

Путь органического вещества континентальных осадков на примере Амуро-Зейского бассейна (Верхнее Приамурье)

Н.И. БЕЛОЗЕРОВ (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Амурский научный центр Дальневосточного отделения Российской академии наук (АмурНЦ ДВО РАН); 675000, г. Благовещенск, пер. Релочный, д. 1),
И.Ф. САВЧЕНКО, И.В. ГИРЕНКО (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии и природопользования Дальневосточного отделения Российской академии наук (ИГИП ДВО РАН); 675000, г. Благовещенск, пер. Релочный, д. 1)

В статье показано, что органическое вещество поступало в осадки Амуро-Зейского бассейна как в составе минерально-гумусовых отложений, так и в виде фульвокислот и гуминовых кислот в стоке поверхностных вод. Первые в процессе динамотермального метаморфизма сформировали залежи бурых и каменных углей. Вторые отложились в виде рассеянного органического вещества и, как активные растворители, способствовали перераспределению редких и рассеянных элементов. На основании анализа геологической обстановки и температур, возникающих при коллизионных процессах, авторы пришли к выводу, что температурный режим формирования толщ колебался в пределах 150°–300°С. Максимальные температуры, воздействующие на преобразование угленосных толщ, привели к формированию каменных углей марки «Д». Угли более высокотемпературных марок («Г», «СС», «Т») и антрациты сформировались под воздействием контактового метаморфизма. Низкие температуры преобразования толщ исключают возможность образования в них аутигенных месторождений нефти и газа. При наличии куполообразных нефтегазоупоров нахождение месторождений нефти и газа, поступающих из глубинных источников, возможно.

Ключевые слова: органическое вещество, бассейн, сапропели, торф, уголь, депрессия, гуминовые кислоты, нефть, газ.

Белозеров Николай Иванович
Савченко Илья Федорович
Гиренко Ирина Витальевна



nibic@rambler.ru
sav@ascnet.ru
savlab@ascnet.ru

Organic matter of continental deposits of the Amur-Zeya basin (The Upper Priamurye)

N.I. BELOZYEROV (Amur scientific center FEB RAS),
I.F. SAVCHENKO, I.V. GIRENKO (Federal state budgetary institution of science Institute of Geology and nature management FEB RAS)

The article shows that the organic matter was supplied to the sediments of the Amur-Zeya basin not only as part of the mineral deposits but also in the form of humic and fulvic acids in surface water runoff. The mineral-humus deposits formed brown and mineral coal deposits in the process of dynamo-thermal metamorphism. Humic and fulvic acids were deposited in the form of dispersed organic matter. As active solvents, they contributed to the redistribution of rare and trace elements. Based on the analysis of geological conditions and temperatures of collision processes, the authors concluded that the temperature regime of coal deposits formation ranged within 150°–300°С. The maximum temperature affecting the conversion of coal-bearing deposits has led to the formation of grade D mineral coal. Coal of higher grades (G, CC, and T) and anthracite was formed due to contact metamorphism. Low-temperature deposit conversion excludes the possibility of authigenic oil and gas deposits formation in them. When domed screens are present, deep-sourced oil and gas deposits discovery is possible.

Key words: organic matter, basin, sapropels, peat, coal, depression, humic acids, oil, gas.

Строение поверхностных оболочек Земли – атмосферы, гидросферы, океанической и континентальной коры – обусловлено сложными этапами их добиоге-

ного и биогенного развития [1, 4, 16–18]. Начиная с каменноугольного периода (350 млн. лет назад), создается устойчивый механизм круговорота углекислоты и

кислорода. Органическое вещество в континентальных осадках стало в два раза преобладать над таковым в океанических отложениях.

Путь органического вещества океанических осадков в процессе формирования геологических структур и его преобразования достаточно подробно рассмотрен авторами данной публикации в работах [1, 17, 18]. Органическое вещество континентальных осадков проходит значительно «укороченный» путь, так как инверсионные процессы, обуславливающие температурный режим и давление, имеют здесь значительно меньшие амплитуды и, соответственно, меньшее влияние. На примере отложений рассматриваемого Амуро-Зейского бассейна можно проследить путь преобразования выпавшей в осадок биомассы отмерших организмов до торфа, бурых и каменных углей и антрацитов.

Краткая геологическая характеристика. Геологическая летопись Амуро-Зейского бассейна, расположенного на молодой Зейско-Буреинской платформе, началась с аккреции Амурского микроконтинента, островодужных фрагментов и систем, расположенных в Палеоазиатском океане (Монголо-Охотский бассейн) между Сибирской и Северо-Китайской литосферными плитами [5, 7, 14, 15]. Бассейн представляет собой замкнутую дезинтегрированную структуру внутриконтинентального рифтогенного пояса, ограниченную с севера Янкано-Тукурингско-Джагдинским, с востока – Туранским, а с запада и юга – соответственно Больше- и Малохинганским горными сооружениями [13, 22]. Отложения сформировавшейся структуры залегают с угловым несогласием на гранитоидном основании герцинид.

Развитие бассейна происходило в три этапа: рифтогенный (средняя юра–альб), платформенный (альб–кампан) и неотектонический (маастрихт–кайнозой).

В рифтогенный этап обозначилось обрамление Зейско-Буреинской платформы, на которой выделились Приамурская, Зейско-Селемджинская, Екатеринославская и Архаринская депрессионные системы, ограниченные Большехинганским, Туранским (Буреинским), Амуро-Мамыньским, Благовещенским, Завитинско-Майкурским поднятиями (рис. 1). В начальную (среднеюрскую) стадию рифтогенного этапа происходило накопление в грабенах преимущественно пролювиальных образований (конгломератов, песчаников екатеринославской свиты). В раннемеловую стадию отлагался «пёстрый» по составу эффузивно-терригенный материал (итикутская и поярковская свиты). Мощность отложений до 1600 м.

Платформенный этап развития Амуро-Зейской впадины можно разделить на три стадии: начальную, среднюю и финальную. В начальную стадию (турон–кампан) происходило формирование надрифтовых впадин и межрифтовых поднятий. В эту стадию, в условиях сжатия и регрессии осадочного бассейна, при низких темпах прогибания и высокой динамической

активности сооружений внешнего обрамления происходило накопление песчаников, глин, гравелитов и конгломератов завитинской свиты (более 500 м). Средняя стадия (маастрихт) происходила в условиях расширения области седиментации и высоких темпов прогибания. В центральной части бассейна формировались терригенные отложения цагайской свиты (до 300 м), нижняя часть которых сложена песчаниками, а верхняя – глинами с прослоями туфов. Финальная стадия (маастрихт–даний) характеризуется сжатием со стороны Тихоокеанского сегмента [13, 14, 22]. Представлена отложениями песков и гравелитов в нижних частях разреза и чередованием песков, алевритов, глин, бурых углей, прослоев туфов в верхних его частях (до 180 м).

На неотектоническом этапе выделяются эоцен-олигоценная, миоценная, плиоцен-эоплейстоценная и плейстоцен-голоценная стадии. Тектонические подвижки вдоль внешнего обрамления Зейско-Буреинской платформы привели к короблению аккумулятивной поверхности и резкому сокращению площади распространения, а также «блужданию» аккумулятивно-осадочных равнин. В неотектонический этап были заложены северо-западные, северо-восточные и широтные тектонические структуры, осложнившие субмеридиональные структурные формы мезозой. Иллюстрацией сложности геологического строения Амуро-Зейского бассейна служит разрез его отложений (рис. 2).

Формы органических осадков, условия их отложения и роль в процессе эволюции. Осадочный чехол Амуро-Зейской впадины формировался в условиях развитого растительного покрова. Органическое вещество поступало в осадочные толщи в результате денудации в составе аллювиального, делювиального, частично пролювиального материала, в виде почвенных минерально-гумусовых фрагментов на педиментах, конусах выноса и пойменных участках, а также в виде фульвокислот и гуминовых кислот. Озёрно-болотные системы в верхней юре были слабо развиты и занимали незначительные территории, а торф и сапропели имели в осадках подчинённое значение. Более чем на 80% территории преобладали денудационные процессы. Лишь на крайнем северо-западе и на юге, в условиях медленного опускания отдельных блоков создаются предпосылки для формирования руслово-пойменных осадков (аякская, депская и молчановская свиты).

В позднем меле и особенно в кайнозое, в условиях неотектонической активизации, заложившей образование крупных разрывных структур, формируются [13, 22] пликативные формы залегания пород – прогибы, сводовые поднятия. Условия для формирования осадков руслово-пойменных и озёрно-болотных фаций значительно расширяются и становятся характерными для 60% (поздний мел) и даже 90% (ранний антропоген) территории бассейна. Создаются условия для развития разнообразных органических составляющих – водорослей, болотной растительности, папоротников, мхов,

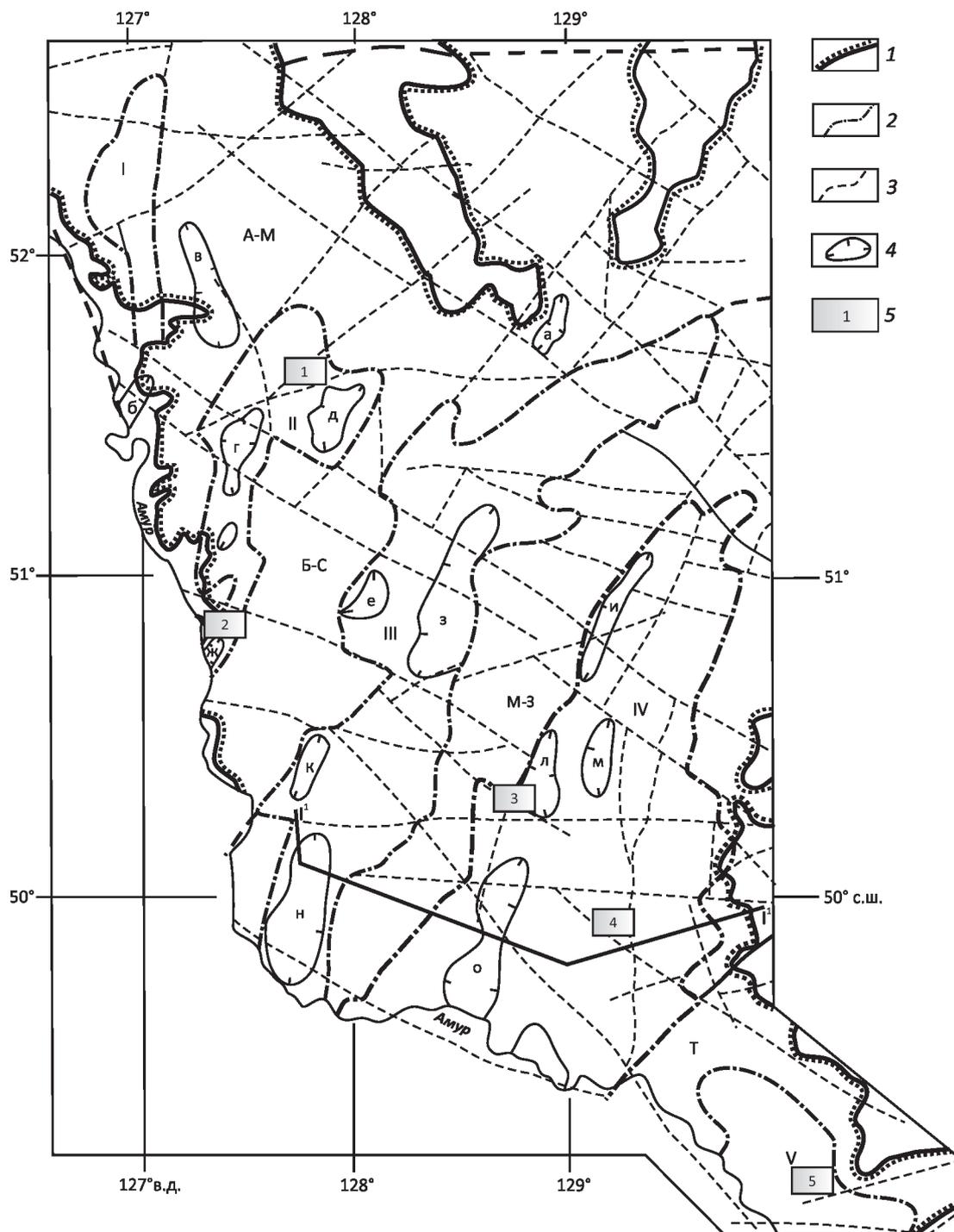


Рис. 1. Структурно-тектоническая схема Амуро-Зейского бассейна. По материалам [20], с изменениями и дополнениями авторов:

1 – контуры Амуро-Зейского бассейна; 2 – позднемезозойские тафрогенные впадины (I – Ту-Тараконская, II – Сычевско-Климоуцевская, III – Лермонтовско-Белогорская, IV – Поярково-Екатеринославская, V – Архаринская); 3 – поднятия и выступы допозднемезозойского фундамента (А-М – Амуро-Мамыньское, Б-С – Благовещенско-Свободненское, М-З – Майкур-Завитинское, Т – Туранское); 4 – позднемезозойско-кайнозойские впадины (а – Тараконская, б – Корсаковская, в – Климоуцевская, г – Сычевская, д – Спасовская, е – Комиссаравская, ж – Сергеевская, з – Белогорская, и – Ромненская, к – Дмитриевская, л – Екатеринославская, м – Романовская, н – Лермонтовская, о – Поярково-Михайловская); 5 – месторождения бурых углей (1 – Свободное, технологическая группа 1Б, 2 – Сергеевское, 1Б, 3 – Ерковецкое, 1Б и 2Б, 4 – Райчихинское, 2Б, 5 – Архаро-Богучанское – 2Б и 3Б); I¹-I¹ – линия интерпретационного геологического разреза (см. рис. 2)



Рис. 2. Интерпретационный геологический разрез Амуро-Зейского бассейна по линии Лермонтовка–Райчиха–Иркут. По материалам [20] с изменениями авторов:

1 – нелитифицированные глинисто-песчаные отложения верхнего структурного яруса; 2–5 (K_2 – Kz): 2 – терригенные отложения, 3 – то же с существенной примесью туфогенного материала, 4 – линзы андезито-базальтов, 5 – липариты и их туфы; 6 – нижний структурный ярус – фундамент депрессии (граниты, гранодиориты, диориты, гнейсы); 7 – разрывные нарушения; 8 – границы структурных ярусов; 9 – отложения бурых углей

древесных составляющих. Состав и распределение по разрезу видов растительных остатков достаточно подробно описаны В.С.Маркевич и Е.В.Бугдаевой [14]. В органическом веществе континентальных осадков преобладает лигнин и целлюлоза (80–90 мас.%) с атомным соотношением Н/Сорг 1,0–1,5, в то время как в океанических осадках преобладают липиды и белки (70–80 мас.%), с Н/Сорг 1,7–1,9.

Участие органических осадков в строении осадочного чехла имеет различные формы. Формирование осадочного чехла сопровождается стоком поверхностных вод, содержащих растворённые органические вещества, представленные фульвокислотами, угольной и гуминовыми кислотами, органическими коллоидами. Даже в малых концентрациях они чрезвычайно химически активны, и их участие в рудогенезе неоспоримо. Д.С.Орлов [5] выделяет три основные функции гуминовых веществ (ГВ): аккумулятивную, заключающуюся в накоплении важнейших биогенных элементов и веществ в почвах, поверхностных водах и донных отложениях. Следующая важная функция – транспортная. Гуминовые вещества могут образовывать способные к геохимической миграции соединения. Доминирующими миграционными формами являются органоминеральные соединения. В такой форме мигрируют катионы железа, большинство микроэлементов, редких и рассеянных металлов,

золото, серебро, платиноиды, полиметаллы, ртуть и другие элементы.

Регуляторная функция ГВ отражает способность противостоять внешним воздействиям и выражается в создании геохимических барьеров. Данная функция гуминовых веществ способствует накоплению мигрирующих соединений на границах геохимических барьеров и формированию вторичных рудопроявлений и месторождений.

Таким образом, органические вещества генерируются в областях денудации, транспортируются к области разгрузки в основание местных или региональных базисов эрозии и включаются в состав рыхлых отложений. Местами разгрузки солифлюкционных потоков могут быть болотные (озёрно-болотные) массивы. При этом твёрдая (денудационная) фаза стока оседает у границы болотного массива, а растворы участвуют в формировании внутриболотной гидрологической сети. Происходит биогеохимическое осаждение катионов и анионов в соответствии с изменением свойств геохимического барьера по латерали и по глубине, так как болота относятся к слабопроточным водоёмам.

Рассеянное в отложениях органическое вещество представлено, как правило, фульвокислотами, гуминовыми кислотами и другими органическими веществами, выпавшими из растворов. Пески, обычно содержат ОВ до 0,5%, а глины – 1,0–1,5%.

Основные технологические параметры углей. По Ю.А.Агафонову, 1995 и УралВТИ, 1992, с учётом [7] и дополнениями авторов

Тип ископаемого топлива	Концентрация ОВ, в Мг/км ²	Выход летучих (V _г), в %		Температура формирования, в °С
		Всего	Масел	
Уголь бурый группы 1Б	10,75	59,6	14,5	100–150
Уголь бурый группы 2Б	6,64	42,0	16,6	
Уголь каменный групп Д, Г и СС	10,22	24,0	10,0	150–200
Уголь каменный группы Т и антрациты	9,5	14,0	5,0	288–300

В отличие от рассеянных органических веществ, торфа и сапропели «привязаны» к местам формирования и подвержены в исключительных случаях участию в составе эрозионно-денудационных потоков. Покрывая гигантские пространства, торфяной пласт препятствует денудации подстилающих отложений. Значительные по площади озёрно-болотные отложения стали очагами формирования угольных месторождений. Тектонический режим бассейна, как отмечалось ранее, характеризовался в дальнейшем перемещениями отдельных блоков, погружениями и воздыманиями. Это способствовало перекрытию озёрно-болотных отложений, богатых органическим веществом, глубокому их захоронению и последующему воздыманию.

Метаморфизм органических осадков. В процессе термической трансформации органические вещества сначала теряют гетероатомы, водород и часть углерода в составе газообразных продуктов. Твёрдая фаза обогащается углеродом, образующим графитоподобные области конденсированных ароматических ядер. Из таблицы разрыва химических связей веществ [24] видно, что в первую очередь нарушаются связи углерод-гетероатом, при этом происходит выделение летучих гетеросоединений (CO₂, H₂S, H₂O, NH₃, HCN и др.), а затем соединения распадаются по связям С-С и С-Н.

Метаморфизм органических осадков протекает, как известно, в восстановительной среде, при различных термобарических условиях. Накопление торфа и метаморфизм (гумификация) растительных остатков происходит при малых гидростатических давлениях и температурах. Содержание углерода в торфе против растительной массы увеличивается на 5–10% и достигает 54–61%, а кислорода снижается до 31,5–38%. В углях низкой степени метаморфизма содержание углерода в горючей массе увеличивается до 65–67%. Потеря массы торфа при этом составит 35–55%.

В пределах аккумулятивных впадин Амурской литосферной плиты имеются проявления и месторождения в различной степени метаморфизованных органических осадков – сапропелей, торфа, бурых и каменных углей, антрацитов. Для того, чтобы трансформироваться в высокоуглеродистые вещества органические осадки должны были погружаться на глубины и подвергаться эндогенному прогреву. Конкретную

величину погружения и температуру можно указать приблизительно, с учётом различных геотермальных градиентов. Эндогенные температуры являются функцией глубины и магматической активности. Для Калифорнии, например, эта цифра составляет 45°С на 1 км, для Северного Кавказа – 49°С, для Донбасса – 37°С, для Южно-Каспийской впадины – 8°–9,5°С на глубину 4–4,5 км [3, 10, 21]. По данным Уральского филиала теплотехнического научно-исследовательского института (УралВТИ) (1992) показатель отражения витринита (0,5–6,4%) наиболее метаморфизованных антрацитов огоджинской свиты Амуро-Зейского бассейна соответствует углям с преобладанием графитоподобной фазы (>40%), что по данным С.Г.Гагарина и Ю.М.Королёва [3, рис. 6] соответствует температуре метаморфизма 300°С при палеодавлении выше 200 МПа. Для осадочных пород свиты при плотности 2,45 г/см³ мощность осадков на стадии доинверсии с давлением 220 МПа должна быть более 9 км. Г.Л.Кириллова [6, 7] и В.Г.Варнавский [2] считают, что начало торфонакопления происходило в условиях приморской низменности, следовательно, в доинверсионный период опускание было более 10 км с геотермическим коэффициентом метаморфизма 38°С/км (Ю.Ф.Малышев, 1994). Авторы данной публикации допускают, что амплитуда опускания в доинверсионный и подъёма в постинверсионный период достигала 12–13 км.

В соответствие с постулатом Д.И.Менделеева о примерно равном распределении кислорода между водородом и углеродом можно подсчитать, что образование антрацитов на Огоджинской угленосной площади из торфа с элементным составом органической массы (в %): С – 56, Н – 5,9, N – 1,5, S – 0,2, О – 36,4 сопровождалось потерей 42–45% массы органического вещества из-за выделения CO₂ и H₂O. Эти параметры ориентировочно соответствуют температуре пиролиза 300°С (см. таблицу). Показатель отражения витринита Гербикиано-Огоджинских антрацитов по данным АО «ВНИГРИУголь» равен 3,6–5,0%, что свидетельствует о преобладании графитоподобной фазы в ОВ (60–80%) антрацита и малом межплоскостном расстоянии в графите, а также высоком горном давлении при метаморфизме [2, 20]. Эксперименты подтвердили, что доля графитоподобной массы в каменных углях

повышается с 40 до 70% с ростом температуры от 150° до 300°C [20].

В.В.Крапивенцева [9], исследуя угли в отложениях Буреинского бассейна, тоже пришла к выводу о степени катагенеза органических осадков близкой осадкам Амуро-Зейского бассейна.

На основании геологических данных и в соответствии с заключением УралВТИ, проводившего изучение технологических свойств углей Огоджинского месторождения, авторы данной публикации считают, что максимальная степень регионального метаморфизма углей Амуро-Зейского бассейна, приведшая к формированию каменных углей марки «Д», достигалась при температуре до 300°C. Воздействие более высоких температур связано с контактовым метаморфизмом вызванным влиянием даек и силлов магматических пород.

По изложенным материалам можно сделать следующие выводы. Органическое вещество континентальных осадков Амуро-Зейского бассейна поступало в осадочные толщи в составе минерально-гумусовых отложений, а также из стоков поверхностных вод в виде растворов фульвокислот и гуминовых кислот, игравших двойную роль. Они привели к образованию рассеянного органического вещества повсеместно присутствующего в осадках и, являясь чрезвычайно химически активными, растворяли, переносили и отлагали на геохимических барьерах редкие и рассеянные металлы, полиметаллы, драгоценные металлы, ртуть и другие элементы. Отложения перенесённых микроэлементов могли формировать вторичные месторождения или представлять интерес для попутного извлечения.

Сложные тектонические перестройки и активизация перемещений способствовали образованию локальных блоков различной степени погружения. Амплитуда опускания и подъёма колебалась от 3 до 13 км. В соответствии с образующимися температурами угленосных толщ в них сформировались месторождения бурых углей марок «Б1», «Б2», «Б3» и каменных углей марки «Д». Каменные угли более высокометаморфизованных марок («Г», «СС», «Т») и антрациты сформировались под воздействием контактового метаморфизма внедрившихся магматических тел.

Учитывая, что температуры, воздействующие на углеродсодержащие толщи, не превышали 300°C, ожидать в них образования месторождений нефти и газа из местных органических осадков в пределах Амуро-Зейского бассейна нереально. При наличии непроницаемых слоев пород (нефтегазоупоров), изогнутых в антиклинали (горст-антиклинали), то есть структурных ловушек, на изучаемой территории возможны месторождения нефти и газа, поступающих из глубинных источников. Наличие структурных ловушек для месторождений нефти и газа в депрессионных зонах Зейско-Буреинского бассейна подтверждается работами многих исследователей [2, 6, 9, 15, 17, 22, 23]. А.П.Сорокин в своих исследованиях [12, 19] конкретно

указывает на возможное наличие таких месторождений в проницаемых отложениях екатеринославской и итикутской свит под пелитовым и алевропелитовым флюидоупором поярковской свиты в Зейско-Селемджинской и Екатеринославской депрессионных зонах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белозеров Н.И., Савченко И.Ф., Гуренко И.В. Источник углеводородов месторождений нефти и газа // Отечественная геология. 2015. № 1. С. 89–92.
2. Варнавский В.Г. О меловых эпохах угленакопления Востока России // Тихоокеанская геология. 1994. №6. С. 149–155.
3. Гагарин С.Г., Королев Ю.М. Моделирование преобразования фазового состава ископаемых углей в недрах // Химия твёрдого топлива. 2003. № 6. С. 6–19.
4. Геолого-геофизическая интерпретация результатов детальных геофизических исследований Нижнезейской области Зейско-Буреинского осадочного бассейна / А.П.Сорокин, В.Б.Каплун, Ю.Ф.Малышев и др. // Тихоокеанская геология. 2015. Т. 34. № 1. С. 34–48.
5. Гуминовые вещества в биосфере / Отв. ред. Д.С.Орлов. – М.: Наука, 1993.
6. Кириллова Г.Л. Позднемезозойские–кайнозойские осадочные бассейны континентальной окраины юго-восточной России: геодинамическая эволюция, угле- и нефтегазоносность // Геотектоника. 2005. № 5. С. 62–82.
7. Кириллова Г.Л. Сравнительная характеристика внутриконтинентальных рифтовых бассейнов Восточной Азии Сунляя и Амуро-Зейской // Тихоокеанская геология. 1995. № 6. С. 33–54.
8. Кокочкин А.А. Новейшие инверсионные структуры – индикаторы геодинамического режима и активности разломов Востока Азии: модели и реальные объекты // Тектоника, глубинное строение и минерагения Востока Азии. VII Косыгинские чтения. – Хабаровск: ИТиГ ДВО РАН, 2011. С. 375–378.
9. Крапивенцева В.В. Катагенез юрско-меловых углей и пород Буреинского бассейна в связи с условиями генерации углеводородов (Дальний Восток) // Тихоокеанская геология. 2013. Т. 32. № 6. С. 79–93.
10. Красный Л.И. Основные вопросы тектоники Хабаровского края и Амурской области. – Л.: ВСЕГЕИ, 1960. Вып. 37.
11. Малышев Ю.Ф., Литина Е.Н. Геотермические характеристики структурных элементов земной коры Восточной Азии и их связь с глубинным строением // Тихоокеанская геология. 1994. №1. С. 13–28.
12. Метаморфизм углей и эпигенез вмещающих пород. – М.: Недра, 1975.
13. Минерально-сырьевая база Амурской области на рубеже веков // И.А.Васильев, В.П.Капанин, Г.П.Ковтонюк и др. – Благовещенск: Комитет природных ресурсов Амурской области, 2000.
14. Молодые платформы Восточной окраины Евразии (глубинное строение, условия формирования и металлогения) / Научн. ред. чл.-корр. РАН А.П.Сорокин. – Владивосток: Дальнаука, 2013.

15. *Пан В.П., Сорокин А.П.* Геотектонический режим формирования меловых–неогеновых угленосных отложений чехла Амура-Зейской депрессии. Осадочные формации нефтегазоносных областей Дальнего Востока. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1975. С. 129–137.
16. *Розанов А.Г.* Когда появилась жизнь на Земле // Вестник РАН. 2010. Т. 80. № 5–6. С. 533–541.
17. *Савченко И.Ф., Белозеров Н.И.* Путь органического углевода океанических осадков в процессе формирования геологических структур Восточной Азии // Отечественная геология. 2013. № 2. С. 50–56.
18. *Савченко И.Ф., А.П., Белозеров Н.И., Гиренко И.В.* Органическое вещество осадков в системе конвективного массообмена в литосфере // Докл. РАН. Т. 458. № 2. 2014. С. 206–208.
19. *Сорокин А.П., Худяков Г.И.* Особенности мезозойского и кайнозойского осадконакопления в Амура-Зейской впадине. Геоморфоструктура Дальнего Востока. – Владивосток: ДВНЦ, 1978. С. 12–34.
20. *Тафрогенный* комплекс Амура-Зейской депрессии и перспективы его рудоносности / Г.А.Шатков, А.О.Бабаяев, В.А.Максимовский, В.В.Пуринг // Тихоокеанская геология. 1984. № 3. С. 54–67.
21. *Строение*, эволюция Сунью-Цзялинского бассейна Северо-Восточного Китая и его связь со структурами Зейско-Буреинского бассейна Российского Дальнего Востока / С.К.Цао, Г.Л.Кириллова, А.П.Сорокин и др. // Тихоокеанская геология. 2013. Т. 32. № 6. С. 68–78.
22. *Фейзуллаев А.А., Кадыров А.Г., Казиров Ф.А.* Пространственная корреляция сейсмичности, аномально высоких давлений и нефтегазоносности Южно-Каспийского бассейна Азербайджана / Дегазация Земли: реотектоника, геодинамика, геофлюиды, нефть и газ, углеводороды и жизнь // Мат-лы всерос. конф. с международным участием, посвящённой 100-летию со дня рождения Н.П.Кропоткина, 18–22 октября 2010 г. – М.: ГЕОС, 2010. С. 503–505.
23. *Химия* природных энергоносителей и углеродных материалов: учебное пособие // Т.В.Бухаркина, С.В.Вержичинская, Н.Г.Дигуров и др. – М.: Техника, 2009.
24. *Чухарева Н.В., Шишкина Л.В., Новиков А.А.* Кинетика термической деструкции гуминовых кислот // Химия твёрдого топлива. 2003. С. 37–45.

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

Плата с авторов за публикацию (в том числе с аспирантов) не взимается. Гонорар не выплачивается. Автор, подписывая статью и направляя ее в редакцию, тем самым предоставляет редакции право на ее опубликование в журнале и размещение в сети «Интернет».

По всем вопросам, связанными со статьями, следует обращаться в редакцию:
тел. +7 (495)315-28-47, E-mail: ogeo@tsnigri.ru