

УДК 552.578.2.061.4

doi: 10.55959/MSU0579-9406-4-2025-64-4-143-152

ПОСТСЕДИМЕНТАЦИОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПЕСЧАНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ МЕЛОВОГО ВОЗРАСТА ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ГЫДАНСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Евгения Владимировна Карпова¹✉, Екатерина Константиновна Бакай²,
Татьяна Анатольевна Шарданова³, Алексей Николаевич Хомяк⁴

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия; karpoff_2002@mail.ru✉

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия; bakaiek@my.msu.ru

³ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия; tshardanova@mail.ru

⁴ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия; khomyak.an@yandex.ru

Аннотация. Рассматриваются постседиментационные изменения песчаных коллекторов в породах мелового возраста западной части Гыданского полуострова. Методом стадийного анализа изучались структурно-минеральные ассоциации, возникающие в условиях фоновой катагенеза погружения и наложенного флюидного катагенеза. Основное внимание уделено механизмам перераспределения вещества, приводящим к изменению фильтрационно-емкостных свойств пород. Ключевыми процессами формирования вторичной пустотности являются выщелачивание и разуплотнение, вызванные флюидной активностью. Полученные данные могут быть использованы для прогнозирования нефтегазоносного потенциала пластов и выбора оптимальных зон для разработки.

Ключевые слова: стадийный анализ, терригенные коллекторы, фильтрационно-емкостные свойства, литогенез, катагенез, нефтегазоносность, Гыданский полуостров

Для цитирования: Карпова Е.В., Бакай Е.К., Шарданова Т.А., Хомяк А.Н. Постседиментационные изменения песчаных коллекторов мелового возраста западной части Гыданского полуострова // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 2025. № 4. С. 143–152.

POST-SEDIMENTATION CHANGES IN CRETACEOUS SANDSTONE RESERVOIRS OF THE WESTERN PART OF THE GYDAN PENINSULA

Evgeniya V. Karpova¹✉, Ekaterina K. Bakai², Tatyana A. Shardanova³,
Aleksey N. Khomyak⁴

¹ Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; karpoff_2002@mail.ru✉

² Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; bakaiek@my.msu.ru

³ Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; tshardanova@mail.ru

⁴ Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; khomyak.an@yandex.ru

Abstract. This study examines post-sedimentation changes in sandstone reservoirs within Cretaceous deposits of the western part of the Gydan Peninsula. Using the method of stage analysis, structural-mineral associations formed under background burial catagenesis and superimposed fluid catagenesis were investigated. The focus is on the mechanisms of material redistribution that lead to changes in the reservoir-filtration properties of the rocks. The key processes contributing to secondary porosity formation include leaching and decompaction, driven by fluid activity. The obtained data can be used to predict the hydrocarbon potential of reservoirs and to identify optimal zones for development.

Keywords: stage analysis, terrigenous reservoirs, reservoir-filtration properties, lithogenesis, catagenesis, hydrocarbon potential, Gydan Peninsula

For citation: Karpova E.V., Bakai E.K., Shardanova T.A., Khomyak A.N. Post-sedimentation Changes in Cretaceous Sandstone Reservoirs of the Western Part of the Gydan Peninsula. *Moscow University Geol. Bull.* 2025; 4: 143–152. (In Russ.).

Введение. Коллекторские свойства терригенных пород формируются и изменяются на всех стадиях осадко- и породообразования. Изучение постседиментационных изменений играет ключевую роль в понимании процессов формирования и эволюции коллекторов, обладающих нефтегазоносным потенциалом. Эти изменения охватывают широкий спектр структурно-минеральных преобразований, которые происходят под воздействием давления, температуры и активности флюидных систем в различных геологических условиях и на разных этапах

эволюции осадочно-породного бассейна. Опубликованные классификации катагенетических процессов базируются на проявлении основных факторов катагенеза: температуры, давления, действия подземных вод (газоводных флюидов различного генезиса), тектонических движений и геологического времени. Несмотря на разнообразие используемой терминологии и методологий, все они могут быть условно разделены на три группы в зависимости от доминирующего фактора катагенеза: 1) основывающиеся на термобарическом факторе ([Рухин, 1953;

Копелиович, 1965; Соколов, Япаскурт, 1983; Вассовича, 1979; Лукьянова, 1995; Логвиненко, Орлова, 1987] и др.); 2) основывающиеся на преобладающем гидрогеологическом факторе ([Перельман, 1968; Fairbridge, 1967; Холодов, 1983; Махнач, 2000]); 3) учитывающие влияние как термобарического фактора, так и влияние подземных вод ([Каледа, 1985; Коссовская и др., 1971; Коссовская, Шутов, 1976]).

В работе О.В. Япаскурта [1991; 2008] предложена классификация катагенеза, учитывающая его региональные и локальные проявления. Региональный катагенез характеризуется общими для всего региона изменениями, обусловленными ростом температуры и давления при относительно стабильном погружении земной коры. Он подразделяется на фоновый и наложенный (флюидный катагенез и катагенез динамотермальной активизации). Фоновый катагенез классифицируется по характеру нарастания температуры и давления, реализуемых при медленном, интенсивном или прерывистом погружении. В.Н. Холодов [1983] классифицирует катагенетические процессы в зависимости от природы воздействующих водных потоков. Инфильтрационный катагенез обусловлен влиянием инфильтрационных подземных вод атмосферного происхождения. Элизионный катагенез протекает под действием элизионных подземных вод, выделяющихся из кристаллических решеток глинистых минералов. Гравитационно-рассольный катагенез возникает под влиянием высокоминерализованных тяжелых рассолов, проникающих в подстилающие отложения под действием гравитации из эвапоритовых бассейнов и толщ. Гидротермально-рассольный катагенез характерен для областей с гидротермальной активностью и обусловлен воздействием флюидов с участием глубинной гидротермальной компоненты.

В статье рассматриваются постседиментационные преобразования меловых терригенных коллекторов Гыданского полуострова, строение которого характеризуется сложной тектонической историей, высокой динамичностью геологических процессов и специфическими условиями породообразования. В исследуемых породах установлены процессы фоновых катагенеза погружения, влияющие на изменения структуры, состава и ухудшающие фильтрационно-емкостные свойства (ФЕС) пород в условиях увеличивающегося литостатического давления и температуры; а также процессы наложенного катагенеза, обусловленные воздействием флюидов, обладающих специфическими физико-химическими характеристиками. Последние формируют вторичную пустотность коллекторов.

Литологическая характеристика и материалы. Меловые отложения общей мощностью 2,5–3,5 км на изучаемой территории развиты повсеместно, залегают согласно без перерыва на юрских образованиях и представлены сложным полифациальным комплексом терригенных пород

(рис. 1). В статье [Бакай и др., 2025] дана детальная характеристика литологического состава и фациальные интерпретации исследуемого комплекса, рассмотрено влияние седиментационных процессов на формирование природного резервуара.

Ахская свита (K1ah) представлена аргиллитоподобными глинами с прослоями и линзами алевролитов; песчаниками и алевролитами, чередующимися с темно-серыми глинами. Ее мощность варьирует от 35 до 415 м. В составе ахской свиты изучены песчаные прослои продуктивных пластов БГ и Ач. Среди песчаников пласта БГ широко развиты мелко- и тонкозернистые разности аркозового и мезомиктового состава с цементацией вдавливанием. Эти литотипы обычны в низах и верхах продуктивного пласта БГ8-9. В средней части отмечается развитие песчаников от средне-мелкозернистой до тонкозернистой размерности с каолиновым цементом и наличием пористости. Слоистость в песчаниках неясно выраженная, косая и волнистая. Для песчаников пласта Ач характерные структуры от тонкозернистых, алевролитистых до мелкозернистых, составы полевошпат-кварцевые, часто слюдистые, мезомиктовые с каолиновым, хлоритовым, кальцитовым цементом и широко представленной цементацией вдавливанием. Пустотность вторичная, варьирует в пределах от 0 до 20 %. Отложения пластов БГ формировались в аллювиальной обстановке, а также в условиях мелководно-морской сублиторальной зоны с преобладанием штормовых процессов. Ачимовские пласты характеризуются глубоководными условиями седиментации, связанные с глубоководными конусами выноса.

Танопчинская свита (K1tnp) залегает согласно на породах ахской свиты, представляет собой мощную циклично построенную толщу глинисто-песчаного состава, в различной степени углистую, прослоями карбонатизированную, с прослоями углей. Общая мощность свиты составляет 450–600 м. В составе танопчинской свиты исследовались продуктивные пласты ТП. Среди литотипов песчаников широко развиты средне- и мелкозернистые разности, аркозового состава, с каолиновым, кальцитовым, хлоритовым и глинистым типами цемента, а также с цементацией вдавливанием. Пустотность пород вторичная, варьирует в пределах от 0 (в глинистых и карбонатизированных разностях) до 25 %. При формировании отложений пластов ТП основными являются условия прибрежно-морской приливно-отливной обстановки, к наиболее восточной части исследуемого района отмечаются континентальные аллювиальные обстановки.

Яронгская свита (K1jar) представлена неравномерным переслаиванием аргиллитов, алевролитов, алевро-песчаников и песчаников. Мощность варьирует в пределах 867–1010 м. В составе яронгской свиты исследовались продуктивные пласты ХМ6-7, сложенные мелкозернистыми аркозовыми песчаниками и мезомиктовыми алевро-песчаниками.

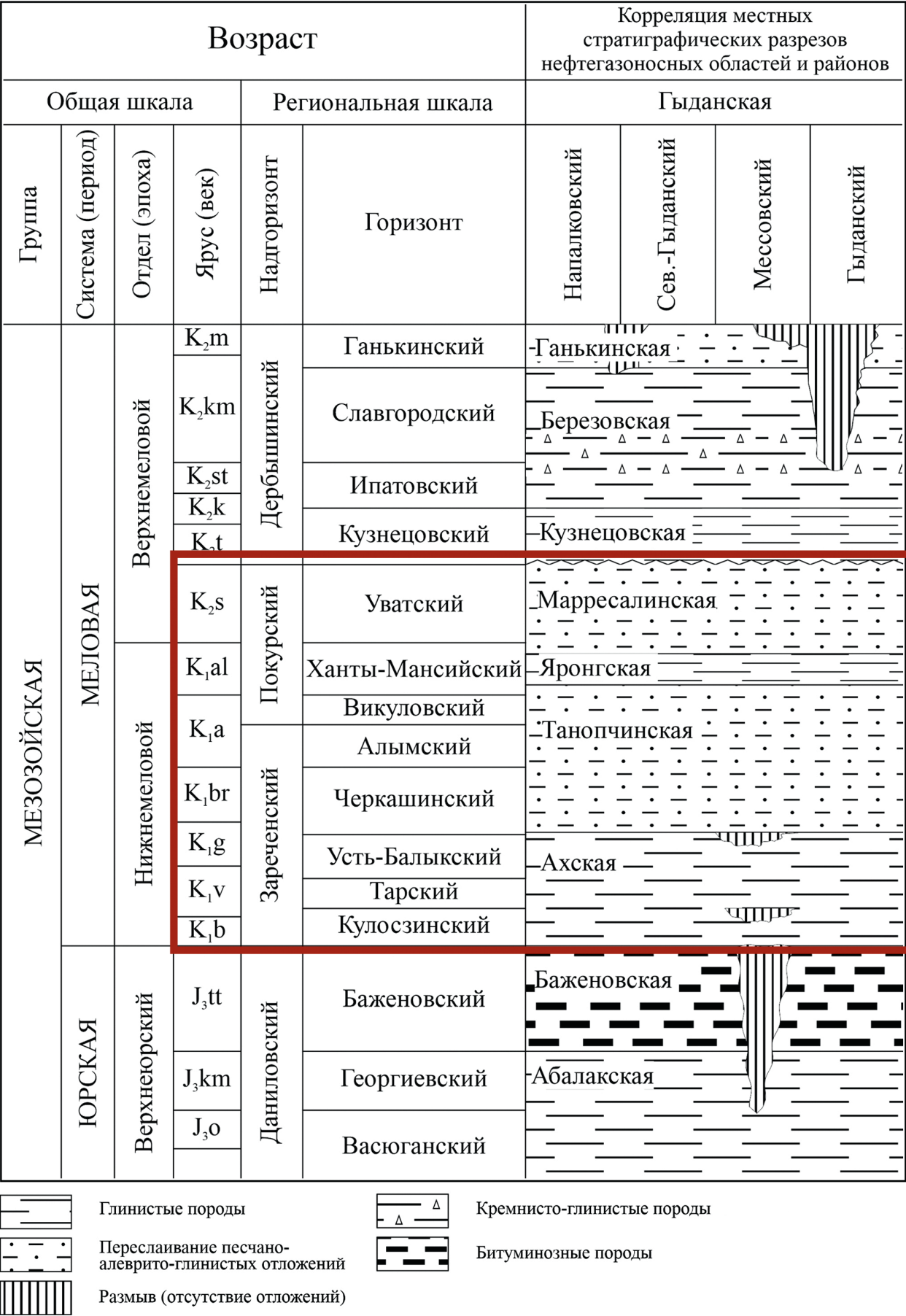


Рис. 1. Стратиграфическая схема верхнеюрских-меловых отложений для Гыданской нефтегазоносной области, по [Шлитенберг, 1988] с дополнениями автора

давления и закономерного существенного снижения первичной пористости. Гравитационное уплотнение фиксируется в разрезах на уровне 1,5 км и ниже.

Структуры гравитационной коррозии (рис. 3, в, г) выражены в образовании массовых выпукловогнутых, инкорпорационных и микростилолитовых контактов на границах обломочных зерен в результате растворения под давлением. Обломки кварца, полевых шпатов при уплотнении приобретают точечные и линейные контакты и образуют каркас, воспринимающий основные нагрузки литостатического и стрессового (бокового) давления. Из-за очень малых площадей первоначального соприкосновения обломочных минеральных зерен векторы давления внутри каркаса распределяются очень неравномерно. В местах точечных и линейных контактов локализуются максимально высокие давления, способные активизировать процессы растворения минералов. Немаловажную роль здесь играет глубинное повышение градиента температур, что влияет на изменения рН межзерновых растворов и ускоряет химические реакции. Кроме того, в системе возникает градиент различий между литостатическим и стрессовым (боковым) давлениями на зерна и флюидным давлением межзернового раствора. В результате различий в давлениях (для твердой и жидкой фазы в разных точечных участках породы) возникают неодинаковые концентрации растворенных элементов. Диффузия, приводящая к выравниванию этих концентраций, будет многократно создавать неравновесное состояние раствора и зерен: в точках повышенных напряжений раствор станет недонасыщенным, вследствие чего зерна будут продолжать растворяться. А на соседних (тангенциальных относительно векторов литостатического и бокового давления) участках, где напряжения менее значительны, раствор окажется перенасыщенным, и там будут активизироваться процессы регенерации. Структуры гравитационной коррозии встречаются в литотипах песчаников и алевролитов, не содержащих аллотигенного глинистого матрикса. В целом, формирование массовых структур гравитационной коррозии (особенно в сочетании со структурами регенерации) создает флюидоупор. Но в изученных разрезах эти структуры в отдельных скважинах подверглись более позднему вторичному разуплотнению. Начальные признаки структур гравитационной коррозии фиксируются на глубинах 1,7–1,8 км с постепенным нарастанием вниз по разрезу. Массовость проявления структур гравитационной коррозии возрастает к самым глубокопогруженным участкам разреза, в отложениях таноппинской и ахской свит и приуроченных к ним пластам ТП, БГ и Ач.

Структуры регенерации зерен кварца и ПШ (рис. 3, д, е) в изученных отложениях тесно связаны со структурами гравитационной коррозии, обеспечивающие необходимый подток растворенного вещества. В условиях перенасыщенности раствора

и пониженного давления на тангенциальных векторах будут реализовываться процессы аутигенного минералообразования в виде регенерационных кайм вокруг зерен кварца и, редко, ПШ. Зерна слабо регенерированы, регенерационные каймы прерывистые, тонкие (до 0,01–0,03 мм), местами пламенивидные с образованием или без образования регенерационного цемента. Количество регенерационного кварца на шлиф не превышает 1–2 %. Структуры регенерации развиваются в литотипах песчаников и алевролитов, не содержащих аллотигенного глинистого матрикса. По разрезу встречаются синхронно со структурами гравитационной коррозии; часто сохранены в реликтах, если порода подверглась воздействиям процессов вторичного разуплотнения.

Структурно-минеральные преобразования биотита (рис. 3, ж, з). В изученных породах наблюдаются как относительно свежие чешуйки биотита, так и с признаками катагенетического преобразования в данной породе. Биотит гидратируется и трансформируется в гидрослюда и вермикулит. Наблюдаются морфологические изменения чешуек, выраженные в приобретении веерообразной, гармошковидной формы, структуры «столбики монет». Изменения формы сопровождаются частичным или полным обесцвечиванием чешуек, значительным ослаблением или утратой плеохроизма, снижением светопреломления и интерференции. Вдоль плоскостей спайности развиваются тонкие иголки рутила и комочки гидроокислов железа. Чешуйки замещаются агрегатами хлорита и иллита. В литотипах с повышенным содержанием биотита его трансформации приводят к формированию тонких нитей аутигенного хлорита, распространяющихся за пределы первоначальных чешуек биотита и формирующих пленки вокруг зерен (аутигенный пленочный хлоритовый цемент).

Наложенный флюидный катагенез. Наложенный флюидный катагенез представляет собой совокупность процессов, вызванных воздействием флюидов с различными физико-химическими характеристиками на осадочные породы. Именно водно-флюидный режим в бассейне породообразования принадлежит к числу важнейших факторов постседиментационного преобразования пород [Бро, 1980; Киссин, 2009; Зверев, 2009; Махнач, 1989]. Эти процессы формируются в результате взаимодействия пород с внешними флюидами, которые проникают через разломы, трещины, микропустоты и другие каналы миграции. В исследуемых разрезах выделяются два основных этапа наложенного катагенеза: кислотный и щелочной, которые существенно изменяют фильтрационно-емкостные свойства пород.

На этапе кислотного метасоматоза происходит альбитизация полевых шпатов и кислотное выщелачивание. Процессы альбитизации плагиоклазов и КППШ (рис. 4) характеризуются общей тенденцией выноса основных химических компонентов и щелочей с возрастанием общей кислотности породы.

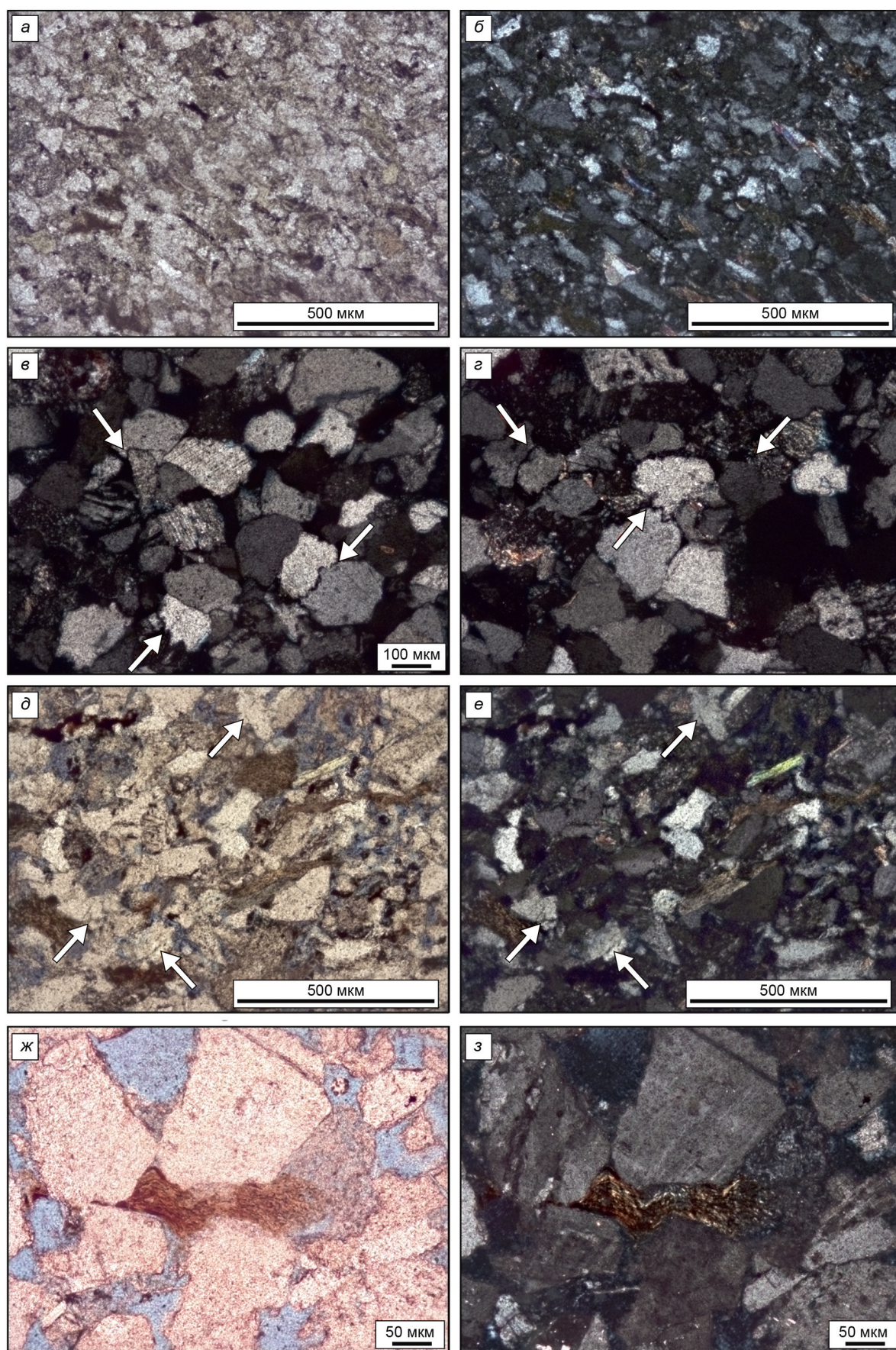


Рис. 3. Минерально-структурные парагенезы фонового катагенеза погружения. Фотографии шлифов: а, б — структуры гравитационного уплотнения пласт Ас, глубина по керну 3438,68 м, пористость 0,42 %; в, г — структуры гравитационной коррозии пласт ТП, глубина по керну 2737,03 м, пористость 6 %; д, е — структуры регенерации зерен кварца и ПШ пласт Ас, глубина по керну 3467,13 м, пористость 9 %; ж, з — структурно-минеральные преобразования биотита пласт БГ, глубина по керну 2359,18 м, пористость 16,56 %

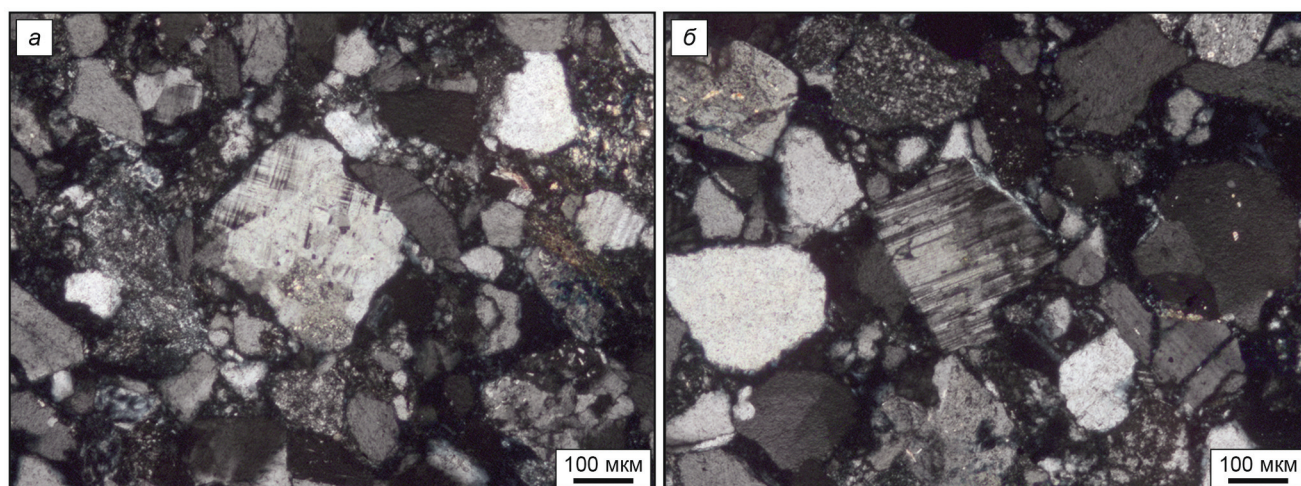


Рис. 4. Альбитизация калиевых полевых шпатов (а) и плагиоклазов (б). Пласт ТП, глубина по керну 1912,05 м, пористость 30 %

Процесс инициируется воздействием кислых Na-содержащих растворов с выносом Ca^{2+} и K^+ и привнесом Na^+ , что приводит к понижению анортитовой составляющей олигоклазов и альбитизации КПШ. Новообразованный альбит развивается по двойникам и трещинам спайности, формирует пятна внутри зерен и, в единичных случаях, регенерационные каймы. Новообразованный альбит отличается чистотой поверхности, не содержит дефектов и обнаруживает четкие полоски Бекке на границе с частью зерна сохраненного олигоклазового, ортоклазового или микроклинового состава. Степень альбитизации различна и неоднородна: в одном и том же шлифе могут встречаться как слабо затронутые альбитизацией зерна ПШ, так и практически нацело альбитизированные. Процесс альбитизации плагиоклазов и КПШ характерен для всех изученных скважин и пластов, кроме литотипов, содержащих аллотигенное глинистое вещество. Уровень проявления процесса от 1 км и ниже.

Кислотное воздействие также вызывает массовое выщелачивание зерен полевых шпатов, что является первым этапом разуплотнения и значительно повышают пористость пород (рис. 5). Процессы выщелачивания характерны для всех изученных скважин и пластов, кроме литотипов, содержащих аллотигенное глинистое вещество. Этот процесс сопровождается формированием пустот различных форм и размеров, от мелких микропустот до значительных пор. Такие изменения увеличивают пористость пород, достигая 30–40 %, что существенно улучшает их фильтрационные свойства. Уровень проявления процесса от 1 км и ниже.

В ряде случаев пространство, образованное в результате выщелачивания, частично заполняется каолинитом, который кристаллизуется из остаточных кислотных растворов в виде крупночешуйчатых агрегатов. Исходными минералами для каолинита могли служить гидрослюда, смешанослойные образования и калиевые полевые шпаты. У каолинита высокая межпакетная и структурная пористость, по-

этому каолинизация выщелоченных пустот снижает показатели пористости несущественно.

Структурно-минеральные ассоциации щелочного метасоматоза связаны с карбонатизацией вторично разуплотненных пород (рис. 6). Щелочной этап флюидного катагенеза воздействовал позже кислотного и мог быть следствием закономерной кислотно-основной инверсией кислотного флюида, или действием другого флюида. Карбонатизация проявлена в различной степени: от выполнения единичных пор монокристаллами кальцита размером до 0,25 мм до практически полного замещения породы. В последнем случае новообразованный кальцит корродирует силикатные обломки, формирует массовые псевдоморфозы монокристаллов кальцита по зернам ПШ, образует поровый и пойкилитовый гигахристаллический кальцитовый цемент. Помимо кальцитизации, карбонатизация пород проявлена также в сидеритизации отдельных чешуек биотита агрегатом микрокристаллического строения и выполнении единичных пор агрегатами микрозернистого сидерита. Карбонатизация ведет к сокращению пустотного пространства и снижению емкости коллектора. В тех случаях, где карбонатизация избирательна и формирует участковые заполнения пустот, пористость пород сохраняется на уровне 5–20 %. В случаях сплошной кальцитизации пустотность падает до 0 %. Карбонатизация так же, как и проявления других флюидных воздействий, носит пятнистый характер и распределена по разрезу крайне неравномерно.

Тектонические факторы и флюидная активность. Флюидная катагенетическая система предполагает наличие зоны подводящих каналов, по которым осуществляется вертикальная (или наклонная) миграция флюида и флюидопроводящих горизонтов и участков, которые обеспечивают субгоризонтальную или пологонаклонную миграцию внутри пластов. Причем латеральная проницаемость внутри пластов формируется благодаря и самим флюидным воздействиям. Каналы вертикальной

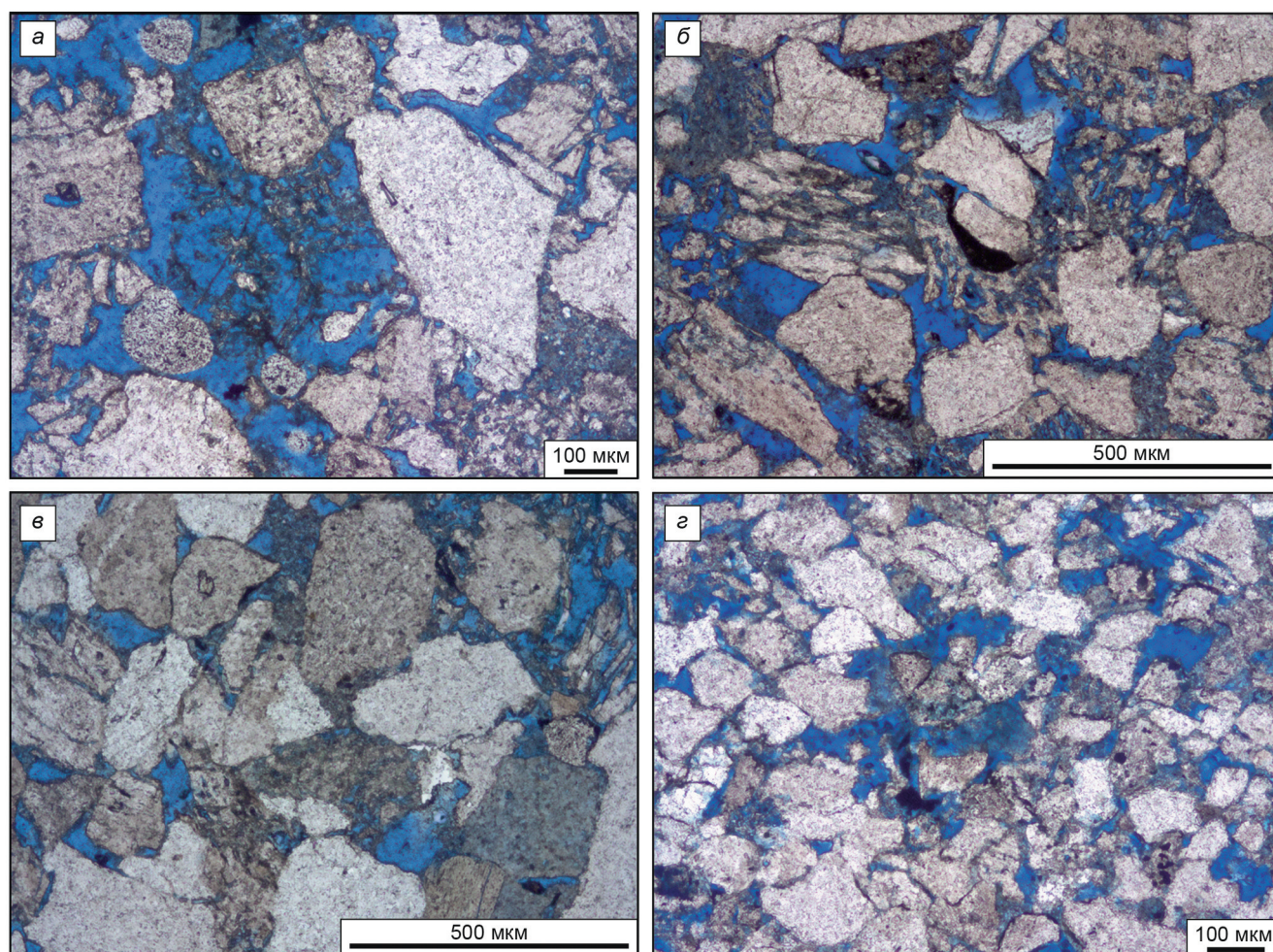


Рис. 5. Структуры выщелачивания полевых шпатов и разуплотнения: *а* — пласт ТП, глубина по керну 1615,30 м, пористость 29,56 %; *б* — пласт ТП, глубина по керну 2119,28 м, пористость 35,26 %; *в* — пласт БГ, глубина по керну 2357,89 м, пористость 24,36 %; *г* — пласт Ач, глубина по керну 3351,90 м, пористость 20,92 %

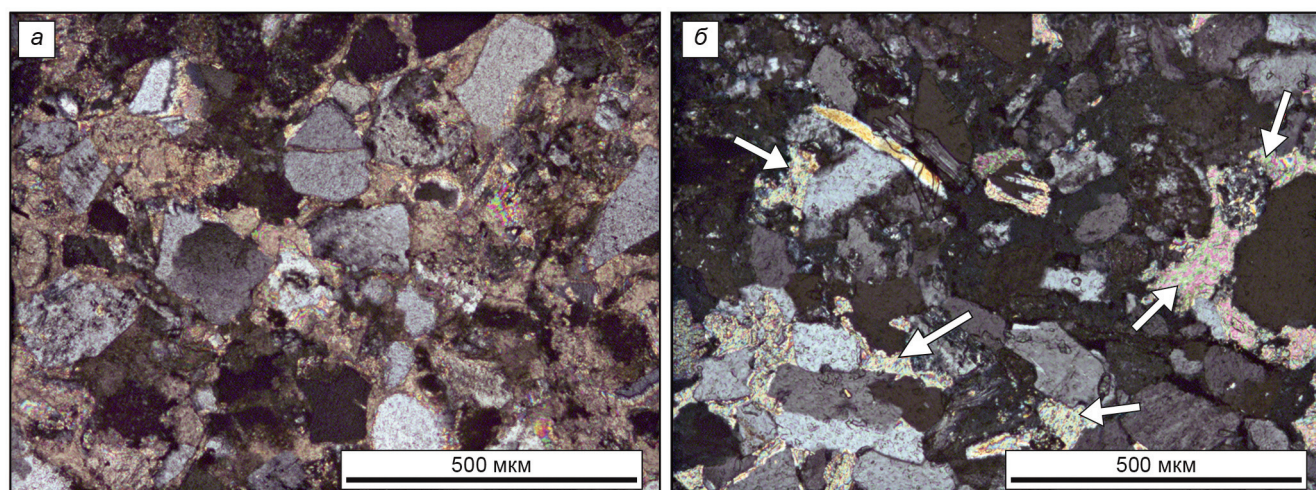


Рис. 6. Карбонатизация в виде залечивания выщелоченных пустот и формирования пойкилитовых монокристаллов: *а* — пласт Ач, глубина 3252,86 м, пористость 0,22 %; *б* — пласт БГ, глубина по керну 2742,12 м, пористость 8,56 %

миграции представляют собой разрывные нарушения и зоны тектонизации разной интенсивности и разной кинематики. Тектонические активизации, связанные с кайнозойским тектоническим этапом развития региона, максимально способствовали как

зарождению элизонных флюидов, так и флюидодинамическим процессам. По данным Лобусева [2020] при кайнозойских активизациях произошел прирост амплитуд поднятий Арктического региона от 50 до 250–300 м. Такой значительный рост структур при-

вел к оживлению старых и возникновению новых дизъюнктивов, проникающих через весь осадочный чехол. Особо отмечается активность Северо-Уральской и Таймырской складчатых систем, со стороны которых сжимающие геодинамические напряжения навстречу друг другу по диагонали пересекают всю территорию Арктического региона. Они могут являться причиной стрессовых (боковых) давлений и повышенных флюидных давлений в том числе. Рядом авторов обоснована тектоническая инверсия, разнонаправленные движения вдоль сдвигов в ходе кайнозойского этапа развития, а также наибольшее горизонтальное сжатие, взбросовая разломная активность и рост структур этого района [Лобусев, 2020; Горбунов, 2020]. Таким образом, очевидна взаимосвязь тектонических событий с возможностями генезиса, миграции флюидов и формирования внутристратисферных разуплотненных зон.

Заключение. Комплекс вышеописанных признаков свидетельствует о значительном уплотнении породы (начиная с глубин 1,5–1,7–1,8 км), с действием внутрисистемного флюида, регулирующего равновесность системы. Стадия пород верхних частей разреза отвечает раннему катагенезу с постепенным переходом (ниже 2 км) в зону позднего катагенеза, градации МКЗ (по принципу минерально-структурных парагенезов).

Процессы фонового катагенеза погружения снижают ФЕС пород за счет переукладки, развития структур гравитационного уплотнения и гравитационной коррозии в сочетании с процессами аутигенного минералообразования (регенерационный кварц и пленочный хлорит). Верхние части разреза (зона раннего, начального катагенеза) сохраняют первичную межзерновую пористость, слабоуплотнены и при отсутствии факторов наложенного ка-

тагенеза обладают высокой пористостью (до 45 %). В литотипах, где продукты фонового катагенеза погружения (поздний катагенез) не подверглись более позднему вторичному разуплотнению, пористость пород составляет от 0,1 до 3–5 %.

Основным фактором наложенного катагенеза, которому подверглись изученные породы, являлось действие флюидной системы. В первый этап воздействовал кислотный флюид, которому отвечает последовательная смена минерально-структурных парагенезов: альбитизация ПШ, массовое выщелачивание ПШ, зоны разуплотнения, каолинизация. Воздействие кислотного флюида является основным фактором формирования хорошей пористости коллекторов. Пустотность, образованная в результате кислотного выщелачивания и разуплотнения, достигает 30–40 %.

Второй этап флюидного наложенного катагенеза связывается с процессами щелочного метасоматоза при воздействии щелочного типа. Процессы щелочного метасоматоза определяются карбонатизацией коллекторов. Избирательная кальцитизация породы с участковым залечиванием пор снижает пустотность до 5–20 %. Формирование массовых псевдоморфоз монокристаллов кальцита по зернам ПШ и образование гигакристаллического пойкилитового цемента резко ухудшает коллекторские свойства пород; их пустотность составляет менее 1 %.

Тектонические процессы кайнозойского этапа развития Арктического региона способствовали зарождению и миграции флюидов, возникновению внутристратисферных разуплотненных зон, а также формированию сложной пространственной неоднородности ФЕС меловых песчаных коллекторов, где чередуются участки с высокой пористостью и уплотненные, плохо проницаемые зоны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бакай Е.К., Шарданова Т.А., Карпова Е.В., Хомяк А.Н. Влияние седиментационных процессов на формирование терригенного резервуара (на примере ниже-верхнемеловых комплексов западной части Гыданского полуострова) // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 2025. № 4. С. 133–142.
- Бро Е.Г. Влияние катагенеза на физические свойства терригенных пород и минерализацию подземных вод. Л.: Недра, 1980. 152 с.
- Вассоевич Н.Б. О понятии термина «осадочные бассейны» // Бюлл. МОИП. Отд. геология. 1979. Т. 54, вып. 4. С. 114–118.
- Горбунов П.А. Прогнозирование зон нефтегазоносности северных и арктических районов Западной Сибири на основе палеотектонических критериев: Автореф. дисс. ... канд. геол.-минерал. наук. Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2020. 22 с.
- Зверев В.П. Вода в земле. Введение в учение о подземных водах. М.: Научный мир, 2009. 252 с.
- Каледва Г.А. Изменчивость отложений на тектонических структурах. М.: Наука, 1985. 192 с.
- Киссин И.Г. Флюиды в земной коре: геофизические и тектонические аспекты. М.: Наука, 2009. 328 с.
- Копелиович А.В. Эпигенез древних толщ юго-запада Русской платформы. М.: Наука, 1965. 312 с.
- Коссовская А.Г., Александрова В.А., Дриц В.А. и др. Труды геологического института. Вып. 221. Эпигенез и его минеральные индикаторы / Под ред. А.Г. Коссовской. М.: Наука, 1971. 170 с.
- Коссовская А.Г., Шутов В.Д. Типы регионального эпигенеза и их связь с тектонической обстановкой на материках и в океанах // Геотектоника. 1976. № 2. С. 15–30.
- Лобусев М. А. Концепция формирования Арктической газоносной провинции Западной Сибири: Дисс. ... докт. геол.-минерал. наук. М.: Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина, 2020. 277 с.
- Логвиненко Н.В., Орлова Л.В. Образование и изменение осадочных пород на континенте и в океане. Л.: Недра, 1987. 237 с.
- Лукьянова В.Т. Катагенез в орогенных областях. М.: Товарищество науч. изд. КМК, 1995. 172 с.
- Махнач А.А. Катагенез и подземные воды. Минск: Наука и техника, 1989. 335 с.
- Махнач А. А. Стадиальный анализ литогенеза: Учеб. пособие для студентов геол. спец. вузов. Минск: БГУ, 2000. 254 с.

Перельман А.И. Геохимия эпигенетических процессов (зона гипергенеза). 3-е изд. М.: Недра, 1968. 331 с.

Рухин Л.Б. Основы литологии. Л.: Недра, 1953.

Соколов Б.А., Янаскурт О.В. Катагенез пород и нефтегазоносность западной окраины Верхоянского миегосинклинального осадочного бассейна // Осадочные бассейны и их нефтегазоносность / Под ред. Н.Б. Вассоевича и П.П. Тимофеева. М.: Наука, 1983. С. 226–237.

Холодов В.Н. Постседиментационные преобразования в элизионных бассейнах (на примере Восточного Предкавказья). Труды геологического института. Вып. 372. М.: Недра, 1983. 157 с.

Шлитенберг Л.П. Стратиграфическая схема мезозойско-кайнозойских отложений севера Западно-Сибирской

равнины. Отчет о результатах гравиметрической съемки масштаба 1:200 000, выполненной на севере Гыданского полуострова (Гыданская площадь) Тюменской обл. Ямало-Ненецкий а.о. 1988 г. Росгеолфонд, инв. №440980.

Янаскурт О.В. Катагенез осадочных горных пород (методическое руководство к стадийному анализу). М.: Издательство МГУ, 1991. 120 с.

Янаскурт О.В. Литология. М.: ИЦ «Академия», 2008. 336 с.

Fairbridge R.W. Phases of diagenesis and autigenesis // Diagenesis in Sediments / Eds. G. Larse, G.V. Chillingar. Amsterdam: Elsevier, 1967. P. 19–89.

Статья поступила в редакцию 26.02.2025,
одобрена после рецензирования 12.03.2025,
принята к публикации 28.08.2025