

## ЭПИГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В КРАЕВЫХ ЧАСТЯХ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ БАСЕЙНОВ

**И.Г. Печенкин**

*Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья  
им. Н.М. Федоровского, Москва, [pechenkin@vims-geo.ru](mailto:pechenkin@vims-geo.ru)*

Краевые части нефтегазоносных бассейнов — области яркого проявления постседиментационных процессов. В их пределах широко представлены эпигенетические изменения восстановительного и окислительного ряда. Первые связаны с миграцией нефтегазовых флюидов из центральных частей бассейнов к аконсервационным зонам — местам их разрушения. Вторые представляют собой продукты внедрения в водоносные горизонты кислородных вод. Последнее становится возможным при значительном превышении областей питания в обрамлении бассейнов над очагами разгрузки пластовых вод. С этими процессами связано формирование полиминеральных урановых и других месторождений. Взаимоотношение данных изменений обуславливает сложность эпигенетических зональностей и, как следствие, трудности при выявлении условий локализации наиболее подвижных в данных обстановках полезных ископаемых — нефти, газа, а также урана и сопутствующих ему других элементов (Холодов, Шмариович, 1992; Грушевой, Печенкин, 2003).

Пионерами в области изучения таких изменений стали геологи-уранщики, работавшие в рамках «Атомного проекта» СССР. Именно они стояли у истоков эпигенеза, опередив отечественных специалистов других областей наук о Земле и иностранных ученых, включая США (Печенкин, 2012).

В 1950-е гг. на месторождении Майлисай (Ферганская впадина) литологической группой В.Н. Холодова впервые изучалось взаимоотношение окислительных и восстановительных процессов в карбонатной толще палеогена. Было определено наличие дорудного и пострудного эпигенеза нефтяного ряда. Часть уранового оруденения оказалась залита жидкой нефтью.

В середине 1960-х гг. на месторождении Сабырсай (Узбекистан), локализующегося на восточном борту Амударьинского нефтегазоносного бассейна, в первично-красноцветных

континентальных отложениях мелового возраста изучались дорудные восстановительные изменения, благодаря которым на контрастном геохимическом барьере сформировалось промышленное урановое оруденение. Уже на первых этапах исследований было установлено, что объект обладает рядом особенностей. Разнонаправленные эпигенетические процессы сменялись неоднократно. В результате было определено, что наиболее благоприятные обстановки для рудообразования представляют собой аконсервационные зоны бассейна, где происходит разгрузка нефтяных и газовых флюидов с последующим их разрушением. Это способствует повышению восстановительной емкости пород различных первичных геохимических типов. В прибортовых частях бассейна восстановительный эпигенез имеет площадное распространение, а в центральных преимущественно тяготеет к зонам разрывных нарушений. Последующие

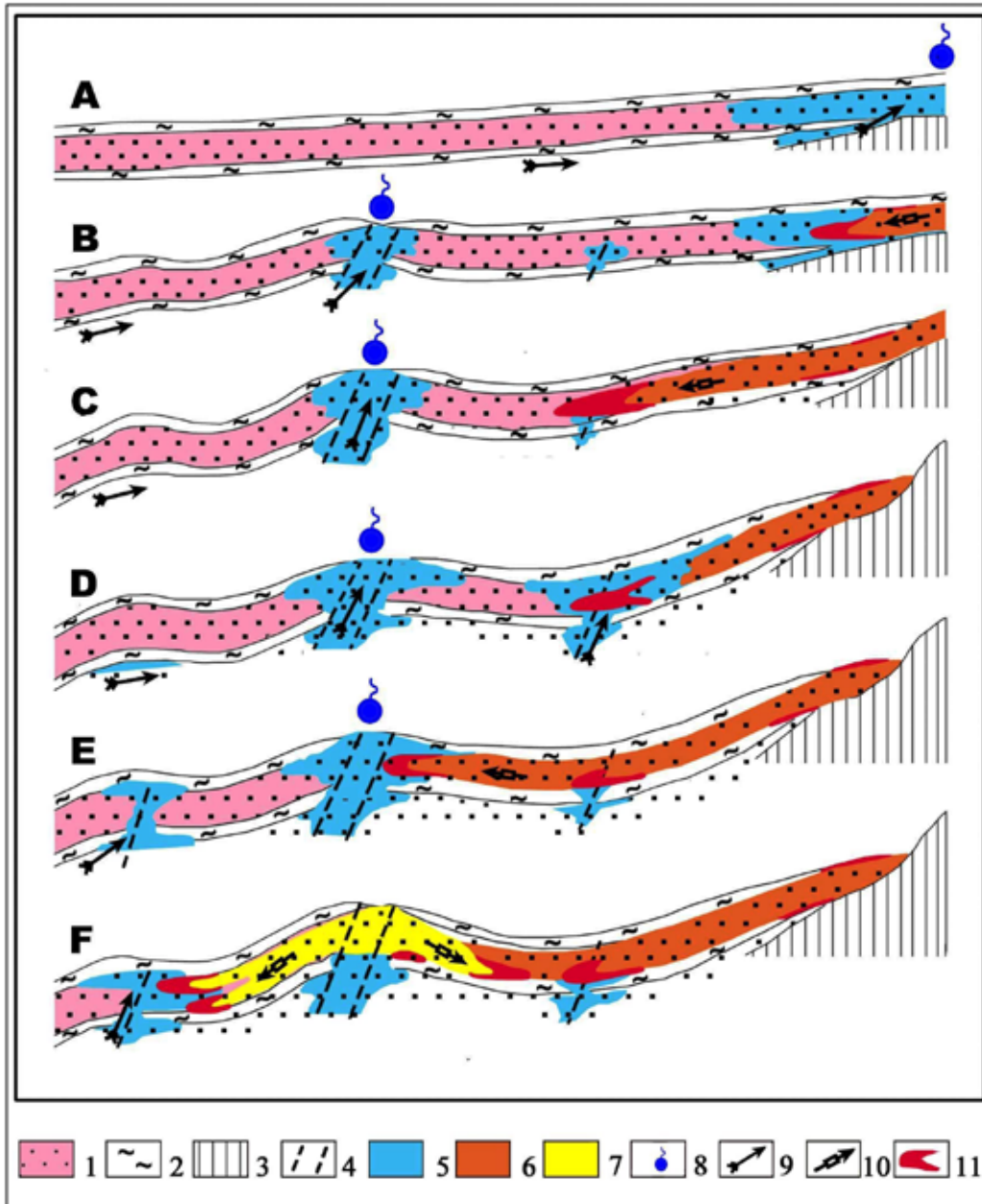


Рис. 1. Схема последовательности эпигенетических процессов в восточной части Амударьинского нефтегазоносного бассейна

Породы мелового возраста: 1 — красноцветные водоносные горизонты, 2 — сероцветные водоупоры, 3 — палеозойский фундамент, 4 — восстановленные породы (белесые, голубовато-серые), 5 — пластовоокисленные породы (желтые, буро-желтые, бурые), 6 — грунтовое окисление (светло-желтое, желтое), 8 — очаги разгрузки пластовых вод; направления движения пластовых вод: 9 — эксфильтрационных, 10 — инфильтрационных, 11 — урановое оруденение

процессы, связанные с инфильтрацией кислородных вод, создают предпосылки для локализации полиминерального оруденения на восстановительных геохимических барьерах (рис. 1).

Исследования на небольшом месторождении Комсомольское (Таджикистан), располагающемся в неогеновой первично-красноцветной молассе, доказали возможность рудогенеза в геологически «юных» отложениях, предварительно подвергшихся восстановлению. Аналогичные данные были получены при проведении геологоразведочных работ на рудопроявлении Карактай (Узбекистан). И в том, и в другом случае урановое оруденение размещено в восстановленных породах, находящихся над разрушающимися нефтяными месторождениями (Батулин и др., 1980).

Несколько позже (1970-е гг.) к близким выводам пришли и американские геологи, изучавшие урановые месторождения нефтегазоносной Техасской равнины. На месторождении Беневидес, по их мнению, основное оруденение тяготеет к границе выклинивания зон пластового окисления, развивающихся в эпигенетически восстановленных породах. На ряде объектов отмечено и повторное — пострудное восстановление (Goldhaber и др., 1978).

Последовательность процессов формирования наложенных изменений окислительного и восстановительного ряда и их взаимоотношение — один из ведущих факторов, влияющих на распределение полиминерального оруденения. Это определяется двойкой ролью углеводородных флюидов и продуктов их разрушения при этом процессе. С одной стороны, битуминизация проницаемых пластов, а также связанные с этим пиритизация, каолинизация, хлоритизация, доломитизация и др. изменения создают благоприятную геохимическую обстановку восстановительного характера для последующей концентрации рудного и нерудного сырья. С другой, внедрение битумов и их разрушение в зоне аэрации приводит к захоронению сформированного ранее оруденения и исчезновению следов его образования (эпигенетической окислительной зональности).

Эти изменения хорошо видны на примере первичных и измененных пород юрского возраста в прибортовой части Ордосского нефтегазоносного бассейна Центрального Китая (рис. 2) (Грушевой, Печенкин, 2003; Печенкин, Печенкин, 2006).

Еще в 1960–70-е годы специалистами ВИМСа в Центрально-Кызылкумской урановорудной провинции (Узбекистан) была разработана и применена методика изучения эпигенетических изменений в осадочных толщах. Предыдущими исследованиями был выделен ряд первичных геохимических типов пород (сероцветный, зеленоцветный, красноцветный и др.), которые различаются по восстановительной емкости и соотношению двух- и трехвалентного железа. Используемая методика заключается в том, что

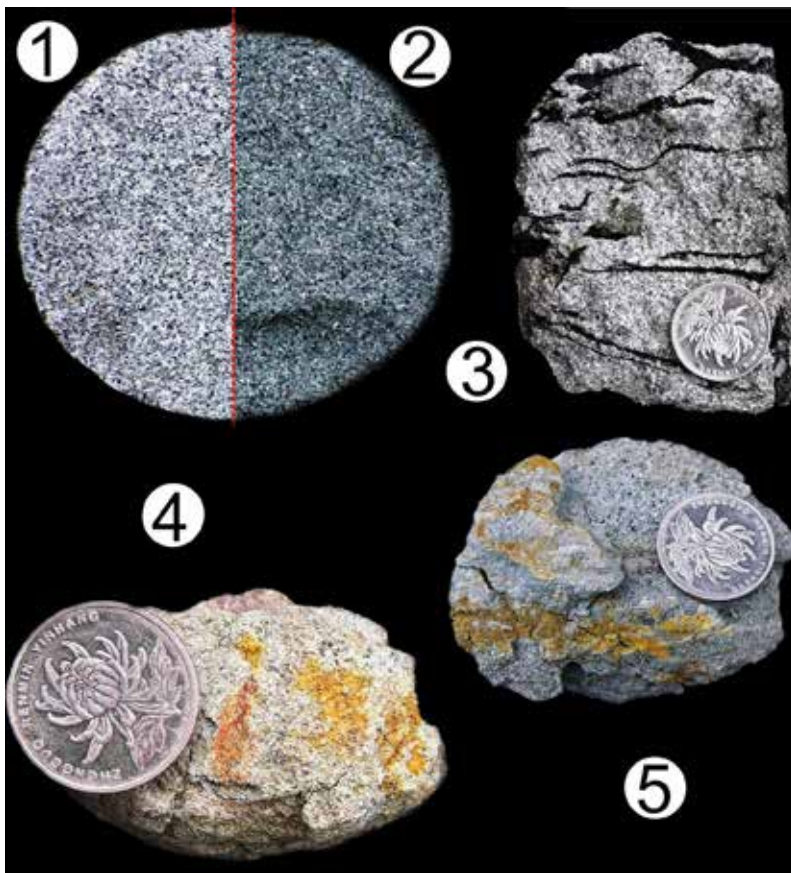


Рис. 2. Геохимические типы пород на месторождении Дуншэн.

1 — первичный сероцветный, 2 — вторично восстановленный (хлоритизированный), 3 — первичный сероцветный с обуглероженной органикой, 4 — реликты окисления в органических остатках (древесина), 5 — реликты окисления в глине

более поздние изменения осадочных пород отмечаются в самых водопроницаемых разностях разреза (пески, гравелиты, конгломераты). Ранние процессы могут сохранить свои следы в алевритистых и глинистых частях осадочной толщи или в грубозернистых породах на крепком цементе. Это выражается в появлении в них цветных каемок различного генезиса. Чем дальше от контакта с водоносным горизонтом находится в слабопроницаемой породе кайма, тем более раннему наложенному изменению она соответствует. Дополнительными диагностическими признаками произошедших изменений могут служить различные минералы, типичные для определенных процессов, или цементация ранее водопроницаемых пород продуктами эпигенеза. Взаимоотношение эпигенетических процессов определяет особенности рудогенеза различных частей нефтегазоносных бассейнов. Их выявление на основе картирования создает предпосылки для определения перспектив как локальных участков недр, так и крупных геологических структур (Печенкин, 2012).

Устанавливаемая последовательность эпигенетических изменений позволяет проводить специализированное картирование на перспективных площадях с выявлением скрытых частей эпигенетической окислительной зональности и «захороненного» оруденения. В качестве примера уранового рудогенеза, в пределах Ордосского нефтегазоносного бассейна и прилегающих структур создан комплект палеокарт и серии палеоразрезов. Они отражают взаимоотношения водородных процессов окислительного и восстановительного ряда на протяжении крупных этапов геологической истории региона (рис. 3) (Печенкин, Печенкин, 2006).

Выделяется несколько этапов гидрогенного рудообразования на фоне взаимодействия окислительных (рудных) и восстановительных процессов. Генерация нефтегазовых восстановителей преимущественно вершилась в южной части Ордосской впадины. Направления движения углеводородных флюидов определялись геодинамическими условиями, часто обуславливающими формирование очагов разгрузки в зонах разломов. На протяжении всех этапов постепенно уменьшалась роль латеральной миграции восстановительных флюидов при возрастании субвертикальной. Урановый рудогенез связан с развитием зон грунтового и пластового окисления. В первом случае его интенсивность низкая, во втором максимальная. Своего апогея она достигает на северо-востоке синеклизы (месторождение Дуншэн). Изменения восстановительного ряда проявляются в виде обеления, доломитизации, гематитизации, пиритизации, битуминизации разреза. При длительной латеральной миграции или субвертикальном перетоке флюидов из палеозойских коллекторов отмечается интенсивная хлоритизация первично окисленных пород, затрудняющая диагностику произошедших изменений и, как следствие, вызывающая усложнение поисковых работ.

Постседиментационные изменения пород в краевых частях нефтегазоносных бассейнов играют важную роль при формировании целого ряда полезных ископаемых. Их образование происходит обычно в несколько этапов. Изучение первичных эпигенетических зональностей и их последующей трансформации — важнейшая задача при оценке перспектив крупных регионов и локальных участков недр.

### *Литература*

*Батулин С.Г., Грушевой Г.В., Зеленова О.И. и др.* Гидрогенные месторождения урана. Основы теории образования. М.: Атомиздат, 1980. 270 с.

*Грушевой Г.В., Печенкин И.Г.* Металлогения ураноносных осадочных бассейнов Центральной Азии. М.: ВИМС, 2003. 102 с.

*Печенкин И.Г.* У истоков создания теории пластово-инфильтрационного уранового рудообразования // Наука и технологические разработки. 2012. Т. 91, № 4. С. 31–43.

*Печенкин И.Г., Печенкин В.Г.* Гидрогенное рудообразование в Ордосском осадочном бассейне // Осадочные процессы: седиментогенез, литогенез, рудогенез (эволюция, типизация, диагностика, моделирование). Материалы 4-го Всероссийского литологического совещания. Т. 2. М.: ГЕОС, 2006. С. 174–176.

*Холодов В.Н., Шмариович Е.М.* Рудогенерирующие процессы элизионных и инфильтрационных систем // Геология рудных месторождений. 1992. № 1. С. 3–22.

*Goldhaber M.B., Reynolds R.L., Rye R.O.* Origin of South Texas uranium deposit // Econ. Geol. V. 73. 1978. P. 1690–1705.

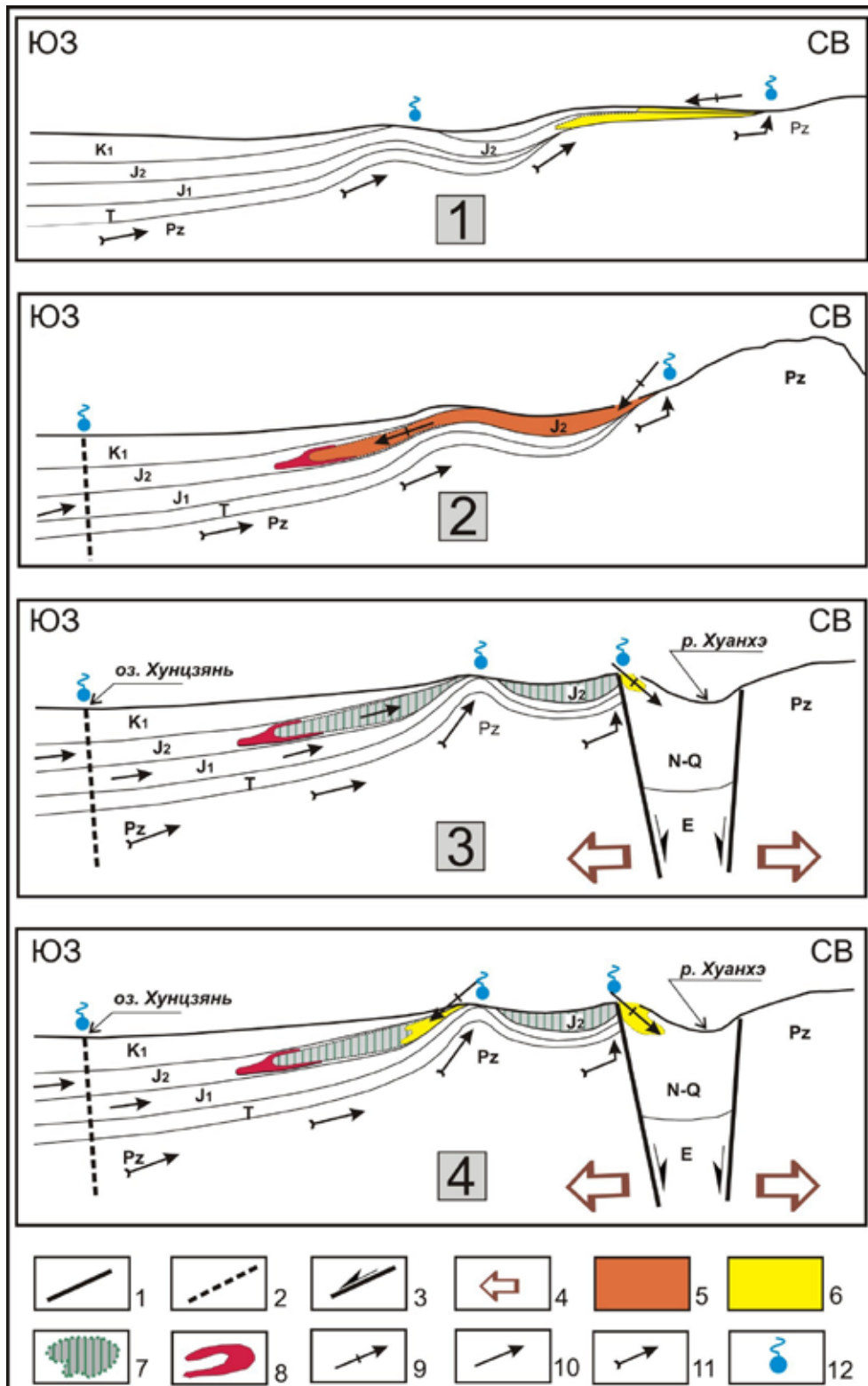


Рис. 3. Модель формирования месторождения урана Дуншэн (бассейн Ордос, Центральный Китай).  
 Этапы: 1 — среднеюрско-раннемеловой, 2 — поздне меловой-среднепалеогеновый, 3 — позднепалеоген-миоценовый, 4 — плиоцен-голоценовый.

Разломы: 1 — основные, 2 — второстепенные, 3 — сдвиги; 4 — зоны растяжения. Эпигенетические изменения: 5 — пластовое окисление, 6 — грунтовое окисление, 7 — восстановление; 8 — урановое оруденение. Направление движения пластовых вод: 9 — инфильтрационных, 10 — эксфильтрационных в мезозойских отложениях, 11 — эксфильтрационных в палеозойских отложениях; 12 — очаги разгрузки пластовых вод