

УДК 553.(81+83+495)

ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ МЕДНО-УРАНОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ В ЗАПАДНО-ИНГУЛЕЦКОЙ МИНЕРАГЕНИЧЕСКОЙ ЗОНЕ УКРАИНСКОГО ЩИТА

Калашник А. А.

(ГРЭ-37 КП «Кировгеология», г. Кировоград, Украина)

Розглянуто особливості мідно-уранового типу зруденіння у межах Західно - Ингулецької мінерагенічної зони (ЗІМЗ), а також в різних регіонах планети. Викладені матеріали дали можливість з нових позицій оцінити можливості розширення мінерально-сировинної бази урану в Західно - Ингулецькій мінерагенічній зоні.

We present the characteristics of copper-uranium mineralization types within the West Inguletsky mineragenetic zone (WIMZ), as well as in different regions of the planet. Presentation of the material allowed us to estimate the prospects of expanding the mineral resource base of uranium in the West Inguletsky mineragenetic zone with the new positions.

В последние годы развиваются представления о значительной роли верхней мантии в поставке рудных компонентов различной металлогенической специализации в составе мантийных флюидов [1]. Применительно это и к эндогенным месторождениям урана, которые, по нашему убеждению, могут быть образованы исключительно при участии специализированных мантийных флюидных потоков. Гидротермальные месторождения урана, с нашей точки зрения, приурочены к питающим флюидным системам зон глубинных разломов, осуществляющим привнос углекисловодных растворов, обогащенных мантийным ураном. Такие зоны часто диагностируются проявлениями кимберлитов, уль-

траосновных щелочных пород [2, 3], явлениями карбонатизации, возможной битумизации пород различного состава. При этом разломы, маркируемые кимберлитовыми объектами, служат эффективными проводниками специализированных ураноносных флюидов мантийного происхождения, о чем, в частности, свидетельствует высокая концентрация урана в кимберлитах Кировоградского урановорудного района, Приазовской потенциальной урановорудной области Украинского щита (УЩ) [2, 3]. Выявление геолого-структурных закономерностей размещения эндогенных урановорудных объектов в тесной связи с разломами мантийного проникновения, зачастую маркируемыми кимберлитопоявлениями, позволяет осуществлять прогноз площадей, перспективных для масштабного уранового рудообразования, находящегося в тесной связи с мантийными процессами. Рассмотрим некоторые аспекты этого направления в Западно-Ингулецкой минерагенической зоне.

Рудные ассоциации урана в эндогенных месторождениях разнообразны, как и факторы, оказывающие существенное влияние на возникновение рудных парагенезисов. Многочисленные результаты современных исследований показывают, что важнейшим фактором формирования парагенезиса являются условия их совместной миграции и (или) совместного осаждения [1].

Устойчивая региональная геохимическая и металлогеническая зональность с формированием масштабных рудных объектов, проявленная вблизи разломных структур мантийного проникновения, может свидетельствовать о физических и геохимических неоднородностях мантии и отражает специфику функционирования мантийного термобарического сепаратора [1]. Рассмотрение комплекса геофизических и петролого-геохимических индикаторов мантийного проникновения Западно-Ингулецкого разлома с особенностями проявленного медно-уранового оруденения может помочь оценить перспективы обнаружения в его пределах урановорудных объектов указанного типа промышленного значения с новых позиций.

Медно-урановый тип оруденения отмечен в различных урановорудных провинциях мира [4]. На Индийском щите выявлено несколько месторождений медно-уранового типа: Джадугуда,

Нарва-Пахар, Бхатин, Керуадунгри, Каньялуна, Парадунгри и др., в которых уранинит ассоциирует с медью [4]. Все они расположены в раннепротерозойских породах вблизи гранитных интрузивов, преимущественно в трещинных зонах, принадлежащих Синбхумскому надвигу. По соотношению медной и урановой минерализации месторождения делятся на две группы: в первой (рудники Мазабони, Бадел и др.) медная и урановая минерализация развиты совместно, но при этом участки наибольшей концентрации меди и урана обычно не совпадают, во второй (Джадугуда, Бхатин и др.) жильные тела с урановой и медной минерализацией разобщены. В рудах кроме урана и меди присутствуют Ni, Co, Mo. Содержание меди обычно составляет 1,5 %, Ni – 0,08, Co – 0,011, Mo – 0,025, содержание урана в рудах колеблется от 0,06 до 0,45 %. Возраст оруденения, определенный по ураниниту, – 900-1000 млн. лет [4]. На месторождении Джадугуда установлены минеральные ассоциации трех стадий: апатит-магнетитовой, уранинитовой и сульфидной.

Совместное проявление урановой и медной минерализации отмечается также в месторождениях бедных урановых руд Умра и Удайсагар штата Раджастхан (Индия). Район месторождения Удайсагар сложен породами нижнепротерозойской серии Аравалли (черные, обогащенные углеродистым веществом филлиты, хлоритовые и биотитовые сланцы), прорванные гранитами. Урановая минерализация (уранинит и вторичные минералы) приурочена к зонам дробления, сопровождается сульфидами железа и меди. Содержание урана изменяется от 0,03 до 0,06 % [4].

В медном поясе Заира и Замбии выявлено месторождение урана Шинколобве и 40 других появлений урана (Свамбо, Колонгве, Луаншиа, Кимал и др.) возраста 720-520 млн. лет. Урановые руды Шинколобве приурочены к различным сланцам и доломитам. Рудные тела тяготеют к крупным разрывам. В рудах отмечено большое количество вторичных минералов урана и сульфидов меди, с которыми связана значительная часть запасов месторождения [4]. В первичных рудах содержание урана достигает 0,1 %, в зонах вторичного гипергенного обогащения отмечены руды с содержанием урана до 13 % [4].

В Австралии в пограничной зоне позднее-рифейско-вендского складчатого пояса Аделаида с массивом Голер выявлены крупные медно-урановые с золотом месторождения района Роксби-Даунс, локализованные на выступах брекчированных гранитов основания и в нижних слоях вендских (?) вулканических отложений Аделаиды [4]. В терригенных вендских отложениях, залегающих выше по разрезу, в обрамлении массива Голер, также выявлены многочисленные мелкие месторождения меди в песчаниках, а в фанерозойском платформенном чехле – экзогенные месторождения урана (рудный район Биверли) [4]. Н. П. Лаверовым с коллегами отмечается [4], что медь является наиболее часто встречаемым спутником урана, иногда образуя с ураном значительные скопления.

Подчеркнем, что на описанных выше медно-урановых объектах различных регионов планеты не отмечается соответствия между типами вмещающих пород при общности типа оруденения. Зато однозначно четко проявляется связь между тектоническими и рудообразующими процессами. Все это косвенно свидетельствует о том, что вмещающие породы не являются основным источником рудных компонентов при формировании рудных объектов определенного генетического типа, и указывает на глубинный источник рудного вещества. Единственно возможным способом доставки глубинных флюидов на высокие уровни земной коры является их движение по проницаемым зонам глубинных разломов (мантийного проникновения), сформированных в режиме растяжения – это одно из условий миграции мантийных ураноносных флюидов. Еще один ограничительный элемент существования мантийного источника урана – сохранность свойств мантийных флюидов при их движении через толщи земной коры, препятствующая потере значительной части урановорудных компонентов при изменении окислительно-восстановительных условий на геохимических барьерах нижних и средних уровней земной коры. При движении мантийных флюидов сохранность свойств, определяющих их рудоносность, обусловлена минимальным участием в реакции с коровым веществом, что с нашей точки зрения достижимо лишь при условии колоссально высокой скорости их подъема, а значит существенной газонасыщенности.

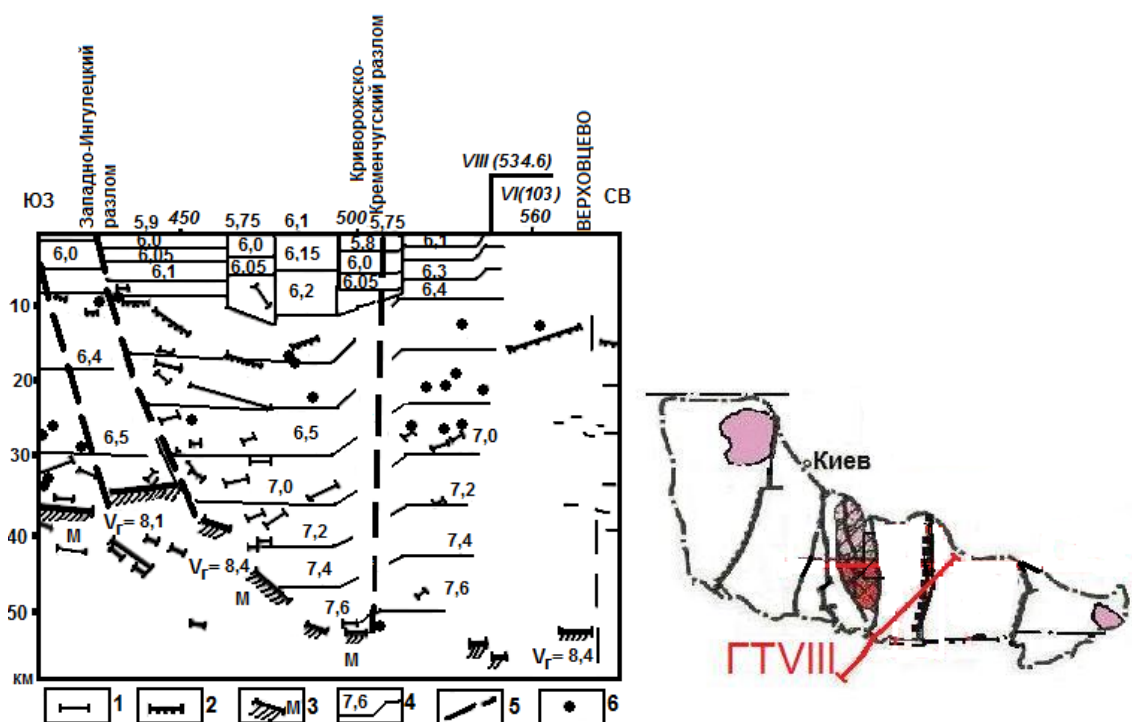
На присутствие мантийных газонасыщенных флюидов указывают пространственно-временно сопряженные с рудными объектами взрывные проявления, в первую очередь кимберлитопрооявления. Все указанные выше условия рудообразования являются минимально необходимыми для формирования эндогенного уранового оруденения в промышленных концентрациях, их оптимальное сочетание отмечено нами ранее в Субботско-Мошоринской минерагенической разломной зоне Кировоградского урановорудного района, Криворожско-Кременчугской минерагенической разломной зоне Криворожского урановорудного района, Южно-Донбасской минерагенической разломной зоне Приазовской потенциально-урановорудной области [2, 3]. В определенной мере отмечается сочетание этих минимально необходимых условий уранового рудогенеза и в Западно-Ингулецкой минерагенической зоне.

Западно-Ингулецкая разломная минерагеническая зона протягивается более чем на 200 км в меридиональном направлении при ширине до 10 км. Она исследована VIII геотраверсом (рис. 1). В пределах ЗИМЗ по данным глубинного сейсмозондирования (ГСЗ) происходит ступенеобразное погружение поверхности Мохо (М) с амплитудой до 5 км (рис. 1) [5]. Горизонт K_2 погружается до глубины 15-16 км (рис. 1). Результаты геофизических исследований подчеркивают существенную интенсивность происходивших в районе ЗИМЗ тектонических процессов и ее мантийное проникновение (рис. 1).

С Западно-Ингулецкой минерагенической зоной связаны рудопроявления урана, железа, меди, золота, серного колчедана, месторождения и рудопроявления графита. Все они расположены вдоль главного меридионального направления Западно-Ингулецкой разломной структуры, что подчеркивает ее ведущую роль в локализации различных рудных формаций (рис. 2).

Западно-Ингулецкая минерагеническая зона на разных этапах активизации способствовала проявлению разнообразной взрывной деятельности, включая трубки и дайки кимберлитоподобных пород Боковьянского поля. Взрывные проявления в ЗИМЗ повторялись многократно и характеризуются разнообразным составом выполняющих их формаций [20], что обусловлено,

в первую очередь, глубиной происхождения вовлеченного в эксплозии материала – от мантийной (формация кимберлитоподобных пород) до коровой (железистые брекчиевые формации, графитовая брекчиевая, брекчиевидные сланцевые формации и т. д. (см. рис. 2)).



1 – отражающие площадки, 2 – внутрикоровая граница K_2 , 3 – граница Мохо, 4 – изолинии скорости, км/с, 5 – глубинные разломы, 6 – точки дифракции

Рис. 1. Фрагмент сейсмогеологического разреза вдоль геотранверса VIII (В. Соллогуб, А. Трипольский [5])

Боковьянское поле трубок и даек кимберлитоподобных пород расположено на правом берегу р. Боковая в районе с. Родионовка. Вмещающими для кимберлитоподобных пород являются метаморфизованные терригенно-карбонатные породы родионовской свиты нижнего протерозоя. Брекчиевые породы относятся к верхнему протерозою (1600-1200 млн. лет) [6].

Первые исследователи (М. И. Веригин, А. С. Киселев, Н. С. Курлов, А. Б. Шаповалов) выделили эруптивные образования кимберлитового типа, пересеченные дайками, близкими к пикритам и диабазам.

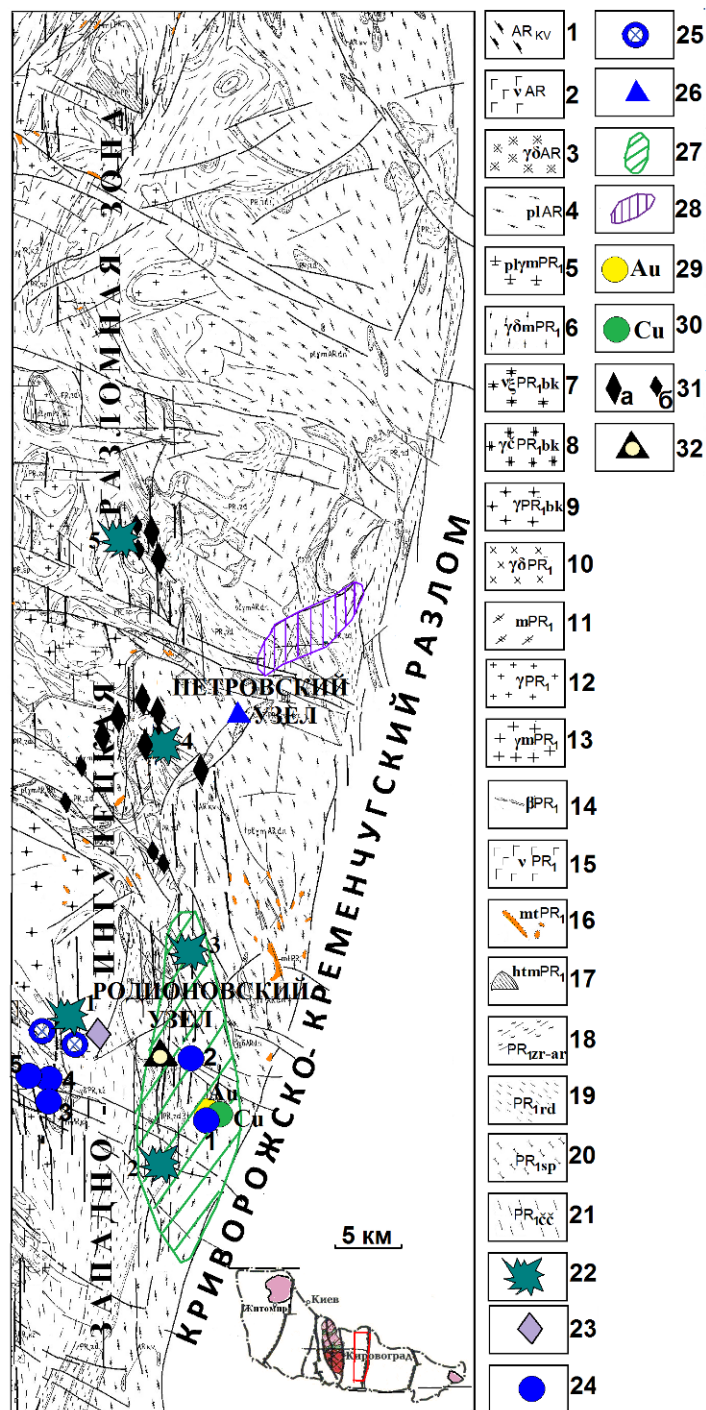


Рис. 2. Геолого-структурная схема Западно-Ингулецкой минерагенической зоны с металлогенической нагрузкой (с использованием материалов КП «Кировгеология»)

1 – амфиболиты, гнейсы амфибол-биотитовые, 2 – габбро амфиболлизированное, 3 – диориты, гранодиориты, 4 – плагиоклазовые мигматиты биотитовые и амфибол-биотитовые, 5 – плагиоклазовые граниты и мигматиты, 6 – мигматиты порфиробластические гранодиоритового состава, 7 – монцониты кварцевые и биотит-гиперстеновые, 8 – чарнокиты, 9 – граниты биотитовые порфиробластические, 10 – диориты, гранодиориты, 11 – мигматиты биотитовые, полосчатые, 12 – граниты и мигматиты мелко-

среднезернистые биотитовые, 13 – граниты порфиробластические биотитовые, 14 – диабазы, диабазовые порфириты, 15 – габбро, 16 – щелочные метасоматиты нерасчлененные, 17 – вторичные кварциты, 18 – биотит-амфибол-плагиоклазовые гнейсы с прослоями графит-биотитовых сланцев, 19 – кварциты, кварцитопесчаники, графитовые, графит-биотитовые, андалузит-слюдисто-графитовые сланцы, кальцифиры, мраморы, 20 – гнейсы гиперстеновые, гиперстен-биотитовые, 21 – биотитовые, силлиманит-биотитовые, гранат-биотитовые гнейсы, 22 – эксплозивные проявления (по Яценко Г. М.) [6]: 1 – Боковьянское кимберлитоподобное, 2 – Родионовское брекчиевое, 3 – Раево-Александровское сланцевое, 4 – графитовое балки Власовской, 5 – Балаховское графитовое; 23 – проявление кимберлитоподобных пород; рудопроявления урана: 24 – гидротермального типа в минерализованных зонах в породах фундамента: 1 – Червоношахтарское, 2 – Родионовское, 3 – Павловское, 4 – Восточно-Павловское, 5 – Северо-Павловское, 25 – эпигенетического типа в трещинах кристаллических пород фундамента и коре выветривания кристаллических пород; 26 – гидротермально-метасоматического типа в пегматоидных гранитах; 27 – Карачуновско-Лозоватский участок проявления медной минерализации, 28 – площадная контрастная геохимическая аномалия никеля и кобальта; рудопроявления: 29 – золота, 30 – меди; 31 – графитовые: а – месторождения; б – рудопроявления; 32 – Родионовское рудопроявление серного колчедана

В брекчиях по результатам исследований были отмечены обломки вмещающих и глубинных образований [6]. Ультраосновные брекчии слагают трубообразное тело с вертикальными стенками и апофизами, вскрытое скважинами 16186-16188. С поверхности размер трубки составляет 20×35 м; породы подвержены выветриванию с проявлением зональности типа «желтая земля», «зеленая земля», «синяя земля» с мощностью зон 5-7 м. По данным Яценко Г. М. [6] в свежем виде породы брекчиевидные, разномзернистые, с новообразованными чешуйками хлорита, зернами и сферолитами тремолита. С больших глубин привнесены обломки ультраосновного состава девитрифицированных стекол. Среди первичных минералов отмечаются оливин, диопсид, флогопит, биотит, апатит, вторичные представлены тальком, хлоритом, тремолитом, отмечается рудная сыпь [6]. В зоне гипергенеза развиваются нонтронит, опал, халцедон, кварц. По слюдистости и щелочности породы тяготеют к лампроитовой ветви [6]. Таким образом, глубинность Западно-Ингулецкого разлома подтверждается не только сейсмическими исследованиями, но и проявленностью в его пределах кимберлитоподобных пород.

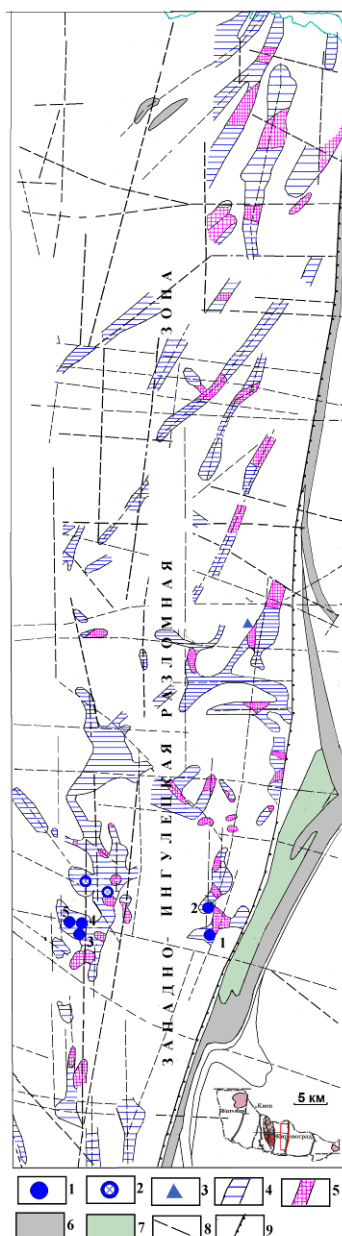
На правом берегу р. Ингулец, выше устья р. Верблюжка, в с. Чечелеевка биотитовые гнейсы флишоидной метаграувакковой формации включают многочисленные гранат-диопсидовые ноду-

ли размером до 10 см. Подобные породы в составе той же формации обнаружены на правом берегу р. Боковая в с. Кардашовка, вблизи Боковьянского проявления кимберлитоподобной формации [6].

Родионовская брекчиевая трубка выполнена эруптивной брекчией, состоящей из обломков пород родионовской свиты и хлорит-иддингситового цемента, отвечающего составу трахибазальтов [7].

Родионовский урановорудный узел расположен в пределах Западно-Ингулецкой зоны разломов и приурочен к приконтактовой части архейских плагиогранитоидов и нижнепротерозойских метаморфических толщ (см. рис. 2). Здесь выявлен ряд проявлений, Червоношахтарское и Родионовское рудопроявления гидротермального трещинно-жильного типа. По преобладающему компоненту руды делятся на урановые, медные и медно-урановые. Главный урановый минерал руд – уранинит, в небольших количествах встречается коффинит и урановая чернь [8]. Кроме того, в незначительных количествах отмечаются ненадивит, а также урансодержащие ильменит (давидит), ортит, эпидот, сфен и циркон [8]. Изотопный возраст уранинита составляет 2100 ± 100 млн. лет (по А. И. Тугаринову [9]). В парагенетической ассоциации с урановыми минералами находятся, главным образом, сульфиды: халькопирит, пирит, галенит, в меньшей степени сфалерит, кубанит, пирротин и в зоне гипергенеза марказит, халькозин, борнит [9].

В Западно-Ингулецкой минерагенической зоне наблюдается устойчиво повторяющийся минеральный парагенезис уран-медь, который выражается в масштабном площадном концентрировании этих металлов в виде обширных геохимических аномалий с четкой региональной зональностью, совпадающей с простираaniem данной минерагенической зоны (рис. 3), а также в формировании многочисленных проявлений и отдельных рудопроявлений медно-уранового типа, сконцентрированных в разнородных породах (см. рис. 2), что косвенно указывает на наличие генетической общности формирования однотипных рудных скоплений вне зависимости от геологической характеристики вмещающих их в верхних слоях земной коры пород.



1 - рудопроявления урана гидротермального типа в минерализованных зонах в породах фундамента: 1 – Червоношахтарское, 2 – Родионовское, 3 – Павловское, 4 – Восточно-Павловское, 5 – Северо-Павловское, 2 - рудопроявления урана эпигенетического типа в трещинах кристаллических пород фундамента и коре выветривания кристаллических пород, 3 - рудопроявления урана гидротермально-метасоматического типа в пегматоидных гранитах; геохимические аномалии: 4 – урана (контрастные и слабоконтрастные), 5 – меди в комплексе с ураном; 6 – железистые кварциты и сланцы криворожской серии, 7 – сланцы, гнейсы, кварциты, песчаники криворожской серии, 8 – дизъюнктивные нарушения; 9 – осевая линия Криворожско-Кременчугского разлома

Рис. 3. Схема размещения рудопроявлений U и геохимических аномалий U и Cu в комплексе с U в Западно-Ингулецкой минерагенической зоне (обобщена автором по материалам КП «Кировгеология»)

Средние содержания урана в породах Западно-Ингулецкой зоны изменяются от $1,4 \cdot 10^{-4} \%$ до $5,6 \cdot 10^{-4} \%$ (табл. 1), практически не превышая кларковые для кислых пород УЩ ($2-4 \cdot 10^{-4} \%$), либо являются дефицитными по отношению к ним. Исключение составляют гранитоиды Боковьянского массива со средним содержанием урана $7 \cdot 10^{-4} \%$ (гранитоиды чарнокитового комплекса). К нему пространственно тяготеет Боковьянское поле трубок и даек, выполненных кимберлитоподобными породами.

Таблица 1

Распределение урана и меди во вмещающих урановорудные и медно-урановые скопления породах Западно-Ингулецкой минерагенической зоны (по данным КП «Кировгеология»)

Порода	Количество проб	Параметры распределения урана $n \cdot 10^{-4}, \%$				Параметры распределения меди $n \cdot 10^{-3}, \%$			
		X	λ	S	K_k	X	λ	S	K_k
Гнейсы чечелевской свиты	64	2,7	0,21	1,65	1,06	3,6	0,26	2,06	1,16
Гнейсы спасовской свиты	39	4,0	0,42	2,39	1,52	4,3	0,39	2,35	1,47
Гнейсы родионовской свиты	17	1,9	0,18	0,75	0,72	4,7	0,62	2,41	1,51
Гнейсы ингуло-ингулецкой серии	120	3,0	0,18	1,93	1,14	4,0	0,21	0,24	1,30
Граниты чарнокитового комплекса	45	7,0	0,57	2,07	2,70	2,1	0,16	1,16	0,67
Граниты среднезернистые кировоградские	68	2,9	0,21	1,70	1,12	1,9	0,09	0,77	0,62
Мигматиты гранодиоритового состава	34	2,8	0,26	1,53	1,08	2,8	0,27	1,51	0,92
Мигматиты биотитовые	20	3,0	0,44	1,82	1,14	2,4	0,33	1,42	0,77
Граниты кировоградского комплекса	147	3,3	0,20	2,14	1,28	2,2	0,10	1,14	0,70
Плаггиомигматиты днепропетровского комплекса	57	1,8	0,23	1,61	0,70	3,7	0,30	2,20	1,21
Гранодиориты	12	3,3	0,51	1,70	1,27	2,7	0,44	1,32	0,86
Кварцевые монзониты	13	1,4	0,21	0,77	0,53	2,3	0,23	0,78	0,74
Плаггиограниты	70	1,7	0,19	1,49	0,66	3,5	0,25	2,09	1,12
Аплит-пегматоидные граниты	27	5,6	0,49	2,49	2,14	3,0	0,28	1,45	0,98

Примечание: X- среднее содержание, λ – ошибка среднего, S – стандартное отклонение, K_k - региональный кларк концентрации (по Егорову Ю.К., КП «Кировгеология»)

Повышенные средние фоновые концентрации урана в районе отмечаются для гранитоидов кировоградского комплекса ($3,3 \cdot 10^{-4} \%$), гранодиоритов ($3,3 \cdot 10^{-4} \%$) и аплит-пегматоидных гранитов ($5,6 \cdot 10^{-4} \%$).

Сульфидная минерализация в ЗИМЗ распространена главным образом на участках повышенной трещиноватости в тектоно-метасоматических зонах.

Рассмотрим особенности типичного для сульфидно-уранового типа эндогенного оруденения Червоношахтарского рудопроявления.

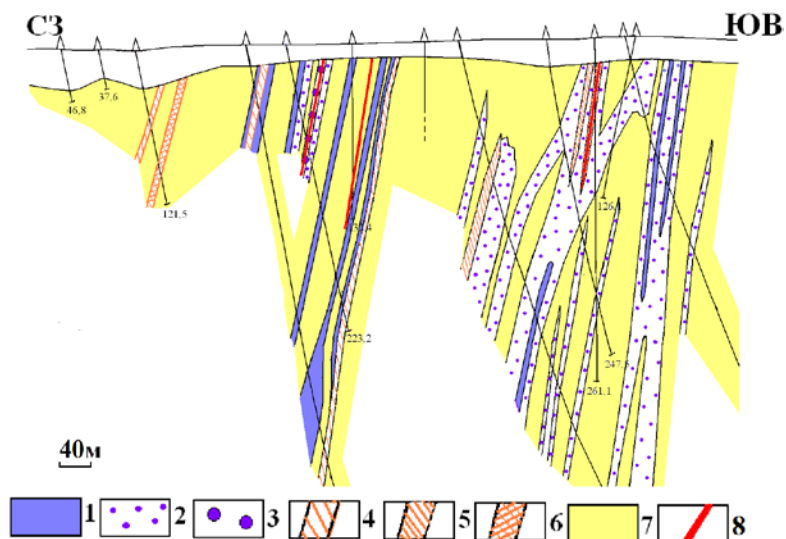
Зоны уранового оруденения на Червоношахтарском участке связаны с рудоконтролирующими структурами, представленными субмеридиональными трещинами скалывания, сопровождающимися сетью оперяющих трещин. Урановая минерализация приурочена в основном к участкам рудоконтролирующих структур, секущих окварцованные амфибол-магнетитовые роговики и сланцы, и редко проявлена среди милонитов по мигматитам. Структура Червоношахтарского участка в целом представляет собой ксенолит пород железорудной формации среди поля мигматитов.

Из околорудных изменений в зонах уранового оруденения отмечены карбонатизация, амфиболизация, хлоритизация, слабое ощелачивание пород, а также сульфидная минерализация.

Сульфидная минерализация наблюдается и вне зон уранового оруденения (рис. 4).

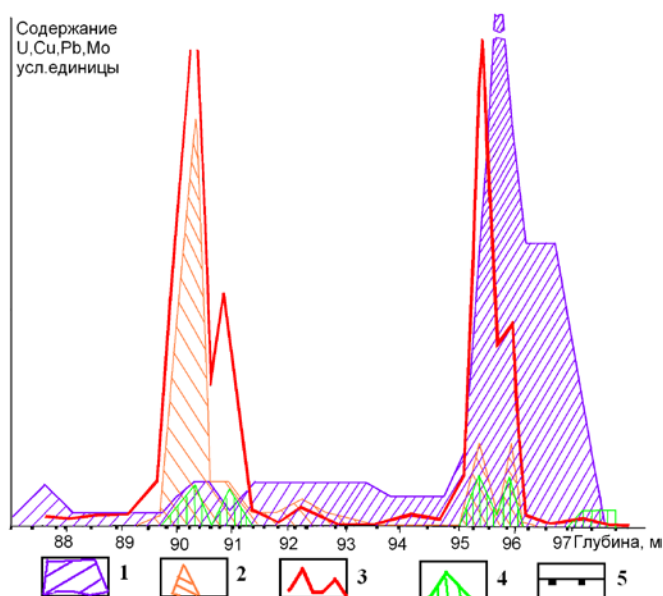
Результаты спектрального анализа геохимических проб, представленные в виде корреляционных диаграмм содержаний элементов-спутников урановорудного процесса указывают (рис. 5, 6), что в зонах уранового оруденения, помимо U, отмечено повышенное содержание Cu, Pb, Mo. Их распределение неравномерное, но, как правило, максимум содержания Pb находится в полной корреляции с максимальным содержанием U.

Содержание меди широко варьирует независимо от содержания урана. Однако бесспорным является установленное повышенное содержание меди для зон уранового оруденения (рис. 5, 6).



Ореолы рассеяния меди: 1 – содержание от 0,005 до 0,01 %; 2 - содержание от 0,01 до 0,05 %; 3 - содержание более 0,05 %; ореолы рассеяния свинца: 4 – содержание от 0,005 до 0,01 %; 5 - содержание от 0,01 до 0,05 %; 6 - содержание более 0,05 %; 7 - содержание менее 0,001 % (геохимический фон участка); 8 - зоны уранового оруденения

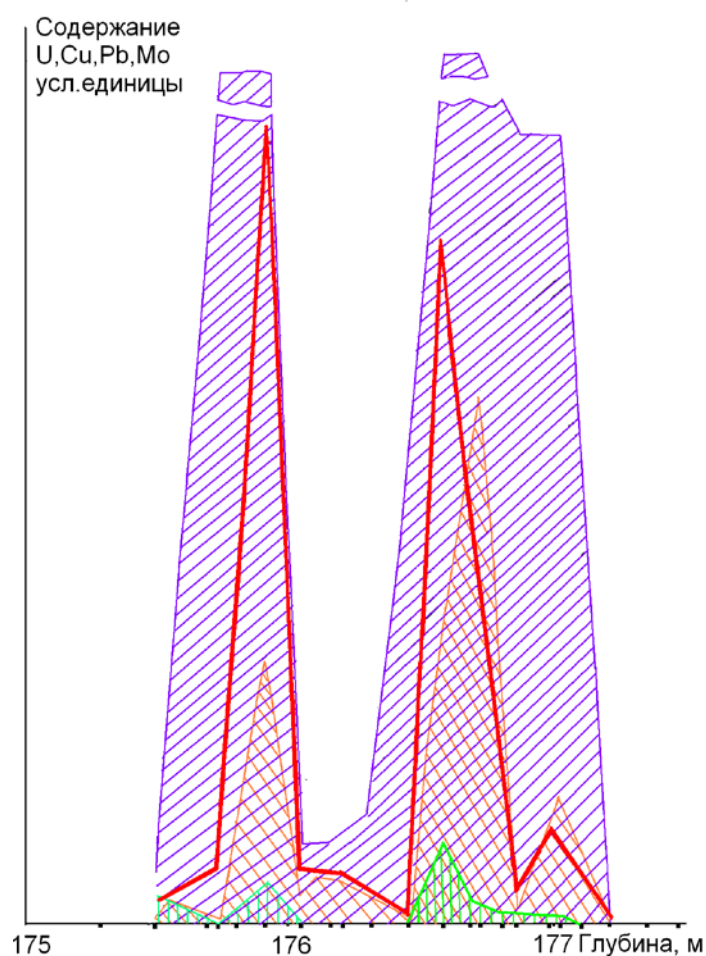
Рис. 4. Геохимический разрез по профилю I (участок Червоный Шахтарь, материалы КП «Кировгеология»)



Кривые: 1 – Cu, 2 – Pb, 3 – U, 4 – Mo; 5 – литохимические пробы

Рис. 5. Диаграммы корреляции содержаний элементов-спутников в урановорудной зоне 4 (Червоношахтарское рудопроявление) (по материалам КП «Кировгеология»)

Свинец в рудных телах находится в составе галенита. Галенит выполняет промежутки между агрегатами настурана, иногда встречается в виде самостоятельных жилок без видимой связи с настураном, но в непосредственной близости от него. Медь, свинец, молибден, висмут и иттрий с учетом минералогических характеристик урановорудных зон и результатов геохимических исследований находятся в парагенетической связи с ураном и их образование обусловлено единым урановорудным процессом (Н. П. Гречишников, КП «Кировгеология»).



Усл. обозначения см. рис. 5.

Рис. 6. Диаграммы корреляции содержаний элементов-спутников в урановорудной зоне 3 (Червоношахтарское рудопроявление) (по материалам КП «Кировгеология»)

Ореолы вокруг рудных тел образуют Cu, Pb и частично Mo. Наиболее широкий ореол рассеяния образует Cu.

Урановое оруденение Червоношахтарского рудопроявления распределено крайне неравномерно. Наблюдаются маломощные (0,2-0,5 м, редко 1 м) жилы, жилообразные тела, гнезда, линзы богатых руд с высоким содержанием сульфидов. [9]. По преобладающему компоненту руды делятся на урановые, медные и медно-урановые. Содержание меди колеблется от 0,1 %, в отдельных штуфах достигая 10-15 % [8]. По составу руды чаще относятся к сульфидно-уранинитовому типу [9].

Характерной особенностью геохимических аномалий Cu, Pb, Mo Червоношахтарского рудопроявления является то, что отсутствует их полное пространственное совмещение с урановой аномалией (см. рис. 5, 6). Это обусловлено полигенным и полихронным характером привноса этих элементов и их концентрации. Урановые руды сопровождаются дорудными, синрудными и пострудными продуктами гидротермальных метасоматических процессов. К дорудным относятся продукты магниезиального кальциевого и щелочного метасоматоза: скарны, эпидозиты, амфиболовые породы, биотит-амфиболовые альбититы и микроклиниты. К синрудным – сульфидная минерализация, гематитизация, образование самородного висмута, карбонатизация. Пострудными являются прожилковая минерализация кварца и карбоната. По данным Гречишникова Н. П. (КП «Кировгеология») на Червоношахтарском рудопроявлении процессы магниезиально-кальциевого метасоматоза (2,3 млрд. лет) сопровождались привносом Cr, Ni, U, Cu, Th, в меньшей мере Be. При формировании кварцевых пород по железистым кварцитам происходил заметный привнос U, Ba, Pb, Ni, Mo. Урановорудный процесс (2100±100 млн. лет (по А. И. Тугаринову [9])) сопровождался привносом помимо U, также Cu, Pb, Th, Bi и Ni. Медь, наряду с ураном, накапливалась как в продуктах магниезиально-кальциевого метасоматоза, так и в урановой руде с максимальной концентрацией в последней (Гречишников Н. П. КП «Кировгеология»). Такое сходство геохимической специализации продуктов полихронных гидротермальных метасоматических процессов в тесной структурной связи с Западно-

Ингулецкой разломной зоной мантийного проникновения с нашей точки зрения свидетельствует об общности транспортного канала переноса и последующего совместного осаждения рудных и устойчиво ассоциирующих с ними компонентов. Не исключено, что устойчивому полигенному и полихронному парагенезису уран-медь способствует Западно-Ингулецкий разлом, концентрирующий и способствующий транспортированию на верхние структурные этажи мантийных флюидных потоков полиметалльной медно-урановой специализации. В ходе разновременных тектоно-магматических активизаций одна и та же область мантии, аномально обогащенная определенными химическими элементами, может поставлять в верхние структурные этажи новые порции материала. Поэтому первичная неоднородность химического состава определенной области мантии вероятней всего находит отражение в специфике вышележащих уровней земной коры, в определенной их геохимической и металлогенической специализации. Начальным условием рудогенеза является активизация участка мантии, аномально обогащенной определенными химическими элементами, которая способствует зарождению рудоносных флюидов определенной металлогенической специализации и только впоследствии для возникновения крупных рудных концентраций на верхних структурных этажах земной коры начинают играть роль свойства вмещающей среды и наличие геохимических условий для рудоотложения. Исходя из этих позиций, устойчиво повторяющийся минеральный парагенезис рудных компонентов, в первую очередь, свидетельствует об общности их свойств, обуславливающих возможность мобилизации и транспортировки рудоносными флюидами с нижних структурных горизонтов.

Комплексное рассмотрение геофизических и петролого-геохимических индикаторов физических и геохимических неоднородностей мантии помогает понять, почему среди идентичных структурно-вещественных комплексов земной коры наряду с рудными объектами встречаются и безрудные [1]. Геохимическая специализация пород Западно-Ингулецкой минерагенической зоны в общих чертах позволяет предполагать металлогенические особенности подстилающего ее участка аномальной мантии, ко-

торые предопределяют состав мантийных флюидов, поднимающихся при тектоно-магматических активизациях по разломным зонам мантийного проникновения в верхние структурные горизонты с последующим перераспределением рудогенных компонентов, в первую очередь урана, а также меди в верхних горизонтах коры. Основным фактором, контролирующим урановое рудообразование в ЗИМЗ, является тектонический, связь рудообразующего процесса со структурно-вещественными комплексами пород района является сложной и неоднозначной и с учетом параметров распределения урана не дает оснований рассматривать определенный состав пород (в том числе, графитоносные гнейсы родионовской свиты) в качестве потенциального источника урана. Промышленные урановорудные объекты здесь отсутствуют. Исходя из данных глубинного строения ЗИМЗ, ее геохимической и металлогенической специализации, можно сделать предположение, что определяющую роль в отсутствии масштабных концентраций урана в ее пределах, вероятней всего, сыграла невысокая насыщенность ураном мантийных флюидов, что обусловлено физико-химическими особенностями участка мантии, соответствующего Западно-Ингулецкой минерагенической зоне, при высокой эффективности указанной зоны в качестве флюидопроводника. ЗИМЗ выделяется Гордиенко И. В. как локальный «холодный» блок земной коры с тепловым потоком менее 30 мВт/м^3 [10], что может свидетельствовать и об отсутствии необходимых для масштабного рудогенеза условий теплопереноса, которые также обеспечивает мантия. При сегодняшнем состоянии минерально-сырьевой базы урана Украины, существующей конъюнктуре рынка, степени специализированной изученности Западно-Ингулецкая минерагеническая зона может рассматриваться лишь как потенциальная в плане разработки выявленных и как мало-перспективная для поиска новых урановорудных объектов.

ВЫВОДЫ

1. В медно-урановых объектах различных регионов планеты отсутствует связь минерализации с определенными структурно-вещественными комплексами пород, при однозначной структурной связи процесса рудогенеза с глубинными разломными струк-

турами, что свидетельствует в пользу ювенильного источника меди и урана.

2. В устойчивом полихронном парагенезисе медь-уран в Западно-Ингулецкой минерагенической зоне, вероятнее всего, важную роль играет общность путей миграции этих рудных компонентов в астеносфере, затем в транспортных каналах, связанных с Западно-Ингулецкой разломной зоной мантийного проникновения и их практически совместное (близкое в геологическом масштабе времени) осаждение на геохимических барьерах в периоды рудообразования на коровом уровне. Косвенным аргументом в пользу этого являются: отчетливая структурная локализация концентраций уран-медь в зоне указанного глубинного разлома, региональная геохимическая и металлогеническая зональность парагенезиса уран-медь, в которой Западно-Ингулецкая разломная зона мантийного проникновения играет роль региональной рудоконтролирующей зоны, формирование многочисленных проявлений и рудопроявлений минерализации уранового и медно-уранового типа, сконцентрированных в разнородных породах.

СПИСОК ССЫЛОК

1. Абрамович И. И. Металлогения. – М.: ГЕОКАРТ-ГЕОС, 2010. – 328 с.
2. Калашник А. А. Связь уранового рудообразования и проявлений щелочно-ультраосновного магматизма в пределах Лелековского и Мичуринского урановорудных полей Кировоградского блока УЩ // Мін. ресурси України, 2009. – № 4. – С. 18 - 21.
3. Калашник А.А. Геолого-структурные особенности проявления эндогенного уранового оруденения в Западном Приазовье и Орехово-Павлоградской минерагенической зоне Украинского щита Статья 1. Геолого-структурная связь урановорудных объектов с разломными структурами, массивами щелочных пород и карбонатитов в районе исследований // Зб. наук. праць УкрДГРІ, 2011. - № 2. – С. 56 - 72.
4. Зарубежные месторождения урана / Н. П. Лаверов, А. О. Смилкстын, М. В. Шумилин. – М.: Недра, 1983. – 320 с.

5. Чекунов А.В. Структура земной коры и тектоника юга Европейской части СССР. – К.: Наук. думка, 1972. – 176 с.
6. Алмазоносные формации и структуры юго-западной окраины Восточно-Европейской платформы / Г. М. Яценко, Д. С. Гурский, Е. М. Сливко и др. – К.: УкрГГРИ, 2002. – 331 с.
7. Ярощук М.А., Вайло А.В. Процессы тектоно-магматической активизации Ингулецко-Криворожской зоны Украинского щита и возможная связь с ними уран-полиметаллического оруденения/ Матер. конф. «Щелочной магматизм Земли и его рудоносность», Донецк, 2007. – С. 156 – 16.1
8. Уранові руди України / Г. В. Лисиченко, Ю. П. Мельник, О. Ю. Лисенко, Т. В. Дудар, Н. В. Нікітіна. – К.: Наук. думка, 2010. – 221 с.
9. Генетические типы и закономерности размещения урановых месторождений Украины / Я. Н. Белевцев, В. Б. Коваль, А. Х. Бакаржиев и др. – К.: Наук. думка. - 1995. – 376 с.
10. Гордиенко И. В. Интерпретация Кировоградской аномалии теплового потока // Геофиз. журн., 2000. - № 3. – С. 82 - 89.