные материалы поступали из **Университетов России и Беларуси:** КФУ (Казань), ВГУ (Воронеж), СГУ имени Н.Г. Чернышевского, ЮФУ, КубГУ, СПбГУ, РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, МГРИ-РГГРУ им. Серго Орджоникидзе, МГУ имени М.В. Ломоносова, Сколтех, ГГУ имени Ф. Скорины; **научных институтов и музеев:** Институт «Океанологии» РАН, ИГРАН, ИГ УФИЦ РАН, ГИН РАН, ПИН РАН, ФГБУ «ВНИГНИ», ГЦ РАН, Института археологии и этнографии СО РАН, ИНГТ СО РАН, ГЕОХИ РАН, ЗЯНЦ АН РС (Я), Филиал «Апрелевское отделение ФГБУ «ВНИГНИ»; **производственных компаний:** ООО «Тюменский нефтяной научный центр», ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг», Филиал ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «КогалымНИПИнефть», ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «ПермьНИПИнефть», ПАО «НК «Роснефть», ООО «Газпромнефть НТЦ», ООО «Норникель Технические Сервисы»



Дженерал Электрик, ООО «ИПНЭ», ООО «Сабси Сервей Солюшенс», АО «ИГиРГИ» и других организаций.



Научные чтения «Экзолит», проводимые при участии
секции «Осадочные породы» МОИП.

Проведение научных чтений «Экзолит» не прекращалось даже в годы (2020–2022 гг.), осложненные эпидемиологической ситуацией с COVID. На научных чтениях отмечались знаменательные даты: 215-летие основания МОИП, год науки и технологий, 60-летие первого полета человека в космос, а также дни чествования геологов (литологов)-шестидесятников.

В последние годы происходит всестороннее обновление МОИП. В связи с этим 15 мая 2024 года секция «Осадочные породы» была перерегистрирована, как одна из активно действующих подразделений МОИП. Осенью 2024 года от Правления МОИП



поступило предложение переименовать секцию «Осадочные породы» в секцию «Литология», что оказалось отчасти созвучно высказанному мнению ряда членов секции ещё в 2005 году. На сайте МОИП на странице секции размещена основная информация о её деятельности (<https://moip.msu.ru/section/12>). В настоящее время ряды секции пополняются любознательной и целеустремленной молодежью, в том числе аспирантами и студентами, за которыми наше будущее!

В настоящий сборник вошли научные материалы части действующих членов секции «Осадочные породы» МОИП, а также других ученых-литологов, неравнодушных к памяти наставников-предшественников и познанию экзосферы!

Россыпная школа ИГЕМ РАН – значение, достижения, перспективы

Лаломов А. В.^{*}, Бочнева А. А., Чефранов Р. М., Чефранова А. В.,
Григорьева А. В.

ИГЕМ РАН, Москва

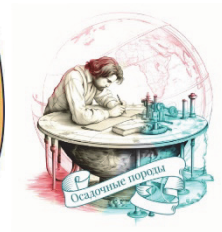
*Email: lalomov@mail.ru

Ключевые слова: научная школа, россыпи, минерально-сырьевая база.

Группа россыпей была создана в ИГЕМ АН СССР в 1987 г. на основании постановления № 100 бюро ОГГГН АН СССР от 26.06.1986 г. Руководство группой было поручено академику Николаю Алексеевичу Шилову и д.г.-м.н. Наталье Георгиевне Патык-Кара.

Помимо решения фундаментальных и прикладных задач геологии россыпей на группу была возложена координация работ по геологии россыпей в рамках научного направления «Закономерности образования и размещения месторождений полезных ископаемых» в системе АН СССР. Эти функции группа сохраняет по настоящее время.

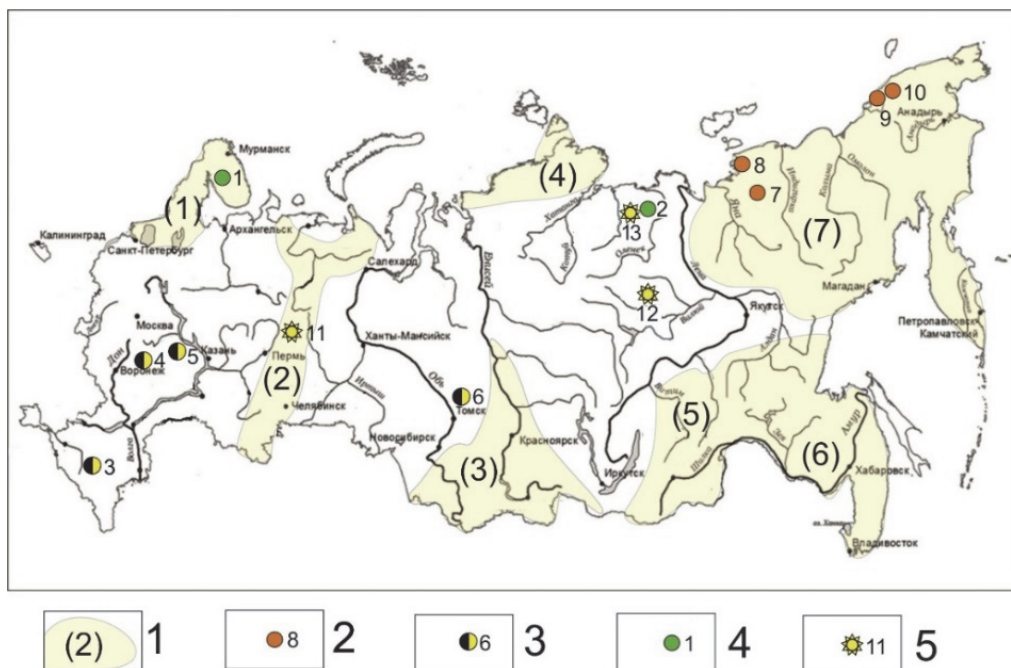
За период существования группой осуществлены десятки научных и производственных проектов по исследованию различных типов россыпных полезных ископаемых, проведено девять Совещаний по геологии россыпей и кор выветривания, опубликованы многие сотни работ и десятки монографий, из которых можно отметить [1, 2, 3].



Руководители россыпной группы ИГЕМ РАН – Н. Г. Патык-Кара и Н. А. Шило.

По своим горно-геологическим и минерально-технологическим свойствам россыпные месторождения имеют ряд положительных качеств, которые делают их востребованными горнодобывающей промышленностью: относительно неглубокое (часто – доступное для открытой добычи) залегание, дезинтегрированное состояние продуктивных отложений, простота процессов обогащения (преимущественно – гравитационные и гравитационно-магнитные технологии), относительная (по сравнению с коренными объектами) дешевизна освоения, а также возможность быстрого вовлечения в эксплуатацию и получения промышленного продукта, что значительно сокращает сроки окупаемости вложенных средств.

Выполненный анализ показал, что практически по всем компонентам доля россыпей в балансе добычи превышает их долю в балансе запасов [5]. Из этого следует, что, несмотря на валовое преобладание в государственном балансе запасов коренных месторождений, востребованность россыпей в горнодобывающей промышленности весьма высокая.



Перспективные объекты для обеспечения России дефицитными видами стратегического минерального сырья. 1 – основные золотоносные провинции России: (1) Карело-Кольская, (2) Уральская, (3) Южно-Сибирская, (4) Таймыро-Североземельская, (5) Забайкальская, (6) Дальневосточная, (7) Северо-Восточная. 2–5 – 2 – олово, 3 – титан, цирконий, 4 – редкоземельные металлы (РЗМ), 5 – алмазы. Месторождения (на карте).

РЗМ: 1 – Ловозерское, 2 – Томторское; титан и цирконий: 3 – Бешпагирское, 4 – Центральное, 5 – Лукояновское, 6 – Туганское; олово: 7 – Тирехтах, 8 – Чокурдах, 9 – Валькумей, 10 – Пыркакай; алмазы: 11 – Сюзевская (Сев.Урал), 12 – Нюрбинская, 13 – Эбеляхская.

Россыпные месторождения являются важным источником стратегических минерально-сырьевых ресурсов как в мировой, так и российской базе полезных ископаемых. Наибольшее промышленное значение имеют россыпи золота, платины, касситерита, титана, редких металлов, алмазов, янтаря, хотя разрабатываются и более экзотические типы (магнезита, гранатов, хромита, драгоценных камней, мамонтового бивня и т. д.) [4].

Отработка россыпных месторождений не просто экономически выгодна, в ряде случаев она дает возможность в кратчайшие сроки и с минимальными затратами решить для нашей страны проблему импортозамещения и обеспечения воспроизводства МСБ дефицитных видов стратегического минерального сырья.



Доклад подготовлен в рамках гранта Российского научного фонда № 24–27–00109, <https://rscf.ru/project/24-27-00109/>

Список литературы:

1. Шилов Н.А. Учение о россыпях. Изд.4-е. Владивосток: Дальнаука, 2002. 575 с.
2. Патык-Кара Н.Г. Минерагения россыпей: типы россыпеобразующих провинций. М.: ИГЕМ РАН, 2008. 528 с.
3. Лаломов А.В., Таболич С.Э. Локальные геолого-динамические факторы формирования комплексных прибрежно-морских россыпей тяжелых минералов. М.: ГЕОС, 2013. 224 с.
4. Бортников Н. С., Волков А. В., Лаломов А. В., Лаломов Д.А., Бочнева А. А., Иванова Ю. Н., (2024). Роль россыпных месторождений в обеспечении воспроизводства минерально-сырьевой базы дефицитных видов стратегического минерального сырья России на современном этапе, *Russian Journal of Earth Sciences*, Т. 24, doi: 10.2205/2024ES000897.
5. Лаломов А.В., Бочнева А.А. Россыпные месторождения России как источник стратегических видов минерального сырья // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2024. № 3. С. 5–18. EDN: RRNKAG

Влияние петрографического состава углей на выбросы метана в шахтах в работах П. П. Тимофеева

Стукалова И. Е.

Геологический институт РАН, Москва
Email: stukalova@ginras.ru

Тимофеев Петр Петрович (14.11.1918–21.05.2008) – литолог и геолог, лауреат Государственной премии СССР (1972), член-корреспондент АН СССР (1976), доктор геолого-минералогических наук (1968), основатель кафедры литологии и морской геологии геологического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова (1983).

Ключевые слова: микрокомпоненты углей, метан, выбросы газа.

В настоящее время продолжает оставаться актуальным изучение петрографического состава углей в различных угольных бассейнах и осадочных комплексах.

Тимофеев П. П. придавал большое значение изучению петрографического состава и внутренней структуры вещества углей в связи с повышенной насыщенностью газовой фазой углей телинитовой группы, и подчеркивал необходимость определения микрокомпонентного состава углей на всех стадиях геологоразведочных работ. От этого во многом он считал зависит безопасность ведения геологоразведочных и горных работ и добычи угля в угольных бассейнах [1].



Тимофеевым П. П. и Боголюбовой Л. И. в результате работ по петрографическому изучению углей и палеогеографических обстановок накопления угольных пластов среднего карбона Донбасса были выяснены особенности структуры вещества углей и степень разложения гелефицированного вещества. Были выделены четыре типа структур вещества углеобразующих микрокомпонентов: телинитовая, посттелинитовая, преколлинитовая и коллинитовая [2].

Донецкий угольный бассейн, содержащий значительные запасы углей всех марок, от каменных длиннопламенных (Д) до антрацитов (А), являлся основной базой коксующихся углей, в Западном и Центральном Донбассе (Украина) и в Восточной части (Россия).

Угленосность на западе бассейна связана с нижнекарбоновой формацией. В Центральной и Восточной частях бассейна угленосность приурочена к среднему и верхнему карбону. Мощность отложений изменяется от 4 до 10–11 км в осевой части бассейна. В тектоническом отношении этот бассейн является авлакогеном на Восточно-Европейской платформе.

Нижнекарбоновые отложения содержат около 90 угольных пластов, средне-верхнекарбоновые отложения – 250 угольных пластов. Пласты различной мощности, от 0,4 до 3,5 метров, выдержанные по площади распространения.

Тимофеевым П.П. описаны закономерности осадко- и угленакопления в Донбассе с точки зрения анализа формаций. Он выделил два мегацикла осадко и угленакопления – раннекарбоновый и средне-верхнекарбоновый и показал различия между ними. Осадконакопление началось на западе бассейна в раннем карбоне, и затем продолжилось в Центральном и Восточном Донбассе в среднем и верхнем карбоне. Фациальный состав осадков нижнего карбона и средне-верхнего карбона также отличался. В раннем карбоне распространены дюрено-клареновые, лейптинитовые и липтобиолитовые угли и озерно-болотные и прибрежно-морские отложения. В средне-верхнем карбоне - это клареновые угли ($V_t > 50\%$), связанные с аллювиальными отложениями, частично морскими. Очень важным фактором формирования углей является длительность процесса разложения лигнино-целлюлозных тканей растений-углеобразователей.

Петрографические исследования углей проводят под поляризационным микроскопом при увеличениях 90–600 раз в проходящем и отраженном свете. В проходящем свете определяют содержание микрокомпонентов и тип структуры гелефицированного вещества. В отраженном свете в масляной иммерсии определяют величины отражения микрокомпонентов.



Микрокомпоненты витринитовой, инертинитовой и липтинитовой групп аккумулируют разное количество углеводородных газов.

В бурых углях, переходных от бурых к каменным (суббитуминозных) углях и почти всех марок каменных углей наблюдается зависимость петрографического состава и внутренней структуры углей (телинитовой или коллинитовой) и количество в них углеводородных газов.

Угли телинитовой структуры с отчетливо выраженным клеточным строением растительной древесной ткани имеют наибольшую пористость, а следовательно, могут аккумулировать наибольшее количество углеводородных газов. Угли посттелинитовой структуры со слабо нарушенными клеточными полостями растительных тканей аккумулируют значительное количество углеводородных газов. Угли преколлинитовой структуры со значительной деформацией клеточных полостей и закрытием пор аккумулируют меньшее количество углеводородных газов. А угли коллинитовой структуры с закрытыми деформированными порами содержат наименьшее количество газов.

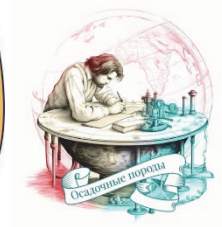
В процессе углефикации в угольных пластах образуется огромное количество углеводородных газов. Углеводородные газы в углях содержатся в свободном, сорбированном и глубоко сорбированном (остаточном) состоянии. В свободном состоянии газы в углях находятся в трещинном пространстве. Сорбированные газы аккумулируются в поровом пространстве растительной ткани, и именно поэтому важно знать тип внутренней структуры углей. Как показали проведенные исследования, содержание глубоко сорбированных углеводородных газов в углях различных марок (от Д до А) варьирует в широких пределах. Наиболее высокие содержания глубоко сорбированных углеводородных газов установлены в углях марок Ж (жирные) и К (коксовые), (от 10 до 70 см³/кг) [3]. Отмечено, что существенно ниже их содержание в углях марок Д (длиннопламенные) и Г (газовые), а также ОС (отощено-спекающиеся) и Т (тощие) и составляет около 8–10 см³/кг. В антраците отмечено самое низкое содержание (первые см³/кг). По углеводородному составу сорбированные газы существенно отличаются от свободных газов угольных пластов.

При вскрытии угольных пластов и снижении давления происходит последовательное выделение газов, от лёгких (метана) к тяжелым гомологам метана, которые в углях часто бывают в сорбированном состоянии. Безопасное ведение шахтных работ предполагает детальное изучение вещественного состава углей и вмещающих пород, их петрографического состава и степени метаморфизма [4].



Список литературы:

1. Тимофеев П.П. Эволюция угленосных формаций в истории Земли. М.: Наука. 2006. 204 с.
2. Тимофеев П.П., Боголюбова Л.И. Развитие идей в области познания вещественно-петрографического состава и генезиса органического вещества // Литология в исследованиях Геологического института АН СССР, Москва: Наука. 1980. С. 96–109.
3. Лебедев В.С., Стукалова И.Е. Содержание и состав глубокосорбированных углеводородов в гумусовых углях Донецкого угольного бассейна. Известия Вузов. Геология и разведка. 2013. № 2. С.79–82.
4. Лебедев В.С., Скопинцева О.В., Стукалова И.Е. Остаточные углеводороды углей и оценка их роли в развитии пожаро-взрывоопасных ситуаций в угольных шахтах. Известия Вузов. Геология и разведка. № 5. 2016. С. 53–59.



ЧАСТЬ ВТОРАЯ. ИЗДАТЕЛЬСКАЯ

(ряд новых научных монографий и учебных пособий, подготовленных членами секции «Осадочные породы» МОИП или совместно с ними)

Палеозойское рифообразование и его соотношение с развитием биоты

Кузнецов В. Г., Журавлева Л. М.



Кузнецов В. Г., Журавлева Л. М. Палеозойское рифообразование и его соотношение с развитием биоты. М., МАКС ПРЕСС, 2022. – 192 с.

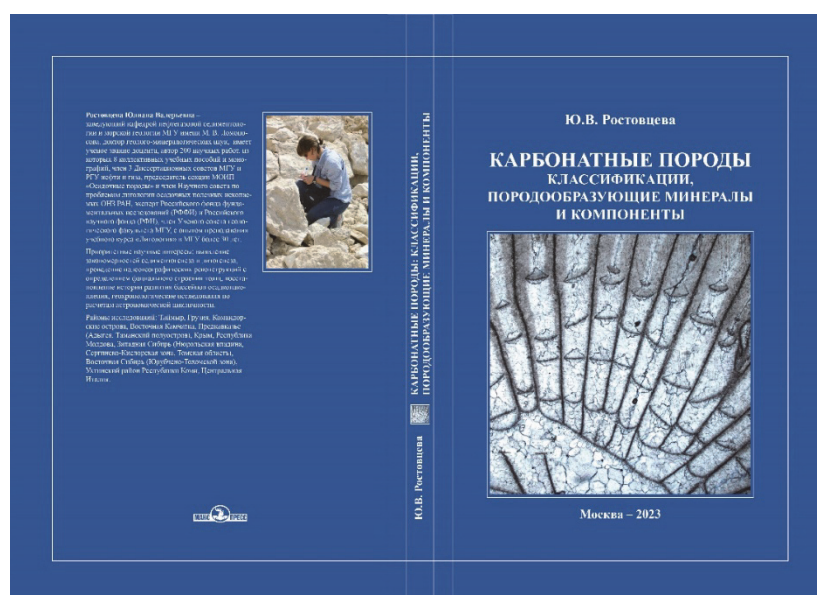


Рассмотрено развитие рифов в палеозойской истории Земли, установлено пять циклов активного рифообразования, каждый из которых завершается биотическим кризисом и массовыми вымираниями. Показано, что рифообразование завершается раньше события вымирания, когда рифостроящая биота еще существует, но уже вне рифовой экосистемы. Высказано предположение, что замкнутое само на себя рифовое сообщество распадается при изменении внешних условий раньше, чем происходит вымирание отдельных, слагающих ее организмов.

ISBN 978-5-317-06830-1

Карбонатные породы: классификации, породообразующие минералы и компоненты

Ростовцева Ю. В.



Ростовцева Ю. В. Карбонатные породы: классификации, породообразующие минералы и компоненты. Учебное пособие. М.: МАКС-Пресс, 2023. – 116 с.

В учебном пособии рассматриваются вопросы вещественных, структурных, генетических и прикладных классификаций карбонатных пород, используемые за рубежом и в отечественной геологии, а также изложены характеристики их основных породообразующих минералов и составных компонентов.



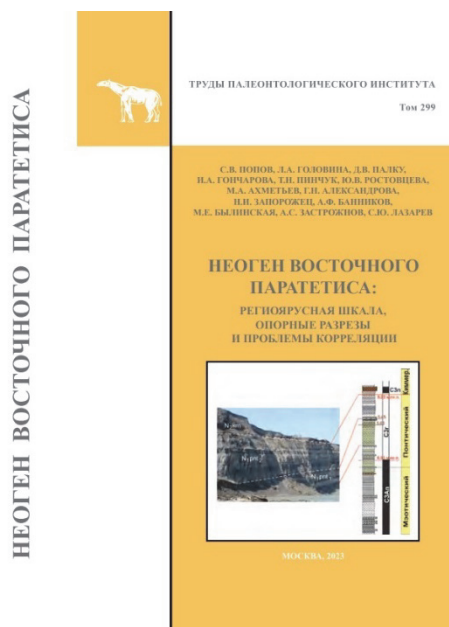
Для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению «Геология» и специалистов, интересующихся проблемами изучения карбонатолитов.

Учебное пособие посвящено 100-летию со дня рождения профессора Владимира Тихоновича Фролова.

ISBN 978-5-317-06901-8

Неоген Восточного Паратетиса: региональная шкала, опорные разрезы и проблемы корреляции

Попов С. В., Головина Л. А., Палку Д. В., Гончарова И. А., Пинчук Т. Н., Ростовцева Ю. В., Ахметьев М. А., Александрова Г. Н., Запорожец Н. И., Банников А. Ф., Былинская М. Е., Застрожных А. С., Лазарев С. Ю.



Неоген Восточного Паратетиса: региональная шкала, опорные разрезы и проблемы корреляции (Тр. ПИН РАН. Т. 299). М.: РАН. 2023. – 504 с.

На основании изучения стратотипических и опорных разрезов неогена, их биотической характеристики, палеомагнитных и седиментологических данных проведена ревизия стратиграфической шкалы Восточного Паратетиса, представлены новые данные по корреляции ее региональных подразделений с Центральным Паратетисом и стратотипами Средиземноморья.

В разделе «Региональная шкала Восточного Паратетиса» рассматривается история выделения и краткая характеристика горизонтов региональной шкалы, ставших позднее регионарусами, их исторические стратотипы и подразделение на слои и подъярусы.



В разделе «Опорные разрезы» рассмотрены наиболее полные, палеонтологически охарактеризованные разрезы, как правило, охватывающие несколько регионов, на которых обсуждаются положение и критерии проведения их границ. В заключительных разделах приведены обзоры по наиболее важным группам фитопланктона и фауны, наземной растительности, магнитостратиграфии, астрономически обусловленной цикличности осадконакопления, возможности корреляции и датирования разрезов по этим данным, сопоставление с Центральным Паратетисом и стратотипами Средиземноморья. В качестве заключения приведены основные результаты ревизии стратиграфической схемы неогена Восточного Паратетиса.

ISBN 978-5-907645-02-8

Изучение верхнеюрских отложений Западно-Сибирского бассейна – развитие одной инновации: пособие для тех, кто хочет трудиться осознанно и с драйвом
Немова В. Д.



Изучение верхнеюрских отложений Западно-Сибирского бассейна – развитие одной инновации: пособие для тех, кто хочет трудиться осознанно и с драйвом / В. Д. Немова. – Москва: МАКС Пресс, 2023. – 150 с.

В монографии изложены ключевые этапы целенаправленного изучения верхнеюрских отложений Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна, длившегося четырнадцать лет, объединившего исследования керна, каротажа, данных сейсморазведки, промысловых экспериментов. Ключевым направлением исследований



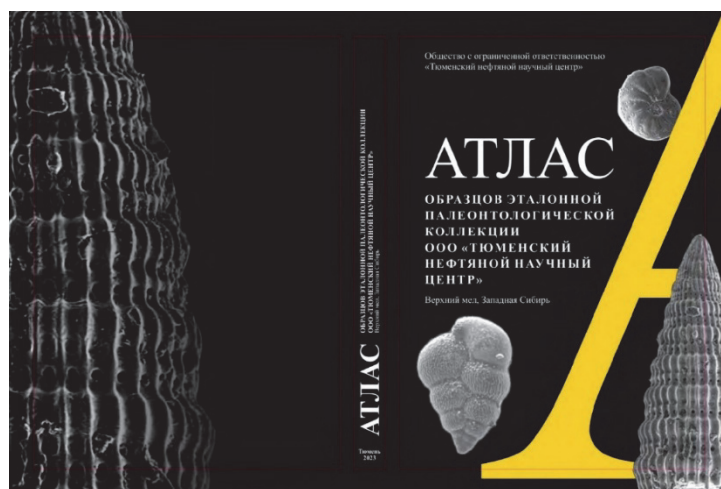
стали литологические подходы, которые в совокупности с другими методами, позволили обосновать геологическую концепцию развития коллекторов внутри данной формации и установить основные направления изменения их емкостных параметров. С опорой на геологическую концепцию существенно уточнены методики построения трехмерных геологических и гидродинамических моделей сложнопостроенных верхнеюрских отложений, позволивших вести расчеты прогноза добычи нефти и спланировать эффективную разработку первых месторождений нефти верхнеюрских отложений с помощью горизонтальных скважин с гидроразрывом пласта, подтвердив модельные расчеты впервые рентабельной добычей нефти

ISBN 978-5-317-06887-5

Атлас образцов эталонной палеонтологической коллекции ООО «ТЮМЕНСКИЙ НЕФТЯНОЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР».

Верхний мел, Западная Сибирь

Вишневская В. С., Маринов В. А., Агалаков С. Е., Аржиловский А. В.,
Вахрушева И. А., Новоселова М. Ю., Павлуткин И. Г.



Атлас образцов эталонной палеонтологической коллекции ООО «ТЮМЕНСКИЙ НЕФТЯНОЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР». Верхний мел, Западная Сибирь. Авторы: Вишневская В. С., Маринов В. А., Агалаков С. Е., Аржиловский А. В., Вахрушева И. А., Новоселова М. Ю., Павлуткин И. Г., Тюмень, ИПЦ «Экспресс», 2023. – 348 с.

В это издание Атласа образцов Эталонной палеонтологической коллекции ООО «Тюменский Нефтяной Научный Центр» вошли описания строения типовых разрезов верхнего мела и фациального районирования Западно-Сибирского осадочного бассейна и только верхнемеловая микрофауна, изображения и монографическое описание которой крайне важны для подготовленного в настоящее время коллективом геологов на



базе ООО «ТННЦ» макета региональных стратиграфических схем верхнего мела Западной Сибири, представленного для утверждения в межведомственную стратиграфическую комиссию России.

Основной объем палеонтологических и биостратиграфических данных может быть использован для изучения углеводородного потенциала березовской свиты и поиска зон улучшенных коллекторов кузнецовской свиты.

В Атласе дано описание 93 видов фораминифер, относящихся к 42 родам и 82 видов радиолярий, относящихся к 26 родам, из различных местонахождений Западной Сибири, среди которых один новый род, *Trigonosphaera Vishnevskaya*, gen. n., и вид, *Trigonosphaera russica Vishnevskaya*, sp. n., а также приведены фотоизображения всех описанных видов. Всего в Атласе представлено 75 фототаблиц: 60 фототаблиц по фораминиферам и 15 фототаблиц по радиоляриям.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования FEWZ-2020-0007 и госзадания № AAAA-A21-121011590055-6 ГИН РАН.

ISBN 978-5-6048016-2-8

Генетический анализ терригенных отложений

Агафонова Г. В., Рахимова Е. В., Ермолова Т. Е.



Агафонова Г. В., Рахимова Е. В., Ермолова Т. Е. Генетический анализ терригенных отложений. М.: МГРИ, 2021. –172 с.

В учебном пособии рассматриваются основы генетического анализа терригенных и сопутствующих им отложений. Приводится схема классификаций генетических типов, подгрупп, групп и надгрупп этих отложений. Согласно предложенной схеме, последовательно описываются континентальные, переходные, морские и смешанные генетические типы с приведением комплекса седиментационных признаков, позволяющих диагностировать генетический тип, его латеральные и вертикальные

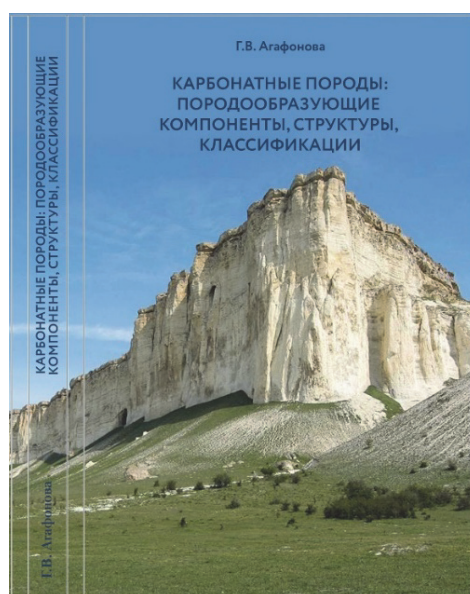


переходы в другие генетические типы. Указывается форма и размер современных аккумулятивных тел, формируемых генетическими типами отложений и их ископаемых аналогов. В последние два десятилетия в учебных изданиях, за исключением единичных работ, например, «Генетический анализ осадочных отложений нефтегазоносных бассейнов» Н. А. Соловьева, Т. А. Шарданова (2015), понятие генетический тип отложений почти не используется. В лучшем случае только упоминается и кратко комментируется. Такое вытеснение важнейшего геологического понятия подвигло авторов к созданию данной работы.

ISBN 978-5-6045456-9-0

Карбонатные породы: породообразующие компоненты, структуры, классификации

Агафонова Г. В.



Агафонова Г. В. Карбонатные породы: породообразующие компоненты, структуры, классификации. -М.: Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе», 2022. –224 с.

В учебном пособии рассматриваются карбонатные минералы, породообразующие компоненты, структуры и классификации карбонатных пород, затрагиваются проблемы накопления карбонатного вещества. Особое внимание уделяется классификациям, как отечественным, так и зарубежным; приводится пояснение важнейших структурных терминов, широко вошедших в литологические работы. Последние несколько десятков лет специалисты, особенно начинающие, пользуются исключительно зарубежными классификациями. В то время как многие вопросы классификации и происхождения



карбонатных пород и их компонентов были разработаны отечественными исследователями, о чем свидетельствует приведенный список литературы.

ISBN 978-5-900941-24-0

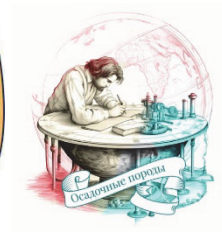
Литологические и коллекторские свойства осадочных пород

Агафонова Г. В., Асташкин Д. Е.



Агафонова Г. В., Асташкин Д. Е. Литологические и коллекторские свойства осадочных пород. М.: Изд-во ФГБУ «ВНИГНИ», 2023. –176 с.

Абсолютное большинство месторождений углеводородов связано с терригенными и карбонатными коллекторами. Работа посвящена связи между литологическими признаками песчано-алевритовых и карбонатных пород-коллекторов и их петрофизическими свойствами. Петрографические наблюдения позволяют выяснить природу и характер коллекторских свойств пород, определить процесс формирования, оценить достоверность показателей, полученных физическими методами исследования коллекторов. Приводятся многочисленные примеры, подтверждающие однозначность, либо не однозначность литологических и петрофизических связей. В работе дается характеристика коллекторских свойств осадочных пород. Приводится детальная микроскопическая характеристика терригенного и карбонатного коллектора. Особое внимание уделяется постседиментационным процессами их продуктам, а также структуре емкостного

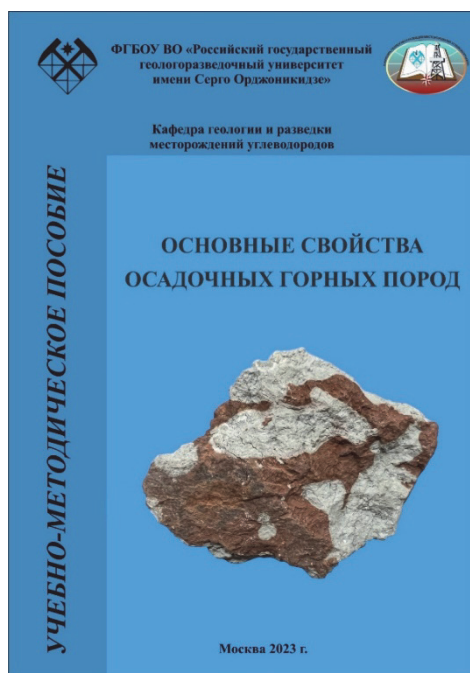


пространства. В работе отражены особенности строения карбонатных и терригенных пород-коллекторов и факторы, влияющие на эти свойства.

ISBN 978-5-900941-45-5

Основные свойства осадочных горных пород

Агафонова Г. В., Мамедов Р. А.



Агафонова Г. В., Мамедов Р. А. Основные свойства осадочных горных пород. М.: Изд-во МГРИ, 2023. – 40 с.

Данное учебное пособие отвечает программе курса «Литология», составленной на кафедре «Геология и разведка месторождений углеводородов». Овладение методикой описания любой осадочной породы и ее свойств, понимание связи между свойствами и происхождением породы есть путь к решению многих литологических и геологических задач, как теоретического, так и практического значения. В пособии приводятся основные сведения об осадочных породах, план описания с перечислением всех признаков. Детальная характеристика признаков иллюстрируется образцами из коллекции, хранящихся на кафедре. В пособии приведены вопросы для самопроверки и терминологический справочник. Пособие иллюстрировано фотографиями образцов.



Породообразующие организмы карбонатных пород

Агафонова Г. В., Мамедов Р. А.



Агафонова Г. В., Мамедов Р. А. Породообразующие организмы карбонатных пород. М.: Изд-во МГРИ, 2024. В издательстве.

Учебное пособие отвечает программе курса «Литология», составленной на кафедре «Геология и разведка месторождений углеводородов». В пособии приводятся основные сведения о строении скелетов, являющихся одним из важнейших структурных компонентов карбонатных пород, и дается их описание. Приводятся диагностические признаки целых скелетов животных и растительных организмов и их фрагментов, наблюдаемых под микроскопом. На основании диагностики породообразующих организмов определяются структуры карбонатных пород и устанавливаются условия накопления карбонатного осадка. В пособии приведены вопросы для самопроверки и терминологический справочник, а также в качестве приложения приводится описание известняка с биоморфно-детритовой структурой. Скелеты животных и растительных организмов и их фрагменты изучаются по образцам и шлифам, хранящимся на кафедре. Пособие иллюстрировано микрофотографиями шлифов.



Минералы осадочных пород: строение, свойства, роль в седименто- и литогенезе

Агафонова Г. В., Оленова К. Ю., Асташкин Д. А.

Готовится к изданию.

Атлас циклотем юры – нижнего мела Западной Сибири

Шишлов С. Б.

Готовится к изданию (см. стр. 126).





ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ. ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ

От одинита (зеленая глина) до известковых микропроблематик (верхний мел, кампан-маастрихт)

Вишневская В. С.

Геологический институт РАН, Москва, Россия

Email: valentina.vishnaa@mail.ru

Ключевые слова: разрез Кудрино (Крым), кальцисферовые известняки, Giliannes, Foraminifera.

Решая проблемы глобальной корреляции, выбор лимитотипа нижней границы кампанского яруса был сделан в пользу разреза Кудрино (Крым), где сохранилась более полная литологическая последовательность пограничного интервала, и, где сводный разрез Кудрино-2–Аксу-Дере потенциально соответствует требованиям к полноте разреза, предъявляемым к GSSP [1, 2].

В опорном разрезе Кудрино-1 предложено проводить границу подъярусов кампана Общей стратиграфической шкалы России (при двухчленном делении) по кровле магнитного хрона 33r, расположенной вблизи изотопного экскурса $\delta^{13}\text{C}$ “MCaE” (Mid-



Campanian Event) и вблизи уровня появления бентосных фораминифер *Brotzenella monterelensis* [3].

Появление видов *Br. monterelensis* в зональной схеме В. Н. Беньямовского по БФ для ВЕП соответствует нижней части верхнего кампана ОСШ [4], при трехчленном делении кампана уровень появления *B. monterelensis* коррелируется с основанием зоны *Hoplitoplanceticeras coesfeldiensis*–*Belemnitella mucronata mucronata*, подошва которой отвечает нижней границе среднего кампана [3].

Сам разрез Кудрино-1 предложено рассматривать как лимитотип границы нижнего и верхнего кампана в ОСШ при его двучленном делении или как дополнительный к лимитотипу МСШ разрез. При трехчленном делении кампана среднекампанские слои или зона устанавливаются по первому появлению планктонных фораминифер вида *Globigerinelloides multispinus* (Laliker, 1948), который обладает раздвоенной последней камерой, легко идентифицируется и употребляется в качестве вида-индекса для отложений средней зоны кампанского яруса Внекарпатской Польши [4], а также зафиксирован в крымском разрезе Алан-Кыр, в зоне *Globotruncanella havanensis* верхнего кампана [5].

Именно в разрезе Кудрино-1, сложенном кальцисферовыми и кальцисферово-фораминиферовыми известняками, начиная с пачки XVII (самое основание зоны *Globotruncana ventricosa* по ПФ - отвечает верхней части нижнего кампана по [3] или зоны *G. multispinus* – средний кампан по [6]) в образцах с 3169/20 по 3169/90 найдены микропроблематики позднекампанско-маастрихтские *Aturella angulata* Odin, *Numismella tarbellica* Odin и *Scutellella crassa* Odin, позднекампанские *Cimicellus nudatus* Odin и *Corniculum sinuosum* Odin, *Tubellus hunzikeri* (Odin), кампанская *Azymella cannabinata* Odin [3]. Поскольку возраст по планктонным и бентосным фораминиферам в разрезе Кудрино-1 не совпадает, предлагается в качестве дополнительных маркеров использовать известковые микропроблематики, среди которых акмэ позднекампанского *Tubellus hunzikeri* (Odin), который впервые появляется в образце 3169/20.

Впервые виды известковых микропроблематикки были описаны как группа *Gilianelles* из разреза Терсис на юго-западе Франции, который был выбран в качестве стратотипа ("глобальной стратотипической точки" — Point Stratotype Global) границы кампан/маастрихт [7–9], а также из интервала кампанской зоны *Radotruncana calcarata* в разрезе Наварра на севере Испании, верхнекампанской зоны *Bostrychoceras polyplocum* района Легердорфа северо-западной Германии [10].

Изначально автор, открывший группу *Gilianelles*, разделил микропроблематики на пять морфологических групп: диски, сферы, купулы, конусы, бочонки, которым были



даны описания по буквенным обозначениям английского алфавита от А до N с различными порядковыми номерами как индивидуальными кодами [11]. А при палеонтологическом описании группы дал ей название, происходящее от своего имени - от мужского имени автора Gilles Serge Odin (Жиль Серж Один) – Gilianelles.

К моменту монографического описания микропроблематик их автор уже был признанным геологом и знаменитым ученым. В честь доктора Жилия Сержа Одина (Gilles Serge Odin, clay минералога of the University P. и M. Curie, Paris, France) из Департамента динамической геологии Университета Пьера и Марии Кюри, Париж, который проделал большую часть новаторских работ по становлению нового минерала из каолинит-серпентиновой группы глинистых пород, по его фамилии был назван минерал одинит [12].

Одинит (английское название *odinite*, минерал утверждён в 1988) – богатая Fe^{3+} зеленая глина $(Fe^{3+}, Mg, Al, Fe^{2+})_2.5(Si, Al)_2O_5(OH)_4$ (молекулярный вес 300.61) – широко распространенная в виде заполнения или замещения микроскопических раковин, биокластов, фекальных гранул или биодетрита на мелководных морских шельфах и рифовых лагунных участках тропических широт. В основе структуры лежит слой серпентинового типа 1:1, промежуточный между диоктаэдрическим и триоктаэдрическим.

Распространение: Незначительный компонент осадков, по оценкам, покрывающий более 100 000 км² современного морского дна. Отмечено по крайней мере одиннадцать независимых местонахождений: среди них рифовая лагуна к юго-западу от Новой Каледонии; в авандельте реки Огоуэ, Республика Конго; континентальный шельф между реками Амазонка и Ориноко, Бразилия; авандельта реки Нигер, Нигерия; остров Мартиника; острова Лос, в устье реки Кукуре, Гвинея.

Таким образом, использование известковых микропроблематик может быть использовано как при двучленном, так и трехчленном делении кампанского яруса в опорном разрезе крымских разрезов Кудрино 1 и Полюс [13, 14].

Работа выполнена в рамках госзадания ГИН РАН.

Список литературы:

1. Гужигов А.Ю., Барабошкин Е.Ю., Александрова Г.Н. и др. Био-, хемо- и магнитостратиграфия пограничного интервала сантона-кампана разрезов Кудрино и Аксу-Дере (Юго-Западный Крым): проблемы глобальной корреляции и выбора лимитотипа нижней границы кампанского яруса. Статья 1. Геологическое описание, седиментология, биостратиграфия //Стратиграфия. Геол. корреляция. 2021а. Т. 29. № 4. С. 71–117.
2. Гужигов А.Ю., Барабошкин Е.Ю., Александрова Г.Н. и др. Био-, хемо- и магнитостратиграфия пограничного интервала сантона-кампана разрезов Кудрино и Аксу-Дере



(Юго-Западный Крым): проблемы глобальной корреляции и выбора лимитотипа нижней границы кампанского яруса. Статья 2. Магнито- и хемотратиграфия, обсуждение данных // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2021б. Т. 29. № 5. С. 27–58.

3. Барабошкин Е.Ю., Гужиков А.Ю., Александрова Г.Н. и др. Опорный разрез кампанского яруса Юго-Западного Крыма: проблемы подъярусного расчленения и глобальной корреляции // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2024. Т. 32. № 2. С. 48–103.

4. Вишневская В.С., Копачевич Л.Ф., Беннъямовский В.Н., Овечкина М.Н. Корреляция верхнемеловых зональных схем Восточно-Европейской платформы по фораминиферам, радиоляриям и наннопланктону // Вестн. МГУ. Сер. 4. Геология. 2018. № 1. С. 26–35.

5. Ovechkina M.N., Kopachevich L.F., Aleksandrova G.N., Proshina P.A., Ryabov I.A., Baraboshkin E. Yu., Guzhikov A. Yu., Mostovski M.B. Calcareous nannofossils and other proxies define the Santonian–Campanian boundary in the Central Crimean Mountains (Alan-Kyr section) // Cretaceous Res. 2021. V. 119. 104706.

6. Kopachevich L.F., Vishnevskaya V.S. Cenomanian–Campan Crimea-Caucasus area: palaeoceanography, palaeoclimate and sea level changes // Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol. 2016. Spec. Iss. V. 441. P. 493–515.

7. Odin G.S. Description et illustration de quarante-quatre gilianelles (microproblematica) et dix autres microproblematica du Cretacé de la section stratotypique de Tercis (limite Campanien–Maastrichtien), Sud-Ouest France // Notebooks on Geology. Mem. 82. 2008a. <http://paleopolis.rediris.es/cg/CG2008–M01>.

8. Odin G.S. Biostratigraphie de Radotruncana calcarata (foraminifere), des gilianelles et autres microproblematica dans le Campanien–Maastrichtien du domaine péri-pyrénéen occidental // Comptes Rendus Palevol. 2008b. № 7. P. 195–203.

9. Odin G.S. Description de nouvelles Gilianelles (microproblematica) et de leurs expansions; identité, classification, évolution, distribution, biologie au Cretacé Supérieur // Revue de Paleobiol. 2009. V. 28. P. 175–209. URL: <http://www.ville-ge.ch/mhng/paleo/paleopdf/28–1/pal-28–1–10.pdf>.

10. Odin G.S. Gilianelles: Late Cretaceous microproblematica from Europe and Central America // Palaeontology. 2011. V. 54. Pt. 1. P. 133–144.

11. Odin G.S., Lamaurelle M.A. The global Campanian–Maastrichtian stage boundary // Episodes. 2001. V. 24. № 4. P. 229–238.

12. Bailey, S.W. Odinite, a new dioctahedral-trioctahedral Fe³⁺-rich 1:1 clay mineral. Clay Minerals, 1988. Vol. 23 (3), 237–247.

13. Baraboshkin E. Yu., Cuzhikov A. Yu., Ryabov I. P., et al. Developments in the Cretaceous Stratigraphy of Crimea. Part 2. Upper Cretaceous and conclusions // Stratigraphy and Geological Correlation. 2024. Vol. 32, No. 6. P. 89–143.

14. Vishnevskaya V. S. Gilianelles (Microproblematica) from Late Cretaceous Deposits of Mount Polyus (Crimean Peninsula) // Paleontological Journal, 2024, Vol. 58, No. 8, pp. 100–107.



Направления воздействия субмаринной разгрузки подземных вод на условия осадконакопления прибрежной зоны морей и океанов

Голованова О. В.

Геологический институт РАН
Email: golovanova2000@mail.ru

Ключевые слова: метеорные воды, микробиогеохимические условия седиментогенеза.

В настоящее время активно расширяется круг исследований потоков вещества в акватории глобального стока. Помимо традиционно рассматриваемых, таких как поверхностный сток, диффузионный переток из донных отложений и гидротермальные массопотоки зон Срединно-океанического хребта, исследуется характер и масштабы вклада в общий бюджет Мирового океана субмаринного стока подземных вод, особенно тех, которые формируют значительный вклад вод атмосферного происхождения – метеорных. По данным ряда исследований [1, 2, 3], вклад субмаринной разгрузки подземных вод оказывается сопоставимым с поверхностным стоком и гидротермальным привносом. Рассматриваются различные типы водовмещающих отложений прибрежных областей континентов и островов, ответственных за существенное преобразование вещества в зонах смешения пресных и соленых вод, разгружающихся в моря и океаны [4, 5].

На сегодня накоплен значительный объем данных изучения субмаринной разгрузки в разнообразных климатических ландшафтно-тектонических, геолого-геоморфологических и гидрогеологических условиях прибрежных областей морей и океанов. Это позволяет сделать заключение о глобальном характере процесса разгрузки подземных вод в береговой зоне. Однако, масштабы и характер процесса в различных местах строго индивидуальны. В этой связи типизация условий формирования и конкретных особенностей седиментогенеза при субмаринной разгрузке, для использования в аналогичных локациях современности и геологического прошлого, в настоящее время не представляется возможным.

По самым последним оценкам, охватившим более 250 локаций Мирового океана, разгрузка подземных вод в океаны и шельфовые моря составляет 1 %–30 % от речного стока. Самые высокие содержания получены по геохимическим индикаторам [6, 7], средние, порядка 5–10 % гидролого-гидрогеодинамическими методами [2, 3], самые низкие – методами математического моделирования гидрогеомиграции [8, 9].

Известны мутьевые потоки, вызванные субмаринной разгрузкой подземных вод [10].



Весьма значительное воздействие разгрузка подземных вод с суши оказывает на температуру, соленость и весь комплекс изотопно-геохимических характеристик прибрежных вод [4, 6, 11, 12]. Это происходит тем существеннее, чем больше вклад метеогенных вод, малой минерализации и пониженной температуры, в подземном стоке. Общая минерализация прибрежных вод может снижаться на несколько г/л, а значения $\delta^{18}\text{O}$, $\delta^{13}\text{C}$, δD – на несколько промиле. По тритию, напротив, фиксируется утяжеление состава. Наиболее значительное снижение концентраций геохимических индикаторов интенсивного стока подземных вод в прибрежных зонах и высокой доли метеогенных вод в нем наблюдается в тропических, с существенным вкладом атмосферных осадков, локациях прибрежных гидрогеологических массивов магматических и вулканических комплексов с трещинным типом водопроницаемости, большими перепадами гидродинамических напоров и практическим отсутствием взаимодействия подземных (в том числе, метеогенных) вод с породами.

С биоэкологических позиций вклад субмаринной разгрузки подземных вод оказывается гораздо более значимым, так как он является важным источником поступления питательных веществ для морского и океанского биоса практически во всех исследовательских центрах мира [6, 7]. Расчеты соотношения поступающих с субмаринной разгрузкой (SGD) и с речным стоком растворенных форм силиката (DSi), неорганического азота (DIN) и фосфора (DIP), на основе примеров глобальных исследований, показали, что >48% случаев SGD-потоки DIN, DIP, DSi превышали речные, а около 90 % случаев SGD-потоки составляли >10 % от речных потоков.

Разгрузка подземных вод в моря и океаны поставляет в бассейны седиментации ключевые биохимически активные вещества: нутриенты, микроэлементы, бактерии. Более 90% публикаций посвящено изучению реакции морского и океанического биоса на субмаринную разгрузку подземных вод. Реакция экосистем акваторий на субмаринную разгрузку может быть самой различной. Наиболее часто фиксируется взаимосвязь с ростом первичной продуктивности фитопланктона и микрофитобентоса, показателем которых является содержание хлорофилла. Распространенный ответ экосистем морей и океанов на увеличение питательных веществ, изменения температуры и солености в связи с субмаринной разгрузкой подземных вод – это массовый рост биопродуктивности, при оптимальности потока нутриентов и цветение вредоносных водорослей, макрофитов, микро- и наннопланктона, так называемые красные приливы вследствие роста биопродуктивности динофлагеллят рода *Karenia*, развитие гипоксии и аноксии при избытке питательных веществ. Катастрофические периодические всплески цветения смертельно опасных для морского и океанического



биоса динофлагеллят наблюдаются в течение нескольких веков, в штате Флорида они упоминаются первыми переселенцами и являются результатом сочетания субмаринной разгрузки и периодического теплого течения. В настоящее время данный эффект многократно усиливается из-за активной и разноплановой антропогенной деятельности.

Коралловые рифы при разгрузке обогащенных питательными веществами подземных вод могут подавляться и вытесняться макрофитами. При разгрузке чистой подземной воды кальцификация кораллов увеличивается. Избыток нутриентов, поступающих к рифу, нередко вызывает размножение вредоносного микробиоса (черная болезнь). Низкая соленость и pH разгружающихся подземных вод вызывают у кораллов стресс. Учащенное дыхание при избытке питательных веществ также приводит к стрессу.

Микробиальный состав поровых вод на участках субмаринной разгрузки определяется лито-типом водовмещающих отложений [5]. Основными факторами являются ОВ-потенциал и соотношение C/N. На участках, где водовмещающие отложения представляет крупнозернистый песок, формируется окислительная среда, развиваются аэробные и факультативные бактерии и метанотрофы. На участках, где подземный поток, прежде чем разгрузиться в океан проходит сложную цепь преобразований при взаимодействии с породами, содержащими слои торфа, формируется восстановительная, анаэробная среда сульфатредуцирующие и ферментативные бактерии, метаногенные археи, характерные для торфяных болот. Данный механизм может быть привлечен для интерпретации значительного смещения (более, чем на 10‰) изотопных соотношений $\delta^{18}\text{O}$, $\delta^{13}\text{C}$ карбонатных отложений прибрежной зоны.

Таким образом, необходимо констатировать, что субмаринная разгрузка подземных вод в моря и океаны, имея глобальный характер распространения, по своему воздействию на условия осадконакопления прибрежных областей акваторий соизмерима с такими факторами, как поверхностный сток, морские и океанические течения, гидротермальный привнос и апвеллинг. В этой связи, требуется учитывать возможность воздействия субмаринной разгрузки подземных вод при анализе условий осадконакопления и развития обстановок палеоэкологических кризисов в морских и океанических седиментационных бассейнах, всплесков биопродуктивности, событий дезоксии, аноксии и прочих, особенно на фоне резких и разнонаправленных колебаний уровня моря.



Список литературы:

1. Бутузова Г.Ю. Гидротермальное рудообразование в рифтовой зоне Красного моря // Тр. ГИН РАН. Вып. 508. М: ГЕОС.1998. 312 с.
2. Зекцер И.С., Джамалов Р.Г., Месхетели А.В. Подземный водообмен суши и моря. Л.: Гидрометеиздат, 1984. 207 с.
3. Zektser I. S., Everett L. G. and Dzhamalov R. G. (2006) Submarine Groundwater. CRC Press, p. 466.
4. Beck, A. J., Charette, M. A., Cochran, J. K., Gonneea, M. E., and Peucker-Ehrenbrink, B. (2013). Dissolved strontium in the subterranean estuary— implications for the marine strontium isotope budget. *Geochim. Cosmochim. Acta* 117, 33–52. doi: 10.1016/j.gca.2013.03.021
5. Adyasari D, Hassenru"ck C, Montiel D, Dimova N (2020) Microbial community composition across a coastal hydrological system affected by submarine groundwater discharge (SGD). *PLoS ONE* 15(6): e0235235. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0235235> Editor: John M. Senko, The University of Akron, UNITED STATES Received: February 26, 2020 Accepted: June 10, 2020 Published: June 29, 2020
6. Taniguchi M, Dulai H, Burnett KM, Santos IR, Sugimoto R, Stieglitz T, Kim G, Moosdorf N and Burnett WC (2019) Submarine Groundwater Discharge: Updates on Its Measurement Techniques, Geophysical Drivers, Magnitudes, and Effects. *Front. Environ. Sci.* 7:141. doi: 10.3389/fenvs.2019.00141
7. Santos I. R., Chen X., Lecher A. L, Sawyer A. H., Moosdorf N., Rodellas V., Tamborski J., Cho H. M., Dimova N., Sugimoto R., Bonaglia S., Li H., Hajati M. C. and Li L. Submarine groundwater discharge impacts on coastal nutrient biogeochemistry // *Nature Reviews Earth & Environment*. March 2021.
8. Zhou, Y. Q., Sawyer, A. H., David, C. H., & Famiglietti, J. S. (2019). Fresh submarine groundwater discharge to the near-global coast. *Geophysical Research Letters*, 46, 5855–5863. <https://doi.org/10.1029/2019GL082749>
9. Голованова О.В. Подземные воды водоносного комплекса плейстоцена Северного Каспия и Прикаспия. Сообщение 1. Специфика условий водообмена и факторы сохранения седиментогенных вод // *Литология и полез. ископаемые*. 2015. № 3. 258–275.
10. Kolokoussis P, Hanassi V. K., Rokos D., Argialas D., Omenis A., Karageorgis P. & Georgopoulos D. (2011): Integrating thermal and hyperspectral remote sensing for the detection of coastal springs and submarine groundwater discharges, *International Journal of Remote Sensing*, DOI:10.1080/01431161.2010.533209
11. Nuclear and isotopic techniques for the characterization of submarine groundwater discharge in coastal zones. Vienna: IAEA, 2008. 192 p.



12. Debnatha P., Dasb K., Mukherjeea A., Ghoshd N. C., Raod S., Kumard S., Krishand G., Joshie G. Seasonal-to-diurnal scale isotopic signatures of tidally-influenced submarine groundwater discharge to the Bay of Bengal: Control of hydrological cycle on tropical oceans Journal of Hydrology 571 (2019) 697–710.

Литологические особенности как индикатор при поиске и изучении интерстициальной фауны прибрежного мелководья

Гонта Т. В.^{1*}, Лыков Н. А.²

¹ Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН

² Геологический институт РАН

*Email: GontaTV@ipgg.sbras.ru

Ключевые слова: мейобентос, интерстициальная фауна, остракоды, фосфатизация.

Интерстициальная фауна (мейобентос) – это мелкомерные животные, обитающие в заполненном водой межпоровом пространстве зерен песка или другими твердыми частицами на пляжах, литорали и на дне водоемов [1, 2]. Изучение современной мейофауны происходит путем отбора донных осадков на различную глубину с последующей интеграцией из него живых организмов. В палеонтологии же все остатки организмов, независимо от образа их жизни, будь то пелагические животные, свободно плавающие в толще воды или бентосные формы, передвигающиеся по поверхности дна, уже заключены в породу, поэтому достоверно установить развитие в биоценозе интерстициальной фауны на палеонтологическом материале является затруднительным. Предполагать наличие мейобентоса в тафоценозе мы можем только по ряду косвенных признаков, среди которых следует отметить размеры раковин, структуру сообществ и тафономические особенности.

Однако существуют трудности с поиском интерстициальной фауны в древних отложениях. Большинство известных находок ископаемых представителей мейофауны относят к четвертичным отложениям [2]. Наиболее древними достоверными находками интерстициальных остракод являются туронские остракоды Чехии [3, 4]. Основной причиной осложняющий поиск данного типа фауны в до четвертичных отложений является среда их обитания – живя в экстремально мелководных условиях, раковины остракод после линьки или отмирания животного подвержены растворению и замещению, или даже механическому перетиранию кварцевыми зёрнами. Одним из примеров несостоявшейся находки интерстициальных остракод являются юрские отложения, где в процессе диагенеза все раковины оказались выщелочены. От остракод



остались лишь ядра — не подходящие для палеонтологических исследований [устное сообщение д. г. м. наук Е. М. Тесаковой].

Авторами в ходе комплексного изучения ордовикских отложений в бассейне р. Мойеро Сибирской платформы, в песчаниках киренско-кудринского времени (верхний ордовик, сандбийский ярус) был установлен своеобразный комплекс остракод, представленный одним видом.

Верхняя часть киренско-кудринского горизонта сложена кварцевыми песчаниками с косой и горизонтальной слоистостью, в подошве которых отчетливо проявлено эрозионное несогласие с карманами врезания и темно-серым косослоистым зернистым фосфоритом, мощностью около 20 см. Песчаные отложения не однородны, при этом неравномерно обогащены фосфатными пелойдами и биокластами. Выше слоя фосфорита пласты песчаников переслаиваются с маломощными прослоями алевролитов. На верхних поверхностях песчаников отмечаются следы ряби волнения, а на подошвах обнаружены ихнофоссилии *Cruiziana* и *Rusophycus* [5]. Выше по разрезу алевролиты исчезают, а в косослоистых песчаниках отмечаются вертикальные следы зарывания *Skolithos* [6]. В этих породах, относящихся к наиболее мелководной части разреза (предположительно фация берегового вала или нижнего пляжа), были обнаружены фосфатизированные интерстициальные остракоды.

Плотность популяции (более 2000 экземпляров), размер раковин остракод, не превышающий 0,9 мм, а также отсутствие следов переноса и сортировки (в тафоценозе установлены как целые раковины, так и разрозненные створки размерностью от 0,3 до 0,9 мм) указывают на автохтонный характер захоронения. Учитывая обстановки формирования и развития биоценоза, приуроченные к крайне мелководным условиям с активным гидродинамическим режимом, можно предположить, что захоронение происходило не на поверхности дна бассейна, а в толще осадка, тем самым исключая внешнее механическое воздействие на раковины волновых движений водных масс. Данная находка может считаться одной из самых ранних. При этом на сохранность остракод во многом повлияли особенности седиментации на рубеже среднего-верхнего ордовика.

Ранее в данной части разреза реки Мойеро зафиксирована область активного фосфатонакопления [6]. Это событие связано с тем, что на рубеже среднего и верхнего ордовика на эту часть Сибирской платформы оказывал существенное влияние апвеллинг на фоне глобальных (изменение циркуляции вод мирового океана) и региональных (фациальные особенности) благоприятных условий накопления фосфоритов. Уникальность рассматриваемого местонахождения заключается в



фосфатизации изначально кальцитовых раковин остракод, что создало благоприятные условия для их сохранности.

Таким образом, можно констатировать, что раннедиагенетическая фосфатизация скелета интерстициальной фауны (на примере находки в разрезе реки Мойеро) может способствовать ее сохранению в геологической летописи. Интервалы активной фосфатизации, связанные с апвеллингом, не редки в геологической летописи, их можно наблюдать не только в ордовикское время, но в других геологических эпохах. Поэтому для поиска интерстициальной фауны, важной для палеоэкологических, а в отдельных случаях палеогеографических реконструкций, необходимо искать не только связанные с их обитанием мелководные фации, но также при поиске мейофауны прибрежного мелководья необходимо учитывать литологические особенности, связанные, прежде всего, с проявлением фосфатизации.

Список литературы:

1. Nicols A. G. Copepods from the interstitial fauna of a sandy beach. // Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 1935. 20. 379–406.
2. Mare M. F. A study of marine benthic community with special reference to the microorganisms // Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 1942, 25, N 3, p. 517–557.
3. Pokorný V. *Pussella* and *Saipanetta* (Ostracoda, Crustacea) in the Lower Turonian of Bohemia, Czechoslovakia. // *Cas. Mineral. Geol.*, 1989. 34. (3): 225–237.
4. Danielopol, D. L., Wouters, K. Evolutionary (Paleo) biology of marine interstitial Ostracoda. // *Geobios* 25: 1992. (2) 207–211.
5. Dronov, A., Kushlina, V. B. First finding of *Cruziana* and *Rusophycus* in the uppermost Middle Ordovician of the Siberian Platform. // 5th Workshop on Ichnotaxonomy, Abstracts and Guide of Excursion, 2014. Geological Institute, Slovak Academy of Sciences., Smolenice, Bratislava, Slovakia.
6. Lykov N., Rosrovtseva Yu., Dronov A. Late Middle to Late Ordovician phosphate accumulation of the Moyero river section (Siberia): a record of upwelling and global cooling. // *Russian journal of Earth Science* (в печати).



Литологические и палеонтологические индикаторы карбонатных источников сноса в раннепермский флишевый бассейн Южного Урала

Горожанина Е. Н., Горожанин В. М.*, Кулагина Е. И.

Институт геологии УФИЦ РАН, Уфа

*Email: gorozhanin@ufaras.ru

Ключевые слова: флиш, фораминиферы, конодонты, переотложение.

Флишевый бассейн Южного Урала во многих чертах является эталонным объектом для определения модели осадконакопления [1, 2]. Б. М. Келлером [1] впервые было отмечено то, что горизонты глыбовых брекчий (дикий флиш), в составе флишевых ритмов, являются результатом одноактных катастрофических событий – землетрясений. Имеются разные мнения об источниках сноса карбонатной кластики во флишевые толщи. Существует предположение, что карбонатная и терригенная кластика сносились с востока – с зоны поднятий Уральского палеоорогена позднепалеозойской коллизионной стадии [3], либо только с запада – с области карбонатного шельфа платформы [5], либо за счет разрушения гипотетического погребенного краевого палеоподнятия [4]. По данным [1,2], основным седиментационным процессом был разнос терригенных осадков с востока, второстепенным – периодический разнос известнякового материала с запада.

В Предуральском прогибе флишевые отложения нижней перми распространены в Юрюзано-Айской впадине, в западной части Бельской впадины и в зоне линейной складчатости на западе Зилаирского синклинория. Механизм их формирования подробно изложен Г. А. Мизенсом [3]. Особенностью является чередование тонкозернистых фоновых осадков, сложенных аргиллитами и известковистыми алевролитами, силицитами (спонголитами и радиоляритами), и зернистых обломочных прослоев, часто с градационной сортировкой, ритмично чередующихся по турбидитовому типу. В составе обломочных прослоев наблюдаются многочисленные обломки известняков разного типа и возраста, в том числе мелководно-шельфовых и рифовых. Карбонатная кластика представлена литокластами и несет информацию о фациальной обстановке, содержит фаунистические остатки, по которым определяется возраст обломков, а также представлена переотложенными остатками фауны. Изучение переотложженной карбонатной кластики является аналогом современного способа изучения источников сноса по детритовым цирконам.

Переотложение фауны. Закономерности в характере переотложения фузулинидовой фауны в нижнепермских терригенно-карбонатных породах зоны линейной передовой



складчатости были подмечены Д. М. Раузер-Черноусовой. Переотложение конодонтовой фауны отмечено В. Н. Пазухиным во флишевых отложениях нижнего и среднего карбона Зилаирского синклиория [6, 7]. Переотложение фораминифер подтверждается присутствием представителя каменноугольного рода *Archaediscus*, а также фузулинид позднекаменноугольно-раннепермского рода *Triticites* во флишевых отложениях артинского яруса в разрезе Мечетлино в зернистых прослоях среди аргиллитов [8].

Переотложенные карбонатные обломки несут характерные литофациальные признаки условий их формирования.

В составе ассельской плоскообломочной курмаинской брекчии [9], сложенной разновозрастными обломками глубоководных микритовых известняков, наблюдаются также обломки оолитовых и ооидных фораминиферовых известняков мелководной отмельной фации, они относятся к среднему карбону (Рисунок а-г). Этот тип известняков широко распространен в разрезах скважин, вскрывших карбонатные породы мелководного шельфа под депрессионными и флишевыми отложениями в центральной части Предуральяского прогиба на Беркутовской, Исимовской, Тавакановской, Предуральской площадях (Рисунок д). Обломки визейских и серпуховских известняков широко распространены в составе грубообломочных горизонтов среди флиша среднего и верхнего карбона [2, 10]. Примером является Сапоякская брекчия [2].

Среди флиша среднего карбона отмечаются крупные глыбы биогермных известняков с колониями *Chaetetidae* (хаететисов), которые по данным О. Л. Коссовой отнесены к серпуховскому ярусу нижнего карбона. Водорослевые и коралловые известняки распространены как в платформенных разрезах визейского и серпуховского ярусов западной части Башкирского антиклинория, так и на востоке Южного Урала.

В Магнитогорской зоне в это время формировались мощные карбонатные отложения кизильской свиты с водорослевыми и коралловыми биогермами [11, 12]. В артинском флише (Айтуарская степь в Оренбуржье) наблюдаются глыбовые отторженцы, представленные рифовой фацией тубифитовых известняков ассельского яруса (Рисунок з, и, к). Такие же тубифитовые биогермные известняки составляют основание Стерлитамакских шиханов [13]. На платформенный источник биокластики, образовавшейся в результате разрушения и размыва закарстованных карбонатов в предкунгурское время, указывает обнаружение микрокодиевых обломков в штормовых прослоях в артинском флише в разрезе Мечетлино [8] (Рисунок е, ж).

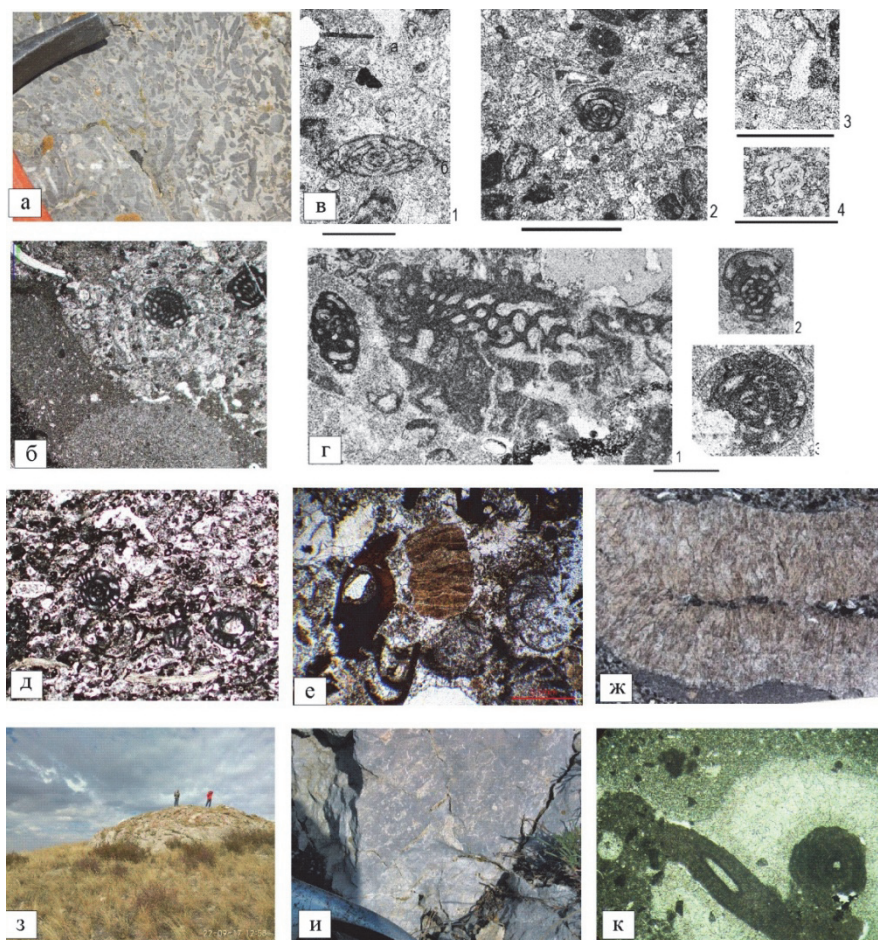


Рисунок. Сопоставление литофациальных типов известняков из обломков во флишевых отложениях нижней перми юго-западной части Зилаирского синклинория с платформенными фациями: а, б, в, г – курмаинская брекчия, Кондуровка, ассельский ярус; б – то же, шлиф николи //, в, г – фораминиферовые известняки среднего карбона из обломков в курмаинской брекчии: 1 - мелкобиокластовый пакстоун с фораминиферами: *Asteroarchaediscus* sp.; *Fusiella* ex gr. *tipica* Lee et Chen., 2 – мелкобиокластовый пакстоун с *Eoshubertella znensis* (Raus.). 3, 4 - *Asteroarchaediscus* sp., средний карбон, московский ярус; г – шлифы. николи //: 1 - слева раковина *Tolypammina* sp., справа – раковина фузулины с кериотекальной стенкой, 2- *Pseudostaffella* sp., 3 - *Depratina* ex gr. *prisca* (Deprat), в, г - масштабная линейка = 0,5 мм, средний карбон, московский ярус; д – известняк водорослево-фораминиферовый, шлиф, николи //, скв. 106 Предуральская, гл. 3947 м, средний карбон, башкирский-московский ярусы; е – полибиокластовый известняк с обломком инкрустационного кальцита микрокодиевого типа (в центре), Мечетлино, артинский ярус; ж – инкрустации микрокодиевого типа в мшанковом известняке, скв. 35 Куштау, гл. 41 м, сакмарский ярус; з, и, к – крупная глыба нижнепермских тубифитовых известняков ассельского яруса среди флишевых отложений артинского яруса, Айтуарская степь; и – тубифитовый известняк из глыбы, к – шлиф, николи //.



Изучение литофациального состава карбонатных обломков указывает на три основных источника их сноса: местный, восточный и западный. Местный источник имели карбонатные обломки, сложенные микритовыми известняками хемогенной природы, силицитами, известковистыми алевролитами с глубоководной фауной – радиоляриями, аммонитами, спикулами кремнистых губок. Они представляют с собой фоновые осадки дна бассейна. Предположительно, восточный источник (с карбонатной платформы, существовавшей в Магнитогорской зоне в раннем карбоне) имеют обломки и глыбы биогермных визейских, серпуховских известняков. Западный источник предполагается для обломков мелководных ооидно-форминиферовых известняков среднего карбона, которые сносились с карбонатной платформы, находящейся сейчас в центральной части прогиба и перекрытой депрессионными осадками и флишем ранней перми. В артинский флиш глыбы и обломки рифовых известняков с фауной ассельско-сакмарского интервала поступали в виде оползневых отторженцев и обломочных потоков с разрушающегося под действием штормов и землетрясений пермского карбонатного шельфа [8]. Механизм разрушения – землетрясения, механизмы переноса карбонатной кластики – оползни, штормовые волнения, турбидные и зерновые потоки. Предполагаемый механизм смещения разнофациальной кластики – внутрибассейновые течения, а также рециклинг, т. е. повторное переотложение при разрушении литифицированных осадков.

Список литературы:

1. Келлер Б. М. Флишевая формация палеозоя в Зилаирском синклинии на Южном Урале и сходные с ней образования. М.: Изд. АН СССР, 1949. 165 с. (Труды/ ИГН АН СССР; Вып. 104).
2. Хворова И. В. Флишевая и нижнемолассовая формации Южного Урала. М.: Изд. АН СССР, 1961. 352 с. (Труды/ ГИН АН СССР; Вып. 37).
3. Мизенс Г. А. Верхнепалеозойский флиш Западного Урала. Екатеринбург: УрО РАН, 1997. 229 с.
4. Щекотова И. А. Карбонатные формации Южного Приуралья. М.: Наука, 1990. 110 с.
5. Чувашов Б. И. Динамика развития Предуральского краевого прогиба // Геотектоника, 1998. № 3. С. 22–37.
6. Горожанина Е. Н., Пазухин В. Н. Этапы активизации геодинамических процессов в позднедевонское-среднекаменноугольное время на западном склоне Зилаирского мегасинклиния и их датирование по фауне конодонтов // Геологический сборник. Уфа: ИГ УНЦ РАН, 2007. С. 56–65.
7. Горожанина Е. Н., Пазухин В. Н., Пучков В. Н. Палеогеодинамические условия переотложения конодонтов в осадках позднего девона–раннего карбона Южного Урала // Доклады РАН, 2010, том 432. № 2. С. 210–214.



8. Горожанина Е. Н., Горожанин В. М., Исакова Т. Н., Филимонова Т. В. (2023). Литофациальные особенности и биономическая специфика комплексов ископаемых остатков нижнепермских отложений Юрюзано-Айской впадины Южного Урала (на примере разреза Мечетлино) // Стратиграфия. Геол. корреляция. Том 31. № 3. С. 1–24.
9. Горожанин В. М., Горожанина Е. Н. Карбонатные брекчии в нижнепермских отложениях Южного Урала как маркеры сейсмических событий // Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана, Урала и сопредельных территорий. Материалы / 14-я Межрегиональная научно-практическая конференция, Уфа, 23–26 мая 2022 г. Москва: Издательство «Перо», 2022. С. 47–50.
10. Иванова Р. М. Фузулиниды и водоросли среднего карбона Урала (зональная стратиграфия, палеобиогеография, палеонтология). Екатеринбург: УРО РАН, 2008. 204 с.
11. Горожанина Е. Н., Пазухин В. Н., Горожанин В. М. Палеофациальная модель осадконакопления нижнекаменноугольных отложений на Южном Урале // Материалы международного полевого совещания «Типовые разрезы карбона России и потенциальные глобальные стратотипы» Уфа–Сибай, 13–18 августа 2009 г., Уфа: ООО Дизайнполиграфсервис, 2009. С. 12–21.
12. Лутфуллин Я. Л. История геологического развития центральной части Магнитогорского мегасинклинория в каменноугольном периоде // Стратиграфия и геология карбона Южного Урала и восточной окраины Русской платформы. Уфа: БФАН, 1975. С. 145–155.
13. Корольюк И. К. Методика и результаты изучения пермского рифогенного массива Шахтау (Приуралье). М.: Наука, 1985. 111 с.

Тепловодные, холодноводные и глубоководные карбонаты: диагностика и основные характеристики

Дронов А. В.

ГИН РАН, Москва
Email: avdronov@gmail.com

Ключевые слова: Карбонатные породы, тепловодные, холодноводные, глубоководные.

Карбонатные породы являются одними из наиболее распространенных на Земле осадочных горных пород, составляя до 29 % ее осадочной оболочки [1]. Они характеризуются поразительным разнообразием литотипов и достаточно широким спектром обстановок осадконакопления. Большая часть (по объему) карбонатных пород формировалась в теплых, мелководных обстановках седиментации тропического климата. При этом, мелководное тропическое осадконакопление может быть чрезвычайно быстрым, выдерживая сколу угодно высокие скорости поднятия уровня



моря или прогибания дна бассейна седиментации [2, 3]. Однако, если брать в расчет не столько объемы, сколько площади распространения карбонатных пород, то холодноводные и глубоководные карбонаты при меньших мощностях могут занимать не меньшие, а то и большие площади.

Хорошим примером могут служить гемипелагические отложения писчего мела, состоящие из скелетных остатков известковых водорослей (кокколитофорид) и фораминифер. Сами водоросли жили в относительно теплом приповерхностном слое воды, но накопление осадка происходило уже в холодных придонных водах. Другим примером являются глубоководные и холодноводные карбонатные красноцветные фации, типа юрских тетических фаций “Ammonitico Rosso” [4]. Для меловых фаций глубоководных морских красноцветных известняков используется аббревиатура CORB – Cretaceous Oceanic Red Beds [5]. Аналогичные красноцветные карбонаты широко распространены в отложениях ордовика и силура Русской, Южно-Китайской и Таримской платформ [6, 7, 8].

Относительно глубоководные склоновые отложения представлены карбонатными турбидитами, переслаивающимися с зерновыми и мусорными потоками и следами подводного оползания. Как правило, такие отложения представлены карбонатами, которые первоначально сформировались на мелководье в условиях теплого тропического климата и были затем перенесены и переотложены на глубине. Они обычно характеризуются темным цветом и хорошо выраженной слоистостью и градиционной структурой.

Мелководные карбонаты могут формироваться как в тепловодных тропических морях, так и в морях умеренного и даже холодного климата. Однако, в учебниках и монографиях по карбонатной седиментации и фациальному анализу карбонатных отложений 95 % всех примеров относится обычно к тепловодным тропическим обстановкам. Холодноводные карбонаты практически игнорировались исследователями в золотой век карбонатной седиментологии – между 50 и 80 г.г. XX столетия, когда на основе сравнительного изучения современных и ископаемых карбонатных комплексов в теплых морях были получены результаты, легшие в основу современной карбонатной седиментологии. Знания по седиментологии холодноводных карбонатов базируются на исследованиях, проведенных в 70-е и начале 80-х в Новой Зеландии, Австралии и Южной Африке [9]. На современных шельфах удается распознавать две характерные ассоциации биокластов, «холодноводную» или форамоловую (Foraminifera+mollusca) и «тепловодную» или хлорозоановую (Chlorophyta + Zoantaria). Пороговыми значениями для распространения хлорозоановых частиц в современных морях, является



минимальная температура поверхностных вод в 14°C – 15°C и среднегодовая температура не менее 23°C . Эти ассоциации биокластов распознаются и в отложениях геологического прошлого [10].

Для тепловодных карбонатов, кроме того, характерно обилие карбонатного ила, наличие кальцитовых оолитов и строматолитов. Хорошим аргументом в пользу холодноводности отложений является наличие в них аутигенных минералов, образующихся при низких температурах. Речь идет, в частности, о глауконите, оптимальный интервал температур формирования которого составляет 4 – 14°C [11]. Обилие рассеянных зерен глауконита в мелководных известняках нижнего и среднего ордовика Прибалтики может рассматриваться как убедительное свидетельство их холодноводного происхождения. Аналогичное обогащение глауконитом современных холодноводных карбонатов зафиксировано на примере Южной Австралии [9]. Там же отмечены и поверхности перерыва с железистой гидрогетитовой импрегнацией столь характерные для отложений волховской и кундаской секвенций Балтоскандии [12, 13], а также для волгинской секвенции Сибирской платформы [14].

В результате проведенных в последние годы исследований опорных разрезов среднего и верхнего ордовика Сибирской платформы было установлено, что, как минимум, начиная с подошвы волгинского горизонта (поздний дарривил), биокластические известняки ордовика представлены холодноводными карбонатами. Смене тепловодных тропических карбонатов, характерных для нижнего ордовика Сибирской платформы, холодноводными предшествует разрушение тепловодной «карбонатной фабрики».

Холодноводные и тепловодные карбонаты по-разному реагируют на изменения уровня моря. Тепловодные голоценовые карбонаты, особенно те из них, которые представлены рифостроящими хлоралгальными фациями, обычно легко поспевают за относительно быстрым поднятием уровня моря [14]. Карбонатная седиментация в тропиках в состоянии компенсировать почти любое тектоническое погружение или эвстатический подъем уровня моря, если остальные благоприятные параметры седиментации сохраняются [2]. В то же время карбонаты умеренного климата легко затапливаются при трансгрессии, поскольку они не могут поспеть за скоростью, с которой поднимается уровень моря. В целом, форма осадочных тел, формирующихся на холодноводном карбонатном рампе при колебаниях уровня моря, очень похожа на таковую терригенных шельфов. Секвенс-стратиграфическая модель для холодноводных карбонатов, поэтому гораздо ближе к моделям шельфов с терригенным осадконакоплением, нежели к моделям тропической карбонатной седиментации [15].



Работа выполнена в рамках госзадания ГИН РАН № FMMG-2021-0003

Список литературы:

1. Кузнецов В.Г. Литология. Осадочные горные породы и их изучение: Учебное пособие для вузов. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2007. 511 с.
2. Уилсон Дж. Л. Карбонатные фации в геологической истории. М., «Недра», 1980. – 463 с.
3. Schlager, W. Carbonate Sedimentology and Sequence Stratigraphy. SEPM Special Publication. Concepts in Sedimentology and Paleontology No 8, Tulsa, Oklahoma, 2005. 200 p.
4. Дронов А.В. 2023. Глубоководные морские красноцветы в эпиконтинентальных морях ордовика. Материалы Всероссийской научной конференции Фундаментальные проблемы изучения вулканогенно-осадочных, терригенных и карбонатных комплексов (Литол 2023). М.: ГЕОС, 2023, С. 51–54.
5. Wang C., Hu X., Huang Y. et al. Cretaceous Oceanic Red Beds: Stratigraphy, Composition? Origins and Paleoceanographic and Paleoclimatic Significance. SEPM Special Publication. 2009. V. 91, P. 13–33.
6. Lindström M. The Ordovician climate based on the study of carbonate rocks. Aspects of the Ordovician System. Palaeontological Contributions from the University of Oslo, No 295. 1982, p. 81–88.
7. Lindström M., Chen J-Y, Zhang J-M. Section at Daping reveals Sino-Baltoscandian parallelism of facies in the Ordovician. GFF, 1991, V. 113. N 2-3, P. 189–205.
8. Zhan R., Jin J., Liu J. et al., Meganodular limestone of the Pagoda Formation: A time-specific carbonate facies in the Upper Ordovician of South China. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. 2016. V. 448, P. 349–362.
9. James, N.P. The cool-water carbonate depositional realm // James, N.P. and Clarke, J.A.D. (eds.) Cool-water carbonates. SEPM Special Publication. No. 56. Tulsa. 1997. P. 1–22.
10. Flugel E. Microfacies of Carbonate Rocks. Second edition. Springer, 2010. 1005 p.
11. Odin G.S. and Matter A. De glauconarum originae // Sedimentology. 1988.V. 28. P. 611–641.
12. Дронов А.В. Отличительные особенности нетропических карбонатов на примере ниже- и среднеордовикских отложений Прибалтики // Ю.П. Юшкин (отв. ред.) Литология и Нефтегазоносность карбонатных отложений. Материалы Второго Всероссийского литологического совещания и Восьмого всероссийского симпозиума по ископаемым кораллам и рифам. Сыктывкар: Геопринт, 2001. С. 18–19.
13. Dronov, A., Rozhnov, S. Climatic changes in the Baltoscandian basin during the Ordovician: sedimentological and palaeontological aspects // Acta Palaeontologica Sinica. 46. 2007. (Suppl.). P. 108–113.
14. Dronov, A. Late Ordovician cooling event: Evidence from the Siberian Craton // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. 2013. V.389. 1. P. 87–95.
15. Loucks, R.G. and Sarg, J.F. (Eds.) Carbonate Sequence Stratigraphy / AAPG Memoir 57. Tulsa. 1993. 545 p.



Стратиграфия нижнего мела Юго-Западного и Центрального Крыма

Дубкова К. А.^{1*}, Шишлов С. Б.^{1,2}, Чеботарева В. А.^{1,2}

¹ Санкт-Петербургский государственный университет

² Институт геологии и геохронологии докембрия РАН

*Email: ksenya-dubkova@mail.ru

Ключевые слова: стратиграфическая схема, толща, свита, серия, горизонт.

Действующая Региональная стратиграфическая схема нижнемеловых отложений Крыма опубликована в 1984 г. [1]. В ней приведены характеристики свит и толщ, сопоставленных по фауне с ярусами и подъярусами Общей стратиграфической шкалы. Позднее выделением и обоснованием местных стратонов нижнего мела в междуречье Качи и Бодрака занимались Б. Т. Янин [2] и Е. Ю. Барабошкин [3], а В. В. Аркадьев предложил новую схему стратиграфического расчленения берриаса Горного Крыма [4]. При этом до сих пор Региональная схема [1] не содержит, собственно, региональных подразделений, которыми, согласно Стратиграфическому кодексу [5], являются горизонты (надгоризонты, подгоризонты). Этот пробел не был восполнен и при составлении изданной в 2019 г. Государственной геологической карты масштаба 1: 1 000 000 [6]. Важной новацией в этой работе стало предложенное стратиграфическое районирование Крыма. В пределах рассматриваемой территории для нижнего мела установлена Предгорная структурно-фациальная зона (СФЗ), включающая Байдарскую, Бельбекскую, Качинскую, Битакскую, Бештерек-Бурульчинскую и Белогорско-Старокрымскую структурно-фациальные подзоны (СФПЗ) [6].

Авторами в ходе полевых и камеральных работ 2015–2024 гг. был собран и обработан фактический материал, позволивший, с учетом многочисленных публикаций, представляющих результаты биостратиграфических исследований, выполнить ревизию и актуализацию стратиграфической схемы нижнего мела Крыма, учитывающую современные данные о возрасте и взаимоотношениях стратонов (Рисунок 1, 2).

Стратиграфические объемы каратлыхской и резанской свит изменены, и их граница проведена по несогласию между нижним и верхним валанжином, которое выявлено в обнажениях гор Резаная и Белая [3, 5]. В связи с тем, что в каратлыхской свите установлено [2, 3], а в зеленогорской толще предполагается присутствие зоны *Thurmanniceras otopeta*, они сопоставлены с верхним берриасом – нижним валанжином.

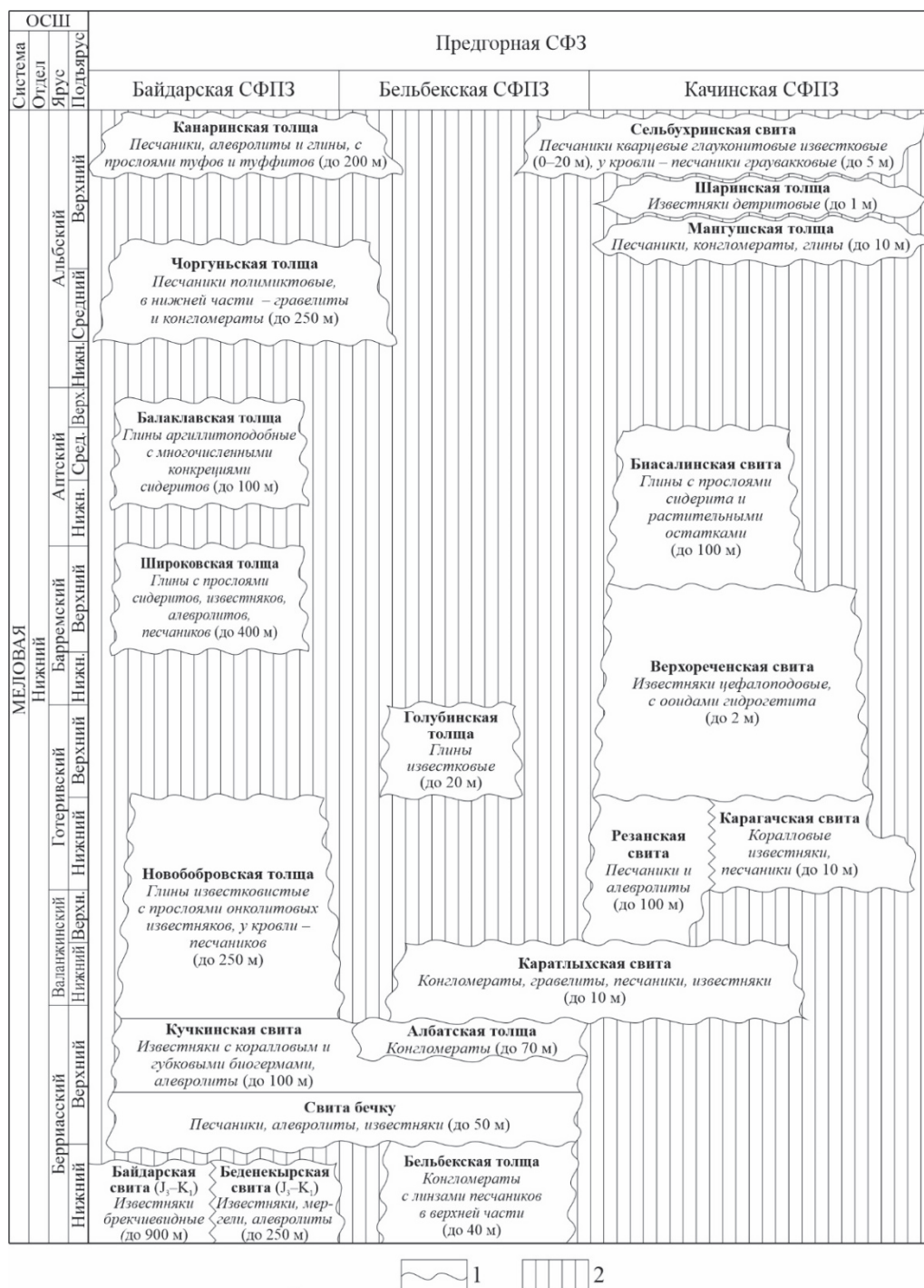


Рисунок 1. Стратиграфическая схема Байдарской, Бельбекской и Качинской структурно-фациальных подзон Предгорной структурно-фациальной зоны нижнего мела Крыма. Составлена по [1, 2, 3, 4, 7, 9 и др.]. 1 – несогласие, 2 – стратиграфический перерыв.



Система Отдел Ярус	ОСШ	Предгорная СФЗ		
		Битакская СФЗ	Бештерек-Бурульчинская СФЗ	Белогорско-Старокрымская СФЗ
МЕЛОВАЯ	Верхний	Мамакская толща В нижней части глины, выше песчаники кварцевые с прослоями глин (до 300 м)		Мелиховская толща Глины известковистые, с прослоями известняков, песков, мергелей (до 100 м)
		Салгирская толща Глины с прослоями песчаников, гравелитов и известняков (до 300 м)		Индольская толща Глины с прослоями песчаников (до 200 м)
		Ангарская толща Глины с конкрециями сидеритов, в верхней части – с прослоями алевролитов и песчаников (до 300 м)		Курская толща Глины с конкрециями сидеритов (до 200 м)
	Средний			Тайганская толща В нижней части глины серые с прослоями сидеритов, в верхней – глины пестроцветные (до 500 м)
				Богатовская толща Крупногалежные конгломераты, гравелиты, песчаники, глины (до 250 м)
				Тополевская толща Глины песчанистые с конкрециями сидерита, у основания – конгломераты (до 500 м)
	Нижний	Малосалгирская толща Конгломераты и гравелиты с прослоями глин (до 100 м)		Горлинская толща Конгломераты, песчаники и глины в нижней части, глины с прослоями известняков и песчаников в верхней (до 250 м)
		Биюк-янкойская толща Глины бурые известковистые, с прослоями песчаников (до 45 м)	Куническая толща Глины и алевролиты известковистые с прослоями песчаников (более 60 м)	Старокрымская толща В нижней части конгломераты, в верхней – песчаники, известняки и глины (до 60 м)
			Мазанская свита Песчаники, конгломераты, алевролиты, глины (до 300 м)	Двуякорная свита (J₂-K₁) Глины, известняки (до 900 м)
	Верхний		Зеленогорская толща Песчаники, глины, конгломераты, известняки (до 40 м)	
		Таскоринская толща Глины и алевролиты с губковыми биогермами (до 50 м)	Соловьевская толща Известняки с коралловыми и губковыми биогермами, глины, алевролиты (до 50 м)	
			Межгорьевская толща Глины с прослоями песчаников и алевролитов, известняков (до 180 м)	
	Нижний	Байдарская свита (J₂-K₁) Известняки брекчиевидные (до 900 м)	Беленекрыская свита (J₂-K₁) Глинистые известняки с прослоями алевролитов (до 800 м)	

Рисунок 2. Стратиграфическая схема Битакской, Бештерек-Бурульчинской и Белогорско-Старокрымской структурно-фациальных подзон Предгорной структурно-фациальной зоны нижнего мела Крыма. Составлена по [1, 4, 7, 8, 9 и др.]. Условные обозначения см. на рис. 1.



Для уточнения возраста палеонтологически не охарактеризованной зеленогорской толщи использован метод Sr-изотопной стратиграфии. Исследования показали, что известняки верхней части зеленогорской толщи относятся к нижнему валанжину [7].

Саблынская толща (по д. Саблы, ныне с. Партизанское), выделенная под цефалоподовыми известняками верхореченской свиты, упразднена, и соответствовавший ей интервал разреза отнесен к карагачской свите.

На основании находок аммонитов и выполненных корреляционных построений показано, что «пачка красно-бурых органогенных известняков» в разрезах р. Бештерек [1], сопоставлявшаяся ранее с верхореченской толщей баррема, образует прикровельную часть мазанской свиты валанжинского возраста. Ее перекрывает впервые выделенная куническая толща нижнего готерива, сложенная глинами с конкрециями сидерита [8].

В рассматриваемой схеме (см. рис. 1, 2) количество толщ (28) почти в три раза превышает количество свит (11). Такое соотношение свидетельствует о недостаточном уровне литологических исследований, направленных на обоснование местных стратонов, поскольку для них «неясны соотношения с ниже- и (или) вышележащими отложениями, достоверно не определен район распространения, не указан стратотип» [5]. Для решения задачи перевода толщ в ранг свит необходимо послойное изучение разрезов региона, представленных в обнажениях и керне скважин, комплексный био-, хемо-, магнито-, лито-, цикло-стратиграфический анализ собранных материалов, направленный на обоснование детальных корреляционных построений, установление стратотипов (возможно, составных [5]) и разработку трехмерной модели геологического строения нижнего мела Крыма.

Другой, тесно связанной с предыдущей и весьма актуальной на сегодня задачей является определение объемов и обоснование региональных стратонов нижнего мела как совокупностей горных пород, сформировавшихся «... в определенные этапы геологической истории крупного участка земной коры, отражающие особенности осадконакопления...» [5] в палеобассейне. Первым шагом для решения этой весьма нетривиальной проблемы (см. рис. 1, 2) может стать секвентный анализ [9, 10], который, как показывают первые опыты его применения при изучении разрезов валанжина [7], позволяет установить региональные этапы раннемеловой седиментации, и на этом основании объединить свиты/толщи в серии, отвечающие крупным циклам осадконакопления [5].

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-27-00197, <https://rscf.ru/project/24-27-00197/>



Список литературы:

1. Стратиграфические схемы фанерозойских образований Украины для геологических карт нового поколения. Киев: Геопрогноз, 1993.
2. Янин Б. Т. О соотношении общих и местных стратиграфических подразделений нижнего мела Юго-Западного Крыма (междуречье Кача–Бодрак) // Вестник. МГУ. Сер. 4. Геол. 1997. № 3. С. 29–36.
3. Барабошкин Е. Ю. Новая стратиграфическая схема нижнемеловых отложений междуречья Качи и Бодрака (Юго-Западный Крым) // Вестник МГУ. Сер. 4. Геол. 1997. № 3. С. 22–29.
4. Аркадьев В. В. Расчленение на свиты берриасских отложений Горного Крыма // Вестн. С.-Петербургского ун-та. Сер. 7. Геология. География. 2007. Вып. 2. С. 27-43.
5. Стратиграфический кодекс России. Изд-е третье, испр. и доп. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2023.
6. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1: 1 000 000 (третье поколение). Серия Скифская. Лист L-36 (Симферополь). Объяснительная записка. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2019.
7. Дубкова К. А., Шишлов С. Б., Кузнецов А. Б., Триколиди Ф. А. История формирования отложений валанжина Юго-Западного и Центрального Крыма // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2022. Т. 30. № 6. С. 46–66.
8. Дубкова К. А., Шишлов С. Б., Бугрова Э. М., Закревская Е. Ю. Строение и история формирования разреза нижнего мела – эоцена в центральной части Симферопольского поднятия // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки. 2022. Т. 164. Кн. 2. С. 297–313.
9. Posamentier H. W., Allen G. P. Siliciclastic Sequence Stratigraphy – Concepts and Applications. Tulsa: SEPM (Society for Sedimentary Geology), 1999. 216 p.
10. Жемчугова В. А. Резервуарная седиментология карбонатных отложений. М.: ООО «ЕАГЕ Геомодель», 2014



Изменение физических свойств осадочной породы для повышения нефтеотдачи

Козлов М. В.^{1,2*}, Медведева Е. А.^{1,3}

¹ Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, Москва

² ООО "НОВАТЭК-ЮРХАРОВНЕФТЕГАЗ", Новый – Уренгой

³ ООО "ГАЗПРОМ МОРСКИЕ ПРОЕКТЫ", Красноярск

*Email: faiden1998777@mail.ru

Ключевые слова: гидрофильность, гидрофобность, повышение нефтеотдачи.

Как известно, **гидрофильность** — характеристика интенсивности молекулярного взаимодействия вещества с водой, способность хорошо впитывать воду, а также высокая смачиваемость поверхностей водой; **гидрофобность** — свойство отталкивать воду, физическое свойство молекулы, «стремление», избежать контакта с водой. Сама молекула в этом случае называется гидрофобной (Рисунок) [1].

В контексте гидрофобности относительно воды, нефть обладает ровно противоположным свойством. Та среда, где вода обладает смачиваемостью, нефть же отталкивается от среды.

Исходя из этого можно сделать вывод, что в условиях коллектора, обладающих гидрофильными свойствами вода вытесняет больше нефти нежели чем из пород близким к гидрофобным. Согласно этому изменив свойства породы с гидрофобной на гидрофильную можно повысить нефтеотдачу.

Один из способов решения этой проблемы – это закачка щелочного раствора через систему ППД. Данная технология успешно применяется на Среднеботуобинском нефтегазоконденсатном месторождении ПАО «НК «Роснефть». Закачка щелочного раствора для изменения поверхностных свойств среды осадочных пород благотворно повлияла на эксплуатацию Среднеботуобинского месторождения. После 3 лет закачки щелочной раствор достиг зон остаточной нефти, что привело к постепенному увеличению нефтеотдачи. В течение последующих 2 лет нефтеотдача увеличилась в среднем в 2,5 раза.

Следует учитывать, что эта технология очень затратная. Для удешевления данной технологии руководство ПАО «НК «Роснефть» построило завод по производству щелочного раствора, что значительно уменьшило себестоимость реагента.

Вторая проблема – это окупаемость проекта. Средняя окупаемость данного ГТМ составляет от 10 до 15 лет. В условиях современного рынка настолько долгосрочные



проекты не находят достойного отклика от инвесторов в силу рисков изменчивости цен на энергоносители.

Смачиваемость пород

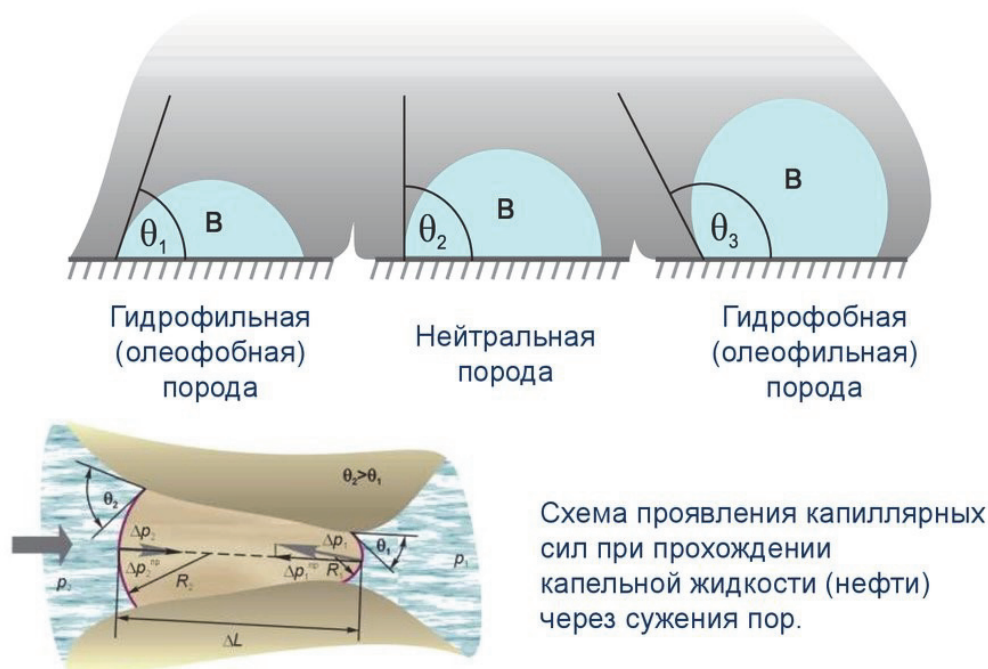


Рисунок. Смачиваемость пород.

Актуальность данной темы заключается не только в повышении нефтеотдачи и, как следствие, увеличении прибыли, но и в полноте эксплуатации недр. Согласно общепринятой статистики легко добываемые, поверхностные флюиды практически полностью извлечены и встает вопрос, как поступить дальше? Углубиться в недра земли или детализировать уже имеющиеся коллектора с их последующей разработкой.

Список литературы:

1. Елесина В. В. Краевой угол смачивания: Методические рекомендации к выполнению лабораторных работ по дисциплинам «Поверхностные явления и дисперсные системы» и «Физическая и коллоидная химия» для студентов всех форм обучения всех направлений подготовки и специальностей. // Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова, БТИ. – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2019. 22 с.



О связи симметрии метаморфизма углей и калиевого эпигенеза вмещающих пород в зоне влияния Алдано-Суннагинского разлома (Южно-Якутский бассейн)

Коробов А. Д.*, Коробова Л. А.

СГУ имени Н.Г. Чернышевского, Саратов

*Email: korobad@yandex.ru

Ключевые слова: метаморфизм углей, калиевый эпигенез, разломы.

Калиевый эпигенез, связанный с мезозойским этапом активизации, широко распространён по площади Алданского щита. Установлено (Блох и др., 1980), что калиевый эпигенез пород юхтинской свиты в Чульманской впадине, как составной части Алданского континентального массива, проявляется двумя процессами – адуляризацией и более высокотемпературной мусковитизацией. Изменения происходят по латерали в обстановке идентичного состава юхтинской толщи на всей территории Чульманской впадины. При этом делается попытка объяснить связь метаморфизма углей с преобразованием вмещающих пород без учета тектонических факторов, которые, как известно, играют исключительную роль при активизации щита. А.М. Блох и его соавторы (1980) предлагают противоречивую модель. В ней утверждается, что привносимый калий имеет глубинный (мантийный) источник, напрямую не связанный с мезозойским магматизмом, следы которого на Чульманской площади не зафиксированы. Вместе с тем установлено, что кристаллический фундамент Чульманской впадины подвергся активнейшим тектоническим движениям по зонам древних и вновь возникающих разломов, возобновившимся в мезозое после длительного периода относительного покоя. Блоковые перемещения по разломам с неодинаковыми амплитудами, особенно ярко проявившиеся в раннемеловое время (Желинский, 1980), вызывали различные по интенсивности проявления стресса, которые затронули не только складчатое основание, но и перекрывающие юрско-меловые отложения (Мокринский, 1961). К таким тектонически активным участкам Чульманской впадины необходимо относить Алдано-Суннагинский (АС) и Южно-Якутский (в районе одноименного надвига, в котором сосредоточено Нерюнгринское месторождение) региональные разломы (Рисунок).

В описываемых обстановках в зонах разломов возникает пульсирующие глубинные пустотные пространства с циркуляцией поверхностных вод, активно взаимодействующих с угленосными породами. Они, многократно повторяя цикл, засасываются вниз до 15 км с последующим отжатием вверх (Жабрев и др., 1995). При



этом происходило смешение восходящих растворов (разнотемпературных в зависимости от расстояния до активного разлома), находящихся в тектонически разбитых породах фундамента, с нисходящими гидротермами, возникшими в осадочном чехле за счёт сеймотектонических процессов. Важно подчеркнуть, что в нисходящих растворах всегда присутствует калий. Он легко выщелачивается из обломочного биотита, калиевых полевых шпатов и даже кислых плагиоклазов (Коссовская, 1962; Желинский, 1980).

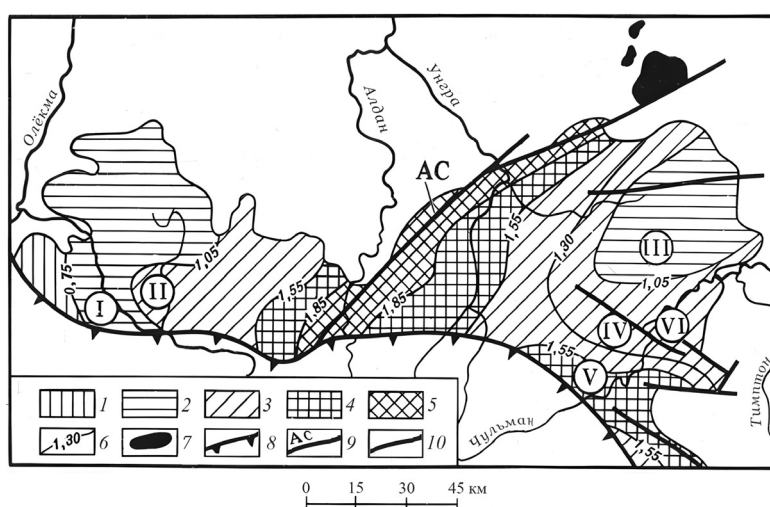


Рисунок. Схема метаморфизма углей Чульманской впадины (Желинский и др., 1980). Стадии метаморфизма углей: 1 – газовая, 2 – жирная, 3 – коксово-жирная, 4 – коксовая, 5 – отощенная и тощая; 6 – линии равного метаморфизма углей (изореспленды); 7 – позднемезозойские щелочные интрузии; тектонические разломы: 8 – Южно-Якутский региональный, 9 – Алдано-Суннагинский, 10 – другие разломы; месторождения: I – Сыллахское, II – Немактинское, III – Чульмаканское, IV – Кабактинское, V – Нерюнгринское, VI – Денисовское.

Установлено, что при быстром остывании нагретых вод поступающий калий вызывает адуляровый метасоматоз юхтинских пород с формированием обратной вертикальной метасоматической зональности (Коробов, Коробова, 2023). А в случае увеличения температур, когда порода сильнее подвергается эпигенетическому изменению, с определённого момента привносимый калий способствует перерождению гидрослюд в мусковит (Коссовская, 1962). Гидрослюды широко распространены в угленосных отложениях Южно-Якутского бассейна. В этой связи необходимо



рассмотреть взаимосвязь динамометаморфизма с особенностями карбонизации каустобиолитов и минерального изменения угленосных пород в зоне влияния разломов. Это является целью настоящего доклада. Анализ материалов (Блох и др., 1980; Желинский и др., 1980) метаморфизма углей и изменения при этом юрских пород Чульманской впадины показал следующее. Сопоставление их демонстрирует отчётливую зональность степени карбонизации каустобиолитов и характера калиевого эпигенеза юхтинских пород относительно АС и Южно-Якутского разломов. Особый интерес вызывает АС разлом, который разделяет Чульманскую впадину по уровню метаморфизма углей и особенностям гидротермального изменения юхтинских пластов-коллекторов на две «зеркальные зоны»: западную и восточную (Рисунок). Максимальный метаморфизм углей (тощий (Т) и отощённый(ОС)) приурочен непосредственно к АС разлому, где древний фундамент и осадочный чехол за счёт активного динамометаморфизма были наиболее прогретыми. При удалении от него в западном и восточном (северо-восточном) направлении симметрично последовательно уменьшаются прогрев фундамента и уровни восстановленности каустобиолитов: тощий (Т) → отощённый (ОС) → коксовый (К) → коксово-жирный (КЖ) → жирный (Ж). На западном фланге Чульманской впадины, наиболее дальним от АС разлома, присутствуют каустобиолиты с минимальной степенью метаморфизма, отвечающей газовой (Г) стадии, а породы древнего складчатого основания остаются самыми холодными. На участках распространения газовых и жирных углей в песчаниках и гравелитах нижней части юхтинской свиты основную часть цемента составляет новообразованный адуляр. Гидрослюдистый цемент, широко распространённый в вышезалегающих толщах разреза, здесь практически не отмечается (Желинский и др., 1976). Следовательно, исчезновение гидрослюдистого цемента во впадине, где фиксируется развитие жирных и газовых углей, сопряжено с появлением калишпатового цемента. В песчаниках юхтинской свиты из районов коксово-жирных углей наблюдается сочетание наложенных слюдистых кристаллов и калишпатизированных изменений, которые заметно ослабевают по сравнению с флангами депрессии. При наличии в разрезе адулярового цемента слюдистые кристаллы фиксируются не только в верхах метасоматической колонки (результат обратной метасоматической зональности), но и в пределах подстилающей толщи калишпатизированных пород (Блох и др., 1980). Здесь, вероятно, наблюдается сочетание двух процессов, относящихся к калиевому эпигенезу, что, в свою очередь, определяет подвижную границу адуляризации и мусковитизации юхтинских пород



Чульманской впадины. В районах формирования коксовых, но особенно отощенных и тощих углей, непосредственно примыкающих к АС разлому, в песчаниках и гравелитах нижней части юхтинской свиты калиевый эпигенез представлен интенсивной серицитизацией. Новообразованный адуляр отсутствует (Блох и др., 1980). Следовательно, исчезновение низкотемпературного калишпатового цемента в депрессии, где локализуются коксовые, отощенные и тощие угли сопряжено с появлением высокотемпературного мусковитового цемента. Это вызвано активными тектоническими подвижками в зоне АС разлома, которые интенсивно разогревали фундамент и осадочный чехол. При этом складчатое основание лишалось роли резкого охладителя смешивающихся растворов, без чего невозможно осуществить адуляризацию юхтинской толщи. В таких случаях привносимый калий «переадресовывался», в первую очередь, гидрослюдам, которые за счёт повышения температуры и давления в процессе блоковых перемещений приобретали мусковитовый характер. Таким образом, контрастность интенсивности прогрева осадочных пород по отношению к прогреву древнего фундамента в процессе динамометаморфизма последовательно и симметрично уменьшается от флангов Чульманской депрессии к АС разлому. А это, в свою очередь, определяет симметричную смену адуляризации мусковитизацией юхтинских толщ.

Эпохи россыпеобразования в фанерозое Воронежской антеклизы

Крайнов А. В.^{*}, Савко А. Д., Черешинский А. В.

Воронежский государственный университет (ВГУ), Воронеж

^{*}Email: aleksey_vsu_geo@mail.ru

Ключевые слова: ильменит, лейкоксен, рутил, титан, цирконий.

Вопросами россыпеобразования на территории Воронежской антеклизы (ВА) занимался ряд исследователей: А. Д. Савко, Н. Н. Иконников, Н. П. Хожайнов, И. Н. Быков, В. А. Канцеров, В. И. Беляев, Н. Г. Патык-Кора, А. В. Лаломов, А. В. Черешинский, А. В. Милаш и другие авторы. В терригенных отложениях ВА часто присутствуют минералы тяжелой фракции, но наиболее высокие их концентрации приурочены к 6 эпохам россыпеобразования (Рисунок): раннефранская (ястребовская), баррем-аптская, сеноманская, раннесантонская, раннекампанская и олигоцен-миоценовая [1].



В минерагеническом районировании в пределах листа N-37 (Москва) выделена Плавск-Скопин-Елецкая титан-циркониевая россыпная зона, развитая в виде полумесяца с севера на юг по линии Тула–Скопин–Данков–Лев Толстой–Липецк–Задонск–Елец, приуроченная к верхнемеловым песчано-глинистым отложениям. В его пределах выделен Липецкий титан-циркониевый россыпной район, включающий три рудных узла (Скопинский, Милославский и Первомайский. В площадь развития последнего включено Волчинское россыпное поле) и Елецко-Ливенский прогнозируемый район.

На территории листа М-37 (Воронеж) выделена Павловско-Обоянская титан-циркониевая минерагеническая зона, включающая отложения от верхнего девона до миоцена. В ней отмечаются Обоянский и Павловский рудные районы, включающие 4 и 3 рудных узла соответственно. Эта зона прослеживается на сопредельной территории в пределах листа М-36, и носит там название Белгородская зона. Очевидно, что она является продолжением Павловско-Обоянской зоны и следует привести к одному названию.

ЭПОХА РОССЫПЕ- ОБРАЗОВАНИЯ	РАННЕФРАНСКАЯ (ЯСТРЕБОВСКАЯ)	БАРРЕМ- АПТСКАЯ	СЕНОМАНСКАЯ	РАННЕСАНТОНСКАЯ	РАННЕКАМПАНИЙСКАЯ	ОЛИГОЦЕН- МИОЦЕНОВАЯ
Распространение	Юго-восток ВА	Юг ВА	Северо-восток ВА	Северо-запад ВА	Северо-запад ВА	Вся площадь ВА
Особенности	Вулканогенно-осадочные	В мелководно-морских условиях	В мелководно-морских условиях	В прибрежно- и мелководно-морских условиях	В мелководно-морских	В мелководно-морских условиях
Состав легкой фракции	Пепловый материал, глинистый материал, хлорит	Кварц	Кварц, глауконит ПШ	Кварц, глауконит	Кварц	Кварц
Состав тяжелой фракции	Ильменит, обломки эффузивных пород с зернами ильменита, сидерит, хромит, гранат, ставролит, циркон, рутил, анатаз, лейкоксен, апатит	Ильменит, циркон, дистен, ставролит В анте-алмазы, золото	Ильменит, лейкоксен, рутил, гранат, эпидот, цоизит.	Ильменит, рутил, гранат, циркон, желваки фосфоритов	Зерна фосфорита, ильменита, лейкоксена, рутила, дистена, граната и циркона. Фосфорит также в виде оболочек на зернах кварца и тяжелых минералов, конкреций, отдельных зерен, биоморфов	Ильменит, лейкоксен, рутил, циркон, ставролит, дистен, сидлиманит, турмалин +редкоземельные минералы, золото, алмазы
Рудная зона/район	Павловско-Обоянская	Павловско-Обоянская	Плавск-Скопин-Елецкая	Унечско-Крапивенская	Унечско-Крапивенская	Павловско-Обоянская (Белгородская)
Выявленные россыпи	Павловская, Лосевская	Баррем: Корневская, Дубасовская, Князево-Петрушинская Ант:	Центральная	Кирсановская	Унечская	Сине-Липяговская, Новозыбковская, Бутовская, Истобенская

Рисунок. Эпохи россыпеобразования в фанерозое Воронежской антеклизе.

В пределах листа N-36 (М-36) (Смоленск) выделена Унечско-Крапивенская циркон-титановая минерагеническая зона. Она приурочена к песчано-алевритовой формации нижнего кампана, прослежена от г. Унечи, где россыпь выходит на поверхность, в Гомельскую область Белоруссии.



Раннефранская эпоха на юго-востоке ВА связана с вулканогенно-осадочными отложениями ястребовского горизонта, представленными ильменитоносными туфами, туфолавами, туффитами, туфопесчаниками, аргилитами, алевролитами [2, 3], формировавшимися в дельтовых, лагунных, прибрежно- и мелководно-морских фациях. По данным работы [4], максимальные мощности рудоносных отложений отмечаются вблизи вулканических аппаратов, здесь же содержание ильменита до $200\text{--}400\text{ кг/м}^3$.

Баррем-аптская эпоха проявлена на северо-востоке ВА, где в мелком море формировались мономинеральные кварцевые пески при размыве доаптской коры выветривания [5]. Барремская часть разреза, представленная алевритистыми мелкозернистыми кварцевыми песками, продуктивна на западе Рязанской области. С ней связаны Корневская, Дубасовская, Князево-Петрушинская россыпи. Выход тяжелой фракции $6\text{--}35\text{ кг/м}^3$, представлена ильменит-циркон-дистен-ставролитовой ассоциацией. Более высокие содержания тяжелой фракции связаны с аптскими отложениями (до 200 кг/м^3). В Рязанской области выявлены Волчинско-Голожиховская, Лев-Толстовская, Корневская, Рогачевская россыпи.

Сеноманская эпоха проявлена на северо-востоке Воронежской антеклизы и связана с мелководно-морскими фациями, где накапливались фосфатоносными глауконит-кварцевые пески. С этой эпохой связана крупная титан-циркониевая россыпь месторождение Центральная, а также ряд мелких. Выход тяжелой фракции, представленной ильменитом, лейкоксом, рутилом, цирконом, гранатом, эпидотом, цоизитом, непостоянен и варьирует от 14 до 200 кг/м^3 .

Раннесантонская эпоха проявлена на северо-востоке антеклизы. Повышенные содержания тяжелых минералов приурочены к нижней (фосфоритоносная пачка) и верхней (мелко-тонкозернистые пески) частям сантонских отложений. В это время формирование россыпей происходило в двух фациальных зонах с активным гидродинамическим режимом – прибрежно- и мелководно-морской, а вместе с фосфоритами накапливались тяжелые минералы. В отличие от отложений апта и сеномана, в фосфоритоносной пачке содержится до 66 % фракции более 0,25 мм. Это связано с присутствием фосфатов, которые образуют биоморфозы, желваки и зёрна [1]. Пески глауконит-кварцевые, среднее содержание глауконита в них 12 %. Тяжелая фракция характеризуется ильменит-рутил-гранат-циркониевой ассоциацией. С этой эпохой связана Кирсановская россыпь.

Раннекампанская эпоха проявлена на северо-западе региона. Продуктивная толща приурочена к пескам с примесью глауконита, полевых шпатов и тяжелых минералов (ильменит, лейкоксен, рутил, дистен, гранат и циркон). Отличительной особенностью



является наличие фосфатной оболочки на зернах кварца и минералах тяжелой фракции. Кроме того, фосфорит отмечается в виде конкреций, отдельных зерен, биоморфов. Содержание P_2O_5 колеблется от 3 до 28 % и находится в тесной связи с количеством тяжелой фракции. К этой эпохе приурочена Унечская россыпь фосфатов и тяжелых минералов. В сравнении с предыдущей эпохой

В олигоцен-миоценовую эпоху при регрессии морского бассейна были созданы благоприятные условия для шлихования песков в различных частях ВА. В Воронежской области выявлена Синелипяговская россыпь (в тяжелой фракции: рутил, циркон, ильменит), в Брянской – Новозыбковская (ильменит, лейкоксен, рутил, циркон, ставролит, дистен, силлиманит, турмалин), в Курской – Высоконовская (циркон, ильменит, рутил, ставролит, дистен, редкоземельные минералы). В Белгородской области имеются Бутовская и Истобенская россыпи с повышенным содержанием (ильменит, лейкоксен, рутил, циркон, редкоземельные минералы).

Список литературы:

1. Савко А.Д. и др. Титан-циркониевые россыпи Центрально-Черноземного района. Воронеж, 1995. 148с.
2. Милаш, А.В. Литолого-фациальная характеристика ястребовских отложений юго-востока Воронежской антеклизы / А. В. Милаш // Вестник Воронеж. гос. ун-та. – Сер.: Геология. – Воронеж. 2016. № 1. С. 37–43.
3. Савко А.Д. и др. Литология и фации донеогеновых отложений Воронежской антеклизы. – Труды научноисследовательского института геологии Воронеж. гос. унта. – Вып. 3. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2001. 201 с.
4. Черешинский А.В., Милаш А.В. Типоморфные особенности минералов и вещественный состав титановых руд ястребовских отложений // Вестник ВГУ. Серия: геология. 2019. № 1. С. 64–71.
5. Савко А.Д. Эпохи корообразования в истории Воронежской антеклизы. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1979. 120 с.

К вопросу о кристаллизации силицитов верхнего мела

Западной Сибири

Кудаманов А.И. *, Павлуткин И.Г., Карих Т.М.

ООО «Тюменский нефтяной научный центр», Тюмень, Россия

*Email: aikudamanov@tnnc.rosneft.ru

Ключевые слова: Западная Сибирь, верхний мел, опоки



Введение. В течение позднемеловой трансгрессии Западной Сибири накапливались глинисто-кремнистые осадки биогенно-хемогенного генезиса. Выделены 4 сеймостратиграфических комплекса (ССК), снизу вверх – кузнецовский (турон-верхний коньяк), нижнеберёзовский (коньяк-сантон), верхнеберёзовский (кампан) и ганькинский (маастрихт) [1]. В кровле нижнеберёзовского ССК (на территории более 2 млн км²) залегают опоки стратона НБ1 (в среднем 15–30 м, верхний сантон) [2].

Описание проблемы. В керне – опоки пепельно-серые, пелитоморфные, неравномерно глинистые. Под микроскопом – агрегат аморфного кремнезёма (опал-кристобалит-тридимит – ОКТ-фаза) и глин (смектит, иллит). Обломочный материал (ОМ терригенный и пирокластический, алеврит) 3–7, редко до 10–12 %. Химический состав – SiO₂ (85–95 %), остальные (5–15 %). Рентгеноструктурный анализ (РСА) показывает содержание глин 5–15 %, редко 20–25 % (за счёт глауконита); повсеместно – примесь полевых шпатов, пирита, нередко – цеолитов, единично – карбонатов. По РСА наличие кварца от 2–3 до 40–70 % (противоречие с петрографией). Максимальные содержания кварца (по РСА до 70 %) коррелируют с отсутствием ОКТ-фазы, что указывает на вторичную природу – при кристаллизации ОКТ-фазы. Для старения ОКТ-фазы характерно неравномерное проявление по латерали.

Примеры. На Губкинском лицензионном участке (ЛЮ) под микроскопом ОМ до 3–5 %, глауконит – 3 %, остатки планктона – 5–7 %, пирит – 1 %. Сумма глин 11 %, кварц 7 %, ОКТ-фаза 81 %, пирит и цеолиты – не установлены.

Под РЭМ основная масса – хлопья ОКТ-фазы. Редкие агрегаты глин; единичные зёрна глауконита (до 15 мкм); иногда скопления пирита (до 273 мкм). Редкие скелетные остатки диатомей (до 55 мкм), с леписферами ОКТ-фазы (Рисунок 1).

На Северо-Комсомольском ЛУ (100–150 км от Губкинского ЛУ) в опоках ОМ 1–2 %, глауконита 1–2 %, остатков планктона до 2 %, пирита 1 %. Сумма глин до 8 %, кварц до 37 %, ОКТ-фаза 47 %, пирит 2 %, цеолитов нет. Под РЭМ основная масса породы, чешуйчатой и хлопьевидной микроструктуры. Представлена пелитоморфными агрегатами кремнезёма, реже леписферами (Ø до 7 мкм) и сноповидными обособлениями. Редко – глины (смектиты, иллит, хлорит) – скопления листоватых агрегатов. Редко – пачки и чешуйки биотита (до 7 мкм; хлоритизированного). Частые диатомеи (до 211 мкм), с волокнистыми агрегатами и леписферами внутри. Неравномерные глобулы и скопления пирита, (до 6 мкм) (Рисунок 2).

На Ем-Ёговском ЛУ ОМ до 2–3 %, глауконит – 1 %, остатки планктона до 4–6 %, пирит – 2 %. Сумма глин 19 %, кварц 75 %, пирит – 1,6 %, нет ОКТ- фазы и цеолитов. Под РЭМ кремнезём в виде кристаллитов (до 1 мкм), с примесью редких чешуй иллита (Рисунок 3).

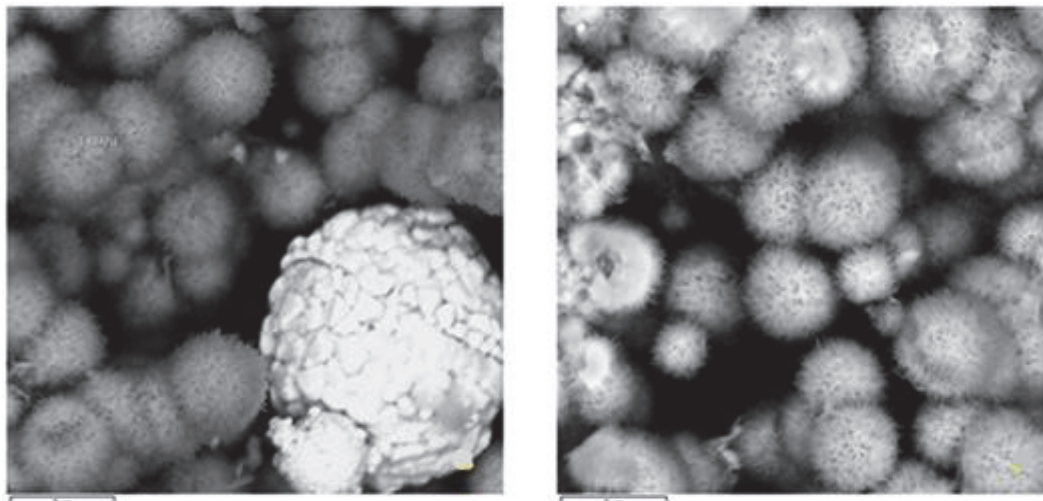


Рисунок 1. Примеры леписфер и глобул. СЛЕВА – стяжение пирита (до 10-12 мкм), леписферы (3-4 мкм) ОКТ-фазы (Губкинский ЛУ). СПРАВА – леписферы (2-3 мкм) ОКТ-фазы (Губкинский ЛУ). Пласт НБ1, гл. по бур. 788,43 м. Увеличение 4870 (ООО «ТННЦ», И.Г. Павлуткин, 2023).

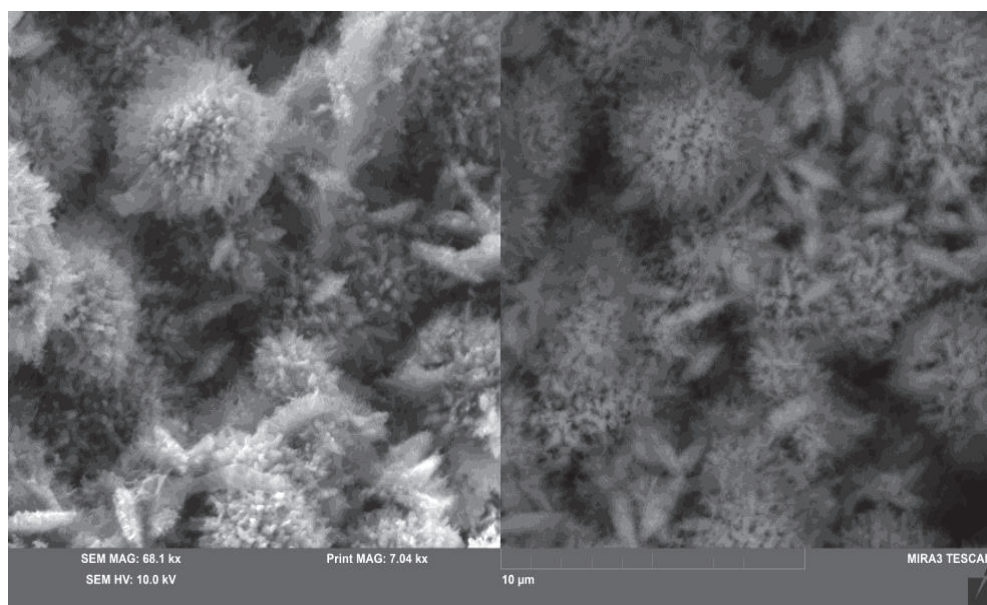


Рисунок 2. Изображения РЭМ. Северо-Комсомольский ЛУ. Пласт НБ1, гл. по бур. 992,24 м. Увеличение $\times 7040$ (один ракурс разными методами). (ООО «ТННЦ», И.Г. Павлуткин, 2023).

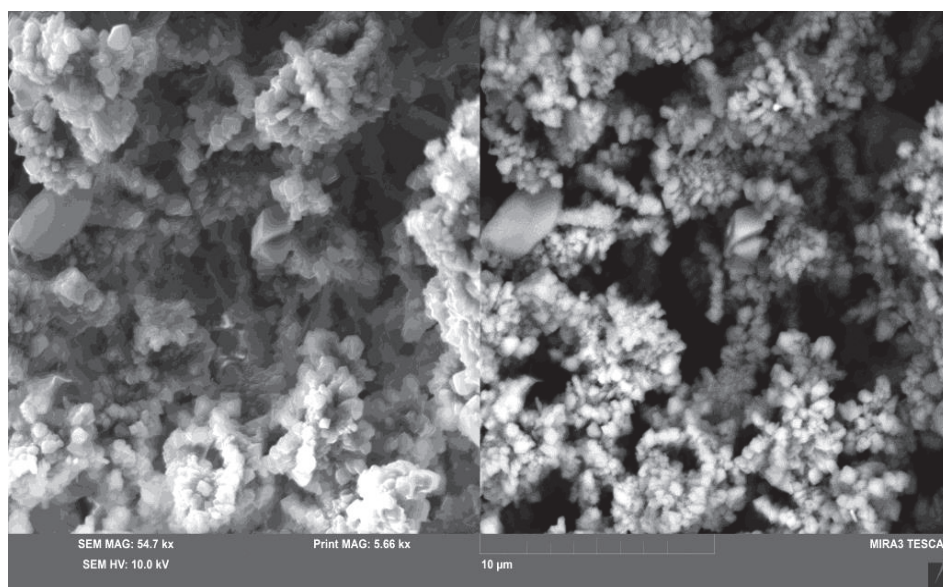
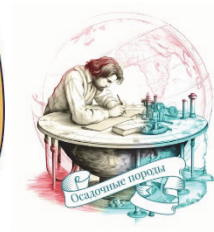


Рисунок 3. Изображения РЭМ. Ем-Ёговский ЛУ. Пласт НБ1, гл. по бур. 861,45 м. Увеличение $\times 5660$ (один ракурс разными методами) (ООО «ТННЦ», И.Г. Павлуткин, 2023).

Зёрна кварца (до 52 мкм); часто глауконит (22–87 мкм); единично чешуи биотита (хлоритизированные); частый пирит. Единично – диатомеи (до 55 мкм); рутил (до 14 мкм), циркон (до 29 мкм), фторапатит (до 310 мкм).

Интерпретация. Главная особенность дисперсных систем в природе – метастабильность, огромная удельная поверхностная энергия, и самопроизвольное необратимое изменение веществ («старение»), как результат физико-химических процессов при ступенчатом снижении свободной поверхностной энергии [3]. Через промежуточные состояния ОКТ-фазы (леписферы и сноповидные агрегаты; Рисунок 1, 2) и халцедона, аморфный опал переходит в кристаллический кварц (кристаллиты; Рисунок 3). Переход ступенчатый – с небольшим отклонением от предыдущих (со своей степенью метастабильности). Нюансы промежуточных минеральных фаз в *земной коре* и на *поверхности* обусловлены цепными и каталитическими реакциями (реагенты, скорость реакций, катализаторы и пр.). Неоднозначные проявления процессов старения» кремнезёма формируют «лоскутное одеяло» размещения различных фаз в пределах одной толщи.

Резюме и выводы

1. Установлено морфологическое различие кремнезёма единого стратона НБ1 на изображениях РЭМ для 3-х ЛУ.
2. Аморфный опал (коллоид) при «старении» (обезвоживании) образует неустойчивый



агрегат – промежуточный полу-аморфный ОКТ, который неравномерно по площади переходит в кристаллический кварц.

3. Различное фазовое состояние SiO_2 свидетельствует, что на отдельных участках ЗСП процессы «старения» были обусловлены разными причинами (или нюансами их сочетаний).

Список литературы:

1. Агалаков С.Е. Геология и газоносность верхнемеловых надсеноманских отложений Западной Сибири: дисс. на соискание уч. ст. д.г.-м.н.: 25.00.12 / Агалаков Сергей Евгеньевич. – Тюмень, 2020. – 221 с.
2. Кудаманов А.И., Карих Т.М., Гладышев А.А. К вопросу о фрактальности природных объектов на примере верхнего мела (над сеноманом) Западной Сибири // Годичное собрание (научные чтения), посвящённые 100-летию со дня рождения Владимира Тихоновича Фролова ; Москва, 25-26 мая 2023 : Сборник научных материалов / Секция осадочных пород МОИП, кафедра нефтегазовой седиментологии и морской геологии МГУ имени М.В. Ломоносова, Геофизический центр РАН ; под ред. Ю.В. Ростовцевой. – Москва: МАКС Пресс, 2023. – 236 с. [+Вкл. 2 с.]. ISBN978-5-317-06982-7.
<https://doi.org/10.29003/m3432.exolith-2023>.
3. Бурлин Ю.К., Плюснина И.И. Фазовые переходы кремнезёма в нефтеносных толщах // Вести Моск. Ун-та. Сер. 4. Геология. 2008. № 3. С. 24–31.

Среднеордовикские (дапинские) калатидовые биогермы разреза р. Мойеро (Сибирская платформа)

Лыков Н. А.

Геологический институт РАН
РГУ нефти и газа им. И.В. Губкина
Email: lykownikita@gmail.com

Ключевые слова: калатиды, средний ордовик, Сибирская платформа, апвеллинг.

Органогенные постройки (или же биогермы) представляют собой сложные композиционные образования, возникающие либо в результате бактериального роста, либо путем жизни *in situ* рифообразующих метазоидов с известковыми скелетами [1]. Ордовикский период в истории экосистем рифов является уникальным, так как именно в это время произошел переход от преобладания микробальных к преобладанию метазоев в постройках, при этом он же характеризуется широким спектром соотношения между метазойными и микробальными организмами. Примером таких построек являются губково-микробальные, которые существовали короткий временной интервал с конца нижнего до среднего ордовика включительно. Калатиды



относят к гиперкальцифицированным губкам [2]. Впервые калатиды были изучены на Сибирской платформе Е.И. Мягковой [3]. Первоначально она назвала их «соанитами». Соаниты - название, данное в честь Сибирского отделения Академии наук СССР. Она предполагала, что «соаниты» — это новая, ранее не описанная группа организмов. Впоследствии было установлено их родство с калатидами (*Calathiums*). К сожалению, последние сведения о калатидах Сибирской платформы основаны на результатах исследований полевых экспедиций 50–60-х годов прошлого века. Поскольку разрезы с калатидами расположены в крайне труднодоступных районах, преимущественно на севере Сибирской платформы. Наиболее перспективным местом для их изучения является разрез ордовика долины р. Мойеро.

Опорный разрез ордовика по реке Мойеро располагается в северо-восточной части Тунгусской синеклизы Восточной Сибири, примыкающей к Анабарскому щиту. Этот нижнепалеозойский разрез является одним из наиболее полных и непрерывных на Сибирской платформе [4]. Отложения ордовика залегают в среднем течении р. Мойеро в виде очень пологой (2–3°) моноклинали с общим падением на юг [4]. На основании палеонтологических данных установлено, что в этом разрезе непрерывно обнажаются отложениях, репрезентирующие все яруса Международной стратиграфической шкалы за исключением Хирнатского [5]. Ввиду этого неоспоримого преимущества разрез долины р.Мойеро является наиболее перспективным для изучения среднеордовикских отложений, которые в других частях платформы чаще всего не доступны.

В 1977 году в обнажении №74 разреза реки Мойеро был кратко описан крупный соанитовы биогерм Мягковой Е.И. Недавние исследования выявили в этой части разреза как минимум 3 уровня биогермов с калатидами в качестве каркасостроителей. Все они относятся к средней части кочаканской свиты соответствуют дапинскому ярусу). Крупный купольнообразный биогерм у основания обнажения №74 имеет толщину 2,5 м и диаметр около 7 м. Массивное известняковое ядро скопления содержит многочисленные колонии калатидов, инкрустированных цианобактериями. Венчает постройку корковый слой (до 50 см) микростолбчатых строматолитов. Основанием биогерма служит бактериальный мат, непосредственно опирающийся на слой известняка биокластического с рассеянными зернами глауконита. Два других уровня с данного типа постройками расположены на 10 м и 18 м выше по разрезу. В обоих случаях биогермы небольшие (7–20 см в толщину и 25–50 см в диаметре). Эти биогермы многочисленны на верхних поверхностях слоев серого биокластического и/или оолитового известняка с зернами глауконита. Породы между пачек известняков с постройками представлены переслаивающимися желтоватыми доломитами



тонкокristаллическими и зеленоватыми алевролитами доломитистыми с редкими прослоями гипсов и 5–10 см слойков кварцевых, мелко-тонкозернистых песчаников. Отложения в данной части разреза накапливались в условиях мелководья, о чем свидетельствуют следующие седиментационные текстуры: мелководная рябь волнения, трещины усыхания и глиптоморфозы по галиту. Осадконакопление происходило на фоне трангрессивно-регрессивных эпизодов развития бассейна в условиях литорали. Слои известняков с органогенными постройками маркируют периоды трангрессий, в свою очередь слои доломитов и алевролитов маркируют периоды регрессий. Подобное циклически построенное развитие бассейна было заложено еще в кембрийское время и сохранялось вплоть до среднего ордовика, когда началась перестройка типа карбонатной седиментации бассейна. Сходные трангрессивные циклиты описаны ранее для нижнего ордовика разреза р. Мойеро. Отличием последних является то, что органогенные постройки представлены исключительно столбчатыми строматолитами без симбиоза с метазойными каркасостроителями.

Появление в трангрессивных циклитах калатидов в качестве каркасостроителей в органогенных постройках неслучайно. Еще в 2013 году Дроновым А.В. [6] было установлено, что отложения ордовикской системы можно подразделить на 3 типа карбонатной седиментации: 1) для нижнего характерно развитие тепловодных карбонатов, 2) средний ордовик представлен переходным интервалом, в котором чередуются отложения различных типов карбонатной седиментации, 3) верхний представлен, так называемыми, холодноводными карбонатами (седиментационно наиболее сходными с накоплением карбонатов в умеренных широтах). Наличие последних в разрезах среднего и верхнего ордовика Сибирской платформы довольно неожиданно, учитывая палеогеографическую позицию Сибирского палеоконтинента, располагавшегося в ордовике в приэкваториальном поясе Земли [7]. Аналогичная ситуация была зафиксирована в ордовикских разрезах Лаврентии, которая также находилась в течение всего ордовика на экваторе [8]. Появление холодноводного типа карбонатонакопления объясняется появлению апвеллинга. Возникновение которого, по-видимому, связано с началом Таконской орогении, т. е. с началом присоединения Таконской островной дуги к Северо-Американскому континенту. Сходное объяснение можно предположить и для Сибирской платформы, которая в ордовикское время создавала с Лаврентией единую тектонопару. В результате апвеллинга холодных вод на Сибирский и Американский палеоконтиненты в среднем и позднем ордовике, существовавшая здесь ранее экосистема была подавлена и возникла огромная по площади, новая и свободная ниша для развития организмов, привыкших жить в более



прохладных водах, одними из которых являются калатиды, попытавшиеся занять место цианобактерий в палеосибирском бассейне.

Список литературы:

1. Webb, G.E., Was Phanerozoic reef history controlled by the distribution of non enzymatically secreted reef carbonats (microbial carbonate and biologically induced cement)? // *Sedimentology* 1996. 43. 947–971.
2. Li Qijian, Lie Yue, Zhang Yuandong, Munnecke Axel Dissecting Calathium-microbial frameworks: The significance of calathids for the Middle Ordovician reefs in the Tarim Basin, northwestern China // *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 2016, <http://dx.doi.org/10.1016/j.palaeo.2016.08.005>
3. Мягкова Е.И. Соаниты - новая группа организмов. // *Палеонтологический журнал*, 1965. № 3. С. 16–22.
4. Мягкова Е.И., Нестор Х.Э., Эйнасто Р.Э. Разрез ордовика и силура реки Мойеро. // Новосибирск: Наука, 1977. 176 с.
5. Каныгин А.В., Ядренкина А.Г., Тимохин А.В. и др. // *Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Ордовик Сибирской платформы.* Новосибирск: ГЕО, 2007. 267 с.
6. Dronov A. Late Ordovician cooling event: Evidence from the Siberian Craton // *Palaeogeogr., Palaeoclim., Palaeoecol.* 2013. Vol. 389. № 1. P. 87–95.
7. Brookfield, M.E. A mid-Ordovician temperate carbonate shelf – the Black River and Trenton Limestone Groups of southern Ontario, Canada // *Sedimentary Geology.* 60. 1988. P. 137-153.
8. Cocks L.R.M. and T.H. Torsvik. (Ordovician palaeogeography and climate change. // *Gondwana Research*, 2021 p. 20 DOI: 10.1016/j.gr.2020.09.008

Условия локализации проявлений вивианита в донных осадках центральной и южной котловин озера Байкал

Лыков Н. А.^{1*}, Немченко Н. В.², Крылов И. О.³, Кудаев А. А.⁴,
Ахманов Г. Г.⁵, Хлыстов О. М.⁶

¹Геологический институт РАН, Москва, Россия

²ФГБУ ВНИГНИ Апрельское отделение, Апрелька, Россия;

³МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия;

⁴Учебно-научный Центр ЮНЕСКО-МГУ по морской геологии и геофизике, Москва, Россия;

⁵МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия;

⁶Лимнологический институт СО РАН, Иркутск, Россия

*Email: lykownikita@gmail.com

Ключевые слова: Байкал, вивианит, донные отложения, аутигенное минералообразование.

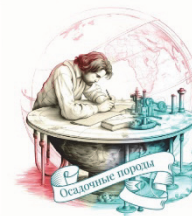


Изучение аутигенных раннедиагенетических минералов имеет ключевое значение для понимания процессов диагенеза. Они обладают геохимическими особенностями, которые отражают изменения различных характеристик донных отложений, что важно для палеоклиматических реконструкций голоцен-плейстоценового периода, а также более ранних эпох. Одним из таких минералов является вивианит, который формируется в восстановительных условиях, при высоком содержании трёхвалентного железа, ортофосфатов, а также при очень низких концентрациях S^{-2} . Он может образовываться как вторичный минерал в зоне окисления рудных месторождений и формироваться в речных, озёрных морских отложениях, а также в заболоченных почвах [1]. Чаще всего вивианит наблюдается в восстановительных зонах донных илов ниже окислительной границы на стадии раннего диагенеза, в алевроитовых, глинисто-алевритовых, алевроито-диатомовых и глинисто-диатомовых илах [2].

С 2017 года в рамках проекта Class@Baikal ведутся исследования аутигенного вивианита, встреченного в донных илах озера Байкал. Целью исследований является выявление различных форм выделений вивианита и проверка предположения о связи его повышенной концентрации с фокусированной разгрузкой углеводородов [3]. Были проанализированы осадки глубоководных впадин, где обнаружены аутигенные выделения вивианита. Минеральные агрегаты вивианита исследовались с использованием бинокля, в шлифах, аншлифах и смеар-слайдах.

В результате было установлено, что вивианит встречается в донных илах в виде конкреций в алевро-глинистых илах и в тонкодисперсной форме. Конкреционный вивианит представлен сростками пластинчатых, клиновидных, остроугольных и, реже, игольчатых кристаллов размером до 1 мм. Помимо игольчатых кристаллов, обнаружены мелкие выделения, формирующие синевато-серые шаровидные срастания. Тонкодисперсный вивианит имеет две формы выделения: концентрированную и рассеянную. Концентрированная форма представлена однородными пластичными минеральными примазками белого цвета, которые при контакте с воздухом меняют окраску на синюю. Рассеянная форма тонкодисперсного вивианита выражена в виде серовато-синих примазок, которые распределяются послойно и составляют 1–2% в объеме слоев осадков, толщина которых варьируется от 3 мм до 3 см. Концентрации вивианита достаточно, чтобы придать зеленовато-голубоватый цвет прослоям, который, кроме того, подчеркивает тонко-параллельно-горизонтальную слоистость отложений.

Все выделения вивианита схожи по химическому составу. Анализ локализации находок конкреционного и тонкодисперсного (концентрированного и рассеянного)



вивианита показывает приуроченность его выделений к крупным зонам флюидоразгрузки – грязевым вулканам, сипам, зонам нефте-газопроявления [4].

Была установлена также закономерность в глубинном распределении конкреций вивианита: минеральная зона расположена в интервале 250–450 см ниже поверхности дна. Исследования также показали, что одной из химических особенностей вивианита из донных отложений Байкала является его обогащённость Mn по сравнению с аналогичными минералами в других геологических условиях, что ранее упоминалось в более ранней работе N. Fagel с соавторами [5] и подтверждается нашими данными.

Результаты исследований свидетельствуют о том, что крупные конкреционные и концентрированные формы тонкодисперсного вивианита связаны с зонами фокусированной разгрузки флюидов и подтверждают существующие модели его формирования. Обогащение тонкодисперсным вивианитом в осадках может интерпретироваться как перераспределение фосфатов в донных отложениях в процессе диагенеза.

Список литературы:

1. Grizelj A., Peh Z., Tibljaš D., Kovačić M., Kurečić T. Mineralogical and geochemical characteristics of Miocene pelitic sedimentary rocks from the south-western part of the Pannonian Basin System (Croatia): Implications for provenance studies // *Geoscience Frontiers*. 2017. Т. 8. №. 1. С. 65–80.
2. Князева Л.М Вивианит в донных илах озера Байкал // *Доклады АН СССР*. 1954. Т. 97. № 3. С. 519–522
3. Ахманов Г.Г., Хлыстов О.М., Соловьева М.А., Ефремов В.Н., Видищева О.Н., Маццини А., Кудаев А.А., Буланова И.А., Барымова А.А., Гордеев Е.К., Деленгов М.Т., Егошина Е.Д., Сорокоумова Я.В., Понимаскин П.О. Открытие новой гидратоносной структуры на дне оз. Байкал // *Вестник Московского университета. Серия 4. Геология*. 2018. №. 5. С. 111–116.
4. Кудаев А.А., Корост Д.В., Ахманов Г.Г., Хлыстов О.М. Аутигенная минерализация в зонах фокусированной разгрузки углеводородов озера Байкал // В сб. *Комплексные исследования Мирового океана. Материалы II Всероссийской научной конференции молодых ученых «Комплексные исследования Мирового океана (КИМО-2017)»*, г. Москва, 10–14 апреля 2017 г. [Электронный ресурс]. Москва: ИО РАН. 2017. С. 478–479.
5. Khlystov O. M., Khabuev, A. V., Minami, H., Hachikubo, A., Krylov, A. A. Gas hydrates in Lake Baikal // *Limnology and Freshwater Biology*. 2018. С. 66–70.



6. Fagel N., Alleman, L.Y., Granina, L., Hatert, F., Thamó-Bozsó, E., Cloots, R., and André, L. Vivianite formation and distribution in Lake Baikal sediments. *Global and Planetary Change*, 2005. 46. P. 315–336.

Закономерности морфологического развития различных строматолитов Европейской части России

Маленкина С. Ю.

Музей Землеведения МГУ им. М. В. Ломоносова, Москва
Email: maleo@mail.ru

Ключевые слова: строматолиты, морфология органогенных построек, Европейская часть России.

За время исследования микробиальных построек и, в частности, строматолитов была собрана представительная коллекция из Москвы, Московской, Костромской, Нижегородской, Оренбургской областей и Поволжья [1–3]. Они различаются по возрасту, составу и форме. Морфологически строматолиты представляют собой одиночные тела разнообразной формы и размеров или скопления и разделяются на пластообразные, линзовидные, куполовидные, желваковые, столбообразные и округло-шаровидные постройки. Состав построек чаще всего карбонатный, но отмечаются также железистые, фосфатные, глауконитовые и кремнистые. Иногда состав смешанный, наблюдается переслаивание светлых карбонатных слоев осажженных цианобактериями, бурых железистых, отложенных железобактериями, а также шамозита, иногда фосфата и др., то есть совершенно разных по составу и осаждавшихся в различных рН и Eh условиях. Это косвенно свидетельствует, что эти слои могли формироваться одновременно различными бактериями и цианобактериями единого микробиального мата.

Изученные строматолитовые постройки Европейской России, относятся, согласно классификации М.Е. Раабен [4], к морфологическим типам желваковых, столбчатых и пластовых строматолитов и приурочены к различным свитам среднего келловей-кимериджа и палеоцена [1, 3]. Постройки сформированы тонкими чередующимися слоями известкового вещества (от микрона до 1-2 мм), иногда ожелезненного, пиритизированного, глауконита и фосфата, редко нацело фосфатны или же окварцеваны. Слои разной толщины, четкие, волнистые, с выпуклыми вверх наслоениями, иногда распадающиеся на короткие микростолбики. Продуцентами являются преимущественно цианобактерии в сообществе с различными бактериями (В



СЭМ наблюдаются минерализованные чехлы нитей и остатки гликокаликса). В постройках могут присутствовать красные водоросли (соленопоровые). Часть из этих строматолитов сформированы только синседиментационным микробиальным осаждением, в других же встречаются и терригенные зерна, фауна или ее фрагменты, захваченные и скрепленные растущим матом.

Келловейские и нижнеоксфордские строматолиты – желваки, корки и пластовые постройки (от первых см до 15–25 см), на которых отмечаются серпулиды, двустворки, гастроподы, во вмещающем осадке – остатки морских головоногих, что свидетельствует, что микробиалиты формировались в морских условиях, по характеру осадка – в нижней части литоральной зоны с периодически активной гидродинамикой и частично в сублиторальной зоне с более спокойными условиями. Среднеоксфордские постройки представлены бугристыми полусферами и желваками (10–25 см), на которых обычно наблюдаются серпулиды, двустворки, гастроподы, брахиоподы, морские ежи и корневые части стеблей стеногалинных *Cyclocrinus insignis* (Trautschold), свидетельствующих об условиях нормальной солености. Во вмещающем осадке обычны остатки аммонитов и белемнитов. По классификации Райдинга [5] часть из них относится к микритовым, часть к пелоидным и агглютинированным строматолитам. Анализируя морфологию построек и особенности вмещающих отложений, можно предположить, что они образовались в литоральной зоне с изменчивой гидродинамикой бассейна на неровном нестабильном субстрате. Верхнеоксфордские строматолиты представляют собой своеобразные комплексы отдельных желваков не очень больших размеров и пластовых образований (мощностью 0,05–0,2 м) в значительной степени глауконитовых по составу, залегающих прямо на глине, либо на остатках макрофауны (желваки), протягивающиеся, не прерываясь десятки метров. На них и в осадках отмечаются многочисленные остатки гастропод, двустворок, брахиопод, аммонитов и белемнитов, что дополнительно свидетельствует о фотической зоне их формирования. Данные строматолиты относятся к микритовым строматолитам по классификации [5] и формировались в преимущественно тиховодной обстановке почти нулевой седиментации в слабо восстановительной среде, вероятно, в дистальных частях сублиторали.

Особым случаем являются фосфатные кимериджские столбчатые строматолиты долины р. Сухой Песчанки (недалеко от Соль-Илецка) [2] и внешне похожие на них неветвящиеся (редко расщепленные) палеогеновые столбчатые строматолиты Камышина, которые состоят в основном из сцементированных оксидом кремния зерен кварца. [3]. Кимериджские столбчатые строматолиты, вероятно, возникли на границе



литоральной и сублиторальной зон в условиях периодически активной гидродинамики, с существенными поставками терригенного осадочного материала, который обуславливал разобщение строматолитовых построек, их столбообразную форму, что давало возможность ссыпаться излишнему кластическому материалу с построек в промежутки между ними. Все столбики первоначально сформированы на крупных ядрах макрофауны, предопределивших их изначально куполообразную форму и возможно обеспечивших им питательную среду на раннем этапе. Вероятно, слойки сразу после отложения фосфатизировались путем бактериально опосредованного осаждения аморфного фосфата кальция, процесс минерализации происходил синседиментационно или во время самой ранней стадии диагенеза сразу после деградации и переработки органического вещества отмирающего микробиального мата и захваченных распадающихся макрофаунистических остатков нарастающим сверху матом. Камышинские палеоценовые строматолиты также представляют собой субцилиндрические вертикальные столбики различного размера: подавляющее большинство среднего размера – диаметром 10–20 см не превышающие 1–1,5 м и редкие единичные диаметром 30–50 см высотой 1–2,5 м. Сечения столбиков часто с четкой слоистостью, подчеркнутой чередованием темных и светлых слойков. Иногда она затушевывается окварцеванием, видимо более поздним, от строматолитов остаются лишь тени. Степень окварцевания очень различается в пределах одного массива. В некоторых случаях она примерно одинакова в строматолитах и вмещающем песчанике, часто вмещающая порода окварцована сильнее, еще чаще наиболее окварцованы стенки, непосредственно примыкающие к строматолитам. Иногда очень заметен контраст плотности вмещающей породы, стенок и менее плотных строматолитовых столбиков, особенно при выветривании. Вероятно, они формировались в сходных с кимериджскими условиях и были первоначально карбонатными, а впоследствии окварцеваны.

Все изложенное иллюстрирует прямую связь морфологии описанных микробиальных построек с палеогеографическими условиями их образования.

Список литературы:

1. Маленкина С.Ю. Юрские микробиальные постройки Русской Плиты: органоминерализация и породообразующие организмы // Водоросли в эволюции биосферы. Серия «Гео-биологические системы в прошлом». М.: ПИН РАН. 2014. С. 170–186.
2. Маленкина С.Ю. Уникальная коллекция юрских строматолитов Европейской России как потенциал для экспозиции в Музее земледования МГУ // Дубинин Е. П. (ред.). Наука в вузовском музее: Материалы ежегодной Всероссийской научной конференции с международным участием. Москва, 12–14 ноября 2019 г. М.: МАКС Пресс. С. 77–81.



3. Маленкина С. Ю., Иванов А. В. Проблема генезиса палеогеновых столбчатых строматолитов местонахождения Камышинские уши // Геология морей и океанов: Материалы XXV Международной научной конференции (Школы) по морской геологии. Т. 4. ИО РАН Москва: 2023. С. 67–71.
4. Раабен М.Е. Строматолиты // Розанов А. Ю. (ред.). Бактериальная палеонтология. М.: ПИН РАН, 2002. С. 52–58.
5. Riding R. Microbialites, stromatolites, and thrombolites // Encyclopedia of Geobiology. Encycl. of Earth Science Series. Springer. 2011, P. 635–654.

Литология чаплыгинских отложений нижнего франа Воронежской антеклизы и связанные с ними проявления керамических глин

Милаш А.В.

Воронежский государственный университет, Воронеж
Email: pirit86@yandex.ru

Ключевые слова: Воронежская антеклиза, чаплыгинское время, фация, каолинит, девон.

Франский ярус верхнего девона делится на три подъяруса. Нижний подъярус сложен пашийским (ястребовская свита) и тиманским (чаплыгинская свита) горизонтами.

Отложения чаплыгинской свиты развиты северо-восточнее линии г.г. Севск-Курск-Россошь-Богучар. Они согласно залегают на ястребовских образованиях и только вдоль границы выклинивания от г. Нового Оскола до г. Богучара – на коре выветривания докембрийских пород. На большей части площади чаплыгинские отложения согласно перекрыты карбонатными, реже глинисто-карбонатными образованиями саргаевского горизонта [1].

В чаплыгинское время терригенные осадки образовывались в условиях опресненной мелководной и относительно глубоководной лагун, а также в прибрежно-морских условиях с различной гидродинамикой среды. На крайнем востоке и севернее г. Воронежа располагается прибрежно-морская зона, представленная незакономерно переслаивающимися в различных пропорциях глинистыми, алевроитовыми и песчаными породами с преобладанием двух первых разновидностей (зона ШГ). Мощности отдельных прослоев колеблются от 1 см до 10 и более метров, обычно составляя первые метры. Преобладает сероцветная с зеленоватым оттенком, реже шоколадно-коричневая окраска пород, среди которых изредка отмечаются тонкие прослои известняка и



окисленного сидерита. Глины иногда карбонатные, в алевролитах и песках изредка наблюдается редкая вкрапленность пелитоморфных сидерита и кальцита.

К юго-западу от рассмотренной территории расположена зона со сложной конфигурацией и строением, где морские осадки, образовавшиеся при переменном гидродинамическом режиме (литотип IIIГ) залегают сверху, а подстилаются они лагунными пестроцветными глинами красноватой, буроватой, реже зеленой окраски (литотип IVA). Прибрежно-морские отложения аналогичны вышеописанным, а лагунные отличаются более тонким составом. В пределах рассматриваемой зоны встречаются впадины, выполненные только глинистым материалом (зона IIIА). Глины жирные, плотные, аргиллитоподобные, тонкослоистые, слабослюдистые, сложены каолинитом и гидрослюдой с незначительной примесью хлорита, монтмориллонита. В глинах отмечаются многочисленные остатки фауны беззамковых брахиопод и углефицированные растительные остатки.

На севере антеклизы располагался мелководный субширотный морской залив (зона IIIБА), где образовались алевролиты с резко подчиненными прослоями тонкозернистых горизонтальнослоистых кварцевых песков с заметной примесью глинистого материала. Западнее этого залива (Брянский район) находились участки мелководной (зона IVБ) и глубоководной лагун (зона IVA).

На юго-востоке Воронежской антеклизы большую часть площади занимает фациальная зона IVД. Отложения в ней образовались в условиях обширных заболоченных озер и мелководных опресненных лагун. Разрез представлен аргиллитоподобными глинами, пестрыми, жирными, неравномерно обогащенными алевролитовым материалом и обильными обрывками растений, встречаются отпечатки лингул и эстерий. В средней и нижней частях разреза глина менее прочная за счет наличия линз и гнезд алевролита, органических остатков, иногда сидерита. Наблюдаются ходы илороев, заполненные алевролитовым материалом. Средняя мощность глинистых отложений в данной фациальной зоне составляет 10–15 м. В юго-западной части зоны в чалыгинское время выделяется несколько локальных поднятий, сложенных пачкой песчано-глинистых пород (зоны IVБ и IVД-IVБ).

На юге исследуемой территории, у границы размыва, располагается фациальная зона IVБ-IVД. Разрез представлен аргиллитоподобными глинами и песчаниками с преобладанием первых. В основании залегают песчаники с подчиненным количеством алевролита. Песчаник мелко-среднезернистый до алевролитистого, с многочисленными обуглившимися растительными остатками. В нижней части попадаются раковины лингул и остракод. Местами в песчанике встречается густая вкрапленность ильменита.



Наличие песчаников (мощностью 2–3 м) в подошве разреза фациальной зоны IVБ-IVД свидетельствует о том, что на данной территории в начале чаплыгинского времени существовало локальное поднятие, а вкрапленность ильменита свидетельствует о частичном размыве нижележащих ястребовских отложений с повышенными содержаниями этого минерала [2]. Выше залегает аргиллитоподобная глина серая с зеленоватым оттенком, каолинистая, жирная на ощупь, плотная, с редкими тонкими прослоями алевролита. По всему разрезу встречаются многочисленные углефицированные растительные остатки, раковины лингул и остракод.

Согласно ранее выполненным работ [3; 4], содержание каолинита в данных глинах, образовавшихся за счет размыва кор выветривания [5], доходит до 80 %, что позволяет выделить прогнозную площадь на керамическое сырье, которая пространственно связана с данной фациальной зоной IVБ-IVД. Но из-за малой мощности полезной толщи (до 5 м) и значительной мощности вскрышных пород (от 20 м) добыча возможна лишь в качестве попутно добываемых при разработке месторождений (граниты, вулканогенно-осадочные титановые россыпи, медно-никелевые руды).

Список литературы:

1. Кононова Л.И., Овнатова Н.С., Ржосницкая М.А., Родионова Г.Д., Умнова В.Т., Федорова Т.И. Девон Воронежской антеклизы и Московской синеклизы. М. : Комитет РФ по геологии и использованию недр, 1995. 265 с.
2. Милаш А. В. Фациальная характеристика чаплыгинских отложений нижнего франа юго-востока Воронежской антеклизы / А. В. Милаш // Вестник Воронеж. гос. ун-та. – Сер.: Геология. Воронеж. 2014. № 3. С. 115–118.
3. Жабин А.В. Глинистые минералы осадочного чехла Воронежской антеклизы / А.В. Жабин, А.Д. Савко, В.И. Сиротин // Труды научно-исследовательского института геологии. Воронеж, Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2008. Вып. 51. 92 с.
4. Савко А.Д. Глинистые породы верхнего протерозоя и фанерозоя Воронежской антеклизы / А.Д. Савко. Воронеж, Изд-во ВГУ, 1988. 192 с.
5. Савко А.Д., Мануковский С.В., Мизин А.И., Бурыкин В.Н., Бартенев В.К., Окороков В.А., Бабкин В.Ф. Литология и фации донеогеновых отложений Воронежской антеклизы. Труды научно-исследовательского института геологии: Воронеж, Изд-во Воронеж. гос. ун-та. Вып. 3, 2001. 201 с.



Литогенетическая классификация, как основа изучения сложнопостроенных вулканогенно-осадочных пород на примере отложений доюрского комплекса Западной Сибири

Немова В. Д.*¹, Ростовцева Ю. В.², Бажукова Т. А.¹, Ким О. О.¹,
Шахов А. С.¹

¹ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг», г. Москва

² Геофизический центр Российской академии наук, г. Москва

*Email: Varvara.Nemova@lukoil.com

Ключевые слова: вулканогенно-осадочные породы, доюрский комплекс, литогенетическая классификация

В настоящее время интерес к глубоко залегающим залежам углеводородов, в частности, приуроченным к сложно построенному вулканогенно-осадочному доюрскому комплексу Западной Сибири, стремительно растет. Это связано с постоянно истощающейся ресурсной базой традиционных коллекторов рассматриваемого региона.

В данной работе рассмотрена роль литологических исследований и литогенетической классификации вулканогенно-осадочных пород при проектировании ГРП и построении геологических моделей залежей углеводородов доюрского комплекса на примере одного из месторождений Западной Сибири. Аналогичный подход к созданию практически ориентированной литогенетической классификации разработан и эффективно применяется для отложений верхнеюрской нефтематеринской формации, имеющих терригенно-биогенный генезис [1].

Предлагаемый методический подход по разработке классификации основан на изучении минерально-компонентного состава пород, а также их структуры и текстуры, «снятии» вторичных преобразований и генетическом истолковании. Понимание последнего лежит в основе классификации и позволяет дифференцировать породы с различной морфологией и исходными фильтрационно-емкостными свойствами, так как уже на этапе осадконакопления толщи (а в дальнейшем и на этапах седиментогенеза и диагенеза) закладываются предпосылки для формирования в ней потенциально коллекторских пропластков. Данный аспект придает практический смысл, так как породы не только типизируются с точки зрения литологии, но и постепенно объединяются в более крупные подразделения (группируются), что в конечном итоге позволяет разделить их на «неколлекторы» и «потенциальные коллекторы», а следовательно, существенно уточнить задачи интерпретации дистанционных методов исследований и предполагаемую морфологию тел коллекторов.



Данный подход к разработке классификации является весьма актуальным для сложнопостроенных вулканогенно-осадочных пород доюрского комплекса, в котором скопления углеводородов распространены крайне спорадически и в настоящий момент не существует единых мнений и подходов к прогнозу и оконтуриванию в них залежей.

Разработка литогенетической классификации пород для вулканогенно-осадочных отложений доюрского комплекса, имеющих абиогенный генезис, стала возможна благодаря накоплению и обобщению большого объема результатов исследований кондиционного керна, геолого-геофизической и сейсмической информации, данных по опробованию скважин, а также промыслово-геофизических исследований (ПГИ). На первом этапе отложения изучались в шлифах и группировались в петротипы с описанием их различных структурно-текстурных особенностей. На втором этапе исследовались и нивелировались вторичные процессы их преобразований, и на завершающем этапе определялся генезис. По генезису изученные отложения разделились на вулканические, осадочные и метасоматиты (с резким преобладанием первых) (Рисунок).

Вулканические породы включают в себя вулканиды и вулканокластиты. Вулканиды разделены по степени раскристаллизации и структуре на афировые, порфировые и сферолитовые. Вулканокластиты (с обломочной структурой) делятся на кластолавы, лавобрекчии (эффузивно-осадочные) и туфы (эксплозивно-осадочные).

Осадочные породы имеют, вероятно, озерный генезис, судя по содержащемуся в породах осадочному веществу и определенному по геохимическим исследованиям типу органического вещества (керогена).

Метасоматиты – сильно вторично преобразованные породы без сохранения реликтов исходной породы (по положению в разрезе, вероятнее всего, преобразованию подвергались эксплозивно-осадочные породы).

При сопоставлении классификации пород с фильтрационно-емкостными свойствами, определенными на цилиндрических образцах, а также с результатами опробований скважин, установлено, что породы доюрского комплекса можно разделить на неколлекторы и потенциальные коллекторы. Некоторые петротипы лав относятся к неколлекторам, а другие – к потенциальным коллекторам. Вулканокластиты чаще всего являются коллекторами, а осадочные породы и метасоматиты – локальными покрывками, неколлекторами. При этом крайне важно, что эффузивы (лавы) формируют покровы довольно большой протяженности, вулканокластиты – кластолавы тяготеют к верхней и нижней частям лавовых покровов. Лавобрекчии и туфы имеют более широкое распространение на площади, а их мощность зависит от мощности извержения.



Стратиграфия	Доюрские отложения									
Группа	вулканическая			осадочно-вулканическая			вулканогенно-осадочная и осадочная	хемогенная		
Ряд	эффузивный			эффузивно-осадочный	эксплозивно-осадочный		смешанный (туффиты)	вторичный (гидротермальный)		
Генетические типы	лавы			кастолавы	лавокластиты	туфы		механогенные озерные (?)	метасоматиты	
	лавовые потоки и лавовые купола					не относящиеся к пирокластическим потокам	пирокластические потоки			
Группы петротипов	ВУЛКАНИТЫ СО СФЕРОЛИТОВОЙ СТРУКТУРОЙ	ВУЛКАНИТЫ С ПОРФИРОВОЙ СТРУКТУРОЙ			ВУЛКАНОКЛАСТИТЫ			ВУЛКАНОГЕННО-ОСАДОЧНЫЕ (ТУФФИТЫ) И ОСАДОЧНЫЕ ПОРОДЫ	МЕТАСОМАТИТЫ	
Петротипы	Со сферолитами радиально-лучистого строения; с нечетким строением; с литофитами	Массивной текстурой с первичными микролитовой или интерсертильной; витрофировой или гнаптолитовой	Миндалекаменной текстурой	Перлитовой текстурой	Кастолиты	Лавокластиты	Туфы витрокластические	Скопления органического вещества переставляющего с тонкими прослоями пирокластике	Аргиллит алевитистый и алевитовый	Кальцито-глинисто-кварцевые породы
Практическое значение: повышение достоверности моделирования геологического строения										
Морфология геологических тел	вулканические постройки (максимальные мощности) и лавовые покровы, могут быть большой мощности, уменьшение толщин к краю покрова			краевые части покровов	широкое площадное, толщины плавно меняются			тонкие прослои, локальное развитие	локально, спорадически	
Коллекторские свойства	Преимущественно неколлектор		Возможный коллектор				Преимущественно неколлектор / флюидоупор			

Рисунок. Классификация вулканогенно-осадочных пород доюрского комплекса на одном из месторождений центральной части Западной Сибири и ее практическое значение.

Таким образом, выявленные при изучении керна особенности отложений доюрского комплекса ложатся в основу межскважинной корреляции, позволяя контролировать ее корректность. Понимание морфологии геологических тел и разделение всего комплекса сингенетических отложений по коллекторским свойствам, имеют прямое влияние на качество планирования геологоразведки и разработки таких сложнопостроенных и труднопрогнозируемых объектов, каким является доюрский вулканогенно-осадочный комплекс Западной Сибири.

Список литературы:

1. В.Д. Немова. Многоуровневая литологическая типизация пород баженовской свиты // Нефтяное хозяйство. 2019. №8. С.13–17.



Анализ перспектив газоносности домезозойских отложений Западного Предкавказья

Пинчук Т. Н.

Кубанский госуниверситет, Краснодар
Email: pinchukt@mail.ru

Ключевые слова: палеозой, пористость, газопроявления, залежи, коллекторы.

Анализ петрофизической информации по палеозойским образованиям домезозойских отложений Западного Предкавказья показал, что для пород с данным уровнем катагенетической преобразованности и высокой степенью дислоцированности главным критерием при оценке перспектив нефтегазоносности должен служить показатель изолированности резервуара и возможность формирования в нем вторичной емкости, т.к. первичная пористость этих пород крайне низкая. Это подтверждается как результатами ГИС, так и лабораторными определениями и результатами опробования. Многочисленные газопроявления, геохимические показатели, а в ряде случаев и прямые признаки газоносности свидетельствуют о возможной газоносности этого комплекса.

Наибольшая вероятность самостоятельных залежей возможна при наличии четко выраженных положительных дислокаций внутри толщи, а также в условиях литологически и тектонически-экранированных ловушек, связанных с карбонатными образованиями. Последние, кроме всего прочего, в жестких термобарических условиях, типичных для палеозойского разреза, легче других пород подвержены процессам формирования вторичной емкости в результате трещиноватости, выщелачивания, доломитизации и др. процессов. Таким образом, даже в жестких термобарических условиях возможно формирование высокеемких коллекторов.

Несмотря на низкую степень геолого-геофизической изученности, в настоящее время имеется целый ряд прямых и косвенных данных, которые позволяют считать, что предположение о наличии в палеозойском комплексе северной части Предкавказья карбонатных массивов, различного генезиса, в т.ч. и биогермного. Об этом свидетельствует наличие карбонатов в пределах ряда площадей и крупных обломков известняков в триасовых отложениях. На наличие массивных карбонатных тел, указывают результаты петрографических исследований и данных сейсморазведки. Наиболее благоприятные в этом отношении территории приурочены к зонам развития карбонатов нижнего карбона в зоне, расположенной к северо-западу от Привольненской площади, а также в пределах Алексеевской площади.



Коллекторы пермской молассовой формации, относятся к типу трещинно-поровых, их пористость обусловлена процессами выветривания. По керну из скважин Расшеватской площади, где пористость составляет 15–20 %, а проницаемость – 0,0015 мкм², и по единичным кернам из скважин Советской и Митрофановской площадей, где получены значения 6,5 % и 0,001 мкм². По имеющимся в настоящее время данным, зоны повышенной пористости, приуроченных к территории Расшеватской, Южно-Покровской, Меклетинской, Южно-Успенской, Коноковской и некоторых других площадей. Коллекторскими свойствами обладают кора выветривания (разуплотненные пестроцветные образования) и некоторые прослои грубообломочных (гравийных конгломерато-брекчий, песчаников) пород. Что касается глинистых и алевролитовых разностей, то они являются экранами. Таким образом, коллекторские свойства и экранирующая роль пестроцветных моласс перми зависит от их литологического состава и степени дезинтеграции породы. При этом существующая роль в сохранении флюидов в ловушках, принадлежит структурному фактору, т.е. условию контактирования продуктивных осадков чехла с породами фундамента. Кристаллические породы при выветривании дезинтегрируются гранулярно или глыбово с образованием остаточных и переотложенных кор. Первые в верхней части разреза обычно представляют собой рыхлую или уплотненную дресву с полностью или частично разложенными цветными компонентами и полевыми шпатами. Вниз она сменяется брекчиевидными и трещиноватыми, а затем и плотными породами субстрата. Коры, сложенные перемещенным материалом, состоят из такой же дресвы. Коллекторские свойства переотложенных кор выветривания обычно высокие и по разрезу изменяются незначительно. В остаточных корах удовлетворительными свойствами обладает только верхний слой, составляет треть от общей мощности. Пористость пород из скв. 1 Отрадо-Кубанской, которая прошла по Соколовскому гранитоидному массиву 30 м со сплошным отбором керна, изменяется с глубиной от 10 до 0,5 %, а проницаемость — от 0,008 до 0 мкм². Данные эти близки результатами разровненных определений свойств пород из кор, вскрытых на Дагестанской, Надзорненской, Первохерсонской в других площадях.

Битуминологическое изучение 50 образцов разных пород домезозойских комплексов доказало, что большинство их содержит $C_{орг}$ менее 0,5 %, а битум «А» составляет в нем сотые доли процента. Такими концентрациями характеризуются как первично осадочные породы, содержащие обугленные и переработанные в графит растительные остатки (сланцы нижнего карбона на Армавирской площади и нижнего-среднего палеозоя на Чайкинской), так и заведомо не содержащие их гранитоиды. В тех



немногих случаях, когда количество $C_{орг}$ превышает 0,5 %, а доля битума «А» в нем возрастает до 4% и более процентов, какой-либо зависимости содержания битумоидов от состава пород не улавливается. Например, 7,2 % битума «А» в $C_{орг}$ содержат пестроцветные аргиллиты перми из скв. 3 Митрофановской (интервал 3785–3800 м), 4,4 % – пестроцветные туфопесчаники того же возраста из скв. 3 Советской (интервал 2650–2658 м) и т. п. Битумоиды в этих породах явно аллотигенные. Под люминесцентным микроскопом четко устанавливается, что они концентрируются в микротрещинах и даже пропитывают развитый в них кальцит. В кварц-гранат-мусковитовом сланце из скв. 41 Майкопской битум «А» содержится в количестве $0,156–0,625 \cdot 10^{-3} \%$ (на породу). По данным ВНИГРИ, он имеет состав: С – 79,4 %, Н – 9,72 %, S – 1,31 %, О – 9,79 %, С/Н – 8,4, т. е. он тоже сходен с составом обычных нефтяных битумов. В визуально наблюдающихся трещинах, секущих гранитоиды Даховской и Дагестанской интрузий, зафиксированы только высокомолекулярные вязкие озокеритоподобные и твердые битумы типа керита. Они могли образоваться и за счет, миграции углеводородов из перекрывающих интрузию глинистых толщ, и путем «отгонки» из вмещающих пород в период внедрения интрузии или постинтрузивной гидротермальной деятельности.

Таким образом, локализация залежей в домезозойских отложениях определяется следующими основными структурными условиями. Для залежей в трещинных коллекторах наиболее благоприятны участки зон разломов, где последние пересекают поднятия субстрата и не переходят в глинистые толщи чехла, а участки повышенной пликативной дислоцированности и локальной дезинтеграции (трещиноватости) пород. Залежи в поровых коллекторах кор выветривания соответственно распространению последних локализуются на склонах и у подножий погребенных выступов кристаллических пород. Для тех и других гидродинамическую связь и непосредственные контакты с регионально продуктивными горизонтами нижнего мела и нижней юры следует расценивать как условие, благоприятное для образования единых с ними массивных залежей и латеральной миграции УВ. При этом возможны перетоки как из палеозойских отложений в триасовые, так и из триасовых в палеозойские.

Список литературы:

1. Аладатов Г.М., Никифоров Б.М., Шиманский А.А. О распространении докембрийских, палеозойских, триасовых и юрских отложений в Западном Предкавказье (Ейско-Березанский район) // Сб. науч. тр. КФ ВНИИнефть. - Л.: Недра, 1962. Геол. сб. № 10. С. 136–148.



Раковинно-детритовые известняки неогена Предкавказья

Пинчук Т. Н., Белуженко Е. В.

Кубанский госуниверситет, Краснодар

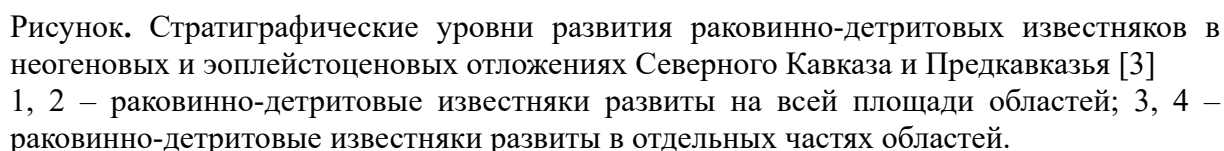
Email: pinchukt@mail.ru, beluzhenkov@yandex.ru

Ключевые слова: известняк, моллюски, неоген, стратиграфия, миоцен.

Раковинно-детритовые известняки, состоящие более чем на половину из разрушенных раковин моллюсков, известны на многих стратиграфических уровнях среднего-верхнего миоцена, плиоцена и эоплейстоцена Северного Кавказа и Предкавказья. Известняки образовались на мелководье морских, полуморских или солоноватоводных бассейнов окраинных морей Восточного Паратетиса в условиях субтропического или умеренного климата, типичных для окраинных морей неогена Восточного Паратетиса (Невесская и др., 2005). Среди них встречаются известняки-ракушечники, которые состоят из целых раковин моллюсков и их обломков. Известняки содержат (до 50 %) терригенного материала в виде цемента, включений и прослоев. По разрезу и простиранию раковинные известняки часто переслаиваются с детритовыми песками и песчаниками, другими органогенными известняками — мшанково-водорослевыми и водорослево-микробиальными, иногда переслаиваются с мергелями и оолитовыми известняками [1, 5]. Мощности прослоев РДИ от первых см до первых метров (реже — до 50–70 м); протяженность тел — от десятков и сотен метров до первых км, а площади отдельных массивов известняков достигают нескольких км².

Раковинно-детритовые известняки неогена являются индикаторами определенных палеогеографических условий, благоприятных для возникновения, развития, отмирания и перезахоронения в массовом количестве раковин моллюсков в неогене, что и привело к образованию значительных массивов известняков [2].

На Северном Кавказе и в Предкавказье выделено семь областей развития раковинно-детритовых известняков неогена: Нижне-Донская (I), Западно-Предкавказская (II) Цимлянско-Манычская (III), Западно-Кавказская (IV), Центрально-Предкавказская (V), Кабардинско-Чеченская (VI) и Восточно-Дагестанская (VII). В пределах областей выделяются районы (Рисунок).



Максимальные по мощности (десятки метров) скопления раковинных известняков в неогеновых отложениях отмечены на западной переклинали Большого Кавказа – в Таманско-Адагумском районе Западного Кавказа, а наибольшее площадное их развитие приурочено к Центрально-Предкавказской области. Возрастной диапазон развития раковинных известняков на Северном Кавказе от чокрака до эоплейстоцена включительно. Наиболее распространенные и значимые стратиграфические уровни развития раковинных известняков – это средне- и верхнесарматский.

91



века. Поисково-разведочные работы были приурочены, в основном, к районам их значительного развития (Анапско-Адагумский район Западного Кавказа, Западно-Ставропольский, Калаусский, Айгурский, Чограйский и Спасский районы Центрального Предкавказья, Махачкалинско-Дербенские районы Восточного Дагестана) [4, 6]. Наибольшее промышленное значение имеют отложения среднего сармата, мэотиса и понта, значительно меньшее – чокракские, караганские, нижне- и верхнесарматские отложения. Большинство участков с максимальными мощностями известняков пространственно приурочены к Верхне-Абинскому разрывному нарушению, обрамляя Анапский выступ Северо-Западного Кавказа. На площади Центрального Предкавказья можно выделить пять основных промышленных районов, где развиты раковинно-детритовые известняки раковинно-детритовые известняки неогена. На площади Центрального Предкавказья можно выделить пять основных промышленных районов, где развиты раковинно-детритовые известняки неогена от чокрака до акчагыла включительно.

В целом, месторождения раковинно-детритовых известняков, несмотря на долгую историю эксплуатации, и в наше время сохраняют большое значение для строительной индустрии краев и республик Северного Кавказа, а их перспективы еще далеко не исчерпаны.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ 22-17-00047.

Список литературы:

1. Белуженко Е.В. Органогенные известняки среднего-верхнего миоцена Северо-Западного Кавказа // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 2010. Т. 85, вып. 4. С. 63–68.
2. Белуженко Е.В. Раковинно-детритовые известняки неогена и эоплейстоцена Северного Кавказа и Предкавказья // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2014. Т. 22. № 4. С. 67–87.
3. Белуженко Е.В. Раковинно-детритовые и органогенные известняки неогена и эоплейстоцена Северного Кавказа и Предкавказья. LAP LAMBERT Academic Publishing (Германия), 2015. 116 с.
4. Бойко Н.И., Власов Д.Ф., Голиков-Заволженский И.В. и др. Справочник по месторождениям неметаллических полезных ископаемых Краснодарского края. Ч. I. Строительные материалы. Изд-во Ростовского университета. 1975. 516 с.
5. Гончарова И.А., Ростовцева Ю.В. Развитие карбонатных органогенных построек в среднем-позднем миоцене Эвксино-Каспийского бассейна (Восточный Паратетис) // Рифогенные формации и рифы в эволюции биосферы. Серия «Гео-биологические системы в прошлом». М.: ПИН РАН, 2011. С. 155–178.
6. Мартыненко А.А. Абдрашитов А.А. и др. Объяснительная записка к обзорной карте месторождений строительных материалов Ставропольского края масштаба 1:600 000. Геологический фонд РСФСР. М. 1985. 432 с



Методические аспекты и результаты изучения строения и вещественного состава ледяного покрова в Центральной Арктике

Рейхард Л. Е.^{1*}, Новигатский А. Н.¹, Филиппов А. С.¹, Сапожников Ф. В.¹,
Рейхард А. Г.², Боев А. Г.³

¹ Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва

² Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы, Москва

³ Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, Москва

*Email: mollusc@mail.ru

Ключевые слова: Арктика, Трансполярный дрейф, аутигенные минералы, криогенез, экстремальная биоминерализация.

Ледяной покров Арктики является одним из самых чувствительных индикаторов современных климатических изменений, чутко реагирующим на глобальное потепление резким изменением количественных и качественных характеристик, в частности быстрым уменьшением площади распространения, толщины и объема [1]. Кроме того, перенос вещества, законсервированного в ледяном покрове, в процессе Трансполярного дрейфа [2] от шельфов Сибирских морей до пролива Фрама делает дрейфующие льды одним из самых значительных транспортирующих агентов в седиментогенезе и в глобальных биогеохимических циклах таких элементов, как О, Н, С, Si, Fe и Al.

Уникальность однолетних арктических льдов состоит в том, что они являются надежным архивом особенностей протекания сезонных природных событий в Арктическом регионе, таких как ледообразование, биологическая активность и речной сток. Однако труднодоступность и эфемерность арктических однолетних льдов делает их чрезвычайно сложным объектом для изучения, требующим специфических исследовательских методик.

Целью данного исследования являлось мультидисциплинарное изучение строения и вещественного состава ледяного покрова в районе Северного Полюса в апреле 2015 года с применением комплекса традиционных, инновационных и уникальных авторских методик для выяснения особенностей ледообразования, ледовой седиментации и экстремальной биоминерализации в Арктике [3], а также влияния различных факторов на эти процессы.

Авторы рассматривали ледяной покров центральной части Северного Ледовитого океана главным образом как физическое тело – композит из микрокомпонентов



(твердых микрочастиц и их агрегатов) различного состава и генезиса, с учетом существующих научных представлений о том, что ледяной покров является не только географическим объектом - продуктом взаимодействия гидрометеорологических процессов, но и огромным биомом.

Комплекс исследований включал визуальное изучение физических и структурно-текстурных характеристик ледяного покрова, состоящего из однолетнего льда толщиной 180 см, поэтапное микроскопическое изучение микрокомпонентов методами световой и электронной микроскопии в совокупности с энергодисперсионной спектроскопией, геохимические исследования, включающие определение концентраций таких элементов, как Si, Al, и P.

В процессе исследований было установлено, что аутигенные, биогенные, терригенные и антропогенные микрокомпоненты не только послужили строительным материалом в процессе формирования ледяного покрова, но и явились информативными индикаторами (прокси) ледообразования.

На основании полученных данных о физических и структурно-текстурных характеристиках льда, а также о распределении, составе и генезисе микрокомпонентов, в строении ледяного покрова было выделено 4 слоя (0–50 см, 50–106 см, 106–162 см, 162–180 см), которые формировались в разное время под влиянием различных совокупностей природных факторов.

Так, например, анализ характеристик верхнего ледового слоя (0–50 см), образованного частым переслаиванием прослоев прозрачного и белесого льда, интенсивно насыщенных биоминеральными остатками летне-осеннего фитопланктона (диатомовых и золотистых водорослей), зернами темноцветных минералов и агрегатами гидроокислов железа, аутигенными кристаллами барита, содержащими до 5.33 % стронция, а также частицами микропластика, позволил предположить, что данный слой сформировался при сильных колебаниях гидрометеорологических параметров и значительном влиянии материкового стока в осенний период в шельфовых морях Сибирской Арктики. Напротив, сильно водонасыщенный и кавернозный лед нижнего слоя (162–180 см), отличающийся присутствием опаловых панцирей ледовых и планктонных диатомей (продуктов экстремальной биоминерализации), мог сформироваться в центральной части Арктики в весенний период при активизации биогенных процессов.

По мнению авторов, полученные результаты комплексного изучения физических и биогеохимических характеристик ледяного покрова в центральной части Северного Ледовитого океана не только дают новое представление о многофакторности процессов



ледообразования в контексте фундаментальных знаний о криогенезе, но и показывают перспективность подобных исследований для мониторинга климатических и экологических изменений в Арктике.

Авторы выражают благодарность за поддержку и помощь на различных этапах исследования Писареву С. В., Кизякову А. И., Шевченко В. П., Кравчишиной М. Д., Золотых Е. О.

Исследования выполнены в рамках Государственного задания ИО РАН по теме № FMWE-2024-0016.

Список литературы:

1. <https://nsidc.org>
2. Charette, M. A., Kipp, L. E., Jensen, L. T., Dabrowski, J. S., Whitmore, L. M., Fitzsimmons, J. N., et al. (2020). The Transpolar Drift as a source of riverine and shelf-derived trace elements to the central Arctic Ocean. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 125, e2019JC015920. <https://doi.org/10.1029/2019JC015920>
3. Рейхард Л.Е., Козина Н.В., Новигатский А.Н., Сапожников Ф.В., Филиппов А.С., Рейхард А.Г., Боев А.Г. Особенности биоминерализации в аквальных и субаквальных системах с экстремальными условиями. В книге: XX Международное совещание по кристаллохимии, рентгенографии и спектроскопии минералов и VI Международное совещание по органической минералогии. Сборник тезисов. Посвящается 100-летию кафедры кристаллографии СПбГУ и 300-летию СПбГУ. Санкт-Петербург, 2024. С. 212.

Глендониты в морских отложениях фанерозоя, их значение для стратиграфии, палеогеографии и реконструкции палеоклиматов

Рогов М. А.

Геологический институт РАН, Москва
Email: rogov@ginras.ru

Ключевые слова: икаит, глендонит, оледенения, событийная стратиграфия

Глендониты – псевдоморфозы кальцита по метастабильному минералу икаиту, который образуется только при низких температурах окружающей среды (до 7 °C). Это делает глендониты хорошим индикатором палеотемператур, хотя другие факторы, которые влияют на образование икаита и его последующую трансформацию в глендонит, пока остаются дискуссионными. Глендониты широко распространены в геологической летописи, встречаясь от нижнего протерозоя до современности. В большинстве случаев находки глендонитов приурочены к морским отложениям, существенно реже они встречаются в озёрных (с эоцена) и речных отложениях, а также



в пещерах (не древнее четвертичного возраста). Глендониты имеют очень характерный облик, и их находки регулярно отмечались геологами под разными названиями (псевдогейлюссит, геннойши, ярровит, хокоу-секи, фундилит, антракониты, беломорские рогульки, звездчатые конкреции, бипирамиды и др.) из отложений разного возраста в течение последних 200 лет [1, 2].

Приуроченность находок глендонитов к отдельным стратиграфическим горизонтам была давно отмечена исследователями, что позволило использовать интервалы распространения глендонитов в качестве маркирующих горизонтов при геологической съёмке [3–6]. Каплан М. Е. [6, с. 62] отмечал, что «Горизонты с псевдоморфозами прослеживаются на расстоянии 1–2 тыс. км». Несмотря на то, то в пространстве глендониты распространены неравномерно, и могут присутствовать в том или ином слое или пачке только на отдельных участках, их находки могут быть использованы для корреляции как естественных разрезов, так и скважин, поскольку приуроченность псевдоморфоз к узким стратиграфическим интервалам часто отмечается для крупных регионов. Более того, на значительной площади может сохраняться не только приуроченность глендонитов к узким стратиграфическим интервалам, но также их морфология и размер. Например, в верхнем плинсбахе севера Восточной Сибири от Анабарской губы на западе до нижнего течения р. Лены на востоке встречаются только розетковидные глендониты среднего размера (обычно до 5–7 см в диаметре), а в бассейне р. Вилюй – глендониты в виде одиночных «кристаллов» («бипирамиды» Т. И. Кириной [5]).

При этом размеры плинсбахских глендонитов бассейна р. Вилюй закономерно увеличиваются вверх по разрезу от 0,5–1 см до 15–20 см в длину [2]. Пограничный интервал плинсбаха и тоара – один из наиболее ярких примеров, демонстрирующий приуроченность глендонитов к интервалам похолоданий и их исчезновение при потеплениях.

В терминальной части плинсбаха, к которой приурочено глобальное похолодание, фиксируемое разными методами, глендониты распространены весьма широко, от высоких (Сибирь, Северо-Восток России) до средних палеоширот (разрезы Северной Германии).

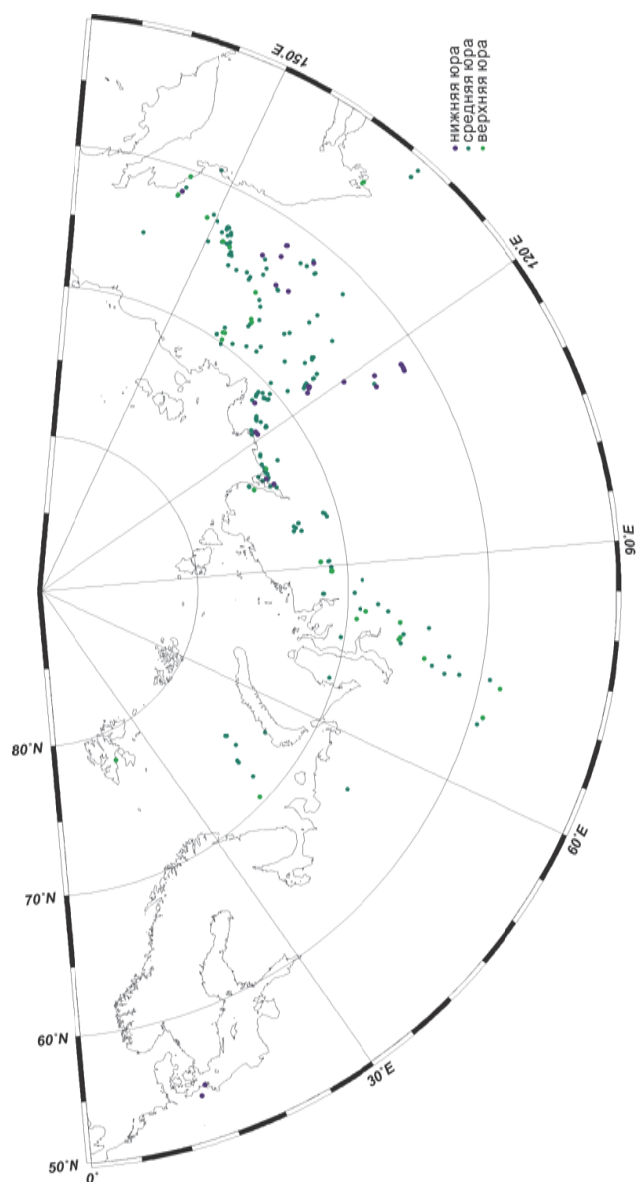


Рисунок. Основные местонахождения глендонитов юрских отложениях северной Евразии (на основе базы данных, приведённой в [1, 2]). Картографическая основа построена и точки находок глендонитов нанесены с помощью программы OceanDataView [7].



В нижнем тоаре находки глендонитов неизвестны нигде в мире, они вновь появляются только в верхах верхнего тоара Сибири, как первые свидетели крупного регионального среднеюрского холодного эпизода в Арктике [2].

Влияние особенностей палеогеографии на распространение глендонитов наиболее полно можно установить для хорошо изученных регионов, по которым имеются детальные палеогеографические карты. Одним из таких регионов является Западная Сибирь (Рисунок). Анализ особенностей распределения юрских глендонитов в этом регионе позволяет установить влияние как климатических, так и палеогеографических факторов. Как правило, глендониты встречаются в наиболее глубоководных частях бассейна. В более мелководных фациях они встречаются во время выраженных эпизодов похолодания, но редки даже в наиболее глубоководных районах во время значимых потеплений.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ № 24-27-00415 (<https://rscf.ru/project/24-27-00415/>).

Список литературы:

1. Rogov M., Ershova V., Vereshchagin O., Vasileva K., Mikhailova K., Krylov A. (2021) Database of global glendonite and ikaite records throughout the Phanerozoic // *Earth System Science Data*, Vol. 13. Issue 2. P. 343–356.
2. Rogov M., Ershova V., Gaina C., Vereshchagin O., Vasileva K., Mikhailova K., Krylov A. (2023) Glendonites throughout the Phanerozoic // *Earth-Science Reviews*, Vol. 241. 104430
3. David, T.W.E., Taylor, T.G., Woolnough, W.G., Foxall, H.G. (1905) Occurrence of the pseudomorph glendonites in New South Wales // *Records of the Geological Survey of New South Wales*. Vol.8. P. 162–179.
4. Афанасьев М.Г. (1974) Стратиграфия пермских отложений Южного Верхоянья // *Палеозой Дальнего Востока*. Хабаровск. С. 189–201.
5. Кирина Т.И. (1966) Стратиграфия нижнеюрских отложений западной части Виллюйской синеклизы // *Труды ВНИГРИ*. Вып. 249. С. 18–71.
6. Каплан М.Е. (1978) Кальцитовые псевдоморфозы в юрских и нижнемеловых отложениях Восточной Сибири // *Геология и геофизика*. №12. С. 62–70.
7. Schlitzer R. (2024) Ocean Data View, <https://odv.awi.de>



Глубоководные конуса выноса как объекты поисков залежей углеводородов

Ростовцева Ю. В.

Геофизический центр РАН
Email: yu.rostovtseva@gcras.ru

Ключевые слова: глубоководные конуса выноса, ачимовская толща, Гыданский полуостров.

Древние отложения мелководных частей бассейнов и речных систем являются традиционными объектами для выявления терригенных пород-коллекторов, содержащими залежи нефти и газа. Однако с развитием современных технологий нефтяными компаниями всё большее внимание уделяется исследованию толщ глубоководных конусов выносов, в которых также могут встречаться скопления углеводородов [1]. В этих отложениях к породам-коллекторам относятся в основном песчаники каналов (главных подводящих и второстепенных) гравитационных потоков, а также аккумулятивных лопастей. Глубоководные конуса выноса имеют закономерное фациальное строение (Рисунок 1) [2, 3]. Известны различные их типы, среди которых выделяются глубоководные системы без и с аккумулятивными лопастями, а также без и с тесной взаимосвязью с подводно-дельтовыми (авандельтовыми) комплексами (Рисунок 2) [1–5].

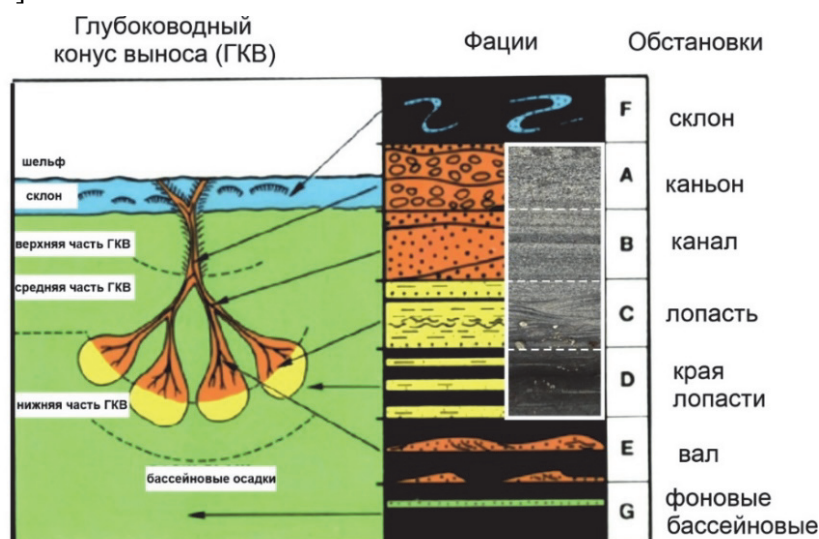


Рисунок 1. Фациальное строение глубоководного конуса выноса (по Shanmugam, Moiola (1988) и Shanmugam (2015), с дополнением).

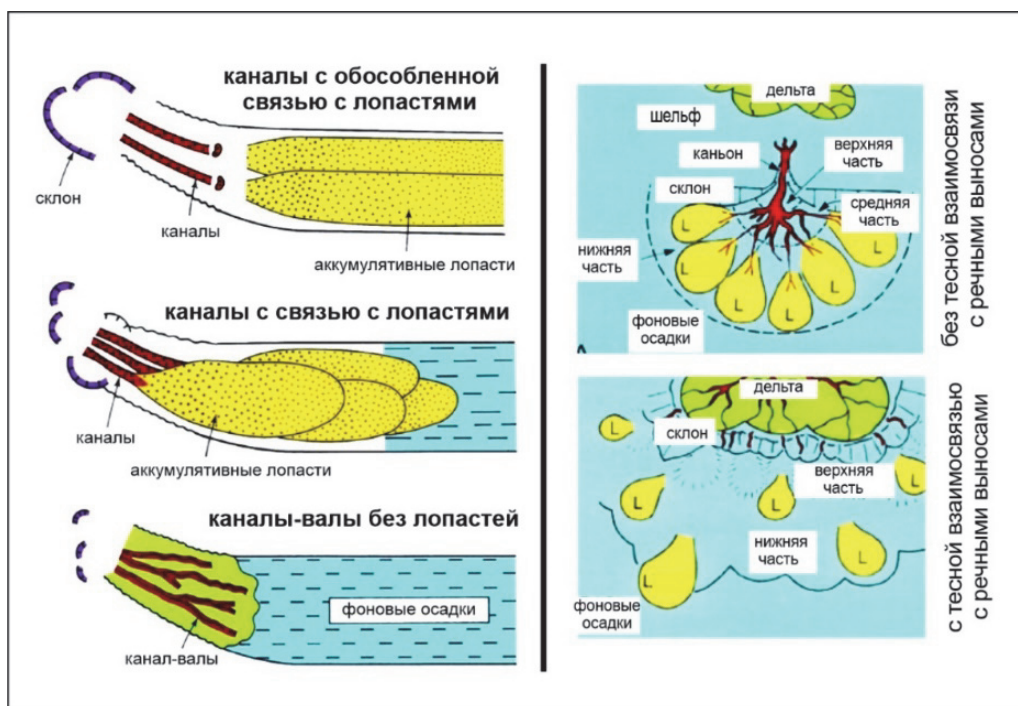


Рисунок 2. Типы глубоководных конусов выноса (по Mutti, Ricci Lucchi, 1972, Mutti, 1985 и Heller, Dickinson, 1985 с дополнением; L – аккумулятивные лопасти).

К отложениям глубоководного конуса выноса относятся алевроито-песчаные пласты ачимовской толщи, залегающей в основании ахской свиты неокома Гыданского полуострова. Рассматриваемые пласты ачимовской толщи, общей мощностью около 127 м [6], залегают на глубине более 3 км.

Отложения по характеру фоновых литогенетических изменений отвечают началу позднего катагенеза (по О. В. Япаскурту) или стадиям мезокатагенеза (МК2 или МК2/МК3, по Н. Б. Вассоевичу). В песчаниках, в которых вторичная пористость может достигать 20 % и более, при микроскопическом изучении отмечаются признаки заметного воздействия литостатического давления, обуславливающего формирования конформных структур с широким развитием линейных контактов между зернами, а также вдавливание частиц терригенных слюд в более твердые соседние обломки. Кварцевый регенерационный цемент имеет незначительное развитие, местами наблюдается вторичная карбонатизация, участковый кальцитовый и в отдельных порах каолиновый цемент. Пленочный глинистый цемент является наиболее характерным. Обломки представлены преимущественно кварцем (44–65 %) и полевыми шпатами (25–46 %), в меньшей степени присутствуют литокласты магматических, метаморфических и реже осадочных пород (1–7 %). Количество слюд колеблется от 1 до 8% (редко до



15%). Песчаники в основном тонко-мелкозернистые и мелко-тонкозернистые с преобладанием угловатых и слабоокатанных зерен. Встречаются песчаники пористые и непористые (Рисунок 3). Наличие пористости в песчаниках связано с проявлением вторичных процессов, в большей степени с выщелачиванием обломков полевых шпатов (прежде всего, КПШ) кислыми внутри- и межформационными глубинными растворами, действующих при повышенных пластовых давлениях.

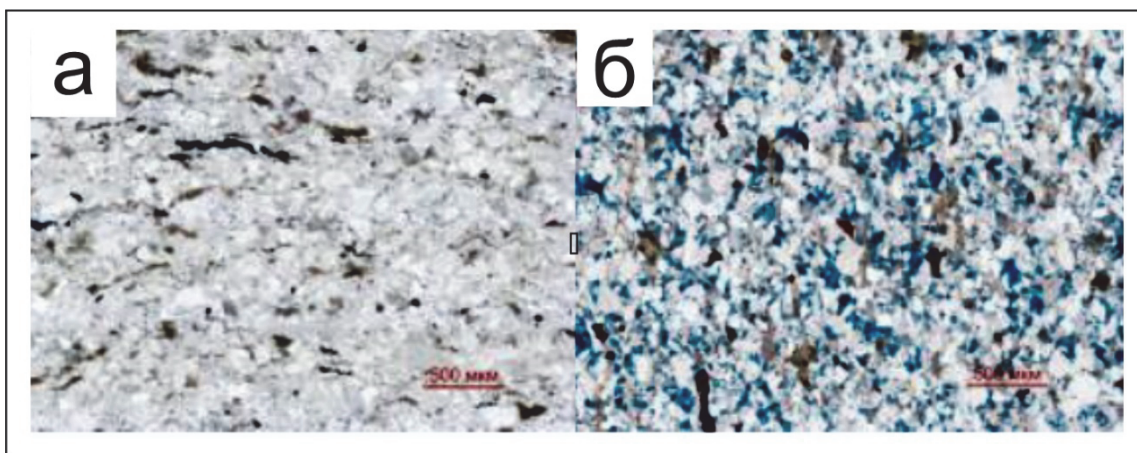


Рисунок 3. Микрофотографии песчаников пласта Ач5_0 ачимовской толщи Гыданского полуострова (при одном никеле: непористые (а) и пористые (б)).

По характеру распределения основных литологических типов пород снизу вверх по разрезу и на площади в изучаемых отложениях были выделены фациальные типы осадков главных подводящих и второстепенных каналов, а также средней и нижней (дистальной) частей глубоководного конуса выноса. Песчаники с наилучшими фильтрационно-емкостными свойствами чаще наблюдаются среди отложений главных подводящих и второстепенных каналов, мощность которых может достигать до 11–20 м. В этих отложениях также встречаются интервалы вторичной кальцитизации, ухудшающей коллекторские свойства пород. Согласно Shanmugam, Moiola (1988) [1], мощность песчаных осадков каналов глубоководных конусов выносов может составлять от 1 до 50 м. Обломочный материал гравитационными потоками сносился с

Работа выполнена в рамках темы госзадания (075-00443-24-01) ГЦ РАН.
северо-востока в юго-западном направлении в пределах рассматриваемого района (Гыданская площадь). Предполагается, что питание гравитационных потоков обломочным материалом, осуществлялось за счет подводных речных выносов, обильно поступающих в мелководную часть палеобассейна в раннем мелу.



Список литературы:

1. Shanmugam G., Moiola, R.J., 1988. Submarine fans, Characteristics, models, classification, and reservoir potential. *Earth-Science Reviews* 24, 383–428.
2. Shanmugam G. Submarine fans: A critical retrospective (1950–2015), *Journal of Palaeogeography*, Volume 5, Issue 2, 2016, 110–184.
3. Mutti, E., Ricci Lucchi, F., 1972. Turbidites of the northern Apennines, introduction to facies analysis (English translation by T.H. Nilsen, 1978). *International Geology Review* 20, 125–166.
4. Mutti, E., 1985. Turbidite systems and their relations to depositional sequences. In: Zuffa, G.G. (Ed.), *Provenance of Arenites*. D. Reidel Publishing Company, Dordrecht. 65–93.
5. Heller, P.L., Dickinson, W.R., 1985. Submarine ramp facies model for delta-fed, sand-rich turbidite systems. *AAPG Bulletin* 69. 960–976.
6. Брехунцов А. М., Монастырев Б. В., Нестеров И. И., Скоробогатов В. А. Нефтегазовая геология Западно-Сибирской Арктики. Тюмень: ООО «МНП «ГЕОДАТА». 2020. 464 с.

Неметаллические полезные ископаемые кор выветривания

Савко А. Д*, Овчинникова М. Ю.

Воронежский государственный университет, Воронеж

*Email:savko@geol.vsu.ru

Ключевые слова: кора выветривания, каолины, фосфориты, цеолиты.

Металлическим полезным ископаемым кор выветривания (КВ) посвящена обширная литература. К ним относятся железо, бокситы, марганец, никель, кобальт и другие металлы [1]. Гораздо слабее освещены в публикациях неметаллические полезные ископаемые КВ. Это каолины, песчано-каолиновые смеси, фосфориты, цеолит-кремнистое сырьё, вермикулиты и маршаллиты.

Каолины. Среди них выделяются первичные и вторичные каолины. Первичные образуются в КВ по породам кислого состава, слюдистым сланцам и гнейсам, вторичные – за счет размыва элювия, ближнего сноса и формирования в континентальных фациях – пролювиально-делювиальных и озерно-болотных, обычно в условиях аллювиальных и дельтовых равнин. В их пределах также могли формироваться огнеупорные глины.

Среди них выделяются сухарные и пластичные. Первые (типа флинт-клей) образуются химическим путем в озерно-болотных условиях при выпадении в осадок поступающих из выветривающихся пород соседних участков суши SiO_2 и Al_2O_3 . Вторые формируются при размыве каолиновых и глиноземных КВ и поступлении терригенного вещества в континентальные водоёмы. При этом в условиях



восстановительно-кислой среды заболоченных водоемов происходило «дозревание» («проточный диагенез») переотложенного материала КВ в результате выноса части SiO_2 , щелочей, щелочноземельных элементов, железа и накопление высокоглиноземистых каолиновых глин.

Анализ данных по каолинитовым породам Воронежской антеклизы и других структур регионов Мира показал, что месторождения первичных и вторичных каолинов, каолинитовых огнеупорных, тугоплавких глин и песчано-каолиновых смесей связаны с перерывами в осадконакоплении, формированием КВ и переотложением их вещества в фациях ближнего сноса [2–4]. Вместе с тем, фациальные обстановки формирования каолинов на каждом стратиграфическом уровне различались, что сказалось на вещественном составе, качестве сырья и масштабах месторождений.

В досреднедевонское время каолиновые КВ были маломощными и практически не содержали месторождений. Они появились с франского времени, представлены первичными и вторичными каолинами, но широкого распространения не получили. В карбоне в окраинных частях угольных бассейнов с обильной растительностью КВ были источником вещества для месторождений огнеупорных и тугоплавких глин. В поздне триасово-раннеюрское и раннемеловое время образовались основные месторождения первичных и вторичных каолинов.

В кайнозой масштабы каолинитонакопления, по сравнению с мезозойским, заметно сократились, уступив место бокситообразованию, сосредоточенному в латеритных покровах тропических стран. Каолиновые породы в виде элювия, вторичных каолинов и каолинитовых глин формировались преимущественно в пределах пониженных участков пенепленов и на аллювиальных равнинах.

Практически все запасы в месторождениях каолинов и огнеупорных глин связаны с КВ и образованиями их ближнего сноса. Наибольшее значение имеют первичные каолины, развитые по маложелезистым магматическим породам. Большинство месторождений рассматриваемого сырья связано с мезозойскими КВ Северного полушария.

Фосфориты. Их месторождения фосфоритов девонских КВ формируются на карбонатных породах, содержащих P_2O_5 , и на апатитоносных карбонатитах, в которых количество пентаоксида фосфора достигает первых процентов. Залежи этого сырья известны на Тимане, где его наиболее крупные накопления девонского возраста сосредоточены в пределах Заостровского фосфато-бокситового месторождения. Здесь в КВ по глинисто-карбонатным породам рифея наряду с фосфористыми бокситами выявлена залежь фосфоритов. Протяженность разбуренной залежи фосфатоносной



площади 1 км при мощности от 2,2 до 5,5 м, средней глубине залегания 55 м и ресурсами до 77 млн т. На Полярном Урале известно Софроновское месторождение фосфатных руд в линейно-контактной КВ, залегающей на контакте ордовикских сланцев и силурийско-среднедевонских известняков.

С мезозойскими КВ связаны залежи апатита на Украине, наиболее богатые на карбонатитах Новопопеловского месторождения. Концентрации апатита приурочены к зоне гидратации линейной КВ мощностью до 270 м. Выше по профилю апатит замещается вторичными фосфатами, более всего франколитом, обволакивающим зерна и сростки апатита. Среднее содержание P_2O_5 17 %, средняя мощность продуктивного пласта 19,6 м.

В Южной Сибири к КВ на карбонатных породах приурочены месторождения фосфоритов с P_2O_5 10–34 % и общими разведанными запасами 50 млн т. Самое крупное Телецкое месторождение (Красноярский край) связано с мезозойскими карстовыми депрессиями в доломитах верхнего протерозоя. Карстовые депрессии, соединяясь между собой, образуют древнее поле глубиной 50–60 м сложной конфигурации длиной около 11 км. Всё оно заполнено глинистыми образованиями с телами фосфоритов. Выделяют две их разновидности – рыхлые и каменистые, первые являются основным типом руд и представлены обломками выветрелых эффузивов, известняков и доломитов, фосфатизированных частично и погруженных в рыхлый фосфатовый цемент. Качество каменных разновидностей выше. Подобным является Белкинское месторождение Горной Шории. Руды сложены фторкарбонатапатитом и алюмофосфатами,

К гипергенным относятся фосфориты КВ Ковдорского массива на Кольском полуострове. Месторождение представляет систему карстовых воронок, полостей выщелачивания и трещин, заполненных породами КВ карбонатитов и вмещающих их фенитов и слюдитов. Наиболее распространены рыхлые (11,35 % P_2O_5) и брекчиевые (32,62 % P_2O_5) руды. Их основные минералы франколит, штаффелит, коллофан, крандаллит.

Самые богатые месторождения фосфоритовых руд КВ с запасами в миллиарды тонн приурочены к кайнозой. Они расположены в восточных областях США на территории штатов Теннесси, Флорида, Кентукки, Алабама и Северная Каролина. С КВ в штате Теннесси связано образование бурых, белых и синих фосфоритов. Её материнскими породами являются мелководные фосфатные органогенные косослоистые переполненные остатками фауны среднеордовикские известняки с P_2O_5 до 10–15 %. Их аналоги известны в Прибалтике. КВ представлена фосфатными глинами и плитчатыми



кальциевыми фосфатами с P_2O_5 до 35 %. Мощности фосфоритов колеблются от 2 до 10 м, запасы – первые млрд т. Во Флориде расположен один из богатейших бассейнов мира, где ежегодная добыча фосфоритов достигает 25 млн т, а запасы превышают 5 млрд т.

В Африке, в Западном Сенегале известны активно разрабатываемые месторождения Таиба и Тиес. На первом из них фосфатонесная пачка мощностью 4–10 м), подвергшаяся в третичное время латеритному выветриванию, сложена конгломератами, глинами, песками, фосфатами. Последние представлены алюмофосфатами, основным из них является крандаллит, в меньшей степени аугелит. На месторождении Тиес, расположенном 80 км северо-восточнее Дакара, также латеритном и с запасами 40 млн т, алюмофосфатная зона сложена в верхней части аугелитом, в нижней – крандаллитом и паллитом. Содержание P_2O_5 в среднем близко к 30 %. В КВ и отложениях речных долин карбонатитового массива Сукулу запасы фосфатного сырья оцениваются в 200 млн т при содержании P_2O_5 23%, тогда как в исходных породах его лишь 6,5 %

Цеолит-кремнистое сырьё. В пределах Воронежской антеклизы широко развита неогеновая КВ карстово-площадного типа на карбонатных породах верхнего мела, образованная в условиях умеренного климата [5–6]. Она сложена опоковидной породой серовато-белого цвета мощностью до 5–7 м. В её составе преобладают минералы кремнезема (опал, кварц, кристобалит, тридимит), глинистые (иллит, монтмориллонит), цеолит, представленный клиноптилолитом, количество которого может достигать до 20–30 % от объёма породы. преобладают минералы кремнезема (опал, кварц, кристобалит, тридимит), глинистые (иллит, монтмориллонит), цеолит, представленный клиноптилолитом (до 20–30 % от объёма породы).

Цеолит-кремнистый метасоматит формировался путем выщелачивания карбонатов из мел-мергельных пород, разложения глинистых минералов и последующего выпадения кремнезема из растворов. Пористая открытая микротекстура цеолитов определяет их полезные свойства: адсорбционные, молекулярно-ситовые, ионообменные, и каталитические. В водной среде цеолиты легко обменивают свои катионы на другие, находящиеся в растворе. При адсорбции или ионном обмене цеолиты избирательно извлекают определенные молекулы или ионы и отдают другие. Реакционная способность адсорбированных цеолитами молекул резко и избирательно увеличивается, и во многих реакциях цеолиты проявляют каталитическую активность при синтезе различных веществ.

Другие неметаллы. С КВ также связаны месторождения других видов неметаллического сырья – вермикулита, маршаллита, магнезита [1]. Из элювия на



кимберлитах («синие и желтые земли») и образований при его размыве извлекают наиболее качественные алмазы.

Список литературы:

1. Савко А.Д. Минерогения кор выветривания. Труды НИИ Геологии ВГУ. Вып. 95. Воронеж: Воронежск. гос. ун-т. 2016. 144 с.
2. Савко А.Д. Огнеупорные глины и каолины Воронежской антеклизы / Генезис и ресурсы каолинов и огнеупорных глин. Наука. М. 1990. С. 35–47.
3. Бортников Н.С., Новиков В.М., Савко А.Д. и др. Структурно-морфологические особенности каолинита различных стадий литогенеза глинистых пород (на примере Воронежской антеклизы) // Литология и полезные ископаемые. 2013. № 5. С. 426–440.
4. Савко А.Д., Михин В.П., Холмовой Г.В. Литология и полезные ископаемые аптских отложений междуречья Дон-Ведуга-Девича. Труды НИИ Геологии ВГУ. Вып. 26. Воронеж: Воронежск. гос. ун-т, 2004. 111 с.
5. Чигарев А. Г., Савко А. Д. Кайнозойская кора выветривания Старооскольского района КМА. Труды НИИ Геологии ВГУ. Вып. 63. Воронеж. Воронежск. гос. ун-т, 2011. 101 с.
6. Савко А.Д., Свиридов В.А. Позднекайнозойская кора выветривания междуречья Олым-Ведуга-Девича (Курская и Воронежская области) // Вест. Воронеж. ун-та. Сер. Геология. 2015. № 4. С. 28–37.

Железонакопление в истории Земли

Савко А. Д.*, Овчинникова М. Ю.

Воронежский государственный университет, Воронеж

*Email:savko@geol.vsu.ru

Ключевые слова: джеспилиты, кора выветривания, оолитовые руды.

Особенности железнанакопления в истории Земли рассматривались в ряде работ [1–12]. Вместе с тем появившиеся за последние годы новые данные по масштабной концентрации этого металла в гипергенных, осадочных и вулканогенно-осадочных месторождениях, его запасам и ресурсам, генезису и роли органики при этом позволяют расширить наши представления об эволюции железнанакопления во времени, что является целью настоящего сообщения.

Основные объёмы железных руд сосредоточены в корах выветривания (КВ), осадочных, вулканогенно-осадочных и метаморфогенно-осадочных образованиях. Поэтому использовались формационный, фациальный, палеогеографический, сравнительно-литологический и стадийный методы их изучения. В основу



фактического материала для настоящей статьи положены данные из трехтомника «Историческая минерагения», в которой приводятся сведения о более 5000 значимых месторождений различных полезных ископаемых, в том числе и несколько сотен по железным рудам. Данные о мировых запасах железа заимствованы из сводки геологической службы США (USGS).

В докембрийской истории Земли было три ярко выраженных этапа формирования джеспилитов – неоархейский (в течение 2,8–2,5 млрд лет), палеопротерозойский (в течение 2,5–2,3 млрд лет) и неопротерозойский (в течение 720–635 млн лет). В первый этап формирование концентраций Fe происходило в морских бассейнах зеленокаменных поясов. Оно поступало из эндогенных источников, а его руды залегают в эффузивно-осадочных толщах. Общие запасы руд составляют первые десятки миллиардов тонн.

В палеопротерозойский (раннекарельский) этап образование железорудных месторождений было на территории протоплатформ за счет железа, поступавшего из КВ в источниках сноса. В анаэробных условиях на поверхности суши растворимое Fe^{+2} переносилось в морские бассейны. Там оно при воздействии кислорода, генерируемого цианобионтами, переводилось в Fe^{+3} и осаждалось на дно в виде его оксида. Так сформировались самые масштабные в Мире месторождения металла с запасами в сотни миллиардов тонн. После Великого окислительного события (2,3 млрд лет) формирование полосчатых железистых кварцитов (BIF формация) прекратилось, поскольку в атмосфере появился свободный кислород, переводивший железо в неподвижную форму в оксиде.

Оно возобновилось после более миллиарда лет в условиях ледникового климата с формированием специфических руд в тиллитах. В конце эона, в криогении, при чередовании оледенений и межледниковий, существовали глубокие аноксидные рифтовые бассейны, образованные при распаде суперконтинента Родинии. Их воды из-за разложения органики были заражены сероводородом. В них Fe^{+3} переходил в Fe^{+2} . В межледниковые эпохи связь рифтовых бассейнов с Мировым океаном восстанавливалась. Его воды приносили O_2 , который окислял железо, переводя его в осадок. В нем имеются включения эрратического материала, поступавшего из тающих плавающих льдов. К этому этапу относят огромные скопления джеспилитов Эль Мутун, Боливия с 40 млрд т руды. Общие запасы железа этой эпохи с основным минералом гематитом – первые сотни миллиардов тонн. В фанерозое, в отличие от докембрия с его



накоплением железа в отдалённых частях палеоводоёмов, оно смещается в прибрежно-морские зоны и на сушу.

В морях, реже в лагунах и озерах, образуются оолитовые руды лотарингского типа, сложенные гидрогетитом, шамозитом, сидеритом и гидрогематитом. На суше железо накапливается в КВ в виде гематита (мартита, железной слюдки), гидрогематита, гетита, гидрогетита сидерита.

Анализ распределения запасов железа в фанерозое показал, что его накопление происходило в эпохи выравнивания территорий и теплого гумидного климата, интенсивного корообразования на суше и ослабленного приноса терригенного вещества в морские бассейны. Такие условия были в раннем силуре (Северная Америка), позднем девоне-раннем карбоне (Восточная Европа), юре (Западная Европа, Австралия), кайнозое (страны с тропическим и субтропическим климатами). Особенно масштабной была последняя эпоха, когда накопилась большая часть разведанных БЖР в КВ.

Значительны запасы и руд лотарингского типа. Они только в Западно-Сибирском железорудном бассейне по разным источникам составляют порядка 400–900 млрд тонн. И тот факт, что во многих случаях промышленность предпочитает докембрийские руды, объясняется возможностью получения из железистых кварцитов дешевых концентратов, содержащих более 60 % железа, практически лишённых вредных примесей.

Заключение: Железные руды в большинстве своём являются типичными экзогенными полезными ископаемыми, сформированными под влиянием различных тектонических, палеогеографических и биохимических факторов.

Эволюция железнакопления имеет пульсационно-направленный тренд с ярко выраженными эпохами рудообразования. В архее аккумуляции железных руд тяготели к зеленокаменным поясам, в палеопротерозое – к протоплатформам, в неопротерозое – к рифтогенным впадинам, в фанерозое – к платформам. Руды докембрия представлены преимущественно породами формации BIF, фанерозоя – КВ и оолитовой. Со временем эволюционировали и минерально-петрографические типы руд. Если для архея и палеопротерозоя характерны гематит-магнетитовые руды BIF, неопротерозоя – гематитовые BIF, то для фанерозоя гематитовые, гидрогематитовые, гетитовые, гидрогетитовые для КВ и оолитовые гематит-шамозит-сидеритовые лотарингского типа.



Список литературы:

1. Страхов Н.М. Типы литогенеза и их эволюция в истории Земли. М.: Госгеолтехиздат. 1963. 299 с.
2. Михайлов Б.М., Вировец В.В., Горбачев Б.Ф. Основные черты экзогенной минерализации СССР. Металлогения и рудные месторождения. 27-й Международный геологический конгресс СССР. М.: Наука, 1984. С. 84–94.
3. Дымкин А.М., Чайка В.М. Эволюция накопления природных соединений семейства железа. – М.: Наука, 1992. 256 с.
4. Фролов В.Т. Литология. Кн. 2. М.: Изд-во МГУ, 1995. 432 с.
5. Старостин В.И. Металлогения: учеб. 2-е изд. испр. и доп. М.: КДУ, 2012. 560 с.
6. Холодов В. Н. Геохимия осадочного процесса. Труды Геологического института. Вып. 574. М.: ГЕОС, 2006. 608 с.
7. Савко А.Д. Эволюция геологических процессов и внешних геосфер в истории Земли. Труды научно-исследовательского института геологии Воронежского гос. ун-та. Вып. 50. 2008. 172 с.
8. Савко А. Д., Шевырев Л.Т. Железисто-кремнистые формации (ЖКФ) континентов – новые историко-минерогенические данные о распространении, возрасте, генезисе. Статья 1. Осадочные бассейны с ЖКФ // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология. 2017. №3. С. 5–41.
9. Савко К. А., Базиков Н. С., Артеменко Г. В. Геохимическая эволюция железисто-кремнистых формаций Воронежского кристаллического массива в раннем докембрии: Источники вещества и геохронологические ограничения // Стратиграфия. Геологич. Корреляция. 2015. Т. 23(5). С. 3–21.
10. Klein C. Some Precambrian banded iron formations (BIFs) from around the world: Their age, geologic setting, mineralogy, metamorphism, geochemistry, and origin // Am. Mineral. 2005. V. 90. P. 1473–1499.
11. Bekker A., Slack J. F., Planavsky N., Krapež B., Konhauser K., Hofmann A., Rouxe O.J. Iron Formation: The Sedimentary Product of a Complex Interplay among Mantle, Tectonic, Oceanic, and Biospheric Processes // Economic Geology. – 2010. – Vol. 105 (3). – P. 467–508.
12. Eriksson P.G., Condie K.C. Cratonic sedimentation regimes in the ca. 2450–2000 Ma period: relationship to a possible widespread magmatic slowdown on Earth? // Gondwana Res. – 2014. – V. 25. – P. 30–47.



Морфо-геохимическое изменение пирита по стадиям литогенеза угленосных пород Донецкого бассейна

Седаева К. М.

МГУ имени М.В. Ломоносова
Email: sedaeva-mgu@mail.ru

Ключевые слова: пирит, угленосные отложения, катагенез, метагенез.

Пирит как и кварц очень часто встречается в угленосных отложениях и углях позднего палеозоя и мезозоя Евразии. Через свои типоморфные признаки они являются носителями информации об изменении их во времени и пространстве и в то же время индикаторами тех или иных геологических процессов и физико-химических условий среды минералообразования. Изучение типоморфных особенностей аутигенного пирита происходило в комплексном исследовании обломочных, глинистых и карбонатных отложений разной фациальной принадлежности нижнего и среднего карбона Донецкого бассейна от наименее преобразованных пород платформенного склона Русской платформы (начальный катагенез, Западный и Северный Донбасс) до сильно измененных толщ осевой части проторифта (поздний метагенез, Центральный и Восточный Донбасс).

На начальных стадиях литогенеза раннекатагенетический пирит рассматривается как пирит диагенетический и его присутствие в разрезе обусловлено седиментационными (литолого-фациальными) факторами. Пирит образует в угленосных породах «пылевидную» вкрапленность и имеет глобулярно-фрамбоидальное строение. Фрамбоиды отличаются несовершенной формой и для них характерно: 1) обедненный состав элементов-примесей (5–8 элементов) и низкое их суммарное содержание (около 0,02701 %) в углевмещающих породах; 2) присутствие микрофаз малосернистых сульфидов – маккинавита $(\text{Fe}, \text{Ni})_9\text{S}_8$ и мельниковита FeS_2 , нередко и ферригидрита $5\text{Fe}^{+3}\text{O}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$; 3) избыток серы в его составе (S/Fe 2,14–2,16) и 4) низкая температура образования (55°C – 75°C). Его формирование происходило при господстве окислительного потенциала, о чем свидетельствует наличие микрофаз малосернистых сульфидов (маккинавита, мельниковита), а также вюстита и ферригидрита в его ассоциации. Обедненный состав элементов-примесей в пирите косвенно указывает на то, что исходный осадочный материал изначально не был богат ими.



На стадии позднего катагенеза отмечается увеличение содержания и пестрота состава элементов-примесей в пирите угленосных пород. Он встречается как в тонкораспыленном виде, так и в виде хорошо ограненных кристаллов размером до 0,3–1 мм. Пирит имеет глобулярно-полифраamboидальное строение, появляются индивиды кубической формы с четкими кристаллографическими очертаниями с намечающейся штриховкой на гранях. В нем наблюдаются более высокие содержания и разнообразный состав элементов-примесей в углевмещающих породах (12–20 элементов при суммарном их количестве 0,3720–1,826 %). Среди элементов–примесей отмечается наличие катиононосителей (Fe, Co) и халькофильных элементов (Zn или Cu). Пирит характеризуется относительно повышенной температурой образования: от 60–85 °С до 120–140 °С, что приводит к увеличению значений параметров элементарной ячейки (0,5416–0,5417 нм) в связи с вхождением в нее некоторых атомов элементов-примесей, обуславливая ее стабильный параметр (близкий к теоретическому) и высокую степень совершенства кристаллической структуры. Для него присуще относительно высокое содержание железа в своем составе (S/Fe 2,13–2,08) и облегченный изотопный состав серы (δS^{34} от -6,5 до -16,3 ‰) с большим разбросом ее значений, что свидетельствует об осадочно-биогенной природе ее образования. Пирит значительно обогащен разнообразными редкими и рассеянными элементами, миграция и выпадение которых происходило при разных значениях pH среды и водного раствора, циркулировавшего среди углевмещающих пород, содержащих в том или ином количестве органическое вещество (ОВ) и биогенные остатки. Повышенные температуры интервала среды образования (от 60–65 °С до 120–140 °С) способствовали насыщению растворов редкими и рассеянными элементами, многие из них позднее селективно соосаждались с гидроокислами железа, сульфидами цинка и сульфатами бария, минеральное присутствие которых было выявлено в микрофазах пирита. Богатый спектр химических элементов в составе пирита также косвенно указывает о частом и неоднократном изменении физико-химических условий среды его образования. Пириту присуще более высокое содержание и пестрый состав элементов-примесей, заимствованных большей частью из петрогенных водно-флюидных растворов, рожденных структурными перестройками и минеральными трансформациями самого осадка при катагенезе. В меньшей степени здесь наблюдаются элементы, привнесенные растворами эндогенной природы, о чем косвенно свидетельствует наличие микрофаз сфалерита и барита в его кристаллах, а также присутствие катиононосителей сидерофильных (Fe, Co) и халькофильных (Zn, Cu) элементов, несмотря на то, что сера характеризуется облегченным изотопным составом.



На стадии раннего метабазита пирит образует в угленосных породах гнездовую и микро-мелкоконкреционную вкрапленность. Полифрамбоиды пирита более крупные по размеру, перекристаллизованные с образованием кристаллографических кубических форм с четкой выраженной линейной штриховкой. Единично отмечаются реликты пирита с полифрамбоидально-сферическим строением, которым присущи более пониженное содержание и менее пестрый состав элементов-примесей в угленосных породах (11 элементов при суммарном их количестве 0,7051 %) по сравнению с содержанием и видовым составом элементов-примесей из зоны глубинного катагенеза, хотя соотношения S/Fe у них одинаковое и равно 2,08. Наблюдается значительное преобладание среди них катиононосителей сидерофильных (Fe, Ni, Co) и халькофильных (Pb, Zn, Cu) элементов, количество которых возрастает от тысячных долей до сотых и даже десятых долей процентов. В микрофазах пирита отмечается присутствие простых (пирротина Fe_{1-n}S , сфалерита ZnS) и сложных (арсенопирита FeAsS) сульфидов. Относительно небогатый и в то же время более или менее одинаковый спектр химических элементов в составе пирита углевмещающих пород косвенно свидетельствует о слабом изменении физико-химических условий среды его образования. Температура его образования, согласно данным декрепитации, фиксируется 130–165 °C.

На поздней стадии метабазита пирит имеет кристаллическое строение и представлен кристаллами кубической, реже октаэдрической формы. Кристаллы характеризуются четко выраженной линейной или сложной комбинационной штриховкой на гранях и осложнены «полосками» пентагон-додекаэдрических граней. В них изредка наблюдаются реликты и тени пирита сферической формы и крайне редко кристаллы с крупноблочным строением. Его формирование происходило при значительном влиянии термобарического фактора и отчасти гидротермальных растворов, проникавших через микродислокационные трещинки и кливажные зоны, в которых отмечаются микролокальные метаморфические изменения, запечатленные в образовании микрофаз рудоносных минеральных ассоциаций: пирротина, арсенопирита, халькопирита и талька. Методом декрепитации пирита были получены температурные интервалы его образования от 220 до 260 °C.

Выводы. На основании морфо-геохимических исследований пирита угленосных пород Донецкого бассейна выявлено следующее. 1. Каждой стадии литогенеза соответствует определенный геохимический спектр элементов–примесей в составе пирита угленосных пород. 2. Повышенное содержание элементов–примесей и наибольшее их разнообразие в составе пирита отмечается на стадии позднего



катагенеза и метагенеза, что связано с изменением термобарических условий, внедрением и смешением гидротермальных растворов с талассогенными на фоне значительного преобразования ОВ, РОВ и глинистой составляющей угленосных пород. 3. По мере увеличения степени преобразования пород в литогенезе в геохимическом спектре пирита происходит постепенное преобладание в его составе халькофильных и сидерофильных элементов и исчезновение катионо- и анионогенных литофильных элементов. 4. По количественному и качественному составу элементов–примесей можно косвенно судить о стадии преобразования угленосных пород с учетом присутствия среди них халькофильных и отчасти сидерофильных элементов.

Работа выполнена по теме НИР № Номер ЦИТИС: АААА-А16-116033010120-0

Вторичные процессы в нижнепермских солях западного и северо-западного обрамления Прикаспийской впадины

Соломон М. В.

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского
Email: solomonmv@list.ru

Ключевые слова: вторичные процессы, калийные соли, Прикаспийская впадина.

Исследование постседиментационных изменений в калийных солях проводилось по керну скважин, вскрывших продуктивные калиеносные интервалы (интервал глубин 970.8–1308.6 м) на Гремячинском месторождении калийных солей в Волгоградской области и перспективных на калийное сырье (сильвинит) в Западно-Перелюбском и Восточно-Перелюбском поисковых участках (интервал глубин 687.0–1041.14 м) в Саратовской области. Исследование керна проводилось по методике текстурно-структурного анализа калийных солей и подкреплялось геохимическими индикаторами стадий галогенного процесса: содержанием брома (%), хлора (%) в солях, анализировались рассчитанные значения бром-хлорного коэффициента, данные ультрамикрoхимического анализа состава рапы включений и результаты рентгенофазового анализа нерастворимого остатка (Н.О.) солей. Объектами исследований являлись калиеносные породы погожской ритмопачки иренского горизонта кунгурского яруса нижней перми, вскрытые скважинами на Перелюбских поисковых участках и на Гремячинском месторождении. Изучение большого объема фактического материала Перелюбских участков и Гремячинского месторождения позволило нам выделить следующие типы постседиментационных изменений



исходных калийных пород, которые могли реализовываться на диагенетической стадии преобразования пород.

1. Процессы замещения одних минералов другими. Формирование калийных отложений района Перелюба и Гремячинского месторождения происходило при воздействии растворов меньшей концентрации ионов на калийно-магниевого породы. В результате чего рапа обогащалась хлористым калием за счет растворения отложений богатых по содержанию этого элемента, что приводило к формированию вторичного сильвина в результате инконгруэнтного разложения карналлита. В изученных разрезах, зафиксирован вторичный (апокарналлитовый) сильвин. В шлифах отмечается сохранение реликтов кристаллов карналлита в сильвине и даже в галите, что отмечено для Перелюбских участков, но особенно характерно для отдельных интервалов разрезов долинной и луговской ритмопачек Гремячинского месторождения. В сильвине, в шлифах, распространены газовые пузырьки, попавшие при замещении карналлита. Сульфатные растворы, выделившиеся при уплотнении из пелитового материала, привнесённого в осадок калийных и калийно-магневых солей за счёт размыва рапой островных участков бассейна или при его эоловом заносе, определяли своеобразие минеральных преобразований на постседиментационном этапе. По данным РФА Н.О. солей, пелитовый материал представлен каолинитом и гидрослюдами. Содержание этих минералов варьируется от 11 % до 13 %. Случаи замещения хлоридных калийных минералов сульфатными калийными зафиксированы в разрезах Перелюбских участков. В осадок, ещё сохраняющий пористость, проникает концентрированная плотная рапа, путем перемещения вниз или по латерали. Растворы пониженной концентрации, проникающие из подстилающих толщ, приводят к образованию зон выщелачивания.

2. Процессы частичного растворения и окатывания, с последующей докристаллизацией. В Перелюбских разрезах в шлифах встречен галит высаливания со следами растворения и окатанности в центре кристалла и зонами последующего роста на стадии диагенеза. На формирование галита в результате процессов высаливания, указывают данные ультрамикрoхимического анализа состава растворов включений: содержание калия – 19.35 г/л, Mg^{2+} – 98.41 г/л, SO_4^{2-} – 23.9 г/л. В центре кристаллов отмечаются сгустки пелита, явившиеся, видимо, центрами кристаллизации. На Гремячинском месторождении (Равнинный участок) в луговской ритмопачке зафиксированы признаки прекращения калийной седиментации в виде частично растворённых кристаллов сильвина.



3. Процессы коррозии кристаллов калийных и калийно-магниевого минералов за счёт воды, выделяющейся при уплотнении глинистой примеси. Структуры коррозии кристаллов основных минералов солей установлены в шлифах калийных пород в Перелюбских участках, на Равнинном и Даргановском участках Гремячинского месторождения. Формирование таких пород, происходило в стадию раннего диагенеза за счет выделения воды из уплотняющегося пелитового материала.

4. Процессы переотложения солей связаны с образованием седиментационных брекчий, сложенных обломками карналлитовых корок. Встречаются в галит-карналлитовых породах, подстилающих калиеносные интервалы. В Перелюбских разрезах установлен интервал переотложения калийно-магниевого пород, подстилающих сильвиниты. Породы этого интервала характеризуются брекчиевидными текстурами, сложенные обломками карналлитовых пород.

Обобщение полученных результатов позволяет отметить, что существенное проявление постседиментационных процессов связано с положением участка соленакопления в акватории солеродного бассейна (тупиковый участок, береговая полоса, приподнятый участок дна и пр.). Существенное развитие пелитового материала в породах, поровые растворы которых содержали повышенное количество ионов сульфата, приводило к образованию парагенезисов солей с полигалитом, даже в тех участках солеродного бассейна, в которых, судя по первичным парагенезисам, кристаллизация минералов шла из сильно метаморфизованной рапы с минимумом сульфата. Для Гремячинского месторождения постседиментационные процессы определялись тупиковым положением района. В Перелюбских участках и Краснокутском участке постседиментационные изменения связаны с гидродинамическими движениями рапы близ береговой полосы, о чем свидетельствует появление брекчиевидных текстур, растворенных и окатанных кристаллов галита. Анализ геохимических данных и текстурно-структурных особенностей калийных отложений позволил выделить общие признаки для всех стадий преобразования калийных отложений: 1) закономерное изменение минерального состава пород; 2) образование вторичных пород в результате замещения исходных. Наиболее распространены постседиментационные процессы, способствующие изменению минерального состава исходных пород. К ним отнесены процессы замещения одних минералов другими (продукты замещения – апокарналлитовый сильвин, апогалитовый сильвин, апогалитовый карналлит, полигалит по сильвину, полигалит по карналлиту, бишофит и каинит по карналлиту). Процессы частичного растворения и окатывания с последующей докристаллизацией, коррозии кристаллов калийных и калийно-



магниевого минерала за счёт воды, выделяющейся при уплотнении глинистой примеси встречаются не так часто. Переотложение солей зафиксировано в разрезах фланговых скважин Гремячинского месторождения и Перелюбского участка на границах погожского бассейна седиментации. Начальные фазы пликтивных деформаций, протекавших в диагенетическую стадию, отмечаются локально в виде жилоподобных и брекчированных образований в разрезах скважин Гремячинского месторождения.

Постседиментационные преобразования пород-коллекторов Большехетской впадины и их влияние на особенности обработки призабойной зоны пласта

Титов Ю. В.^{*}, Астаркин С. В., Чернышова К. Т.

ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг»

*Email: Yuriy.Titov@lukoil.com

Ключевые слова: Большехетская впадина, постседиментационные преобразования, цеолитизация, кислотная обработка.

При выборе типа кислотной обработки терригенных коллекторов характер постседиментационных преобразований пород конкретного интервала воздействия учитывается крайне редко. В свою очередь, катагенетические изменения являются немаловажным показателем, они преобразовывают кристаллическую структуру минералов и определяют специфику их взаимодействия с кислотными агентами. В качестве объекта исследования рассмотрены песчаные породы нижнемеловых отложений Большехетской впадины, характеризующиеся высокой степенью постседиментационного преобразования вещества и невыдержанностью фильтрационно-емкостных свойств.

Проведено детальное изучение вещественного состава пород нижнемеловых отложений, рассмотрен механизм растворения цементирующих минералов и влияния этих факторов на фильтрационно-емкостные свойства пород. Воздействие кислот на породу изучалось с помощью методов гравиметрии, петрографического описания шлифов, растровой электронной микроскопии.

В результате исследования постседиментационных изменений выявлен направленный характер аутигенного минералообразования для изучаемых пород. Установлено, что в начальную стадию преобразования происходило формирование регенерационных каемок в зернах кварца, часто сопряженное с процессом



каолинизации. В дальнейшем, по мере усиления преобразования, происходило нарушение кристаллической структуры слюд, которые, как правило, гидратированы, их пластинки расщеплены на волокнистые агрегаты с выделениями глинистых минералов вдоль трещинок спайности. Наряду с гидратацией слюд наблюдается хлоритизация по отдельным слоевым пакетам, возникшим при расщеплении слюд. На поздней стадии кристаллизовались цеолиты и карбонаты.

Проанализированы фильтрационно-емкостные свойства по 2211 образцам керна. Выявлено, что средние значения пористости сортымской свиты варьируют от 9,7 до 15,1 %. Коэффициент проницаемости изменяется в широких пределах – от $0,06 \times 10^{-3}$ до $25,4 \times 10^{-3}$ мкм². Пористость пород-коллекторов тангаловской свиты изменяется от 12,6 до 16,4 %, проницаемость – от $3,95 \times 10^{-3}$ до $19,4 \times 10^{-3}$ мкм². Значения коэффициента пористости покурской свиты варьируют в пределах от 12,5 до 18,7 %, проницаемости – от $0,9 \times 10^{-3}$ до $56,4 \times 10^{-3}$ мкм². Установлено, что низкие фильтрационные свойства пород покурской и тангаловской свит обусловлены повышенным содержанием карбонатно-глинистого цемента. Присутствие каолинита в цементе меньше влияет на проницаемость по сравнению с другими глинистыми минералами, особенно гидрослюдами.

В результате статистического анализа образцов сортымской свиты и ее стратиграфических аналогов в пределах Большехетской впадины выявлено слабое уменьшение значений коэффициента пористости при изменении коэффициента проницаемости, что связано с возрастанием в их составе цеолита.

Процесс цеолитизации существенно влияет на планирование геолого-технологических мероприятий при освоении и эксплуатации скважин, что, в свою очередь, диктует необходимость применения особого спектра технологий, поскольку характер процессов, происходящих в призабойной зоне, отличается от известных в Западно-Сибирском регионе [1,2].

На основании проведенных лабораторных исследований, с точки зрения воздействия на керн, соляная кислота различной концентрации показала высокую растворимость, но при этом выпадает большое количество нежелательного осадка, состоящего в том, числе, из гидроксидов алюминия и кремния. Максимальное количество вторичного осадка образуется при взаимодействии керна с составом, содержащим 12 % соляной и 0,6 % плавиковой кислоты, растворяющая способность характеризуется наивысшим значением из исследуемых кислотных составов (5,5 %). Однако, образование такого количества осадка в реальных условиях будет приводить к



кольматации порового пространства. Также были проведены фильтрационные эксперименты на натуральных керлах в условиях максимально приближенным к пластовым. Эксперименты проводили на водонасыщенных образцах керна. Закачку кислотного состава осуществляли в количестве 4-5 поровых объемов с выдержкой на реагирование 2–3 часа.

Проведенные фильтрационные эксперименты показывают, что соляная кислота снижает проницаемость до 0,03 мД в результате полного закупоривания проводящих каналов гелем кремниевой кислоты. Образование геля визуально наблюдается микроскопическими исследованиями кернового материала при расколе образца. При воздействии составов на основе органических кислот наблюдается прирост фазовой проницаемости по воде на 30 % (коэффициент восстановления проницаемости соответственно 1,27 и 1,33). Состав на основе сульфаминовой кислоты слабо прореагировал с породой.

При изучении структуры порового пространства образцов керна методом ядерно-магнитного резонанса (ЯМР) до и после воздействия кислотными составами показали увеличение пористости в различной степени в трех экспериментах из четырех. При воздействии щавелевой кислоты наблюдается незначительное увеличение порового пространства и ЯМР-спектр после кислотной обработки смещен относительно исходного нетронутого состояния породы в сторону меньших времен. Уменьшение времени релаксации свидетельствует об увеличении количества мелких пор и сокращении более крупных. Для кислотного уксусного состава наблюдается аналогичная картина, при этом для последнего образца в колонке прослеживается снижение пористости образца на 15 %, что, вероятно, связано с процессами разрушения поверхности пор, вытравливанием крупных частиц и зерен породы с последующим осаждением продуктов реакции в поровой системе последнего образца в модели. В эксперименте по испытанию сульфаминовой кислоты привело так же к уменьшению пористости на 25 %, распределение ЯМР интенсивности по времени релаксации незначительно смещено в сторону больших времен. Для 12 % соляной кислоты наблюдается более сильное смещение спектров ЯМР в короткую область времени релаксации, при этом суммарная пористость увеличивается после кислотного воздействия на 20 %. В то же время, для данной кислоты установлено резкое снижение фазовой проницаемости, что вызвано большим образованием вторичных осадков продуктов реакции.



Таким образом, на основании комплексных исследований экспериментально установлено негативное влияние цеолитизации пород на фильтрационно-емкостные свойства и процессы эксплуатации скважин. Лабораторными исследованиями показано, что взаимодействие цеолитсодержащих пород с неорганическими кислотами приводит к нежелательному гелированию продуктов реакции, что требует нестандартного подхода к выбору и применению кислотных составов.

Список литературы:

1. Сергиенко В. Н. Технология воздействия на призабойную зону пластов юрских отложений Западной Сибири / В. Н. Сергиенко. – СПб.: Недра, 2005. – 207 с.
2. Титов Ю.В., Черепанова Н.А., Колпаков В.В. и др. Вторичная цеолитизация пород-коллекторов Большехетской впадины и её влияние на оптимизацию ГТМ (на примере пласта БУ₁₅ Пякхинского месторождения) // Нефтяное хозяйство: Научно-технический журнал. 2016. – № 8. – С.16-19.

Верхнеюрские спонголиты центральной части Русской платформы

Хомяк А. Н.

МГУ имени М. В. Ломоносова, Москва
Email: khomyak.an@yandex.ru

Ключевые слова: спонголиты, юрские отложения, микротомография, кремненакопление.

Верхнеюрские отложения центральной части Русской платформы представлены преимущественно песчано-алевро-глинистыми и карбонатными породами, часто со значительной примесью глауконита и фосфатного компонента. Меньше распространены силициты. При изучении разреза Липицы в Калужской области, кремневые отложения были ошибочно отнесены к опокам. Данные отложения относятся к зоне Eudoxus верхнего кимериджа [1], довольно редко выходящего на поверхность в центральной части России. При микроскопическом изучении было уточнено биогенное происхождение пород и определение их как спонголитов (spongolite, sponge-spicule rock), составленных более чем на 50 % остатками губок (Spongia). Следует уточнить, что губки могут быть как известковыми, так и кремнистыми [2]. В данном случае это кремнистые спонголиты. Губки известны с кембрия, в заметных количествах они появились в карбоне, но развиты преимущественно в мелу и кайнозое [3]. Этим, вероятно, обусловлено широкое



географическое и стратиграфическое распространение меловых и палеогеновых толщ опок (до 700 м) в пределах современных Франции, Польши, Германии, Беларуси, Украины, России и стран Центральной Азии [4], источником которых мог быть биогенный опал. В юрских отложениях опоки, а тем более спонголиты менее распространены.

Поскольку после отмирания организма скелет губок распадается на легкие и транспортабельные спикулы, остатки губок часто смешиваются с известковым, песчаным и другим материалом и разубоживаются. Отмечается, что в связи с этим, «чистые» спонголиты достаточно редки и маломощны (редко больше 1 м) [3,5]. По литературным данным мощность спонголитов разреза Липицы составляет порядка 11 метров [1]. При изучении фиксировалась мощность выхода спонголитов порядка 1,5 метра, так как часть разреза была задернована.

По данным рентгеноструктурного анализа состав спонголитов на 99 % кремневый. Так же следует отметить очень высокую пористость породы в сочетании с крайне низкими значениями проницаемости (Таблица 1), что объясняет резкое различие цвета спонголитов от вышележащих отложений. Спонголиты светло серые с бежеватым оттенком, выше породы имеют пеструю окраску бурых, рыжих и зеленых цветов, вероятно вторично наложенных минерализованными проникающими растворами.

Таблица 1. Минеральный состав по данным РФА и значения замера пористости и проницаемости.

	Минерал	Содержание, %	Пористость, %	Проницаемость, мД
1.	Кристобалит	47	37	0,03
2.	Тридимит	10		
3.	Халцедон (кварц)	42		
4.	Слюда	1		

В шлифах отмечается не слоистая беспорядочная текстура. Замещение монаксонов демоспонгий микритовым агрегатом волокнистого халцедона. Не заполненных пор порядка 1–5 %. Основная масса представлена опаловыми микро глобулами, леписферами размером 1–2 мкм (Рисунок 1).

На срезах микротомографии выделяется три фазы. Черный цвет – пустоты, темно серый – опаловое вещество с субмикронной пористостью, серый цвет – спикулы губок, выполненные халцедоном.



Высокие значения пористости связаны с субмикронными пустотами, фиксируемыми только на снимках сделанных электронным микроскопом, а так же по выделяемым фазам на рентгеновских плотностных сечениях микротомографии (Рисунок 2).

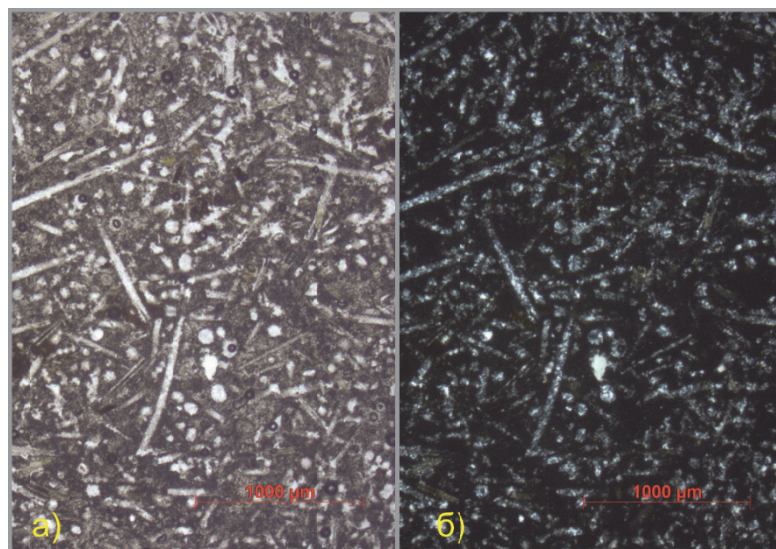


Рисунок 1. Фотографии спонголита в шлифе: а) параллельные николи, б) скрещенные николи.

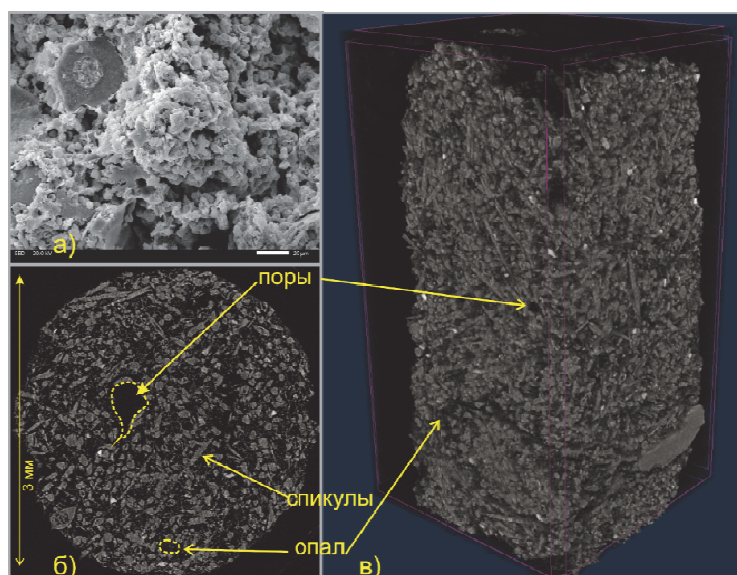


Рисунок 2. Снимки спонголита: а) РЭМ б) рентгеноплотностной срез микро-КТ в) объёмная модель микро-КТ.



Образование столь чистых по составу спонголитов, вероятно, связано с высокой биопродуктивностью губок и одновременным отсутствием привноса карбонатного и терригенного материала. Как известно, организмы-кремненакопители способны извлекать кремнезем из морских вод несмотря на резкую недонасыщенность их кремнеземом [6]. Но для повышенной биопродуктивности необходим привнос дополнительного кремнезема. Можно предположить источником дополнительного кремнезема процессы вулканизма и подводной разгрузки насыщенных кремнеземом гидротерм, но применительно к платформенным областям это требует дополнительных исследований.

Данный образец был внесен в учебную коллекцию кафедры нефтегазовой седиментологии и морской геологии МГУ им. М. В. Ломоносова под номером 766, дополнил обширную коллекцию петрографических шлифов и используется в учебном процессе.

Список литературы:

1. Рогов М.А. Аммониты и инфразональная стратиграфия кимериджского и волжского ярусов панбореальной надобласти. Труды Геологического института. Вып. № 627. // Москва: ГИН РАН, 2021. С. 216.
2. Кузнецов В.Г. Осадочные горные породы и методы их изучения. / Учебное пособие. М.: Российский государственный университет нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, 2022. С. 130
3. Кузнецов В.Г. Литология. Осадочные горные породы и их изучение. / Учеб. пособие для вузов. М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2007. С.452.
4. Смирнов П.В. Опоки: полиморфный состав, генезис и проблемы их изучения. // Георесурсы. 2024. Т.26. № 2. С. 135-154.
5. Фролов В.Т. Литология. Кн. 1 / Учебное пособие. М.: Изд-во МГУ, 1992. С. 292.
6. Япаскерт О.В. Литология: Учебник. 2-е изд., перераб. и доп. М.: ИНФА-М, 2016. С. 238.

Литологический облик пород-коллекторов доманиковой формации

Шахов А. С., Немова В. Д*, Бажукова Т. А., Ким О. О., Афанасьев И. А.

ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг», Москва.

*Email: Varvara.Nemova@lukoil.com

Ключевые слова: Бузулукская впадина, доманиковая формация, ТРИЗ, керновые исследования, литология.



На протяжении последних лет в Российской Федерации наблюдается постепенное истощение месторождений традиционной нефти, что делает актуальным изучение трудноизвлекаемых запасов (ТРИЗ), удельная доля которых увеличивается из года в год. Одним из объектов ТРИЗ являются коллектора доманиковой формации, именно они являются объектом исследований настоящей работы и выделяются в франско-фаменском стратиграфическом интервале [1].

Не смотря на обширную географию присутствия и наличие притоков, отложения доманиковой формации практически не разрабатываются и не являются целевым объектом для опоискования новых залежей. Это в первую очередь объясняется неоднозначностью при геометризации границ коллектора, не выделяемого по традиционным методикам, а также сложностью строения изучаемого объекта, выраженной в высокой геологической неоднородности, отмеченной на микро-, мезо- и макроуровнях.

Для решения поставленных задач необходимы системные исследования кондиционного кернового материала, характеризующего отложения доманиковой формации во всем стратиграфическом интервале. Именно такие исследования проведены на основе 380 м керна, отобранного из двух скважин Бузулукской впадины и послужившие основой для текущих работ (Рисунок).

Анализ фотографий керна в дневном и УФ-свете, результатов петрофизических и пиролитических исследований по методу Rock-Eval позволил выделить потенциально нефтенасыщенные пропластки в изучаемых отложениях.

Анализ петрографических и литологических исследований (РСА) показал преимущественно кремнисто-карбонатный состав пород и в зависимости от минерального состава позволил разделить рассматриваемые породы на 3 группы:

- кремнистые (с содержанием $\text{SiO}_2 > 70 \%$);
- карбонатно-кремнистые и кремнисто-карбонатные (с содержанием $\text{SiO}_2 = 30\text{--}70\%$; $\text{Ca}[\text{Mg}]\text{CO}_3 = 30\text{--}70 \%$);
- карбонатные (с содержанием $\text{Ca}[\text{Mg}]\text{CO}_3 > 70 \%$).

По результатам анализа распределения пористости сделан вывод, что образцы с **пониженной пористостью** ($\text{Кп} < 3.5 \%$) в потенциально нефтенасыщенных пропластках (по данным пиролитических исследований $\text{OSI} > 100 \text{ мг УВ/г ТОС}$) приурочены к преимущественно карбонатным и карбонатно-кремнистым горным породам (сред. $\text{SiO}_2 = 33 \%$), тогда как образцы с **повышенной пористостью** ($\text{Кп} > 3.5 \%$) в потенциально нефтенасыщенных пропластках приурочены преимущественно к кремнистым горным породам (сред. $\text{SiO}_2 = 68 \%$).

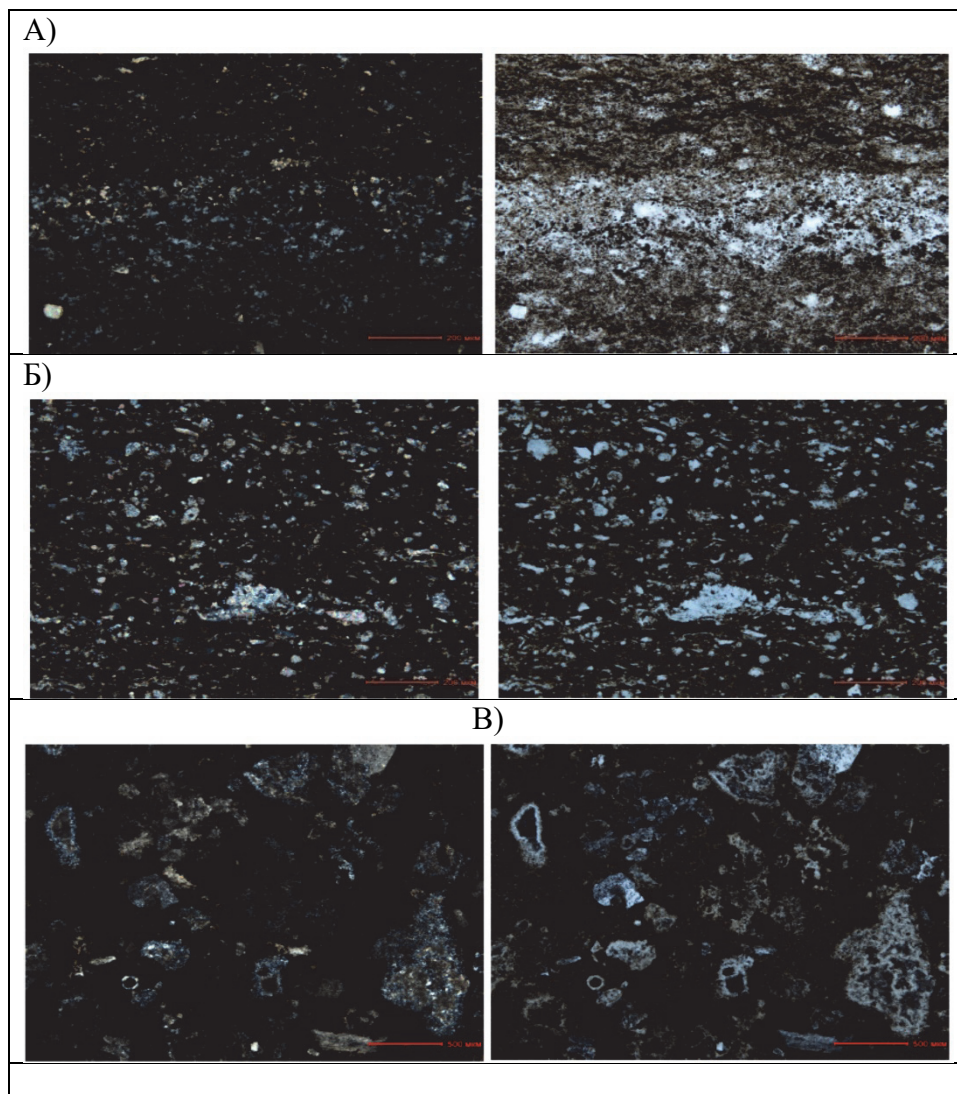


Рисунок. Фотографии шлифов: А) кремнистого радиолярита; Б) битуминозного радиолярита, частично карбонатизированного; В) биогенного известняка. Слева - при скрещенных николях; справа - в проходящем свете.

Изучение каждой выделенной группы пород в шлифах, слагающих потенциально коллекторские пропластки, позволило установить их генезис. К наиболее перспективным, с точки зрения нефтегазоносности, отнесены породы кремнистого состава, представленные кремнистыми радиоляритами, биогенными известняками и радиоляриевыми силицитами (Рисунок А), к низко перспективным – породы



смешанного состава, сложенные частично кальцитизированными радиоляритами и вторичными известняками по радиоляритам (Рисунок Б). Породы преимущественно карбонатного состава, являются не перспективными в связи с наихудшими емкостными свойствами и представлены в шлифах известняками сферово-биокластовыми с микритовым матриксом, перекристаллизованными, трещиноватыми (Рисунок В).

Таким образом, основные перспективы нефтегазоносности доманиковой формации приурочены к отложениям терригенно-биогенного генезиса, кремнистого и смешанного состава, как правило представленным в шлифах кремнистыми радиоляритами, биогенными известняками, радиоляриевыми силицитами и их вторично преобразованными разностями. Отмечено, что потенциально коллекторские пропластки кремнистого состава в среднем обладают более высокими ФЕС, что позволяет рассматривать их как основной объект опоискования при работе с отложениями доманиковой формации.

Список литературы:

1. Приказ №867 от 12.12.2022 Минприроды России

Об атласе циклотем юры – нижнего мела Западной Сибири

Шишлов С. Б.

Институт геологии и геохронологии докембрия Российской академии наук (ИГГД РАН), Санкт-Петербург.

Email: sshishlov@mail.ru

Ключевые слова: последовательность слоев, цикл седиментации, трансгрессия, регрессия, обстановка осадконакопления.

Фациальный анализ материалов, собранных при изучении более 4000 погонных метров керн сотен скважин, вскрывших терригенные отложения юры и нижнего мела Западной Сибири на 14 месторождениях углеводородов, выполнен с использованием авторской методики [1], интегрирующей структурно-вещественный [2] и генетический [3] подходы, принципы цикло- [4] и секвенс-стратиграфии [5].

По устойчивым сочетаниям первичных признаков в разрезах установлены слои 19 типов и реконструированы обстановки их накопления.

Показано, что слои образуют трансгрессивно-регрессивные последовательности – циклотемы мощностью до 20 м. Особенности их строения можно объяснить миграцией



обстановок осадконакопления эпиконтинентального палеобассейна при подъеме (Рисунок 1, а) и падении (Рисунок 1, б) уровня моря.

На рисунке 1 линиями А, Б, В, Г отмечены основные варианты латеральных рядов обстановок терригенного рампа с изолированными (А) и открытыми (Б) побережьями, с эстуариями и дельтами открытых (В) и изолированных (Г) побережий в устьях рек.

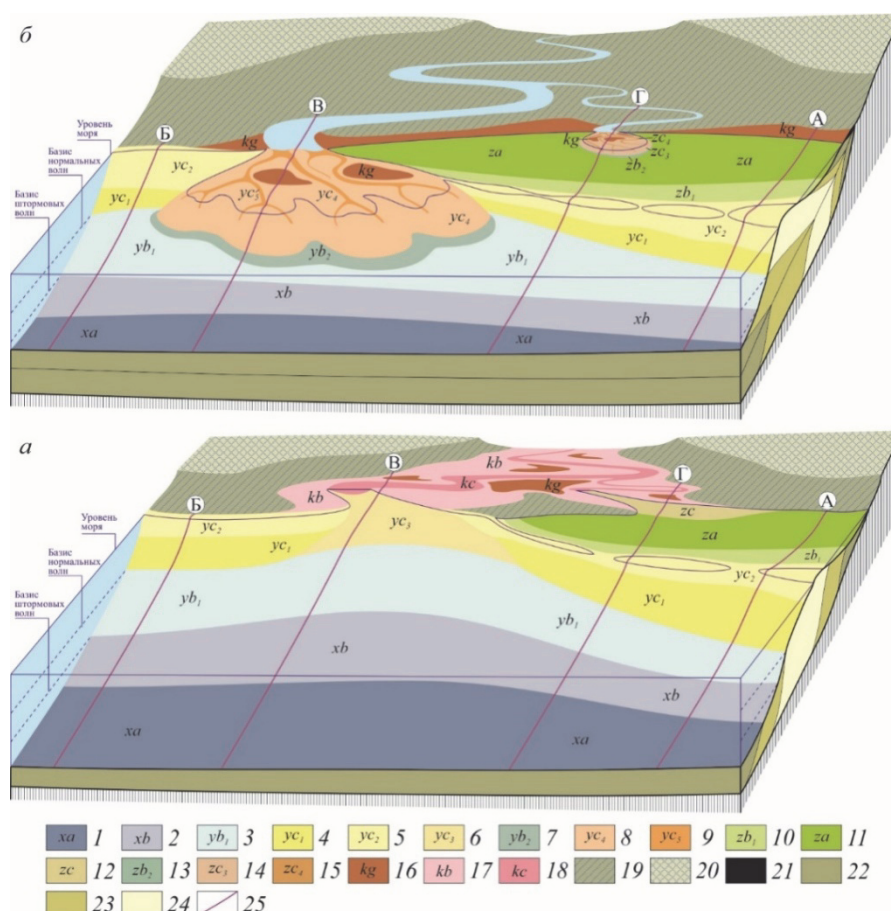


Рисунок 1. Обстановки осадконакопления трансгрессивных (а) и регрессивных (б) фаз седиментации. 1–18 – обстановки: 1 – глубоководных илов, 2 – дистальных темпеститов, 3 – лоскутных песков, 4 – подводных валов, 5 – баров и пляжей, 6 – эстуариев открытых побережий (ОП), 7 – продельт ОП, 8 – фронта и равнины дельт ОП, 9 – промоин и проток дельт ОП, 10 – малоподвижного мелководья лагун, 11 – подвижного мелководья лагун, 12 – эстуариев изолированных побережий (ИП), 13 – продельт ИП, 14 – фронта и равнины дельт ИП, 15 – промоин и проток дельт ИП, 16 – низовых болот, 17 – речных пойм, 18 – речных русел; 19, 20 – суша: 19 – речные долины и прибрежные низменности, 20 – водоразделы; 21–24 – горные породы: 21 – угли, 22 – аргиллиты и алевролиты, 23 – чередования алевролитов и песчаников, 24 – песчаники, гравелиты и конгломераты; 26 – линии профилей.



В пределах каждого ряда в течение одного цикла седиментации формировались ограниченные трансгрессивными поверхностями (TS) системы слоев (Рисунок 2), внутри которых расположена поверхность максимального затопления (MFS). Случайные вертикальные сечения этих трехмерных надпородных геологических тел – циклотемы – можно отнести к 6 генетическим типам (см. рис. 2): I – низкодинамичного глубоководья, II – высокодинамичного мелководья, III – лагун, IV – эстуариев и дельт открытых побережий, V – эстуариев и дельт изолированных побережий, VI – рек. Особенности слоевой структуры циклотем каждого из перечисленных типов характеризуют полные циклотемы (см. рис. 2).

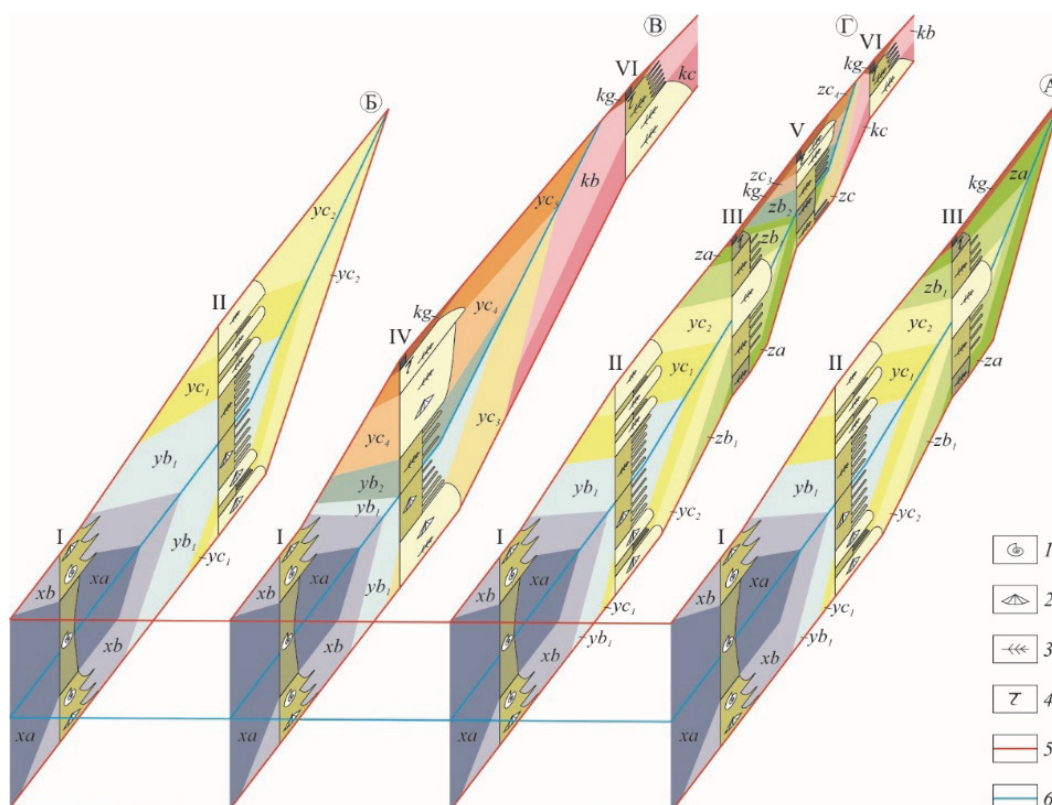


Рисунок 2. Генетические типы циклотем (I–VI), формирующиеся в обстановках терригенного рампа с изолированными (а) и открытыми (б) побережьями, с эстуариями и дельтами открытых (в) и изолированных (г) побережий в устьях рек. 1–4 – органические остатки: 1 – морской планктон и нектон, 2 – морской бентос, 3 – наземные растения, 4 – корни *in situ*; 5 – трансгрессивная поверхность (TS); 6 – поверхность максимального затопления (MFS). Остальные условные обозначения и линии профилей А, Б, В, Г см. на Рисунке 1.



Результаты выполненного исследования представлены в подготовленном к публикации Атласе, который, в отличие от изданий этого жанра [6, 7], впервые содержит характеристики и реконструкции процессов формирования надпородных объектов: слоев и циклотем.

В атласе представлена 91 таблица, каждая из которых посвящена одной циклотеме. Здесь приведены фотографии керна с выделенными слоями, образующими трансгрессивно-регрессивную последовательность, литологическая колонка и краткое послойное описание рассматриваемого интервала, схемы обстановок его формирования и положения в геологическом пространстве.

Для понимания и критического анализа этих материалов написаны введение, 4 главы и заключение общим объемом 50 страниц, содержащие 18 рисунков. Список литературы включает 89 наименований.

В тексте рассмотрены использованные теоретические положения, даны определения принятых ключевых понятий и терминов (гл. 1); приведена характеристика фактического материала и описана методика исследования, показаны возможности использования полученных результатов для детальной корреляции разрезов и палеогеографических реконструкций (гл. 2). Представлены: типизация слоев, содержащая описания литологических типов (со ссылками на таблицы) и их генетическую интерпретацию (гл. 3); характеристики слоевой структуры циклотем шести генетических типов (со ссылками на таблицы), модели их формирования и закономерности локализации в геологическом пространстве (гл. 4).

Представленные в работе типизации слоев и циклотем, концептуальные палеогеографические схемы и характеристики строения трехмерных слоевых систем могут быть использованы для прогноза строения коллекторов углеводородов, так как обеспечивают оптимизацию процесса описания керна, корректность интерпретаций результатов каротажа и сейсмопрофилирования, повышают качество секвенс-стратиграфических и седиментолого-палеогеографических построений.

Атлас представляет интерес для преподавателей и студентов геологических и геофизических специальностей, опытных и начинающих литологов, особенно тех, кто занимается изучением разрезов, их сопоставлением, выполняет палеогеографические реконструкции и базирующуюся на этих материалах оценку перспектив нефтегазоносности региональных, местных и локальных объектов.

Список литературы:

1. Шишлов С. Б. Структурно-генетический анализ осадочных формаций. СПб.: Изд-во С.-Петербург. горн. ин-та, 2010. 276 с.



2. Шванов В. Н. Структурно-вещественный анализ осадочных формаций (начала литомографии). СПб.: Недра, 1992. 230 с.
3. Фролов В. Т. Генетическая типизация морских отложений. М.: Недра, 1984. 222 с.
4. Романовский С. И. Динамические режимы осадконакопления. Циклогенез. Л.: Недра, 1985. 263 с.
5. Posamentier H. W., Allen G. P. Siliciclastic Sequence Stratigraphy – Concepts and Applications. Tulsa: SEPM (Society for Sedimentary Geology), 1999. 216 p.
6. Алексеев В. П. Атлас фаций юрских терригенных отложений (угленосные толщи Северной Евразии). Екатеринбург: Изд-во Уральск. гос. геол. ун-та, 2007. 209 с.
7. Алексеев В. П. Атлас субаквальных фаций нижнемеловых отложений Западной Сибири (ХМАО – Югра). Екатеринбург: Изд-во Уральск. гос. геол. ун-та, 2014. 284 с.

Верхнеюрские (оксфордские) коралловые рифы судакской свиты Юго-Восточного Крыма

Шустиков К. А.^{1,2*}, Бугрова И. Ю.²

¹ ФГБУ Институт Карпинского, Санкт-Петербург

² СПбГУ, Институт наук о Земле, Санкт-Петербург

*Email: Kirill_Shustikov@karpinskyinstitute.ru

Ключевые слова: Горный Крым, рифы, оксфорд, кораллы, судакская свита.

Юго-Восточная часть Горного Крыма – один из районов распространения крупной рифовой системы, входящей в пояс оксфордских (J₃) рифов северной окраины океана Тетис в его Средиземноморской области [1]. В верхней карбонатной части разреза судакской свиты, обнаженной в окрестностях Судакской бухты, представлены органогенные постройки разной морфологии – биогермы, биостромы и рифовые массивы, уникальные по своей обнажённости, полноте и разнообразию рифовых фаций [2].

Органогенные постройки судакской свиты (биогермы и биостромы) встречаются в разных по литологическому составу отложениях. Их форма, строение, а также состав организмов-каркасостроителей в значительной степени определяются преобладанием терригенного или карбонатного осадконакопления. При изучении разрезов на южном склоне горы Перчем и на отрогах гор Малый Сокол, Сыхт-Лар, Алчак [3] проведена типизация органогенных построек, а также палеоэкологическая интерпретация различных фациальных зон. Выделено два типа рифов – к первому отнесены постройки, приуроченные к терригенно-карбонатным породам, ко второму – постройки в карбонатных породах.



Первый тип включает разные по морфологии тела – холмообразные (биогермы) и уплощенные (биостромы). Образованы они ветвистыми (дендроидными, фацелоидными, рамозными (Рисунок а)) и массивными (тамнастероидными) колониями и псевдоколониями склерактиний с участием тонких (до 3 мм) микробиально-водорослёвых образований, инкрустирующих поверхность полипняков. Терригенно-карбонатный материал (известковые глины, глинистые песчаники) заполняет все промежутки между постройками и отдельными ветвями колоний кораллов. Высота как биогермов, так и биостромов не превышает 6 м. Ширина выходов биостромов достигает 30 м.

Кораллы, образующие основную, центральную часть постройки такого типа, чаще всего представлены рамозными колониями с вертикально стоящими или наклонными в определенном направлении ветвями (представители родов *Dendrarea* (Рисунок б), *Thamnasteria*, *Thecosmilia* (Рисунок г), *Calamophylliopsis* (Рисунок в), *Latiphyllia*). Длина отдельных ветвей колонии внутри таких построек может достигать 1,5 м и более при относительно постоянном диаметре ветвей до 3 см (например, у рамозных *Dendrarea*). В краевых частях построек этого типа, в более глинистых частях разреза преобладают уплощённые тамнастероидные формы (Рисунок д) колоний (например, *Thamnasteria*), размером от первых сантиметров до 1 м в поперечнике и толщиной от 2–3 мм до 10 см.

Постройки этого типа занимали в Крымском бассейне зоны с наиболее значительным привносом терригенного (глинисто-алевритового) материала. Такие участки располагались в мелководной части зарифовой лагуны ближе к берегу. Преодолеть усиленный терригенный снос здесь удавалось ветвистым (преимущественно рамозным) колониям с пористым скелетом, например, представителям подотряда *Microsolenina*.

Постройки **второго типа** морфологически отличаются от построек первого типа тем, что представлены преимущественно биостромами мощностью до 10–15 м и большой протяженностью, а также холмообразными биогермами (высотой от 7 м до более чем 100 м), связанными с биостромами взаимными переходами. Так, биогермы могут соединяться основаниями и образовывать протяженные горизонты, представляющие биостром в своем основании. Сочетание построек в пространстве формирует мощные тела каркасной части береговых или барьерных рифов.

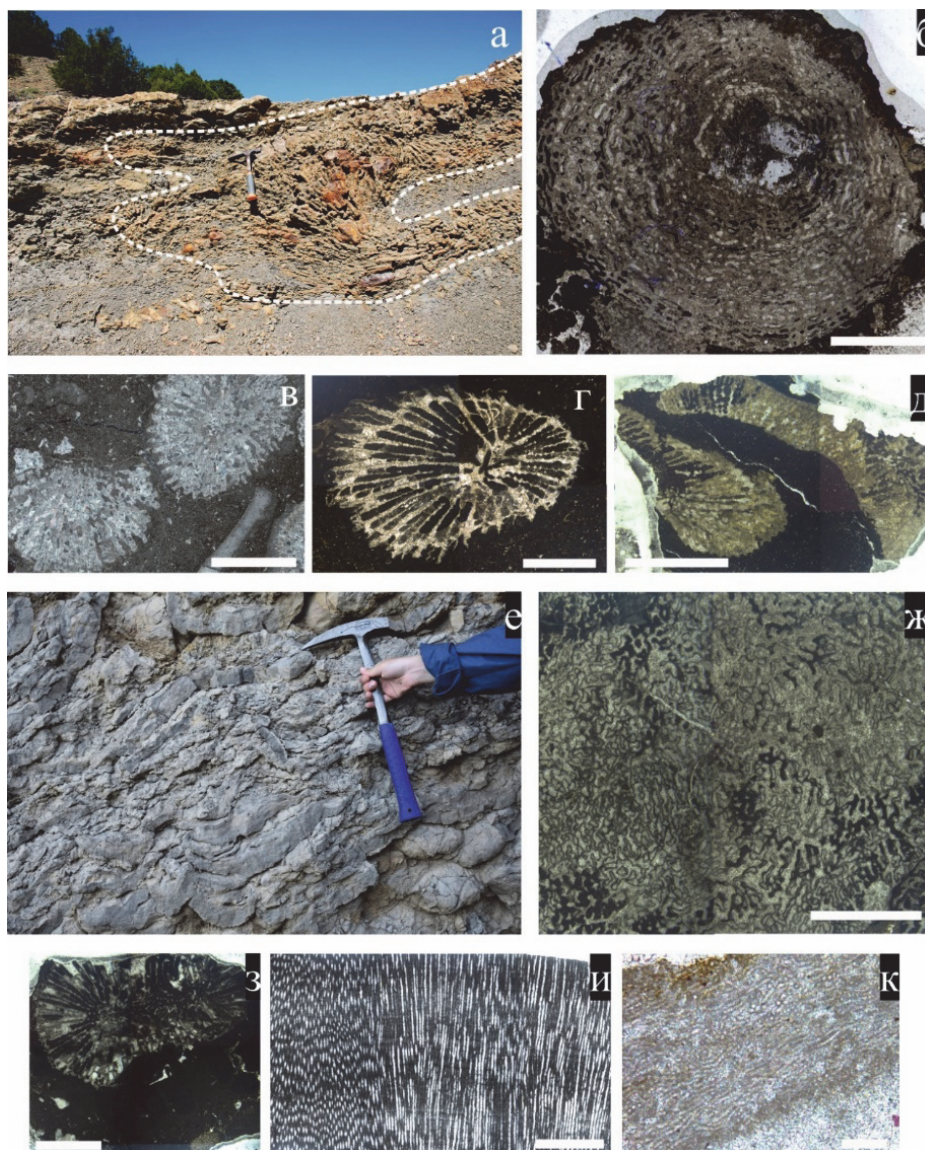


Рисунок. Органогенные постройки и каркасообразующие организмы судакской свиты: а) постройка первого типа, образованная рамозными колониями рода *Dendrarea* и ветвистыми псевдоколониями *Thecosmilia*; б) продольное сечение колонии коралла *Dendrarea*; в) поперечное сечение ветвей колониального коралла *Calamophylliopsis*; г) поперечное сечение ветвей коралла *Thecosmilia*; д) продольное сечение уплощённой тамнастероидной коралловой колонии; е) постройка второго типа, образованная уплощёнными колониями кораллов; ж) поперечное сечение тамнастероидного колониального коралла *Comoseris*; з) поперечное сечение ветвистой колонии кораллов; и) продольное сечение колонии *Ptychochaetetes*; и) микробально-водорослёвые инкрустации *Girvanella*. Местонахождение: а-д – г. Перчем; е-и – г. Алчак. Масштабная линейка – б-д, ж-и – 5 мм; к – 1 мм.



Субстрат для образования органогенных построек данного типа различен. Так, в разрезе горы Малый Сокол в основании биострома, сложенного массивными колониями кораллов с отдельными ветвистыми формами, наблюдалась неровная поверхность, заселенная устрицами и губками, которые, по-видимому, стабилизировали рыхлый грунт перед заселением его склерактиниями. Органогенный массив г. Алчак подстилается чередованием известковистых глин и известняков с многочисленными колониями кораллов.

Рифовые массивы данного типа образованы массивными известняками с преобладанием уплощённых массивных колоний (Рисунок е) склерактиний родов *Microsolena*, *Dimorpharea*, *Fungiastraea*, *Complexastraea*, *Comoseris* (Рисунок ж) и ветвистых псевдокOLONИАЛЬНЫХ *Stylosmilia*. Также в постройках такого типа встречены инкрустирующие цианобактерии *Girvanella* (Рисунок к), багряные водоросли, хететиды *Ptychochaetetes* (Рисунок и) и многочисленные остатки рифолюбков. Пространство между постройками и отдельными колониями кораллов заполнено карбонатным матриксом (пакстоуны, грейнстоуны).

В постройках второго типа преобладают крупные массивные лепёшковидные и караваеобразные колонии кораллов (до 40–50 см в поперечнике и 10–30 см в высоту), небольшие уплощённые и инкрустирующие формы (до 10–15 см в поперечнике и 4 см толщиной), подчиненное значение имеют рамозные (до 2 м высотой, и диаметром веточек 2–3 см) и фацелоидные (Рисунок з) полипняки. В составе каркаса рифов присутствуют также губки (*Calcispongia* и хететиды) и микробиально-водорослёвые инкрустации (до 3 мм).

Сложные постройки второго типа формировались в условиях верхней сублиторали теплого, хорошо освещенного морского бассейна нормальной солености с чрезвычайно активной гидродинамикой, которая способствовала аэрации вод, необходимой для развития кораллов. Большая мощность рифовых массивов свидетельствует о достаточно длительном их развитии в условиях медленной трансгрессии на фоне тектонического погружения территории [4]. Перерывы роста биогермов и биостромов могут быть связаны с ослаблением гидродинамической активности и накоплением карбонатных и глинистых илов, погребаяющих под собой часть рифового массива.

Список литературы:

1. Kiessling W., Flügel E., Golonka J. (1999) Paleoreef maps: Evaluation of a comprehensive database on Phanerozoic reefs. AAPG Bull 83, 1999. P. 1552–1587.



2. Geister J., Lathuiliere B., Yudin S. Late Jurassic coral reefs and their paleo-relief at Sudak (South coast of Crimea Peninsula, Ukraine) // X Intern. Congr. on Fossil Cnidaria and Porifera. Abstracts, 2007. P. 38.
3. Шустиков К.А. Склерактинии судакской свиты (средняя-верхняя юра, Юго-Восточный Крым). // Геология в развивающемся мире: сб. научн. трудов – Пермь, 2021. С. 126–129.
4. Михайлова М.В. Строение и условия образования оксфордских биогермов в районе г. Судака. // Известия высш. уч. заведений, Геология и разведка. 1959. № 5. С. 52–60.

Минералы-индикаторы гравитационно-рассольного катагенеза в отложениях карбона в южной части Московской синеклизы

Яшунский Ю. В.

Геологический институт РАН, Москва
Email: yryashunsky@gmail.com

Ключевые слова: гравитационно-рассольный катагенез, санидин, сульфаты, изотопное датирование.

В 80-х годах прошлого века А. А. Махнач [1, 2] и В. Н. Холодов [3] обосновали выделение галокатагенеза или гравитационно-рассольного катагенеза как совокупность постседиментационных процессов, протекающих под влиянием высокоминерализованной придонной рапы эвапоритовых морских бассейнов или рассолов выщелачивания соляных залежей. Обладая повышенным удельным весом, эти растворы под действием сил гравитации проникают в подстилающие толщи и формируют в них минеральные новообразования, не свойственные фациальному облику этих отложений.

На обширном фактическом материале А. А. Махначем [1, 2, 4] был продемонстрирован глобальный характер галокатагенеза в осадочно-породных бассейнах Восточно-Европейской, Западно-Европейской, Сибирской, Северо-Американской, Африкано-Аравийской и Центрально-Евразийской платформ, где минералами-индикаторами этого процесса являются гипс, ангидрит и галит. Позже в список индикаторов были добавлены барит и целестин [5].

В районе работ, расположенном в южной части Московской синеклизы (Рисунок 1), аутигенный калиевый полевой шпат впервые был найден в каменноугольных отложениях в начале прошлого века М.Ф. Гранджином в Мячковском карьере [6], позже, в 1936 г. – Н. С. Зайцевым в районе г. Озеры на р. Ока [7].



В настоящее время на указанной территории аутигенный калиевый полевой шпат, представленный санидином, установлен на 45 объектах в отложениях нижнего, среднего и верхнего карбона. В карбонатных и глинисто-карбонатных породах присутствуют три морфологические разновидности этого минерала. В основном это тонкокристаллические агрегаты, сложенные бесцветными и прозрачными кристаллами размером до 0,01 мм, короткостолбчатыми, слабо вытянутыми по оси С индивидами с преобладанием простых форм 110 и $1\bar{1}0$ над несколько подчиненной $\bar{1}01$, что позволяет уверенно отнести их к адуляровому габитусному типу (Рисунок 2 а-в). Несколько реже санидин образует зональные зерна с тонкой идиоморфной аутигенной каймой на поверхности окатанных зерен аллотигенных калиевых полевых шпатов (Рисунок 2 г-д). Иногда аутигенный санидин образует псевдоскелетные футлярные идиоморфные кристаллы (Рисунок 2 е) [8]. Практически повсеместно тонкокристаллические агрегаты псевдоморфно замещают карбонатный органический детрит (Рисунок 2 ж-и) [9]. В полимиктовых песках и песчаниках преобладают зональные зерна. Аутигенные каймы образуют здесь контактный цемент, скрепляя до 5–15 песчаных зерен любого состава, что приводит к образованию гороховидных агрегатов размером до 2–3 мм [10].

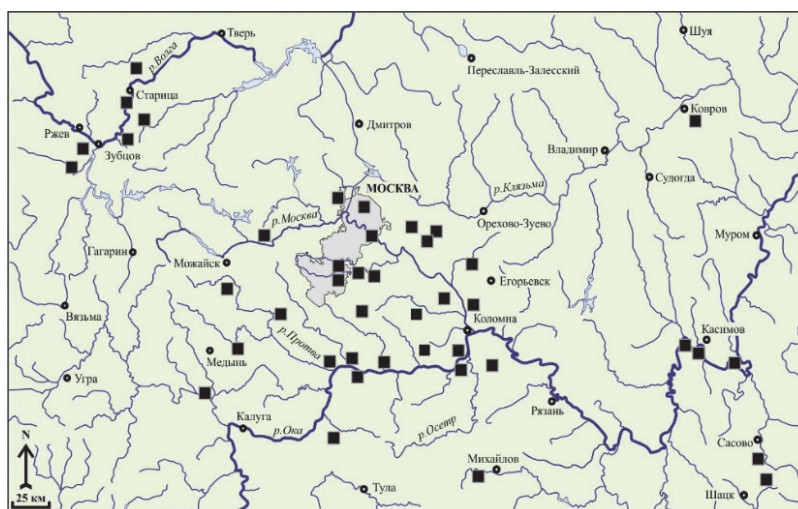


Рисунок 1. Схема расположения изученных объектов в южной части Московской синеклизы.

По данным микронзондового анализа (760 определений) химический состав новообразованного санидина всех морфологических разновидностей крайне постоянен и характеризуется высокими содержаниями K_2O (16,45 мас. %) и крайне низкими Na_2O (0,07 мас. %), CaO (0,08 мас. %), BaO (0,03 мас. %) и SrO (0,07 мас. %) в катионной части алюмосиликата.



Средние показатели Al/Si упорядоченности в структурно неэквивалентных тетраэдрических (Т) позициях $Al(T1) = 2t_1$, $Al(T2) = 2t_2$ и степень Т1–Т2 (“моноклинной”) Al/Si упорядоченности $(t_1 - t_2)$, рассчитанные по данным дифракционных спектров по уравнению Кроля и Риббе, составляют соответственно 0,63; 0,37 и 0,25 (42 определения), что позволяет идентифицировать этот минерал как высокий К-санидин, для которого значение $Al(T1) = 2t_1$ составляет 0,50–0,69.

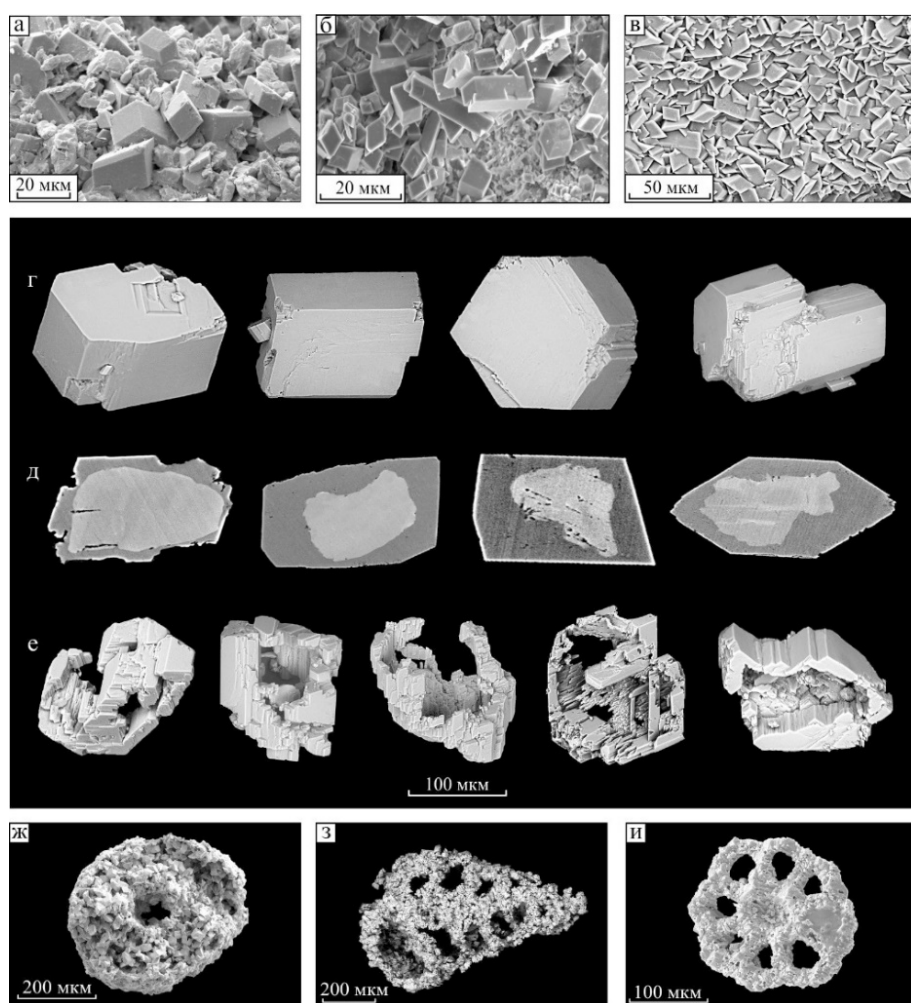


Рисунок 2. Морфологические типы аутигенного санидина: а-в – тонкокристаллические агрегаты, г – идиоморфные каймами на поверхности окатанных зерен аллотигенных калиевых полевых шпатов, д – то же полированные препараты, е – псевдоскелетные кристаллы, ж-и – биоморфозы тонкокристаллического санидина по палеобиоте: ж – по членику морской лилии, з – по раковине фораминиферы, и – по склериту голотурии. СЭМ, д – BSE-изображение, остальное – SE-изображения.



Изотопное датирование $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ и K/Ar методами показало, что аутигенный санидин сформировался в интервале 250–285 млн лет, т.е. во вторую половину приуральской, биармийскую и татарскую эпохи пермского периода, что на 20–55 млн лет позднее времени накопления вмещающих каменноугольных отложений (Рисунок 3).

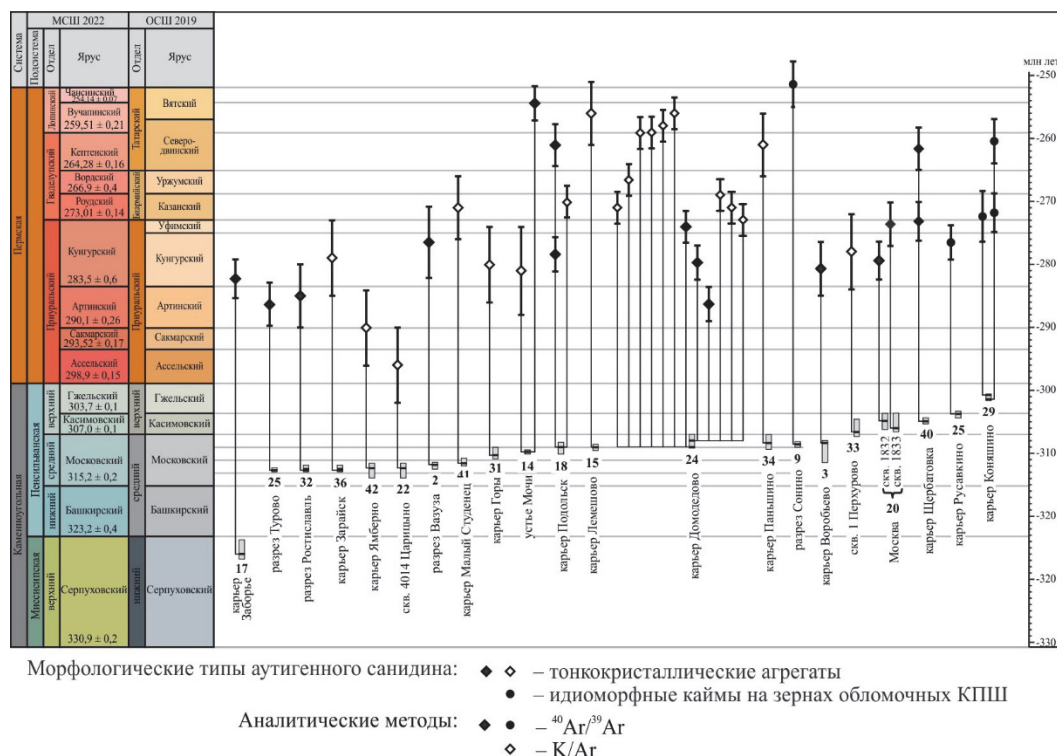


Рисунок 3. Результаты изотопного датирования аутигенного санидина в породах нижнего, среднего и верхнего карбона.

По данным многочисленных отечественных и зарубежных исследований формирование аутигенных полевых шпатов в осадочных породах, не затронутыми термобарическими воздействиями, связывается с рассолами эвапоритовых морских палеобассейнов, богатых, в частности калием. Такие морские бассейны существовали на Русской платформе в пермском периоде, но на изученной территории отложения этой системы в настоящее время отсутствуют. На палеогеографических схемах здесь показаны области суши и предполагаемого размыва.

Как показали детальные литолого-фациальные и палеонтологические исследования, палеоклиматическая обстановка на территории Московской синеклизы на протяжении всего каменноугольного периода характеризовалась накоплением карбонатных осадков



в открытом, достаточно мелководном морском бассейне с нормальной соленостью. Даже в периоды многочисленных регрессий и возникновения лагунных режимов осадконакопления ни по составу пород, ни по фаунистическим остаткам существенного повышения солености не установлено. Из этого следует, что морские бассейны раннего, среднего и позднего карбона на данной территории, не являющиеся эвапоритовыми. Они не могли быть источником рассолов с повышенным содержанием калия, что необходимо для формирования аутигенной полевошпатовой минерализации.

Однако, поскольку после регрессии каменноугольного моря территория Московской синеклизы представляла собой равнину со слабо расчлененным рельефом, то даже незначительное повышение уровня моря могло приводить к затоплению обширных пространств и продвижению береговой линии на запад, вглубь суши на многие километры с формированием эвапоритовых лагун. В условиях спокойного тектонического режима мощность накопившихся здесь отложений, вероятно, не была значительной, и они могли быть в дальнейшем полностью размыты.

Таким образом, формирование аутигенного калиевого полевого шпата в карбонатных и терригенных отложениях нижнего, среднего и верхнего карбона на юге Московской синеклизы можно связать с процессом гравитационно-рассольного катагенеза, источником К-содержащих растворов для которых являлась высокоминерализованная рапа пермских эвапоритовых морских бассейнов [11].

В 20 изученных объектах совместно с аутигенным санидином были обнаружены сульфат-кварцевые новообразования – частичные и полные псевдоморфозы кварца по ангидриту с включениями барита и целестина [12].

Морфология псевдоморфоз кварца по ангидриту на всех объектах весьма однообразна – это тонкие пластины преимущественно прямоугольных очертаний. Габитус кристаллов ангидрита, замещенных кварцем, определяется тремя пинакоидами. Кристаллы сильно уплощены вдоль оси 100 и в различной степени вытянуты по оси 001. Для большинства индивидов ангидрита характерно блочное строение с грубой ортогонально-ступенчатой скульптурой на гранях пинакоидов 100 и 010 (Рисунок 4 а).

Включения ангидрита, целестина и барита располагаются внутри кварцевых пластин и не обнажаются на их поверхности. Форма включений обычно резко ксеноморфная, крайне редко более или менее идиоморфные очертания наблюдаются у зерен барита. Среди включений преобладает ангидрит (Рисунок 4 б-г).

Минеральные образования, во многом сходные с псевдоморфозами кварца по ангидриту из отложений карбона в Московской синеклизе, широко развиты в сульфатных конкрециях и известны под названием «цветная капуста» из-за их формы.



Они установлены в эвапоритовых отложениях верхнего карбона серии Сандерс, в США, в отложениях триаса в Испании и Англии, эоцена в Тунисе, перми в США и в других осадочных бассейнах. Однако на территории Московской синеклизы обстановка в карбоне характеризовалась накоплением карбонатных осадков в открытом морском бассейне с соленостью, близкой к нормальной, и многочисленные находки сульфатов здесь фациально не мотивированы. Отмеченное выше совместное нахождение аутигенного санидина и сульфатов кальция, бария и стронция в отложениях карбона позволяет рассмотреть катагенетический генезис ангидрита, барита и целестина.

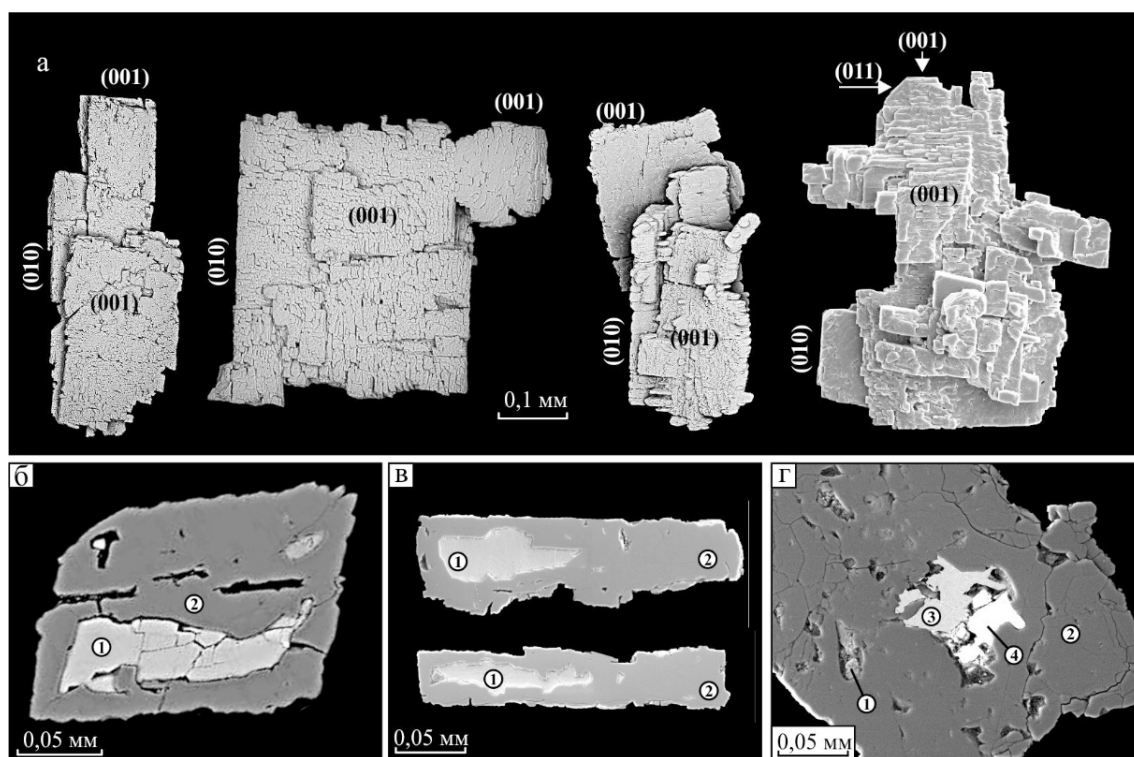


Рисунок 4. Сульфат-кварцевые агрегаты: а – тонкие пластинчатые псевдоморфозы кварца по кристаллам ангидрита, в скобках индексы конкретных граней кристаллов замещенного ангидрита, б – включения ангидрита (1), целестина (3) и барита (4) в псевдоморфозах кварца (2). СЭМ, а – SE-изображения, б–г – BSE-изображения.

Как было показано выше, аутигенная санидиновая минерализация в отложениях карбона в южной части Московской синеклизы и Окско-Цнинского вала может быть связана с процессом гравитационно-рассольного катагенеза средне-позднепермского возраста. Учитывая явно афациальную природу сульфатов, логично полагать, что эти минералы также генетически связаны с гравитационно-рассольным катагенезом пермского возраста.



Список литературы:

1. Махнач А.А. Постседиментационные изменения межсолевых девонских отложений Припятского прогиба. Минск: Наука и техника, 1980. 200 с.
2. Махнач А.А. О глобальном развитии галогенной катагенетической минерализации осадочных пород под эвапоритовыми формациями // Литология и полез. ископаемые. 1982. № 3. С. 59–65.
3. Холодов В.Н. Новое в познании катагенеза. Сообщение 1. Инфильтрационный и гравитационно-рассольный катагенез // Литология и полезные ископаемые. 1982. №3. С. 3–22.
4. Махнач А.А. Катагенез и подземные воды. Минск: Наука и техника, 1989. 335 с.
5. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Геохимические индикаторы литогенеза (литологическая геохимия) // Сыктывкар: Геопринт. 2011. 742 с.
6. Grandjean M.F. Deuxième note sur le feldspath néogène des terrains sédimentaires non métamorphiques // Bulletin de la Société française de Minéralogie. 1910. Т. 33. Р. 92–97.
7. Зайцев Н.С. Флюоритовые красноцветные песчаники Подмосковского карбона // Изв. АН СССР. Серия геологическая. 1936. № 2–3. С. 421–432.
8. Яшунский Ю.В., Новиков И.А., Шкурский Б.Б., Гришин С.В., Кривоконева Г.К., Дубинчук В.Т. Аутигенный калиевый полевой шпат из известняков верхнего карбона Московской области // Бюл. МОИП. Отд. геол. 2016. Т. 91, вып. 6. С. 49–61.
9. Яшунский Ю.В., Новиков И.А., Гришин С.В., Шкурский Б.Б., Альбов Д.В., Быстров И.Г. Замещение карбонатного органогенного детрита калиевым полевым шпатом // Бюл. МОИП. Отд. геол. 2017. Т. 92, вып. 2. С. 58–64.
10. Яшунский Ю.В., Шкурский Б.Б. Аутигенный санидин из терригенных отложений верейского подъяруса среднего карбона на юге Московской синеклизы // Бюллетень МОИП. Отдел геологический. 2021б. Т. 96, вып. 5–6. С. 42–51.
11. Яшунский Ю.В., Новикова С.А., Голубев В.К., Новиков И.А., Киселев А.А., Гришин С.В. Аутигенный санидин как минеральный индикатор гравитационно-рассольного катагенеза в отложениях карбона южного крыла московской синеклизы // Литология и полезн. ископаемые. 2020. № 3. С. 227–242.
12. Яшунский Ю.В., Новиков И.А., Шкурский Б.Б. Ангидрит-кварцевая минерализация в отложениях карбона южного крыла Московской синеклизы // Бюллетень МОИП. Отдел геологический. 2023. Т. 98, вып. 1. С. 30–42.



СОДЕРЖАНИЕ

Программа научных чтений «Осадочные породы – 2024»	3
---	---

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ. ИСТОРИЧЕСКАЯ

Агафонова Г.В.

Швецов М. С. – выдающийся ученый и педагог: у истоков советской литологии	6
---	---

Седаева К.М., Фролов В.Г†, Щербакова М.Н.†

Секция «Осадочные породы»	12
---------------------------------	----

Ростовцева Ю.В.

Навстречу 80-летию юбилею секции «Осадочные породы» МОИП	16
--	----

Лаломов А.В., Бочнева А.А., Чефранов Р.М., Чефранова А.В., Григорьева А.В.

Россыпная школа ИГЕМ РАН – значение, достижения, перспективы	18
--	----

Стукалова И.Е.

Влияние петрографического состава углей на выбросы метана в шахтах в работах П.П.Тимофеева	21
--	----

ЧАСТЬ ВТОРАЯ: ИЗДАТЕЛЬСКАЯ

Кузнецов В.Г., Журавлева Л.М.

Палеозойское рифообразование и его соотношение с развитием биоты	25
--	----

Ростовцева Ю.В.

Карбонатные породы: классификации, породообразующие минералы и компоненты	26
---	----

Попов С.В., Головина Л.А., Палку Д.В., Гончарова И.А., Пинчук Т.Н.,

Ростовцева Ю.В., Ахметьев М.А., Александрова Г.Н., Запорожец Н.И.,

Банников А.Ф., Былинская М.Е., Застрожных А.С., Лазарев С.Ю.

Неоген Восточного Паратетиса: региональная шкала, опорные разрезы и проблемы корреляции	27
---	----

Немова В.Д.

Изучение верхнеюрских отложений Западно-Сибирского бассейна – развитие одной инновации: пособие для тех, кто хочет трудиться осознанно и с драйвом	28
--	----



*Вишневская В.С., Маринов В.А., Агалаков С.Е., Аржиловский А.В.,
Вахрушева И.А., Новоселова М.Ю., Павлуткин И.Г.*

Атлас образцов эталонной палеонтологической коллекции ООО «ТЮМЕНСКИЙ НЕФТЯНОЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР». Верхний мел, Западная Сибирь	29
<i>Агафонова Г.В., Рахимова Е. В., Ермолова Т.Е.</i>	
Генетический анализ терригенных отложений	30
<i>Агафонова Г.В.</i>	
Карбонатные породы: породообразующие компоненты, структуры, классификации	31
<i>Агафонова Г.В., Асташкин Д.Е.</i>	
Литологические и коллекторские свойства осадочных пород	32
<i>Агафонова Г.В., Мамедов Р.А.</i>	
Основные свойства осадочных горных пород	33
<i>Агафонова Г.В., Мамедов Р.А.</i>	
Породообразующие организмы карбонатных пород	34
<i>Агафонова Г.В., Оленова К.Ю., Асташкин Д.А.</i>	
Минералы осадочных пород: строение, свойства, роль в седименто- и литогенезе	35
<i>Шишилов С.Б.</i>	
Атлас циклотем юры – нижнего мела Западной Сибири	35

ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ: ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ

Вишневская В.С.

От одинита (зеленая глина) до известковых микропроблематик (верхний мел, кампан-маастрихт)	36
<i>Голованова О.В.</i>	
Направления воздействия субмаринной разгрузки подземных вод на условия осадконакопления прибрежной зоны морей и океанов	40
<i>Гонта Т.В., Лыков Н.А.</i>	
Литологические особенности как индикатор при поиске и изучении интерстициальной фауны прибрежного мелководья	44



Горожанина Е.Н., Горожанин В.М., Кулагина Е.И.

Литологические и палеонтологические индикаторы карбонатных источников сноса в раннепермский флишевый бассейн Южного Урала 47

Дронов А.В.

Тепловодные, холодноводные и глубоководные карбонаты: диагностика и основные характеристики 51

Дубкова К.А., Шишилов С.Б., Чеботарева В.А.

Стратиграфия нижнего мела Юго-Западного и Центрального Крыма 55

Козлов М.В., Медведева Е.А.

Изменение физических свойств осадочной породы для повышения нефтеотдачи 60

Коробов А.Д., Коробова Л.А.

О связи симметрии метаморфизма углей и калиевого эпигенеза вмещающих пород в зоне влияния Алдано-Суннагинского разлома (Южно-Якутский бассейн) 62

Крайнов А.В., Савко А.Д., Черешинский А.В.

Эпохи россыпеобразования в фанерозое Воронежской антеклизы 65

Кудаманов А.И., Павлуткин И.Г., Карих Т.М.

К вопросу о кристаллизации силицитов верхнего мела Западной Сибири 68

Лыков Н.А.

Среднеордовикские (дапинские) калатидовые биогермы разреза р. Мойеро (Сибирская платформа) 72

Лыков Н.А., Немченко Н.В., Крылов И.О., Кудачев А.А., Ахманов Г.Г., Хлыстов О.М.

Условия локализации проявлений вивианита в донных осадках центральной и южной котловин озера Байкал 75

Маленкина С.Ю.

Закономерности морфологического развития различных строматолитов Европейской части России 78

Милаш А.В.

Литология чаплыгинских отложений нижнего франа Воронежской антеклизы и связанные с ними проявления керамических глин 81



Немова В.Д., Ростовцева Ю.В., Бажукова Т.А., Ким О.О., Шахов А.С.

Литогенетическая классификация, как основа изучения
сложнопостроенных вулканогенно-осадочных пород на примере отложений
доюрского комплекса Западной Сибири 84

Пинчук Т.Н.

Анализ перспектив газоносности домезозойских отложений Западного
Предкавказья 87

Пинчук Т.Н., Белуженко Е.В.

Раковинно-детритовые известняки неогена Предкавказья 90

*Рейхард Л. Е., Новигатский А.Н., Филиппов А.С., Сапожников Ф.В.,
Рейхард А.Г., Боев А.Г.*

Методические аспекты и результаты изучения строения и вещественного
состава ледяного покрова в Центральной Арктике 93

Рогов М.А.

Глендониты в морских отложениях фанерозоя, их значение для
стратиграфии, палеогеографии и реконструкции палеоклиматов 95

Ростовцева Ю.В.

Глубоководные конуса выноса как объекты поисков залежей углеводородов. 99

Савко А.Д., Овчинникова М.Ю.

Неметаллические полезные ископаемые кор выветривания 102

Савко А.Д., Овчинникова М.Ю.

Железонакопление в истории Земли 106

Седаева К.М.

Морфо-геохимическое изменение пирита по стадиям литогенеза
угленосных пород Донецкого бассейна 110

Соломон М.В.

Вторичные процессы в нижнепермских солях западного и северо-западного
обрамления Прикаспийской впадины 113

Титов Ю.В., Астаркин С.В., Чернышова К.Т.

Постседиментационные преобразования пород-коллекторов
Большехетской впадины и их влияние на особенности обработки призабойной
зоны пласта 116



Хомяк А.Н.

Верхнеюрские спонголиты центральной части Русской платформы 119

Шахов А.С., Немова В.Д., Бажукова Т.А., Ким О.О., Афанасьев И.А.

Литологический облик пород-коллекторов доманиковой формации 122

Шишилов С.Б.

Об атласе циклотем юры – нижнего мела Западной Сибири 125

Шустиков К.А., Бугрова И.Ю.

Верхнеюрские (оксфордские) коралловые рифы судакской свиты Юго-Восточного Крыма 129

Яшунский Ю.В.

Минералы-индикаторы гравитационно-рассольного катагенеза в отложениях карбона в южной части Московской синеклизы 133

Научное издание

ОСАДОЧНЫЕ ПОРОДЫ – 2024

Собрание (Научные чтения),
посвященные 80-летию основания
секции «Осадочные породы» МОИП

Москва, 14 ноября 2024 г.

Сборник научных материалов

Под редакцией Ю.В. Ростовцевой

Издательство «МАКС Пресс»
Главный редактор: *Е. М. Бугачева*

Отпечатано с готового оригинал-макета
Подписано в печать 08.11.2024 г.
Формат 60х90 1/8. Усл. печ. л. 18,5
Тираж 50 экз. Заказ 188.

Издательство ООО «МАКС Пресс»
Лицензия ИД N 00510 от 01.12.99 г.
119992, ГСП-2, Москва, Ленинские горы,
МГУ имени М.В. Ломоносова, 2-й учебный корпус, 527 к.
Тел. 8 495 939-3890/93. Тел./Факс 8 495 939-3891.

Отпечатано в полном соответствии с качеством
предоставленных материалов в ООО «Фотоэксперт»
109316, г. Москва, Волгоградский проспект, д. 42,
корп. 5, эт. 1, пом. I, ком. 6.3-23Н

