

УДК 553.495.041(574)

В.М. ЧЕРНЯКОВ¹

ГРУНТОВО-ИНФИЛЬРАЦИОННАЯ УРАНОВОУГОЛЬНАЯ ФОРМАЦИЯ – ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ГЕОЛОГО- ПРОМЫШЛЕННЫЙ ТИП ЭПИГЕНЕТИЧЕСКИХ УРАНОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЮГО-ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА

Терригенді молассоидты триас-юра кешендеріндегі эпигенетикалық уран-көмірлі грунтты-инфильтрациялық кен орындардың геологиялық ерекшеліктері, осындай типті Оңтүстік-Шығыс Қазақстандағы ірі кен орындардың анықтамасымен берілген.

Приводятся геологические особенности эпигенетических урановоугольных грунтово-инфильтрационных месторождений в терригенных молассоидных триас-юрских комплексах с характеристиками крупнейших месторождений данного типа в Юго-Восточном Казахстане.

There are geological features of epigenetic uranium-coal soil-infiltration deposits in the terrigene trias-jura complex with characteristic of these type vast deposits in the South-East Kazakhstan.

Представления об условиях образования урановоугольных месторождений основаны на результатах многолетнего изучения и сравнительного анализа различных по масштабам промышленных месторождений – Кольджатского, Нижнеилийского, Кавакского, Джильского и других более мелких объектов этого типа, расположенных в Юго-Восточном Казахстане и Киргизии (рис.1). До 50-х годов прошлого столетия в геологической науке господствовали взгляды о сингенетическом и синдиагенетическом накоплении урана на буроугольных месторождениях. Основные положения об эпигенетическом формировании оруденения в этих осадочных комплексах были разработаны в 1961-62 гг. А.А. Ковалевым и В.Ф. Лухтиным при изучении Кольджатского месторождения в Восточно-Илийской впадине. Этому способствовало интенсивное развитие в эти годы теории эпигенетического инфильтрационного рудообразования урановых месторождений в песчаных водоносных горизонтах мела и палеогена в Центральных Кызылкумах (Узбекистан), Сырдарынской и Шу-Сарысуйской впадинах (Казахстан). Значительный вклад в выяснение особенностей формирования урановоугольных

месторождений в последующем внесли геологи Волковской экспедиции В.Г. Белозеров, Ю.П. Цалюк, В.М. Черняков, В.П. Потаскуев и др.; сотрудники ВИМСа А.С. Столяров, М.Ф. Каширцева и др.; ИГЕМа – А.К. Лисицын, И.А. Кондратьева [4,6].

В настоящее время ни у кого не вызывает сомнений постулат о эпигенетическом грунтово-инфильтрационном механизме уранонакопления в мезозойских угленосно-терригенных континентальных молассоидных отложениях, связанном с привносом его кислородсодержащими грунтовыми и пластовыми водами и отложением урана и сопутствующих компонентов на восстановительном геохимическом барьере в угольных пластах и во вмещающих терригенных породах. В этом отношении урановоугольные месторождения можно рассматривать в качестве генетических аналогов пластово-инфильтрационных месторождений Восточно-Туркестанской мегапровинции в мел-палеогеновых проницаемых отложениях. Но между ними есть и существенные различия. Для месторождений древней грунтовой инфильтрации отмечаются следующие основные особенности:

¹Казахстан, 050016. г. Алматы, ул. Грибоедова, 68, филиал АО «Волковгеология» КОМЭ.

- приуроченность их к локальным суборогенным грабен-синклиналям с простым внутренним строением и небольшими (до 1-2°) углами наклона пластов;

- рудолокализация преимущественно в угольных пластах с формированием основной (Нижнеилийское месторождение) или значительной массы (Кольджатское) оруденения мезозойскими зонами грунтового окисления (ЗГО) и только части его зонами пластового окисления (ЗПО) раннекайнозойского возраста;

- наложение зон окисления на угольные пласты и терригенные породы, обогащенные органическим веществом с очень высокими восстановительными свойствами, что определяет более значительные концентрации урана на границах их выклинивания;

- очень широкий спектр попутных полезных компонентов, иногда достигающих промышленных содержаний (молибден, рений, германий, селен, серебро и др.).

Развитие триас-юрских комплексов происходило не всегда синхронно и в разных тектонических режимах, что нашло свое отражение в структурно-морфологических различиях раннебалтийских депрессий. Наиболее интенсивные орогенические движения проявились в Шингиз-Зайсанской, Южно-Торгайской зонах и в северной части Карагату-Северо-Тянь-Шаньской зоны в связи с древними системами СЗ глубинных разломов. В этих условиях сформировались глубокие асимметричные линейные грабены с мощностью компенсационных отложений до 2,5 км и более (Леонтьевский, Мхатовский, Абаевский и др.).

В депрессиях другого типа (Нижнеилийской, Джаркентской и др.), расположенных в Шу-Илийской структурно-формационной зоне, мощности триас-юрских отложений обычно составляют первые сотни метров, и только в центральной части Джаркентского прогиба она превышает 1000 м (скв. Чапчал, Синцзыян-Уйгурский автономный район Китая - СУАР). Для них характерен сокращенный разрез отложений с выпадением его верхних частей.

Разделение рассмотренных триас-юрских впадин имеет важное общеметаллогеническое значение, поскольку только структуры второго типа оказались благоприятны для формирования урановоугольных месторождений. И этому есть

свои причины. Именно в таких структурах создались необходимые условия для развития инфильтрационных рудных процессов – слабая лигтификация угленосных отложений, буроугольная стадия катагенеза органического вещества при отсутствии значительных проявлений дорудных тектонических деформаций.

Вопросы, связанные с важнейшими рудоконтролирующими факторами, условиями и основными этапами образования грунтово-инфилтратационных месторождений и эпигенетической зональности разработаны детально, освещены в многочисленных отчетах, научных публикациях [1,3,4,6] и поэтому нами здесь не рассматриваются.

Грунтово-инфилтратационный (урановоугольный) промышленный тип урановых месторождений является вторым по значимости на территории Казахстана. Сумма детально разведанных и подготовленных к промышленному освоению балансовых запасов урана кат. В+С₁+С₂ данного типа составляет 5,5% от общих балансовых запасов республики.

Процесс рудообразования на урановоугольных месторождениях обнаруживает четкую взаимосвязь с развитием эпигенетической зональности, включающей грунтовую - красноцветную (тыловую) и пластовую - желтоцветную (передовую) зоны окисления, отражающие общую стадийность развития процесса. Рудоносность границ ЗГО и ЗПО на разных месторождениях неравноцenna. Так, рудные залежи на Нижнеилийском месторождении целиком контролируются зонами грунтового окисления, тогда как на Кольджате с ними связано лишь до 60% запасов. Избирательное проявление оруденения определяется условиями инфильтрации ураноносных вод, зависящими от строения угленосных бассейнов в период рудообразования и от восстановительной емкостиrudовмещающих отложений.

Грунтово-инфилтратационное рудообразование выражено в депрессионных мезозойских структурах с «трансгрессивным» типом строения разреза, когда более широким распространением по площади пользуются верхние непроницаемые слои (пачки) с пластами углей при их субгоризонтальном залегании. При слабо наклонном (3-7°) положении слоев, как это имеет место на Кольджатском месторождении, на крыльях нарушенных впадин наблюдается секущее положе-

ние границы грунтового окисления по отношению к наслоению пород, что приводит к сокращению площади рудообразования в отдельных угольных пластах и последовательному, ступенчатому перемещению рудных зон на более высокие горизонты по падению слоев.

Таким образом, рудные залежи локализуются в основном в висячем боку полого залегающих угольных пластов на границе ЗГО. Положение и размеры рудных залежей контролируются полями развития окисленных надугольных глинисто-песчаных отложений. На площадях, где угольные пласты экранированы слабопроницаемыми глинами, грунтовое окисление до их кровли, как правило, не распространяется и оруденение на границе зоны не развивается.

В зависимости от мощности и строения угленосных толщ, количества угольных пластов и проницаемых горизонтов, раскрытии структур в эпохи рудогенеза оруденение на урановоугольных месторождениях может носить одноярусный, как на Нижнеилийском или многоярусный, как на Кольджатском месторождении, характер.

Все крупные урановоугольные месторождения Казахстана сосредоточены в Илийской урановорудной провинции (Рис.1).

Илийская урановорудная провинция оформилась в качестве таковой в 70-е годы в результате работ, проведенных предприятием АО «Волковгеология». Она охватывает территорию Южно-Балхашской и Восточно-Илийской впадин общей площадью около 65 тыс.км². Восточная часть провинции (около 10 тыс. км²) располагается на сопредельной территории СУАР КНР.

Урановые месторождения здесь сосредоточены в трех, значительно разобщенных между собой, рудных районах: Нижнеилийском, Среднеилийском (Сулучекинском) и Восточно-Илийском (Джаркентском).

Ведущим типом месторождений является грунтово-пластово-инфилтратационный урановоугольный, связанный с нижне-среднеюрским угленосным терригенным комплексом [1,2,6].

В истории развития мезозойско-кайнозойских депрессионных структур провинции важнейшее значение имел триас-юрский этап, в течение которого в восточной и северо-западной частях происходило накопление сероцветных молассовых толщ, закончившееся формированием

в озерно-болотных условиях буроугольных бассейнов – Нижнеилийского и Восточно-Илийского.

В позднеюрское время и в более поздние эпохи тектонической активизации и аридизации климата в результате процессов грунтового и, отчасти, пластового окисления в нижне-среднеюрских отложениях были сформированы крупные Нижнеилийское и Кольджатское молибден-урановоугольные месторождения, а также более мелкие их аналоги в южном борту Восточно-Илийской впадины в пределах КНР - Восточный Кольджат, Мынчукур и Талды. На месторождениях Кольджат, Кучертан и Джагистай (два последних – в КНР) урановое оруденение отчасти или полностью локализовано в проницаемых песчаных отложениях. Таким образом, южный борт Восточно-Илийской впадины оформлен в виде близширотной металлогенической урановорудной зоны протяженностью около 100 км.

Рудоносность Нижнеилийского рудного района определяется одноименным месторождением, содержащим крупные запасы урана, молибдена и других ценных компонентов

Урановорудные объекты Среднеилийского района представлены месторождениями пластово-инфилтратационного типа – крупным Сулучекинским и мелкими – Калканским, Актау, Малайсары, приуроченным к верхнесенонско-палеоценовому «древнеилийскому» горизонту.

Локальные депрессионные структуры заполнялись угленосными молассами в условиях периодических изменений интенсивности тектонических движений с неравномерным характером осадконакопления, выраженным в циклическом чередовании различных по составу пород – от галечно-конгломератовых и гравелитовых в основании циклов до алевролитовых с пластами углей в кровле. Именно цикличность осадконакопления определяет резкую гетерогенность строения угленосных толщ и контактирование проницаемых отложений с угольными пластами. Важнейшей особенностью строения рудовмещающих толщ, влияющей на развитие рудоформирующих процессов, является последовательное расширение площади седиментации по времени.

Месторождение Кольджат и его район сложены моноклинально (под углами 5-7°) залегающей толщей мезозойско-кайназийских от-

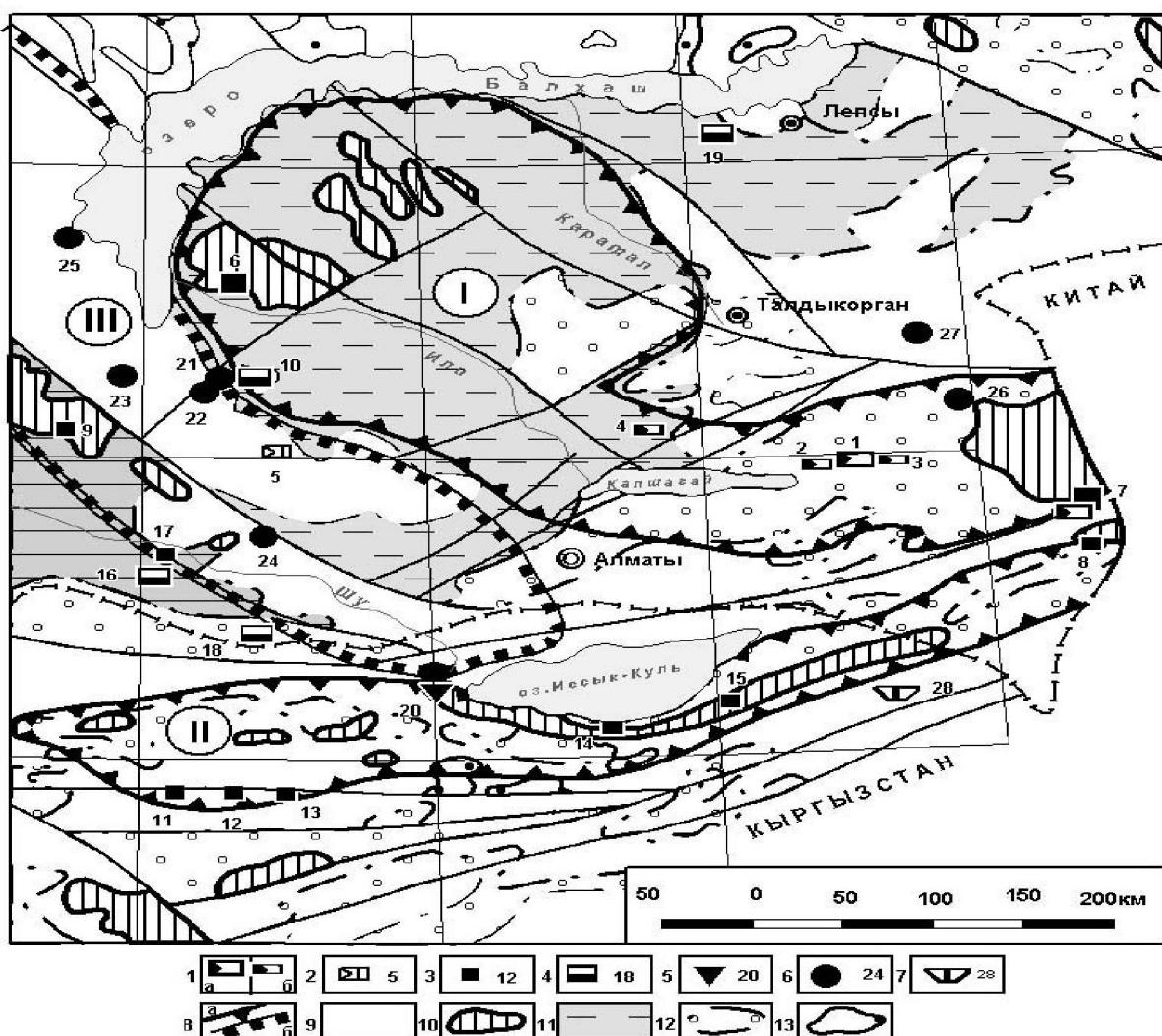


Рис. 1. Размещение урановых месторождений в Юго-Восточном Казахстане и на сопредельных территориях

1-6 – тип урановых месторождений и их номер: 1 – эпигенетические пластово-инфилтратионные, связанные с ЗПО в мезозойско.-кайнозойских породах, в т.ч.: а) крупные, б) мелкие, 2 – эпигенетические пластово-инфилтратионные, связанные с ЗПО, в домезозойских породах; 3 – экзодиагенетические грунтово-инфилтратионные ураноугольные в юрских горизонтах, 4 – экзодиагенетические грунтово-инфилтратионные в песчано-глинистых и углисто-глинистых отложениях, 5 – сингенетические кластогенные (rossсыпные) ураноториевые, 6 – эндогенные (гидротермальные) в домезозойских образованиях, 7 – седиментационно-диагенетические с наложенными процессами перераспределения в углеродисто-кремнистых нижнепалеозойских образованиях, 8 – контуры ураново-рудных провинций, а – с экзогенным, б – с эндогенным типом месторождений; I – Илийская провинция; II – Кокмеренско-Иссык-Кульская структурно-металлогеническая зона; III – Бетпакдала-Шу-Илийская провинция; 9 – выходы домезозойских образований, 10-13 – рудовмещающие депрессионные структуры: 10 – активизационные триас-юрские, 11 – верхнесеноновые платформенные, 12 – межгорные и предгорные прогибы и впадины, 13 – платформенные озерно-аллювиальные палеодолины. Месторождения и рудопроявления: 1 – Сулучекинское, 2 – Калканское, 3 –Актау, 4 – Малай-Сары, 5 – Копалысай, 6 – Нижнеилийское, 7 – Кольджат, 8 – Ойкарагой, 9 – Хантау, 10 – Аксуек, 11 – Сарыкамыш, 12 – Туракавак, 13 – Сасыкташ, 14 – Джильское, 15 – Жетыюгуз, 16 – Камышановское, 17 – Благовещенское, 18 – Серафимовское, 19 – Копшагыл, 20 – Кызыл-Омпул, 21 – Бота-Бурум, 22 – Жусандалинское, 23 – Кызылсай, 24 – Курдай, 25 – Мынарал, 26 – Панфиловское, 27 – Вертолетное, 28 – Сарыджа

ложений, нижняя часть которой представлена породами верхнего триаса (до 200-290 м) и нижней-средней угленосной юры (25-450 м на юге и до 1000 м на севере Восточно-Илийской впадины). Субстрат чехла сложен вулканитами нижней-средней перми. Для угленосной толщи характерно циклическое строение; в разрезе выделено пять циклов (ритмов) осадконакопления. В основании каждого цикла залегают конгломераты, сменяющиеся вверх по разрезу гравелитами, разнозернистыми песчаниками, алевролитами и аргиллитами с пластами бурых углей в верхней части. Мощность циклов колеблется в пределах 15-35 м, достигая в пятом – 60-120 м. Промышленная угленосность связана с угольными пластами IV и V со средними мощностями 2,77 и 23 м. Необходимо заметить, что территория Кольджатского месторождения является частью, юго-западным периклинальным замыканием обширного Восточно-Илийского буроугольного бассейна, основная часть которого расположается в центральной части впадины на глубинах выше 1000 м. Наиболее погруженная часть его сдвинута к востоку и находится на территории СУАР. Общие запасы энергетических углей Восточно-Илийского бассейна (вместе с СУАР) оцениваются в 44,1 млрд.т., в инт. глубин 300-900 м – 2,3 млрд.т. В границах шахтного поля (до 600 м) месторождения Кольджат балансовые запасы бурых углей утверждены в количестве 7333684т. [4].

Урановое и молибденовое оруденение сформировалось в кровле угольных пластов Vy и Шу у нижней границы древней (J_3-K_1) зоны грунтового окисления. Кроме того, урановые руды сопровождают границы выклинивания локальных ЗПО в проницаемых песчано-конгломератовых горизонтах оснований циклов II_п, III_п, IV_п и V_п.

Урановая минерализация в рудных углях однотипна: настуран (75%), урановые черни (14%) и коффинит (10%). Молибденовые минералы: ильземанит, иордизит, молибденит.

Урановое и молибденовое оруденение в угленосных отложениях сформировалось на восстановительном геохимическом барьере грунтовыми и пластовыми водами. Молибденовое оруденение в промышленных концентрациях развито исключительно в контурах урановорудных тел в угольных пластах. Среднее содержание молиб-

дена в рудах составляет – 0.075%, ровно в два раза ниже урановых параметров.

На месторождении выявлено и с различной степенью детальности изучено семь ураноносных горизонтов с промышленным оруденением. Три из них (Vy, IVy и Шу) связаны с угольными пластами трех верхних циклов осадконакопления и четыре (II_п, III_п, IV_п и V_п) – с проницаемыми песчано-конгломератовыми пачками пород базальных частей циклов. Наиболее крупные запасы урана сконцентрированы в 2 из них – Vy и III_п (50,9 и 25,6% от общих запасов, соответственно). Распределение балансовых запасов урана по типам руд следующее: ураноугольный тип – 58,5%, «песчаниковый» (в терригенных отложениях) – 41,5%.

В угольных пластах оруденение концентрируется в их краевой зоне, прилегающей к линии выклинивания пласта. Залежи пластообразные, полого падающие на север под углами 3-7°. Эти залежи характеризуются высокой рудонасыщенностью; коэффициенты рудоносности по площади равны единице или близки к ней.

В песчано-конгломератовых отложениях урановое оруденение концентрируется в первично-сероцветных породах на границе с ЗПО. Морфология залежей сложная и обусловлена пестротой фациально-литологического состава, проницаемостью и восстановительной способностьюrudовмещающих горизонтов как в вертикальном разрезе, так и по латерали. Выделяются, в основном, три морфологических типа:

- роллового;
- роллово-пластообразного с широкими (сотни метров) крыльями и
- линзо- и пластообразные.

Технология переработки урановых руд Кольджата разработана на полу заводских пробах с обеспечением высокой степени извлечения урана и молибдена. Предложены две технологические схемы переработки в зависимости от типа руд (угольный, силикатный):

- прямой гидрометаллургический передел с извлечением урана и попутных компонентов и
- предварительное сжигание рудных углей с переделом зольного остатка и утилизацией получаемой при этом теплоэнергии.

Мы уже упоминали выше, что в СУАР на восточном продолжении Кольджата еще с 50-х

годов были известны и разведаны его аналоги – месторождения Мынчекур и Талды (50-70 км от госграницы). Испытывая острейший недостаток в урановом сырье, Китай ещё тогда начал эксплуатацию на объекте Талды с переделом рудных углей по второй вышеуказанной схеме. С этой целью в 25 км к северу на р. Или была построена ГРЭС для сжигания технологического топлива и тут же – металлургический завод по переработке зольного остатка с извлечение урана и молибдена. Завод просуществовал около двадцати лет.

В связи с успешным внедрением нового метода добычи дешевого урана – скважинного подземного выщелачивания (СПВ) в Средней Азии и Казахстане, горнometаллургический передел на месторождении Талды был прекращен. В конце 80-х гг. на небольшом месторождении Кучертан (восточное продолжение Кольджата, 25 км от госграницы) был заложен опытный полигон по СПВ урановых залежей, локализованных в слабопроницаемых песчаниках V цикла (Кф от 0,1 до 1,2 м/сут). Поскольку опыт прошел удачно, то эти работы плавно перешли в промышленную отработку, которые продолжаются и в настоящее время. Не вызывает сомнений, что данный способ сернокислотного выщелачивания можно рентабельно применять и для отработки песчаниковых залежей на месторождении Кольджат.

Нижнеилийское месторождение располагается в одноименном грабен-синклинальном прогибе, контролируемом двумя системами северо-западных глубинных разломов, субпараллельных Сарытумской зоне смятия [1,4,6]. Основание ураноносного нижне-среднеюрского комплекса сложено палеозойскими осадочно-вулканогенными и интрузивными, в основном гранитоидными породами. На флангах структуры юрские образования залегают на корах выветривания с высоким (до 30-50%) содержанием глиноzemа с небольшими линзообразными залежами бокситов и аллитов мощностью до первых метров.

Юрские отложения подразделяются на ураноносную и надураноносную свиты. В первой из них выделяются 4 трансгрессивных цикла мощностью от 25-33 до 80 м; общая мощность свиты – 180-220 м. Разрез циклов построен однотипно: в основании – мелко-среднегалечные кон-

гломераты, гравелиты, разнозернистые песчаники; венчают разрез – алевролиты, глины с линзами, пропластками или пластами (верхний IV цикл) бурых углей. Мощность надураноносной свиты, сложенной крупнозернистыми песчаниками с линзами конгломератов – от первых метров в бортах, до 60-80 м в центре прогибов.

Залегание юры субгоризонтальное с пологим (1-2°, максимум 4-6°) наклоном на ЮВ. Промышленная ураноносность связана с одним мощным (до 59 м в центре прогиба) угольным пластом, прослеженным до 65 км при ширине от 2-3 до 12-15 км; угли бурые, марки Б₂, пригодные для использования в качестве энергетических.

Урановое оруденение локализуется в кровле пласта IV у нижней границы красноцветных терригенных пород (древняя зона грунтового окисления) надураноносной свиты. Рудные залежи имеют пластовую, вытянутую вдоль грабенов, форму и размеры от 0,1 до 3,2 км². Залежи достигают длины 2,5-3 км при ширине 0,1-2 км; мощность 0,1-3,9 м. Урановые минералы – настуртан (80%) и коффинит (20%). Оруденение комплексное, молибдено-урановоугольное, коэффициенты корреляции между U и Mo 0,63-0,82. Средние содержания других попутных компонентов: Re-6,8 г/т, Ge-9,9 г/т, Ag-3,5 г/т, Co-0,017%, Se-0,025%. Месторождение по урану и сопутствующим компонентам крупное. Запасы энергетических углей – около 10 млрд.т. Центральная, детально разведенная часть месторождения, оценивается как подготовленная для проектирования под горный способ отработки.

Итак, дана краткая характеристика двум самым крупным представителям грунтово-инфилтрационных (урановоугольных) месторождений Казахстана, которые в 60-70-х годах были детально разведаны и практически подготовлены для промышленного освоения. Но так как отработка их по экономическим соображениям не выдерживает никакой конкуренции с пластово-инфилтрационным типом месторождений Шу-Сарысуйской и Сырдарьинской провинций, отрабатываемых СПВ, все запасы урана и сопутствующих компонентов по ним были справедливо отнесены в долгосрочный резерв уранодобывающей промышленности. Кроме того, Нижнеилийское месторождение, располагающееся в дельте р. Или, в настоящее время вошло в состав

Балхашского Национального парка, где всякие горно-геологические работы запрещены по определению

Урановоугольными месторождениями Илийской провинции сырьевая база данного типа в Казахстане и сопредельных странах далеко не исчерпывается. Правда, масштабы этих объектов редко достигают ранга месторождений промышленного значения.

Наиболее известным из них является урановоугольное месторождение Ой-Карагой, расположенное на севере Текесской впадины, вблизи границы с КНР. Здесь, на южном склоне хр. Кетмень на высоте выше 3000 м в начале 50-х годов был откартирован крупный останец среднеюрских отложений с мощным (до 20 м) пластом бурого угля в верхней части существенно глинистого разреза. Почти на всей площади его распространения в кровле пласта фиксируется урановое оруденение. Руды по содержанию урана бедные, комплексные, урано-молибденовые; по запасам урана месторождение отнесено к мелким. Угольный пласт бурых углей параллелизуется с самым верхним пластом Vy месторождения Кольджат, т.е. останец юрских образований Ой-Карагоя является реликтом обширного Восточно-Илийского угольного бассейна, занимавшего до позднеальпийской эпохи орогенеза, очевидно, всю восточную часть Кетменьского хребта [5].

В Шу-Илийском регионе в триас-юрских грабен-синклинальных структурах, заполненных угленосно-терригенными образованиями, известны и оценены мелкие урановоугольные месторождения Хантау, Аксуек, Кулан-Кепесс. Урановое оруденение в связи с древними зонами грунтово-инфилтратационного типа выявлено на месторождении Ленгер вблизи Шымкента, на севере Тургайской впадины (Кушмурун, Жекеколь).

Наиболее распространены урановоугольные месторождения в сопредельной Киргизии, где они известны с конца 40-х – начала 50-х годов и объединяются в Северо-Тяньшанскую или Кокмуренско-Иссык-Кульскую структурно-металлогеническую зону. Западный – Тура-Кавакский рудный район (месторождения Кавак, Сарыкамыш, Сасыкташ) в настоящее время практически выработан, как и Джильское месторождение на Иссык-Куле. Другие урановоугольные объекты

(Джергалан, Джергесс) по своим параметрам и горнотехническим условиям не представляют интереса для промышленности [5].

Вопросы об источниках урана в экзогенных процессах, особенно в таких гигантских количествах, как на месторождениях Кольджат и Нижнеилийское, всегда интересовали исследователей и ответы на них никогда не были однозначными.

В Кетменьском хребте и горном обрамлении Восточно-Илийской впадины в домезозойском фундаменте не развиты специализированные на уран комплексы пород, также как и его рудные проявления, кроме мелкого гидротермального месторождения Панфиловское и рудопроявление Сенем-Тау, Кату в северном борту. Среди палеозойских отложений доминируют эфузивы, в основном, среднего состава. Поэтому можно предполагать, что процесс рудообразования на Кольджатском месторождении осуществлялся из относительно бедных ураном инфильтрационных вод, что компенсировалось условиями интенсивного водообмена, значительной длительностью и многоэтапностью процессов рудоформирования.

Нижнеилийское месторождение расположено вблизи Центрально-Шу-Илийского ураново-рудного района с промышленными месторождениями урана и молибдена и многочисленными рудопроявлениями в породах фундамента, среди которых широко развиты граниты и кислые вулканиты. Это позволяет рассчитывать, что содержания урана и других элементов в инфильтрационных растворах было более высоким, чем на Кольджате. На это указывает также более широкий спектр сопутствующих элементов (Mo, Re, Ge, Ag, Co, Au, TR и др.), многие из которых как попутные компоненты достигают промышленных концентраций.

Из вышеизложенного следует, что единообразного источника урана и других элементов в рудоформирующих инфильтрационных растворах в природе не существует. Уран мобилизуется из пород обрамления депрессионных структур с любым исходным содержанием и объем локализации его на геохимическом барьере целиком и полностью зависит от стабильности условий, необходимых для рудоформирования.

И в заключение несколько слов о перспективах расширения сырьевой базы урановоугольно-

го типа сейчас и в ближайшем будущем. Все разведанные запасы урана и попутных компонентов этих месторождений находятся в резерве. Промышленное освоение и поиски новых комплексных урановоугольных месторождений в отложениях триас-юрского угленосного комплекса находятся в прямой зависимости от вовлечения в эксплуатацию главного вида сырья этих объектов – бурого угля. Это относится, прежде всего, к месторождениям Кольджат и Нижнеилийское, угли которых содержат крупные запасы урана, молибдена, а также рений, германий, серебро и другие металлы. «Песчаниковые» урановые руды на Кольджате могут быть успешно отработаны способом СПВ. Выявление новых крупных объектов данного типа в других наложенных впадинах и депрессионных структурах грабен-синклинального типа на территории Казахстана маловероятно в принципе, учитывая степень современной изученности этих территорий на доступных глубинах. Поисковые работы на этот тип оруденения целесообразно проводить в дальнейшем лишь по линии неспециализированных, попутных поис-

ков, ориентированных на другие виды сырья, в основном энергетического.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белозеров В.Г., Григорьев В.Н., Лухтин В.Ф. и др. Илийская урановорудная субпровинция // Металлогения урана Урало-Монгольского пояса. Л., 1986 г., с. 66-75.
2. Бувалкин А.К. Юрские отложения Восточного Казахстана. Алма-Ата; Наука, 1978 г., 167 с.
3. Кисляков Я.М., Успенский В.А. Рудоконтролирующая эпигенетическая зональность на ураноугольных месторождениях // Матер. по геол. уран. месторожд. М., 1981, вып. 69, с.78-79.
4. Основные геологические особенности и условия образования промышленных ураноугольных месторождений Южного Казахстана и Северной Киргизии /В.Г. Белозеров, В.Н. Григорьев, В.Ф. Лухтин и др. // Матер. по геол. уран. месторожд. М., 1981, вып. 69, с.4-17.
5. Сравнительная оценка перспектив ураноносности Центрального, Юго-Восточного Казахстана и Северной Киргизии с выделением перспективных площадей. (Отчет КГЭ №39 по геол. заданию 39-43) В.Х. Кафафутдинов, Н.Н. Петров – отв. исполнители. Алматы, 1985.
6. Урановые месторождения Казахстана (экзогенные) / Н.Н. Петров, Язиков В.Г., Аубакиров Х.Б. и др. Алматы, 1995. 264 с.