

6. Kochin, G.G. The mineral resources of the UAR, Report on generalization of geological data on mineral resources of the UAR carried put under contract 1247 in 1966–1968 / G.G. Kochin, F.A. Bassiuni. — Part I. — Metallic minerals: Internal report, Geol. Surv. of Egypt, 18/1968.
7. Mohamed, F.H. Geochemistry, petrogenesis and tectonic setting of late Neoproterozoic Dokhan-type volcanic rocks in the Fatira area, eastern Egypt / F.H. Mohamed, A.M. Moghazi, M.A. Hassanen // International Journal of Earth Sciences, 2000. — V. 88. — PP. 764–777.
8. Mohamed, A. Transpressional imbricate thrust zones controlling gold mineralization in the Central Eastern Desert of Egypt / Mohamed A. Abd El-Wahed, H. Harraz, M.H. El-Behairy // Ore Geology Reviews, 2016. — V. 78. — PP. 424–446.
9. Origin of Um Eleiga gold mineralization, south Eastern Desert, Egypt / Takla M.A. et. al. — Egypt. Mineral, 1990. — V. 2. — PP. 3–20.

© Шарафелдин Х.Э., Верчеба А.А., 2018

Шарафелдин Хани Эль-Сайед // hanisharfeldin@gmail.com,
Верчеба Александр Александрович // aa_ver@mail.ru

УДК 55+553 (516)

Печенкин И.Г. (ФГБУ «ВИМС»)

ГЕОЛОГИЯ И ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ УРХО-КАРАМАЙСКОГО РАЙОНА (ДЖУНГАРИЯ, СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ КИТАЙ)

*Рассмотрена геология Урхо-Карамайского района. Приведены данные об основных полезных ископаемых осадочного чехла. Проанализированы эпигенетические процессы, протекающие в них. Установлена их последовательность и связь с формированием полезных ископаемых. Показаны особенности уникального геологического памятника — Эолового города. **Ключевые слова:** Джунгария, Эоловый город, нефть, асфальтит, уран.*

Pechenkin I.G. (VIMS)

GEOLOGY AND MINERAL RESOURCES OF URHO-KARAMAY DISTRICT (JUNGARIA, NORTH-WEST CHINA)

*The geology of the Urho-Karamay district are considered. The data on the main sedimentary deposits of minerals are given. The epigenetic processes occurring in them are analyzed. Their sequence and connection with the formation of minerals are established. The features of a unique geological monument — the The Eolian city are shown. **Keywords:** Dzungaria, Eolian city, oil, asphaltite, uranium.*

Введение

Целенаправленное геологическое изучение Джунгарии относится к началу XX в. Это были экспедиции В.А. Обручева (1905, 1906, 1909), осуществляемые на средства Томского технологического института. Наиболее подробно исследовался район между горными системами Алтая и Тянь-Шаня, примыкающий к Казахстану, названный Владимиром Афанасьевичем Пограничной Джунгарией (рис. 1). Он отмечал, что эта страна, несмотря на ее близость к границам России и легкую доступность, оставалась очень слабо изучен-

ной. Через нее проходили экспедиции Н.М. Пржевальского, М.В. Певцова, П.К. Козлова и В.И. Роборовского на пути в Центральную Азию или обратно, которых манили более далекие и интересные задачи в Тибете, Наньшане, Куньлуне, а на обратном пути исследователи были уже утомлены многомесячной работой и торопились вернуться на Родину. Поэтому в том и другом случае Пограничной Джунгарии доставались только беглые попутные наблюдения (В.А. Обручев, 1947).

Итогом работ стало подробное геологическое описание территории и подтверждение богатства недр многими полезными ископаемыми — золотом, углем, нефтью, асфальтом и др. Здесь же находится и открытый В.А. Обручевым «Эоловый город», представляющий собой исключительный по разнообразию и красоте форм ландшафт, образованный при выветривании пестроцветных песчаников, алевролитов и глин. Полученный материал лег в основу дальнейших геологических исследований региона [1].

1. Региональная геология

Джунгарский осадочный бассейн (ОБ) представляет собой впадину, ограниченную с юга горными сооружениями Тянь-Шаня, с запада хребтами Барлык, Саур и другими, а с востока и северо-востока поднятиями Алтайской горной системы. Рельеф холмистый с преобладанием равнинных территорий.

Структура ОБ приобрела современный облик в результате коллизионного воздействия Гималайского сегмента Альпийско-Гималайского подвижного пояса, сыгравшего ведущую роль при формировании Тянь-Шаньского орогена и, в меньшей степени, Алтайского. Разрывные нарушения отмечаются как в фундаменте, так и в осадочном чехле. Часто древние (PZ–MZ) разломы имеют тенденцию к омоложению в новейшее время. Наиболее дислоцированными являются прибортовые части ОБ [9, 10].



Рис. 1. Район исследований

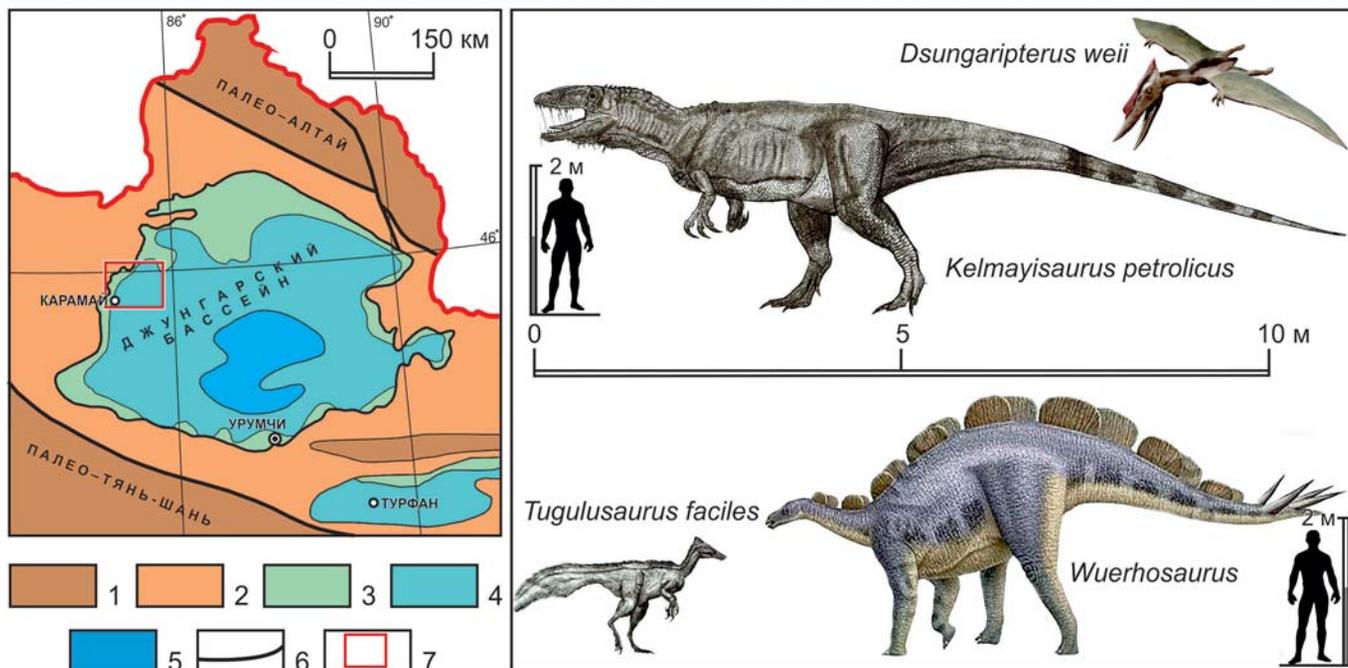


Рис. 2. Палеогеографическая карта Джунгарии. Раннемеловое время (группа тугулу — К_{1^м}): 1 — горы низкие, 2 — возвышенности, 3 — аллювиальная равнина, 4 — мелководное озеро, 5 — глубоководное озеро, 6 — тектонические нарушения, 7 — граница района исследований

Осадочный чехол бассейна сформировался в мезозойское и кайнозойское время в условиях континентального седиментогенеза. Подстилающий отложения чехла фундамент впадины сложен верхнепалеозойскими породами. Осадконакопление происходило главным образом в условиях пролювиальных, аллювиальных и аллювиально-озерных равнин. В центральной части бассейна преобладали озерные фации [8, 9].

Наиболее показательна палеогеографическая обстановка для раннемелового времени (группа тугулу — К_{1^м}) (рис. 2). На западе Джунгарского бассейна в краевой части аллювиальной равнины и озерного побережья обнаружены многочисленные следы жизнедеятельности и фаунистические остатки беспозвоночных и позвоночных животных, многие из которых являются палеоэндемиками, живущими в то время. Эоловый город и прилегающая территория — место, где сохранилось наибольшее количество окаменелостей и следов жизнедеятельности, особенно в горизонтах, обогащенных асфальтитом [6].

В качестве примера рассмотрим некоторых эндемиков, типичных только для северо-запада Джунгарии.

Кэламаизавр. Описан в 1973 г. известным китайским палеонтологом Дун Чжиминем. Латинское имя *Kelmayisaurus petrolicus* происходит от названия близлежащего г. Каратай, где он был обнаружен, и наличия в районе многочисленных нефтяных месторождений. Существовали Кэламаизавры в начале мелового периода около 139,8–100,5 млн лет назад. Одна из реконструкций немецкого художника Робинсона Кунца приведена на рис. 2. Голотип найден в нижнемеловых отложениях группы тугулу. Длина его тела достигала 10 м, а высота 4, вес до 2 т.

Кэламаизавр являлся самым крупным хищным динозавром региона.

Урхозавр — типичный травоядный динозавр. Латинское название *Wuerhosaurus* — «ящер из Урхо» (в честь г. Урхо). Существовали урхозавры в раннем меловом периоде около 140,2–99,6 млн лет назад. Возможно, это последние стегозавры, обитавшие на планете. На рис. 2 его облик в исполнении Кэйдзи Тэракоси (Япония). Первый экземпляр вида найден и описан Дун Чжиминем в отложениях группы тугулу (1973). Длина его тела достигала 7 м, высота до 3, вес до 4 т. Передние лапы самые короткие из всех известных стегозавров. Хвост снабжен четырьмя шипами для самозащиты. Стройный ряд спинных пластин ящера существенно ниже и шире чем у обычных особей.

Тугулузавр — род раннемеловых плотоядных тероподов, найденный вблизи г. Урхо в отложениях группы тугулу. Его останки обнаружены в 1964 г. и описаны палеонтологом Дун Чжиминем (1973). Новый вид получил название *Tugulusaurus faciles*. Родовое имя говорит о месте в меловом разрезе, в котором найден динозавр, а видовое — переводится как «легко перемещающийся», ссылаясь на ловкость животного, подтверждаемое его «тонкими костями». Жил он 139–100 млн лет назад. Возможный облик воспроизведен на рисунке Робинсона Кунца (Германия). Длина особи до 3 м, а высота до 1,2 м, вес около 80 кг.

Джунгариптер — птерозавр из Джунгарии, обитал в раннем меловом периоде 90–100 млн лет назад. В 1964 г. проф. Ян Чжунцзянь описал находки под видом *Dsungaripterus weii*, родовое название образовано от места обнаружения и греческого *pteron* — «крыло».

Видовое имя дано в честь китайского палеонтолога С.М. Вэй. Особи, найденные в Урхо, имеют особенности, присущие всем птерозаврам, единственным летающим рептилиям мезозойской эры. Размах крыльев 3–3,5 м. Характерен череп длиной 40–50 см, который осложнен низким костяным гребнем, тянущимся от основания черепа почти до клюва, представляющего собой длинные, узкие, загнутые вверх челюсти с заостренным кончиком (рис. 2).

В настоящее время многие из палеонтологических находок выставлены в Павильоне геологии при научно-исследовательском институте компании «Xinjiang Oilfield» в г. Карамай.

2. Полезные ископаемые

Нами изучались особенности экзогенного рудообразования в юрских (свиты бадаовань — J_1^b , сишаньяо — J_2^x) и в нижнемеловых отложениях (группа тугулу — K_1^{tg}) Урхо-Карамайского района, расположенного на северо-западном склоне Джунгарской впадины. Он находится в зоне смещения, которая представляет собой крупный надвиг, простирающийся с юго-запада на северо-восток на 250 км, при ширине до 20 км. В ней заключены крупные разломы и мелкие разрывные нарушения, определившие структуру гор-

ного обрамления, представленного древними хребтами Джаир и Хара-Арат. Характерны два типа рельефа: незначительно расчлененные, сглаженные формы древнего и резко очерченные молодого, сформированного благодаря неоген-четвертичной активизации. Непосредственно к району исследований примыкают сильно сглаженные вершины с высотами в 150–200 м над впадиной с абсолютными отметками до 700 м над уровнем моря (рис. 3).

2.1. Нефтегазоносность

Нефтяные месторождения Джунгарии разрабатывают более 60 лет. Общий объем добычи сырой нефти достиг почти 300 млн т. В бассейне выявлено более 30 нефтегазовых месторождений, включающих около 450 залежей.

Первенец нефтяной промышленности Западного Китая — Карамайское месторождение — жемчужина китайской компании PetroChina, открыто в октябре 1955 г. В предыдущие годы район считался малоперспективным в связи с многочисленными выходами жидкой нефти на дневную поверхность. Ее грандиозные излияния, давшие название району — Карамай, что в переводе с уйгурского означает «*черное масло*», сыграли отрицательную роль. Многие считали, что

глубокозалегающие пласты утратили промышленную нефтегазоносность. Разведку начали лишь в 1955 г., хотя о перспективах региона на углеводороды В.А. Обручев писал еще в 1928 г. [2]. Первый же нефтяной фонтан придал небывалые темпы разведочным работам. Новый нефтяной промысел вырос за один год. Исследования охватили площадь от Карамая до Урхо протяженностью до 100 км. Выяснилось, что нефтегазовые залежи Урхо-Карамайского района по существу представляют собой одно уникальное месторождение.

Ведущую роль при формировании залежей углеводородов в районе играет взбросовая система разломов. Она рассекает центральную часть нефтяной площади и контролирует пути миграции и накопление нефти и газа в разнотипных ловушках. Вертикальная амплитуда разрывов в породах триаса составляет 200–1200 м. Разломы формируются с позднего палео-

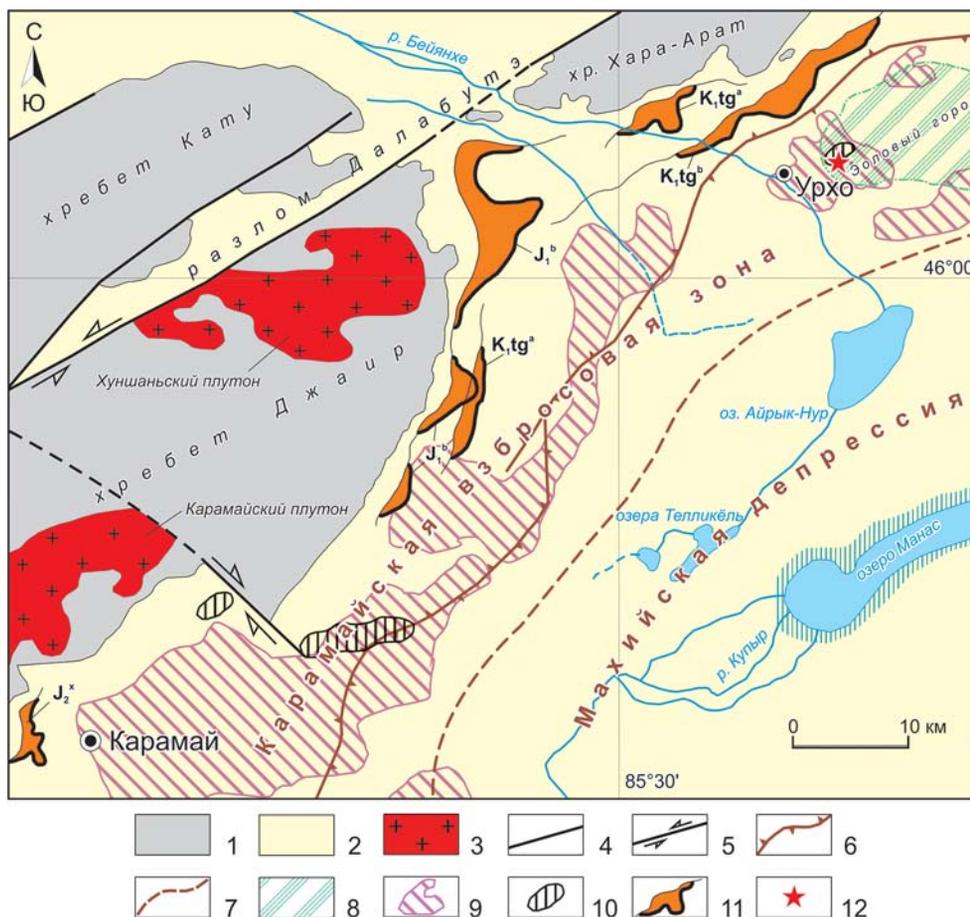


Рис. 3. Урхо-Карамайский перспективный район: 1 — палеозойский фундамент, 2 — мезозойско-кайнозойский осадочный чехол, 3 — изверженные породы (граниты, гранитоиды), 4 — основные тектонические нарушения, 5 — сдвиги, 6 — осевая часть Карамайской взбросовой зоны, 7 — граница Махийской депрессии, 8 — нефтегазовые залежи, 9 — асфальтиты, 10 — площадь развития зоны пластического окисления и граница ее выклинивания, 11 — проявление урана Личин

зоя (пермь) до средней юры и неоднократно обновлялись в кайнозойское время (рис. 4) [9, 10].

Основной поставщик нефтегазовых флюидов — Махийская депрессия, где общая мощность осадочно-го чехла более 12 км, а эффективная коллекторская — 2,5 км. В ней выделено 7 комплексов-коллекторов. В ее центральной части нефть и газ преимущественно залегают в верхнетриасовых и нижнепермских отложениях. В дальнейшем под высоким давлением они мигрировали из центра впадины по коллекторам и разрывам в юрские и меловые ловушки на ее периферии. Таким образом, сформировались залежи нефти и газа Урхо-Карамайского района (рис. 4).

2.2. Асфальтит

Многочисленные выходы жидкой нефти, растворимых и твердых битумов на дневную поверхность, а также жил асфальтита отмечал еще в 1906 г. В.А. Обручев.

В 1958 г. Г.Е. Рябухиным указывалось на широкое проявление этих процессов. Он описал многочисленные асфальтовые возвышенности высотой 50–70 м, сложенные из песка, сцементированного асфальтом и

густой нефтью. По склонам поднятий обычно были вырыты узкие и неглубокие канавы глубиной не более 2 м. Здесь местные жители добывали нефть для своих нужд. Нефть скапливалась, просачиваясь из стенок канавы, и они ее время от времени собирали. В окружении бугров грунт вязкий, и во многих местах просачивалась нефть, сбегая по склону небольшими ручейками. Поднятия протягиваются в широтном направлении. Каждый холм занимает площадь не менее 1 км². Часть из них высотой в 2–3 м состоит из чистого асфальта [4]. Наиболее подробное описание проявлений асфальтита и нефти дано в работах В.А. Обручева [1, 2 и др.].

В 1990-е годы в результате промышленного освоения территории излияния жидкой нефти прекратились, а проявления асфальтита можно увидеть только к северо-востоку от г. Карамай и в Эоловом городе (рис. 3).

Жилы асфальтита, прорывающие меловой разрез, эксплуатируются, по крайней мере, с начала XX в. Сначала они использовались (до обнаружения месторождений угля) как топливо, затем как бутовый камень для строительства дорог. С 1990-х годов происходила их интенсивная разработка в качестве сырья для производства высококачественных лаков.

Жилы локализованы в южной части Эолового города, расположенной у подножия высокой гряды, простираясь преимущественно на северо-восток. Отдельные из них прослеживаются на 400–600 м, характеризуются субвертикальным залеганием и мощностью до 1–2 м (рис. 5). Эксплуатация месторождения велась канавами, шахтами с деревянной опалубкой через каждые 20–30 м, реже выработками глубиной до 100 м. В отдельных местах работа прерывалась с появлением в забое грунтовых вод (обычно на глубине 40 м). Самая глубокая шахта пройдена до глубины 150 м. Отработано семь наиболее богатых жил. По данным этих работ и изучения прилегающей территории оставшиеся ресурсы могут составлять 50–100 т [7].

По данным В.А. Обручева асфальт всех жил черный с сильным смоляным блеском и раковистым изломом, твердый и хрупкий;

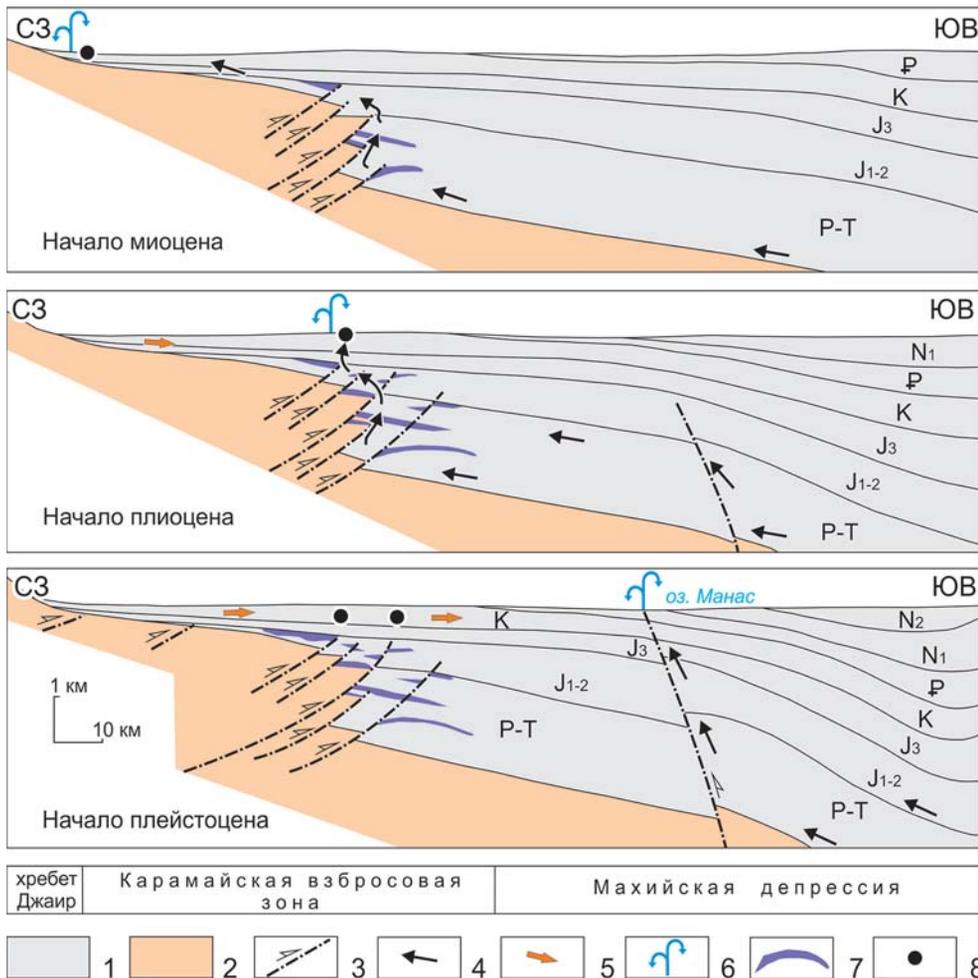


Рис. 4. Последовательность эпигенетических изменений в осадочном чехле Урхо-Карамайского района в новейшее время: 1 — складчатый фундамент, 2 — осадочный чехол, 3 — тектонические нарушения, 4 — направления движения газонефтяных флюидов, 5 — направления движения инфильтрационных вод, 6 — очаги разгрузки пластовых вод, 7 — залежи нефти и газа, 8 — твердые битумы



Рис. 5. Месторождение асфальтита в урочище Урхо (Золовый город): 1 — горные выработки, 2 — точки фотосъемки и ее направления. Фотографии: А — жила асфальтита в песчаниках (группа тугулу — K_1^{19}), Б — северо-восточный участок месторождения

черта буро-черная; в ступке растирается легко в темно-бурый порошок с блесками; загорается легко и при горении плавится и капает, как сургуч; при нагревании в тигле выделяет массу летучих веществ, горящих длинным коптящим пламенем. Он считал, что по данным качеств этот асфальт принадлежит к разности альбертит или грахамит. Этого же мнения придерживаются и китайские специалисты [2, 5, 7].

Однако образцы, изученные еще в 1932 г. П.А. Флоренским, показали, что все попытки отождествить его с каким-нибудь из многочисленных известных видов асфальтовых минералов оказались безуспешными. В результате длительных испытаний Джунгарский асфальт оказался самостоятельной разностью и получил особое название — «обручевит». По его данным обручевит хрупок и тверд, твердость — 2,5, температура плавления около $300\text{ }^{\circ}\text{C}$, выход кокса — 20,4 %. Содержание органического вещества — 95,6 %, причем характерно отсутствие асфальтенов, тогда как на нефтяные смолы приходится 55,4 %, на асфальтеновое масло — 50,9 %. Характерно малое содержание серы при значительном содержании азота и большом кислороде. Для золы характерно присутствие марганца и никеля. Обручевит характеризуется полной растворимостью в циклических углеводородах и их производных, в сероуглероде и в тиофеновом масле, ничтожной растворимостью в спиртах, анилине и нерастворимостью в нафтеновых кислотах. Лаки, изготовленные в лаборатории П.А. Флоренского из Джунгарского асфальта и из продукта его нитрования, показали весьма хорошие свойства — стойкость против старения (58 ч при $150\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Изучение образцов современными аналитическими методами выявило, что углерод в асфальтите представлен преимущественно в виде алифатических связей и характерен для низко ароматических соединений. Анализ битума показал среднее содержание углерода 85,4 %, содержание водорода 9,8 % и атомарного соотношения водород/углерод — 1,38. По мнению ряда

исследователей значение ароматичности и атомное соотношение Н/С являются последовательными и типичными для гильсонита [7].

Сравнение результатов с данными, полученными при исследовании нефти из пермских коллекторов, показало их идентичность с твердыми битумами [5, 7]. Это подтвердило точку зрения В.А. Обручева, предполагавшего наличие промышленной нефтегазоносности глубокозалегающих горизонтов позднего палеозоя — раннего мезозоя еще в начале XX в.

Он считал, что асфальт представляет собой поднимающуюся из глубины по трещинам густую нефть. Это, по его мнению, доказывается тем, что боковые породы вдоль асфальтовых жил закированы. Вокруг мощных жил она развивается на 1–1,5 м, у тонких — на 0,2–0,3 м, а у самых тонких (шириной до 2–4 см) — на 0,7–1,5 и даже 2 м в обе стороны. Это пропитывание часто шло неравномерно, в зависимости от проницаемости боковых пород, их наложения, часто перекрестного, поэтому наружная граница закированной массы крупно- и мелкозубчатая. Благодаря тому, что такой песчаник гораздо лучше сопротивляется выветриванию, вся местность, вмещающая жилы, приобрела расчлененный рельеф. Вдоль жил, падение которых на северо-запад очень крутое ($85\text{--}90^{\circ}$, а у трех северных 65°), тянутся наклонные или отвесные стенки закированного песчаника. В выходах самих жил асфальт с поверхности распадается на мелкие угловатые кусочки, покрывающие склоны холмов черной сыпью [2]. Оработка месторождения показала аналогичные изменения и на глубине [7].

2.3. Уран

Специализированные работы на уран в районе проводились с середины 1950-х годов. Был открыт ряд рудопоявлений и аномалий, многие из которых трактовались как ураноугольные. Затем перерыв в исследованиях составил около 30 лет. В 1986 г. работы возобновились. Началось целенаправленное изучение перспектив региона на выявление месторождений ура-

на песчаникового типа. Оно шло с применением колонкового бурения по обрамлению ОБ. Предварительно территория северо-западной Джунгарии изучалась мелкомасштабными прогнозными работами. В процессе всех этих исследований установлено наличие эпигенетических изменений окислительного ряда в осадках юрского, мелового и палеогенового возраста. Развитие зон пластового окисления (ЗПО) происходит в весьма благоприятных литологических условиях. Их удаление от областей питания первые километры. Морфология определяется как литологическим составом разреза, так и наличием очагов разгрузки пластовых вод. Выявлены восстановители — сингенетические (в виде углефицированного детрита) и эпигенетические (продукты разрушения битумов). Последние играют основную роль в пределах Карамайской взбросовой зоны. Их роль двоякая. Она может быть положительной, если восстановление дорудное и отрицательной — при пострудном процессе, который затушевывает ЗПО и затрудняет ее диагностику.

Эксфильтрация нефтегазовых флюидов происходит по латерали преимущественно по проницаемым породам (коллекторам) и субвертикали по зонам тектонических нарушений, а также через эрозионные «окна». Это причина самых масштабных эпигенетических изменений восстановительного ряда как по площади, так и по времени проявления. Они предшествуют и неоднократно прерывают мобилизацию рудных элементов, формирующихся на выклинивании (ЗПО) (U, V, Mo, Re, Se и др.). Процесс идет при дегазации подземных вод, эксфильтрации законтурных нефтяных вод и затем при проникновении углеводородов во все горизонты мезозоя и даже кайнозоя. Процесс протекает постоянно при тектонической активизации территории, а ее стабилизация способствует инфильтрации кислородных вод. Происходит постепенное смещение очагов разгрузки пластовых вод от горного обрамления к центральной части бассейна, что способствует интенсификации инфильтрации кислородных ураноносных потоков (рис. 4).

По данным изучения керн скважин, установлена следующая зональность, фиксируемая в водоносных горизонтах и разделяющих их водоупорах (J_1-K_1) по направлению эксфильтрации:

— *зона нефтенакпления* — пески буровато-черные, черные, пропитанные нефтью;

— *зона битуминизации*, окаймляющая по периферии предыдущую — развитие в проницаемых гори-

зонтах и водоупорах углеводородов битумного ряда в виде сплошной пропитки, прослоев, пятен, крапа;

— *зона каолинизации* — пески, песчаники и алевролиты белые, белесые или серовато-белесые, в которых полевые шпаты и гидрослюда полностью или частично замещены каолином;

— *зона пиритизации* — пески, песчаники, алевролиты и глины серые, зеленовато-серые или зеленовато-белесые, насыщенные диосульфидами железа кубической и октаэдрической формы кристаллов, глобулей и ксеноморфных выделений в цементе;

— *зона оглеения* — породы различного состава с развитием зеленовато-серых, зеленых, чаще контрастных зеленовато-белесых окрасок.

Зоны часто совмещены, что свидетельствует о многостадийности процесса.

Интенсивно выражена карбонатизация (кроме первичных красноцветов и первой зоны). Ее положение в зональности не ясно. Она проявлена в виде шаровидных стяжений, небольших друз в пустотах и сплошной цементации.

Инфильтрационные процессы проявлены в виде зон поверхностного, грунтового и пластового окисления.

Первые наиболее ярко фиксируются в сероцветных разностях пород. Их морфология зависит от литологического состава, степени литификации и цементации. Они обычно имеют урочный характер и развиваются на глубину 5–25 м, приобретая в проницаемых породах пластовую морфологию, переходя в благоприятных условиях в ЗПО. Наибольшее их проникновение на глубину фиксируется вдоль современных русел рек.

Пример — проявление урана Личин, сформированного грунтовыми водами в пределах Эолового города (рис. 6). Здесь на контакте с субвертикальной жилой

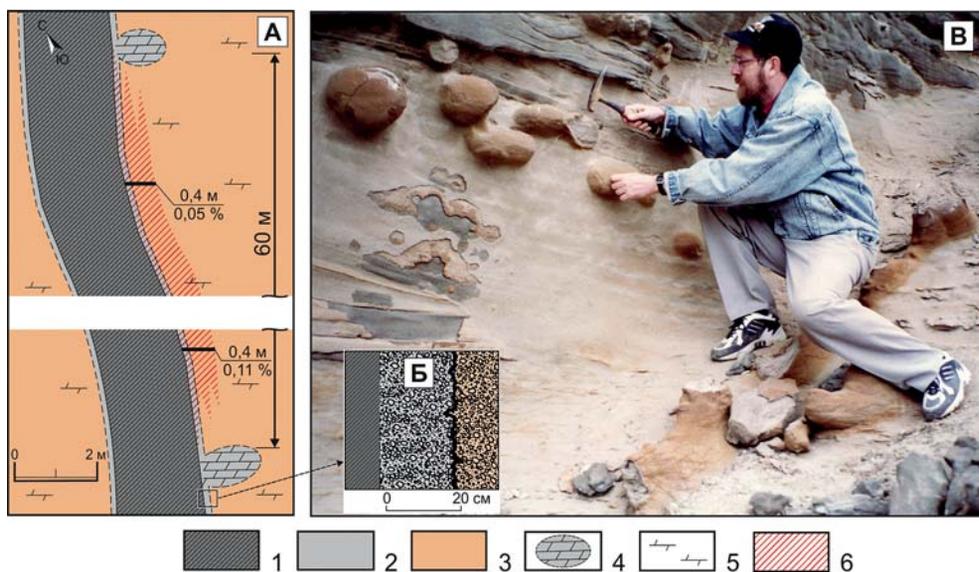


Рис. 6. Проявление урана Личин (Эоловый город): А — план: 1 — асфальтит, 2 — песчаник серый, битуминизированный (восстановленный), 3 — песчаник бурый, желтый (окисленный), 4 — карбонатный цемент, 5 — карбонатные стяжения, 6 — урановое проявление (граница ≥ 200 мкр/час) и его параметры (числитель — мощность в м, знаменатель — содержание урана в %); Б — врезка; В — обнажение (фотография)

асфальта выявлены повышенные концентрации урана. Протяженность аномальной зоны около 60 м, мощность до 0,5 м. Видимой урановой минерализации не установлено. Граница проведена по интенсивности гамма-активности более 200 мкР/час.

Установлена следующая последовательность эпигенетических изменений. В процессе литификации все сформированные породы в той или иной степени подверглись карбонатизации с образованием кальцитового цемента. Агрессивное поведение отжимаемых поровых растворов даже привело к коррозии зерен кварца [7]. Внедрение асфальтитовых жил образовало в контактовой зоне с вмещающими породами осветленные участки с интенсивной пиритизацией. В их пределах происходило постепенное замещение кальцита на битумы (рис. 6-Б). Этот процесс подтвержден аналитическими данными и при изучении шлифов. Отчетливо установлена коррозия зерен кальцита с заполнением пор и трещин битумом [5]. В дальнейшем происходило внедрение жидких битумов по напластованию пород в виде тонких жилок (менее 2 см) в сопровождении гипсов волокнистого строения. Изученное взаимоотношение гипса и битума показало, что их формирование шло одновременно [7]. Эти гипсовые слои резко отличаются от «шестоватых» в зоне аэрации. Процесс завершается образованием повышенных концентраций урана из кислородных ураноносных вод на контрастном восстановительном барьере.

В 1959 г. изучалось урановое проявление в юрской угленосной толще вблизи г. Карамай. Наиболее контрастные руды приурочены к подошве зоны грунтового окисления, где она наложена на горизонты бурых углей, угленосных алевролитов и другие породы с высокой восстановительной емкостью. Морфология аномальных зон — тонкие прослои и линзы до сотен метров при мощности 1,0–1,5 м и содержании урана до 0,0п %. Оценка была отрицательной. В те годы по аналогии с месторождениями в Илийской впадине (Казахстан, КНР) многие объекты в осадочной толще северо-западного Китая трактовались как ураноугольные [3].

Позднее доказано наличие рудоносных ЗПО во всех проницаемых породах юрского возраста и их отсутствие в меловых (Б.Н. Рунов, 1994). Глубина залегания оруденения до 200–250 м, на удалении от горного обрамления 5–6 км (рис. 3). Суммарная протяженность выклинивания ЗПО (во всех горизонтах) более 40 км. Отдельные рудные пересечения (0,04–0,06 %) достигают мощности 2 м. Месторождение мелкого масштаба.

Наличие объектов роллового типа предопределило начало целенаправленного опоискования осадочного чехла всего Урхо-Карамайского района.

Установлено, что восточное обрамление хр. Джаир характеризуется широким развитием ЗПО на удалении 0,5–10 км как в меловых, так и в юрских горизонтах. Перспективы участка остались не выяснены, что связано с редкой сетью поисковых скважин. Восточнее и юго-восточнее хр. Хара-Арат выявлено развитие ЗПО в меловой толще. Выклинивание извилистое в виде

двух языков общей протяженностью до 30 км. Отдельные рудные пересечения на глубинах 250–270 м имеют промышленные параметры.

К сожалению, несмотря на наличие в горном обрамлении пород, специализированных на уран, водоносных горизонтов с высокой восстановительной емкостью и широкое развитие очагов разгрузки пластовых вод, ярких результатов получить не удалось. В чем причина отсутствия урановых месторождений крупного масштаба?

При выборе подхода к прогнозной оценке осадочного комплекса Джунгарского ОБ специалисты первоначально исходили из представлений о сходстве геологических позиций рассматриваемого региона и Притяньшаньской урановорудной мегапровинции. Считалось, что в полной мере возможно использовать критерии прогнозирования, разработанные для песчаных месторождений в Средней Азии и Южном Казахстане. Оказалось, что они не достаточны для применения в изучаемом регионе, а некоторые вообще неприменимы.

Пришлось отказаться от представления о том, что каждая стадия проявления тектонической активизации коллизионного пояса в неоген-четвертичное время только усиливает инфильтрационный рудоформирующий процесс. К этому следует добавить еще ряд факторов, затрудняющих поиски месторождений в Джунгарии. Обилие углеводородов, перемещающихся к очагам разгрузки и создающих поля эпигенетически восстановленных пород, может привести к «захоронению» зоны пластового окисления — основного поискового критерия песчаных месторождений. Активная геодинамика пульсационного характера в неоген-четвертичное время приводит к изменению местоположения очагов разгрузки подземных вод, частой смене направления развивающихся ЗПО и, как следствие — их незначительной рудоносности [3]. Это несколько ограничивает возможность открытия крупных и уникальных по масштабам урановых месторождений в Джунгарии в целом и в Урхо-Карамайском районе в частности.

3. Эоловый город

В 1906 г. во время второй Джунгарской экспедиции В.А. Обручева, в которой приняли участие его средний сын Сергей и студент 4-го курса Томского технологического института М.А. Усов, для европейской науки был открыт Эоловый город. Это удивительное место, где в бесконечности песков вдруг начинают вырастать каменные громады необычной формы, напоминающие остатки средневековых руин или таинственных чудовищ. Он охватывает площадь около 30 км². Его центр находится примерно в 10 км от Урхо.

Местность сложена континентальными отложениями нижнемелового возраста (группа тугулу — K₁^{ts}) и представляет уникальный ландшафт эолового генезиса (по данным В.А. Обручева [2] и др.). Породы — песчаники, глины, алевролиты, мергели с преобладанием светлых желтых, розовых, зеленоватых цветов с более яркими красными, шоколадно-бурыми, зелеными



Рис. 7. Виды Золотого города: 1 — «Сфинкс», 2 — «Замок», 3 — долина динозавров, 4 — туристический паровозик, 5 — осенний пейзаж, 6 — нефтяные станки-качалки

прослоями. Песчаники часто рыхлые мелкозернистые, глинистые, но есть и более твердые известковистые. В них местами отмечаются конкреции, чаще известково-песчаные сферические или неправильной формы, реже железистые, описанные М.А. Усовым как песчаные «ядра» (1906). Для низов разреза характерно переслаивание песков и песчаников с глинами розового цвета.

Несмотря на явный золотой генезис этих удивительных по красоте ландшафтных форм, в среде китайских геологов не утихают споры о природе происхождения «города», которого нет ни на одной карте. Одни считают, что озеро мелового периода постепенно преобразовалось в пересыхающее болото с последующим формированием современного рельефа. Другие полагают возможным формирование низины в результате падения еще в Архейскую эру крупного метеорита, превратившего некогда цветущий край в безжизненное пространство, а третьи выдвигают версию, что это кратер огромного потухшего вулкана.

Еще 10 лет назад район посещался только геологами, проводившими работы по изучению его нефтегазоносности и палеонтологами, продолжавшими успешно открывать новые местоположения мезозойской фауны. В наши дни, несмотря на удаленность района от основных туристических маршрутов, он становится все популярней. Это — охраняемая территория — ландшафтный парк мирового уровня с релье-

фом ярданг. *Ярданги* — эоловые формы рельефа, возникающие под действием ветра, преимущественно в районах с аридным климатом. Термин введен Свенем Гедингом (1904) и происходит от уйгурского *yar* (крутой обрыв, пропасть).

Центральный вход на территорию возведен в 2016 г. Над воротами на высоте 30 м подвешено «Око дьявола» диаметром 14 м. За ними туристов ожидает часовая поездка на туристическом паровозике. Их взору предстают: удивительные ландшафтные формы (сфинкс, саркофаг, башня колдуньи, замок паяца, часовня и др.), безбрежные пустынные пейзажи, картины нефтедобычи, места съемок популярных китайских художественных фильмов, реконструированные изображения животных мелового времени и многое другое. Смотровые площадки, построенные в наиболее живописных участках, представляют собой прекрасные места для фото и киносъемки. Проложены и многочисленные пешеходные дорожки (рис. 7).

Но главная достопримечательность местности *Mogui cheng* (могуй чэн) — «города демонов» или «города ветров» для посетителей состоит не в его естественной красоте и природных ландшафтах, а в мистической тайне. Местные жители уверены, что город демонов — творение сил, гораздо более неизведанных, чем природа. Здесь часто в ветреные дни слышны разнообразные звуки от мелодичного звучания струн до рева диких животных или плача младенцев, издаваемые «поющими скалами». Сила ветра весной достигает 11 баллов по шкале Бофорта. В осенние дни солнечные восходы и закаты создают неповторимую гамму цветов на фоне яркого голубого неба.

Эоловый город стал эталоном при создании ландшафтных памятников в пустынных районах Китая.

Эоловый город стал эталоном при создании ландшафтных памятников в пустынных районах Китая.

Заключение

1. Структура Джунгарского осадочного бассейна приобрела современный облик в результате коллизионного воздействия Гималайского сегмента Альпийско-Гималайского подвижного пояса, сыгравшего ведущую роль при формировании Тянь-Шаньского и Алтайского орогенов. Мощный осадочный чехол бассейна сформировался в мезозойское и кайнозойское время в условиях континентального седиментогенеза. На западе в краевой части аллювиальной равнины и

озерного побережья обнаружены многочисленные следы жизнедеятельности эндемических животных.

2. Урхо-Карамайский район — одна из основных кладовых нефти и газа в Китае. Ведущую роль при формировании залежей углеводородов играет взбросовая система разломов. Она пересекает центральную часть нефтяной площади и контролирует пути миграции и накопление нефти и газа в разнотипных ловушках юрского и мелового возраста на периферии бассейна. Основной поставщик нефтегазовых флюидов — Махийская депрессия, где общая мощность осадочного чехла более 12 км.

3. В районе установлены выходы на дневную поверхность жил асфальтита. Его интенсивная разработка, как сырья для производства высококачественных лаков, велась еще с начала XX в. и достигла максимума к 1990-м годам. Сравнение результатов анализов асфальтита с данными, полученными при исследовании нефти из пермских коллекторов, показало их идентичность. Это подтвердило миграцию нефтегазовых флюидов из глубоководных горизонтов, что обусловило интенсивное площадное восстановление пород осадочного чехла.

4. В 1950-е годы открыт ряд урановых рудопроявлений и аномалий, многие из которых трактовались как ураноугольные. Обнаружение небольшого объекта роллового типа предопределило начало целенаправленного опосредованного осадочного чехла всего Урхо-Карамайского района. К сожалению, несмотря на наличие в горном обрамлении пород специализированных на уран, водоносных горизонтов с высокой восстановительной емкостью и широкое развитие очагов разгрузки пластовых вод, ярких результатов получить не удалось.

5. Активная геодинамика пульсационного характера в неоген-четвертичное время ведет к изменению местоположения очагов разгрузки подземных вод, частой смене направления развивающихся ЗПО и, как следствие — их незначительной рудоносности. Это ограничивает возможность открытия крупных по масштабам урановых месторождений в Джунгарии в целом и в Урхо-Карамайском районе в частности.

6. В регионе находится ландшафтный парк мирового уровня с рельефом эолового генезиса. Здесь широко представлены уникальные ландшафтные формы, безбрежные пустынные пейзажи, картины нефтедобычи и многое другое. Эоловый город стал эталоном при создании аналогичных природных памятников в пустынных районах Китая.

ЛИТЕРАТУРА

1. Обручев, В.А. Ископаемые богатства пограничной Джунгарии / В.А. Обручев. — М. — Л.: Цветметиздат, 1932. — 68 с.
2. Обручев, В.А. Месторождения нефти и асфальта в Джунгарии (С.-З. Китай) / В.А. Обручев // Нефтяное хозяйство. — 1928. — № 11–12. — С. 757–766.
3. Печенкин, И.Г. Металлогения ураноносных осадочных бассейнов Евразии / И.Г. Печенкин, Г.В. Грушевой. — М.: РИС «ВИМС», 2015. — 223 с.
4. Рябухин, Г.Е. Геология в Китае (Два года работы в КНР) / Г.Е. Рябухин. — М.: Знание, 1960. — 32 с.

5. *Asphaltenes and Asphalts*, 2. Vol. 40 B. Part B / Editors: T.F. Yen, G.V. Chilingarian. — Elsevier Science, 2000. — 616 p.
6. *Dinosaur, bird and pterosaur footprints from the Lower Cretaceous of Wuerhe asphaltite area, Xinjiang, China, with notes on overlapping track relationships* / L.D. Xing et al. // *Palaeoworld*. — 2013. — V. 22. — P. 42–51.
7. *Geology and geochemistry of bitumen vein deposits at Ghost City, Junggar Basin, Northwest China* / J. Parnell et al. // *Geol. Mag.* — 1994. — № 131 (2). — P. 181–190.
8. *Mesozoic basins and associated palaeogeographic evolution in North China* / Yong-Qing Liu et al. // *Journal of Palaeogeography*. — 2015. — № 4(2). — P. 189–202.
9. *Phanerozoic geology of Northwest China* / Editors: Zhou Zhiyi, W.T. Dean. — Science Press, Beijing, 1996. — 316 p.
10. *Structural characteristics and implication on tectonic evolution of the Daerbute strike-slip fault in West Junggar area, NW China* / Kongyou Wu et al. // *Frontiers of Earth Science*. — 2018. — V. 12. — P. 555–568.

© Печенкин И.Г., 2018

Печенкин Игорь Гертурдович // pechenkin@vims-geo.ru

УДК 553.041

Быдтаева Н.Г., Галиахметова Л.Х., Киселева Р.А., Непряхин А.Е. (ФГУП «ЦНИИгеолнеруд»)

СТРУКТУРНО-ВЕЩЕСТВЕННЫЙ КОМПЛЕКС МАЛО-ЧИПИКЕТСКОЙ КВАРЦЕНОСНОЙ ЗОНЫ ПАТОМСКОГО КВАРЦЕНОСНОГО РАЙОНА

*Приведена геолого-структурная позиция жиловмещающего комплекса Мало-Чипикетской кварценосной зоны, входящей в состав Патомского кварценосного района Прибайкальской провинции. Выявлены закономерности размещения кварцевых жил, определены основные характеристики кварцевого сырья. **Ключевые слова:** кварцевое сырье, структурно-вещественный комплекс, жиловмещающий комплекс, рудоконтролирующие структуры.*

Bydtaeva N.G., Galiakhmetova L.H., Kiseleva R.A., Nepryakhin A.E. (TSNIIGeolnerud)

STRUCTURAL-MATERIAL COMPLEX OF THE MALO-CHIPIKETSK QUARTZ ZONE OF THE PATOMSKY QUARTZ AREA

*The geological and structural position of the vein-housing complex of the Malo-Chipiketsk quartz zone, which is part of the Patomsky quartz area of the Pribaikalskaya province, is given. The regularities of placement of quartz veins and the main characteristics of quartz raw materials are determined. **Keywords:** quartz raw materials, structural-material complex, vein housing complex, ore control structures.*

В настоящее время актуальна задача выделения новых объектов в пределах известных кварценосных районов, реализация потенциала которых может расширить минерально-сырьевую базу кварцевого сырья.

Байкало-Патомское нагорье является одной из крупнейших металлогенических провинций России, известной месторождениями мусковита (Мамский район) и золота (Бодайбинский район). В 1970-е годы, благодаря работам сотрудников ВНИИСИМС и экспе-