

УДК 553.495(477.5)

І. Рослый, д-р геол. наук

## ПОЛИГЕННО-ЭКЗОГЕННОЕ ФОРМИРОВАНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УРАНА В ДНЕПРОВСКО-ДОНЕЦКОЙ ВПАДИНЕ

*(Рекомендовано членом редакційної колегії д-ром геол. наук, проф. В.М. Гулієм)*

*Рассмотрен механизм формирования Адамовского, Краснооскольского и Бересского полигенных уранобитумных месторождений, приуроченных к локальным стратиграфическим несогласиям систем карбона и перми. Акцентируется внимание на синхронности динамической активности разломов, формирований антиклинальных структур, поступления гидротермальных рудоносных растворов, разрушения углеводородных залежей и образования У-битумной минерализации в гидрогеологически раскрытых структурах. У-носные оруднения сопровождаются полиметаллическими*

*The mechanism of forming of the Adamovskoie, Krasnooskolskoie, Berekskoie poligenous uranium – bitumenous fields being attributed to the local stratigraphical disconformities of the Systems of the Carboniferous and Permian, has been considered. The synchronicity of all the following named – the dynamical activity of fractures, the forming of anticlinal structures, the input of hydrothermic ore – bearing solutions, the destruction of hydrocarbon pools, the forming of U-bitumenous mineralization in hydrogeologically opened structures has been strongly paid attention. The U-bearing metallizations being accompanied by that of polymetallization-present*

**Введение.** По данным МАГАТЭ Украина входит в первую десятку стран мира по количеству открытых месторождений урана и является ведущей в Европе. Здесь известно свыше 20 месторождений с потенциальными ресурсами 235 тыс.т, большая часть которых разведана. В осадочных формациях открыто более 10 месторождений и обнаружены многочисленные рудопроявления. По генетическому типу эти локальные концентрации У делятся на три класса: 1) экзогенно-осадочные; 2) гидрогенные месторождения и рудопроявления; 3) полигенные (экзогенно-гидротермальные) месторождения и рудопроявления [1]. В пределах Днепровско-Донецкой впадины (ДДВ) при поисково-разведочных работах скважинами разной категории вскрыты многочисленные радиоактивные аномалии, которые могут расцениваться поисковыми критериями для месторождений и рудопроявлений У экзогенно-осадочного или полигенного классов [2]. Подобные месторождения выявлены в пределах Славянской брахиантиклинали (Адамовское), вблизи Бересского соляного купола и на Краснооскольской брахиантиклинали. Механизм формирования названных месторождений предлагается рассматривать в комплексе синхронной взаимозависимости локально-геодинамических (эндогенных), гидротермальных и экзогенных процессов, приведших к У-рудообразованию.

**Основные факторы уранового рудообразования в осадочной толще.** Радионуклиды в окружающей геологической среде находятся в динамическом равновесии. В известных минералах и соединениях урана установлены две валентные модификации – IV и VI-валентный У, поведение которых в природных обстановках резко различно. Имеющиеся химические и геохимические данные указывают на высокую подвижность в этих условиях шестивалентного и практически полною инертность четырехвалентного урана. Шестивалентный уран существует в форме уранил-иона ( $\text{UO}_2^{2+}$ ). Огромные массы урана, находящиеся в земной коре, не образуют достаточно крупных скоплений, ко-

торые могли бы относить к обычным месторождениям этого минерального вида. Доля рассеянного урана в горных породах составляет более 50 % его общего содержания в коре [3, 4]. Известно также, что растения и живые организмы не концентрируют соединения урана. Среднее содержание У в золе растений составляет  $n \cdot 10^{-6} \%$  при среднем содержании в почвах  $3 \cdot 10^{-4} \%$ . Ничтожные количества урана содержатся также в свежей древесине ( $10^{-7}$ – $10^{-5} \%$ ). Однако после отмирания живых организмов и растений захороненные останки, начиная с ранних стадий диагенеза и кончая поздними эпигенетическими изменениями, могут накапливать уран вплоть до образования его промышленных концентраций. Здесь имеют место геохимические процессы сорбции, ионного обмена и образования ураноорганических соединений – восстановление урана VI- до IV-валентного. При этом необходима обстановка окислительной среды, способствующая миграции У в виде различных соединений ионного ураната. Очень часто концентрация У в органическом веществе связывается исключительно с его восстановлением при окислении сложных соединений углерода. Уместно также отметить, что практика непосредственного изучения минерального состава урановых руд подтверждает прочную форму связи урана с органическим веществом, которое имеет подчиненное значение. Преобладающей формой нахождения У в урановых рудах являются самостоятельные его минералы – коффинит, настуртан, уранинит, сопровождающиеся минералами восстановленного железа. Эти данные свидетельствуют, что главным процессом взаимодействия органических веществ и урана является восстановление последнего [2, 3].

Наименее способны восстанавливать уран жидкые углеводороды и нефть. По мере их окисления и превращения в твердые битумы восстановительная емкость возрастает и достигает максимумов в высокоокисленных твердых битумах типа окси- и гумино-керитов. Они обладают наиболее высокой реакционной способностью по отношению к урану, концентрация У в них на

месторождениях достигает 5–10 %. В отличие от нефти, ископаемые растительные остатки обладают высокими восстановительными свойствами уже на самых ранних стадиях разложения. Анализ природных ассоциаций U и органических веществ показывает, что наиболее реакционноспособными по отношению к U являются не отдельные элементы, а, по-видимому, группа гуминовых кислот [3, 4].

Вторым важным широко распространенным процессом, приводящим к концентрации урана, является сероводородное восстановление. Сероводород генерируется при восстановлении сульфатной серы подземных вод углеводородами при активном участии сульфатредуцирующих бактерий. Этот процесс характерен для тех участков зоны гипергенеза, где имеет место замедленный водообмен, поэтому особенно активно протекает на стадиях диагенеза и раннего эпигенеза осадков [4].

При формировании месторождений водные растворы обеспечивают миграцию природных соединений урана в толщах осадочных и метаморфических пород. Но соотношение количества аномальных концентраций урана в грунтовых и подземных водах северо-западной части ДДВ (29) и количества радиоактивных аномалий в породах (245) четко свидетельствует, что подземные воды не являются основным источником поступления U в осадочные породы и промышленных их концентраций в пластах. Не существенна также прямая связь содержания U от общей минерализации вод [2].

Таким образом, в геохимии урана, в образовании его промышленных концентраций главная роль принадлежит не столько непосредственно органическим веществам, сколько продуктам их окисления и разложения – гуминовым кислотам и сероводороду. В связи с этим закономерным является формирование гидрогенных урановых месторождений в геоструктурных условиях, при которых возможны процессы окисления органических веществ. Это подтверждается и геологичес-

кими закономерностями локализации гидрогенных урановых месторождений. Как правило, они формируются в раскрытых или полураскрытых (проточных) по гидрологическим условиям структурах и не образуются в глубоких горизонтах закрытых структур. Наиболее высокое первичное содержание урана характерно для терригенных осадков – конгломератов, песчаников, глинистых сланцев. Наблюдается зависимость содержания урана от гранулометрического состава пород в ряду конгломераты – песчаники – алевролиты. Среди 13 основных генетических и геолого-промышленных типов месторождений урана, охарактеризованных в источнике [1], первые места занимают типы структурно-стратиграфического несогласия, песчаниковый и конгломератовый, что характерно наиболее крупным месторождениям мира. Это дает основание утверждать положение о ведущей роли осадочного процесса и сопутствующих сингенетических процессов с эпигенетическими гидрогенными, инфильтрационными, термодинамическими и другими рудообразующими процессами при формировании месторождений таких типов.

#### Формирование уранобитумных месторождений.

В юго-восточной части ДДВ при геолого-съемочных и поисково-разведочных работах на нефть и газ в пределах Берекско-Славянского вала попутно были обнаружены и впоследствии разведаны Адамовское и Берекское, а через синклинальный прогиб севернее – Краснооскольское полигенные уранобитумные месторождения. В структурно-тектоническом плане Адамовское и Берекское месторождения связаны с одноименными соляными штоками, а Краснооскольское – с погребенным на предбашкирском уровне соляным куполом. Южный сброс Адамовского и смежного Бугаевского штоков контролирует уранобитумное, ртутное и свинцово-цинковое оруденение, их рудные тела и ореолы рассеивания. Мощность тектонической зоны сброса на крыле Славянской структуры составляет 50–150 м (рис. 1).

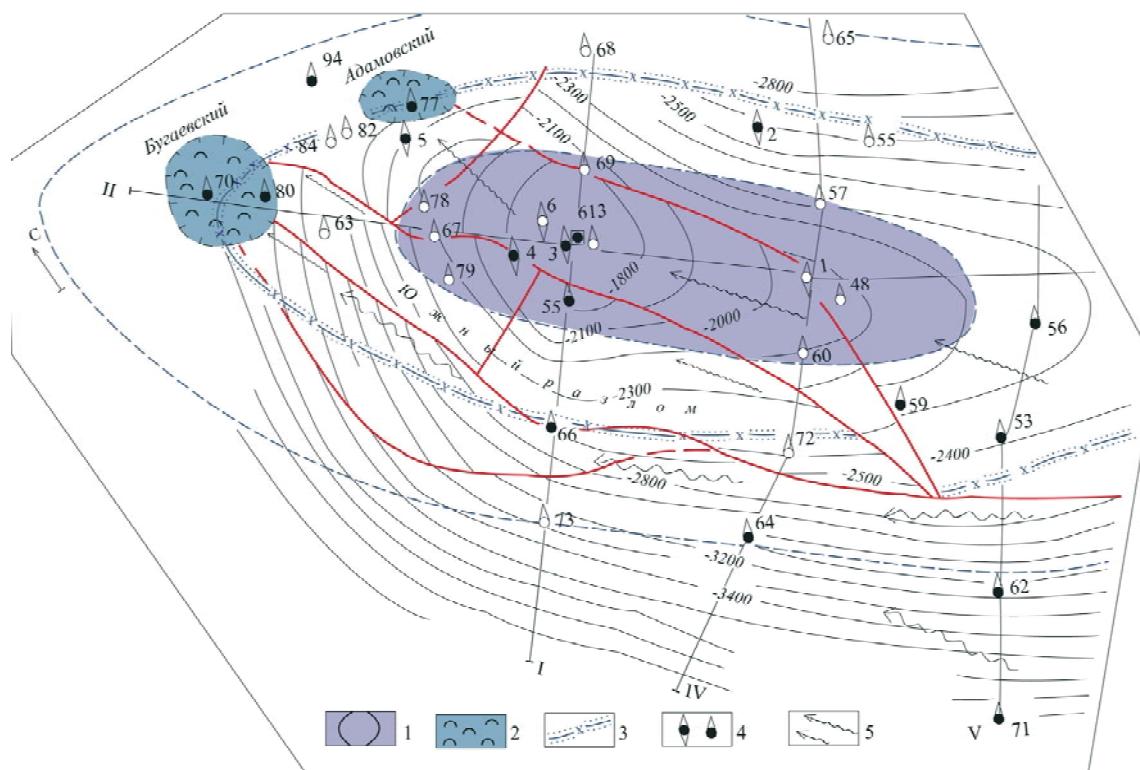


Рис. 1. Схематическая структурная карта Славянской брахиантеклиниали по горизонтам на уровне стратиграфического несогласия карбона – перми (Адамовское У-битумное месторождение)

1 – зона свода брахиантеклиниали, 2 – соляные штоки, 3 – условное осреднение присводовой зоны разуплотненных пород, 4 – поисковые и структурно-поисковые скважины с признаками нефтегазоносности, 5 – возможные пути миграции углеводородов

В центральной части Адамовского купола кинематика сброса меняется на пологий субширотный надвиг с нарастанием амплитуды смещения с запада на восток до 300 м. По простиранию разлома уранобитумное оруденение локализуется в отложениях дроновской свиты ( $P_2$ ) мощностью 100–150 м, в зоне протяженностью до 3 км и шириной несколько сотен метров. Установлено 11 пластовых залежей ураноносных битумов, представленных массивными твердыми черными битумами с содержанием U до 2–3 %, коричневыми битумами с десятыми долями % U, битуминозными песчаниками под глинами и алевролитами. Самые мощные и богатые линзообразные залежи вытянуты полосами от 10 до 30 м вдоль разрывных нарушений. В битумах содержатся также элементы ванадия, молибдена и хрома, дисульфиды железа и киноварь [1].

Богатое ртутное (киноварное) оруденение приурочено к изгибу Южного разлома со сменой угла падения плоскости зоны. Литологически оно связано с диапировой брекчией, песчано-глинистыми угленосными отложениями верхнего карбона, известняками  $P_1$  и терригенными отложениями дроновской свиты ( $P_2$ ). Концентрация ртути в брекчиях колеблется в пределах 0,2–0,4 %, в терригенных отложениях – 0,08–0,18 %. Вдоль разлома в отложениях нижней перми и карбона обнаружены также галенит, сфалерит, барит, флюорит и целестин в форме вкрапленности и прожилков в интервалах до глубины 1000 м, с содержанием Pb до 1 %, Zn – 10 %, Hg – 0,3 %. Ураноносные битумы, ванадий и молибден ниже подошвы дроновской свиты не встречены [1]. У-битумное оруденение встречено также на северном склоне Адамовского штока.

Динамика формирования соляных куполов и штоков очевидно была связана с механизмом формирования и становления ураноносных залежей и, в частности, урано-битумных, разумеется с первоначальным участием эндогенных и гидротермальных процессов. В первом приближении такой механизм можно восстановить методом детальных реконструкций геологической истории структур, с которыми связаны урано-битумные месторождения, что предлагаем рассмотреть на примере Адамовско-Славянского структурного узла и Краснооскольской брахиантеклинали.

Адамовский и Бугаевский соляные штоки с предтриасовым и антропогенным прорывом девонской соли, соответственно, размещены на северо-западной периклинали Славянской брахиантеклинальной складки. В палеозойских отложениях соляная масса – это единая штокверковая ножка. Брахиантеклиналь активно формировалась на восточной периклинали Берекско-Новодмитриевско-Адамовско-Славянского соляного вала как в конседиментационном режиме, так и постседиментационном до мелового периода включительно, а в кайнозое – только постседиментационно, с интенсивным размывом зоны свода на глубину до отложений нижней перми. За нашими данными суммарный прирост амплитуды (A) структуры как солянокупольной, составил 2600 м, из которых конседиментационно – 1300 м на протяжении позднего карбона и мела, а разница постседиментационного прироста A только в ранней перми ( $P_{1sl}$ ) составила 780 м. В это же сравнительно короткое время произошли продольные, по отношению к соляному валу, сдвиговые деформации, другие рудоносные нарушения, прорыв на раннепермскую поверхность девонской соли Берецкого, Новодмитриевского, Бугаевского и Адамовского штоков. В конце палеозоя, вследствие перетоков соляных масс, в плане по стратиграфическим горизонтам карбона образовался свод в районе селения Крещатое (скв. 613). Славян-

ская структура приобрела форму горст-антеклинали с серией южных и северных зон разрывных нарушений на крыльях. Они оказались рудоносными, особенно Южная зона.

Поскольку Славянская структура изначально развивалась как солянокупольное поднятие, то с девонского периода и до ранней перми синхронно формировались ловушка и залежи углеводородов (УВ), и вполне вероятно, что на предмезозойском этапе уже существовало месторождение УВ в газоконденсатной фазе. Разрывные деформации сдвигово-сбросового характера начали разрушать эти скопления. В качестве доказательного аргумента может служить брекчия соляных штоков, насыщенная твердыми битумами и вскрытая структурно-поисковыми скважинами 70, 75, 77, 80, 94 и др. (см. рис. 1). Вероятно это были завершающие этапы формирования солянокупольных фрагментов Славянской структуры с одновременным разрушением нефтяных залежей, остатки одной из которых сохранились в песчаниках свиты  $C_3^3$  в виде насыщения маслянистой жидкостью в скв. 80. Предполагается, что формирование большого нефтегазоконденсатного месторождения под нижнепермской покрышкой длилось до времен образования славянской глинисто-хемогенной свиты. С этого рубежа, вследствие регионального тангенциального сжатия по вектору короткой оси брахиантеклинали, соляные массы по шарниру складки начали смещаться к ослабленному разрывными нарушениями Адамовско-Бугаевскому участку и к концу пермского периода соль прорвалась на предтриасовую поверхность. Внутрипластовая миграция УВ происходила в том же направлении по восходящим каналам. Возможно, в мезозое штоки были погребены и структура формировалась конседиментационно с одновременным наполнением ловушек УВ. Но в кайнозое произошел повторный прорыв соляных масс и окончательное разрушение сводовых залежей, особенно их газовых составляющих.

В региональном структурном плане вся обширная зона Славянской площади с прилегающими территориями с эпохи позднего палеозоя и в мезозое подвергалась геодинамическому влиянию разновекторных деформаций тангенциального сжатия, горизонтального растяжения и вертикальных движений: в позднем карбоне и ранней перми ортогонально к ДДВ – сжатию, в триасе – субширотному растяжению (триасовый на Земле рифтогенез), в юрский период – сжатию ( $J_1$ ), в меловой – растяжению ( $K_1$ , меловой рифтогенез [5]) и еще, вероятно, было несколько незафиксированных кратковременных фаз сжатия и растяжений на геодинамическом фоне эпейрогенических колебательных движений. Каждый режим сопровождался образованием региональной, зональной и локальной систем разрывных нарушений, трещиноватости, ослабленных зон, которые могут расцениваться путями вертикальной миграции УВ и поступления рудоносных гидротермальных растворов из глубинных мантийно-коровых очагов. Немаловажную роль при этом играла и внутрипластовая миграция углеводородных, рудоносных и других компонентов в сложном процессе формирования и разрушения месторождений. Только таким механизмом можно объяснить широкий интервал зафиксированных признаков УВ-насыщения в породах возрастом от среднего карбона до антропогена. А нефтегазонасыщенность отложений нижней перми (скв. 53–56, 58, 59, 61, 62, 64, 65, 71), которые в принципе имеют качественные флюидоупорные свойства, объясняется только вертикальной миграцией УВ из нижележащих комплексов.

Процесс разрушения нефтегазовых залежей усложнялся предшествующим или одновременным с миграцией УВ поступлением из глубин рудоносных гидротермальных растворов. По данным В.А. Шумлянского и Ю.И. Третьякова [1] в недрах Славянской структуры имели место процессы двух рудных стадий и одна пострудная. Первая – галенит-сфалеритовая, которая сопровождалась образованием минералов: карбонатов, пирита, марказита, сфалерита, галенита; в меньшей мере – кварца, блеклой руды, халькопирита и др. Вторая – урано-битумная и киноварная, когда возникли черные и темно-коричневые битумы, содержащие U, происходило минералообразование настурана, коффинита, пирита, марказита, молибденита, ильземанита, киновари, изредка золота, асфальтов без U. В киноварную ассоциацию входят киноварь, метацинабарит, пирит, марказит, кальцит, кварц. Образование урано-битумных соединений происходило при смешивании грунтовых кислородных вод с восходящими по разломам гидротермальными растворами. По этим же разломам поступали УВ из разрушающихся залежей. Физико-химические процессы происходили в водоносных горизонтах дроновской свиты, где и образовывались металлоорганические соединения с ураном, ванадием, хромом и сульфидами молибдена. Процессы протекали при температуре от 400 до 200 °С с вероятным присутствием газов CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> и под давлением не более 16 МПа [1].

В своих исследованиях по вопросам локализации уранового оруденения в карбонатных породах А. И. Рослый [6] пришел к заключению, что урановые руды имеют эпигенетический характер, что оруденение возникло в результате окислительных и восстановительных процессов. При этом, формирование урановых руд предшествует поступлению углеводородов в рудную зону. Возможна аналогия таких выводов присуща и Адамовскому уранобитумному месторождению на Славянской структуре по таким соображениям: рудоносный Южный разлом был регенерирован в раннепермское время вследствие оживления древнего коромантийного глубинного разлома. Рудные тела, стадийность образования которых на западной периклинали Славянской структуры и на Адамовском куполе описана выше, формировались на протяжении сравнительно короткого времени ранней перми и дроновского века поздней перми одновременно с воздыманием купола. С нарушенного разрывами свода Славянского поднятия в районе п. Крестище (скв. 613) нефтегазовые залежи стали разрушаться, а УВ перемещаться по пластам латерально и по зоне разлома – вертикально к участкам Адамовского и Бугаевского куполов. При этом газообразная и часть жидкой фазы УВ улетучивалась, другая же часть вступала в соединения с органическими остатками на путях латеральной миграции и рудоносными растворами в каналах разлома. Надо учитывать, что УВ разрушились не только под влиянием температуры гидротермальных растворов, но и температуры радиоактивного распада, излучений. В такой сложной "карусели" геодинамических, кинематических, гидро- и термодинамических, geoхимических и геофизических процессов образовался "симбиоз" уранобитумных соединений и металлогеническая вертикальная зональность в протяженной зоне Южного разлома.

Динамический механизм, причины, время и характер формирования Берекского соляного штока практически идентичен механизму Адамовско-Бугаевского диапира. Поэтому принципиальная модель образования этого второго уранобитумного месторождения не будет отличаться от первого, за исключением отдель-

ных конкретных несущественных вещественных деталей и генетических особенностей, которые следует еще проанализировать.

Геологическая история современной Краснооскольской горстантиклинали с девонского периода началась постепенным конседиментационным ростом соляного купола, соляное ядро которого в конце раннего карбона вышло на предбашкирскую палеоповерхность. Впоследствии брахиантеклиналь развивалась как в этапы осадконакопления, так и во время перерывов. Формирование структуры сопровождалось разрывными нарушениями сложной кинематики до раннепермской эпохи включительно.

В турнейский век, вследствие нарушения гравитационной устойчивости соли, на северо-восточном крыле зарождающейся брахиантеклинали возник сброс Z (рис. 2), скорее всего, унаследованный от внутриграбеннового рифтогенного коро-мантийного разлома северо-западного простирания. К авиловскому времени (C<sub>3</sub><sup>2</sup>) амплитуда увеличилась на 100–130 м. Развитие восточной ветви сброса зависело от галокинеза – под действием восходящей энергии соляных масс сброс реверсивно превратился в кинематику взброса и под конец карбона достиг амплитуды 230 м (см. рис. 2, разрез ВД), но суммарная кинематика правого сбросового блока и взбросовая – левого диапирового по измерениям в подошве башкирского яруса достигла амплитуды 460 м. Унаследованный от девонского сброс Y в конце карбона по той же причине реверсивно трансформировался во взброс, образовавши горстантиклинальную складку, что подтверждено геологическими разрезами АБ, ВГ и ВД (рис. 2).

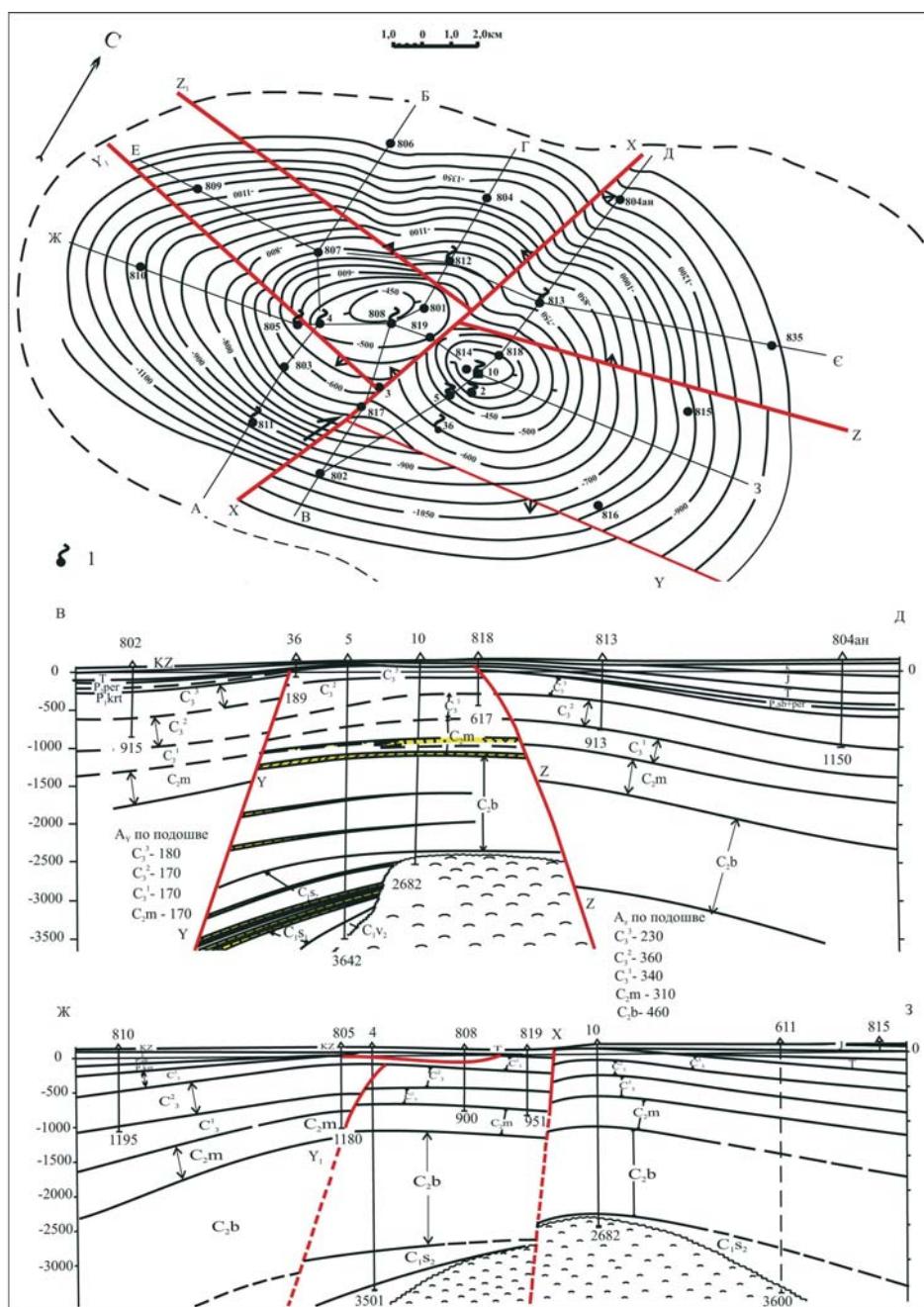
Сложный динамический механизм развития в процессе осадконакопления и формирования структуры развивался в зоне разлома X сбросо-взбросо-сдвиговой кинематики и северо-восточного простирания, природа которого, по всей видимости, обусловлена оживлением в постдевонское время докембрийского Жмеринско-Старобельского глубинного разлома, обоснованного В.К. Гавришем [7, 8]. На современном детальном геолого-литологическом разрезе ЖЗ амплитуда смещений по подошвенным горизонтам фиксируется в пределах: C<sub>2</sub>b – 240 м, C<sub>2</sub>m – 80 м, C<sub>3</sub><sup>1</sup> – 175 м, C<sub>3</sub><sup>2</sup> – 200 м, C<sub>3</sub><sup>3</sup> – 140 м, T – 50 м. Помимо этого можно наблюдать размыты в сводовых частях структуры башкирских отложений около 175 м, московских – ~100 м, авиловских – ~115 м, араукоритовой свиты – несколько более 80 м, что определенно нивелирует амплитуды этого нарушения по отдельным горизонтам. На протяжении геологической истории смещения по плоскости нарушения X имели сложную кинематику – в девоне, раннем карбоне и в башкирском веке развивался сброс, а в московском веке, позднем карбоне, перми и триасе вектор движения блоков поменялся на противоположный, конседиментационно приобретал взбросовый характер, вследствие роста соляного ядра. Вместе с тем, в пермский период (P<sub>1</sub>) западный блок со сводом в районе скв. 4, 808, 801 (рис. 2) вследствие активизации одной из ветвей зоны Жмеринско-Старобельского глубинного разлома, начал горизонтальное движение в направлении на северный восток. Смещение в горизонтальном плане блока с нарушением Y достигло амплитуды примерно 900 м, а северное крыло с нарушением Z – около 300 м. Разница в сдвиге тыльной и фронтальной части западного сводового блока следует объяснять амортизацией соленосной толщи и короблением пород в складчатую форму, вследствие большего по амплитуде смещения южного крыла, откуда шло

тangenциальное напряжение, а северное крыло в направлении сдвига встречало большее сопротивление.

В триасовый и юрский периоды вся брахиантиклинальная складка была, вероятно, погребена, но в результате новой инверсионной активизации в мелу и неогене эрозионными процессами была раскрыта до отложений верхнего карбона.

В мелких картировочных, структурно-поисковых и глубоких поисковых скважинах встречены признаки многочисленных нефтегазопоявлений (непромышленные притоки нефти и газа в колонне, присутствие битумов, маслянистой жидкости и примазок, запахи нефти и конденсата в керне, газирование при бурении, положительные результаты опробования на трубах, положительные заключения ГИС и пр.). Такие скважины расположены преимущественно в сводовой зоне структуры, а проявления встречены в широком стратиграфическом интервале каменноугольной системы от араукоитовой свиты ( $C_3^3$ ) до серпуховского яруса ( $C_{1s}$ );

литологически приурочены к песчаникам, алевролитам, известнякам и аргиллитам. Узлы пересечения разрывных нарушений в зоне свода однозначно указывают на гидрогеологическую раскрытость структуры и на процессы разрушения залежей углеводородов: – битумы свидетельствуют о полном разрушении, жидкостно-нефтяные УВ – о частичном, а газовые проявления следует связывать с отдельными сохранившимися изолированными карманами. Следовательно, поэтапное конседиментационное и постседиментационное формирование брахиантиклинали способствовало формированию месторождения УВ с несколькими залежами. Активизация разрывной динамики разнонаправленной кинематики – сбросов, взбросов, сдвигов и сбросо-сдвигов в конце карбона и ранней перми и глубокий предверхнепермский размыв явились причиной разрушения большей части нефтегазовых залежей, особенно в сводовой части структуры.



С позиций глубинной структурной геологии в структурно-тектоническом плане Краснооскольская складка размещена над узлом пересечения Жмеринско-Старобельского северо-восточного простирания, субмеридионального Мангуско-Губкинского докембрийских глубинных разломов [7, 8] и девонского внутриграбен-ного рифтогенного коро-мантийного разлома. Если видимые признаки влияния на структурообразование Мангуско-Губкинского разлома скрыты, то геодинамические факторы формирования поднятия под влиянием двух иных разломов очевидны (см. рис. 2). В позднем палеозое последние были регенерированы (возобновлены) и, вероятно, динамически были активными до кайнозоя, в то время как первый погребенный разлом служил каналом активной термодинамики. Под ее влиянием в ледниковый период было заложено русло р. Оскол по схеме, описанной в работе [9].

Уранобитумное оруднение началось в позднем карбоне – ранней перми в процессе синхронного разрушения нефтегазовых скоплений, поступления рудоносных растворов с U и образования битумов. Основным рудоподводящим разломом был диагональный северо-восточного простирания сбросо-сдвиг, фрагмент Жмеринско-Старобельского, разделивший Краснооскольскую брахиантектиналь на западную и восточную почти равные половины. В гидрогенно-окислительной зоне пермской палеоповерхности подвижный  $U^{+6}$  гидротермальных растворов с падением температуры восстановлялся до  $U^{+4}$ , сорбировался битумами, кристаллизуясь устойчивыми минералами. Наиболее активно процессы протекали в зоне свода структуры, которая в настоящее время раскрыта. Это обстоятельство позволяет предполагать, что стадии уранобитумного оруднения повторялись до кайнозоя.

**Выводы.** Общими характерными особенностями Адамовского, Краснооскольского и Берекского урановых месторождений юго-восточной части ДДВ являются гидрогеологическая раскрытость палеозойских структур, широкая сеть разрывных нарушений в сводовых и присводовых зонах, многочисленные признаки нефтегазоносности пород в широком стратиграфическом интервале разреза, сложная геологическая история стру-

ктур, развивавшихся как на этапах осадкопадения, так и в инверсионные стадии перерывов, что в конечном итоге выразилось уранобитумным оруднением. Полиметаллический характер руд Адамовского месторождения свидетельствует о глубинных коро-мантийных источниках рудоносных гидротермальных растворов, поступающих по разломам и разломным зонам в осадочную толщу. Присутствие в зонах U-битумного оруднения следует рассматривать во взаимосвязи процессов разрушения нефтегазовых залежей под влиянием разрывной динамики, поступления гидротерм из глубин, инфильтрации кислых вод из поверхности и падения температуры, вследствие чего  $U^{+6}$  сорбировался битумами и восстанавливается до  $U^{+4}$  в форме минералов. То есть, при формировании месторождений урана геодинамический, гидротермальный, термодинамический, гидрогенный, нафтогенетический и экзогенный факторы участвовали в едином синхронном процессе полиметаллического рудообразования. В сравнительно коротком геологическом времени этот процесс был полигенным и, вероятно, повторялся. Погребенные стратиграфические несогласия на локальных структурах перспективны для поисков полиметаллических руд.

1. Металічні і неметалічні корисні копалини. Т.1. Металічні корисні копалини / Наук. ред. М.П. Щербак, О.Б. Бобров. – Київ-Львів: "Центр Європи", 2006. – С. 365–395, 560–602.
2. Гошовский С.В., Бобров А.Б., Рослый И.С. и др. Радиоактивные аномалии геологического разреза Днепровско-Донецкой впадины // Збірник наукових праць УкрДГРІ. – К.: УкрДГРІ, 2010. – С. 12–26.
3. Смислов А. А. Уран и торий в земной коре. – Л.: Недра, 1974. – 231 с.
4. Химия урана / за ред. Б. Н. Ласкорин. – М.: Наука, 1981. – С. 5–57.
5. Рослый И. С. Регіональний рифтогенез, геодинаміка і нефтегазоносність Дніпровсько-Донецького авлакогену. – К.: УкрДГРІ, 2006. – 330 с.
6. Рослый А. И. О локализации уранового оруднения в карбонатных породах // Литология и полезные ископаемые. – 1975. – № 1. – С. 84–97.
7. Геология и нефтегазоносность Днепровско-Донецкой впадины. Глубинное строение и геотектоническое развитие. – К.: Наук. думка, 1989. – С. 12–13, 98–122.
8. Геология и нефтегазоносность Днепровско-Донецкой впадины. Глубинные разломы и комбинированные нефтегазоносные ловушки / Гавриш В. К., Недошовенко А. И., Рябчун Л. И. и др. – К.: Наук. думка, 1991. – С. 37–147.
9. Гошовский С. В., Рослый И. С. Универсальная роль разломно-блоковой динамики земной коры Днепровско-Донецкой впадины и воронежского массива // Збірник наукових праць УкрДГРІ. – К.: УкрДГРІ, 2008. – С. 115–128.

Надійшла до редколегії 28.11.11