

УДК 550.93

О.Б. Бобров<sup>1</sup>, Л.М. Степанюк<sup>2</sup>, І.С. Паранько<sup>3</sup>,  
О.М. Пономаренко<sup>2</sup>, Л.В. Шумлянський<sup>2</sup>, Б. Дьюйм<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Український державний геологорозвідувальний інститут  
М-ва екології та природних ресурсів  
04114, м. Київ, Україна, вул. Автозаводська, 78

<sup>2</sup> Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення  
ім. М.П. Семененка НАН України  
03680, м. Київ-142, Україна, пр. Акад. Палладіна, 34  
E-mail: stepanyuk@igmof.gov.ua

<sup>3</sup> Криворізький державний педагогічний університет  
50086, м. Кривий Ріг, Україна, пр. Гагаріна, 54

<sup>4</sup> Бристольський університет, м. Бристоль, Великобританія

## ГЕНЕЗИС ТА ВІК ЦИРКОНУ ІЗ “ЛАТІВСЬКОГО” ГОРИЗОНТУ КРИВОРІЗЬКОЇ СЕРІЇ УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА

З використанням методів оптичної та електронної мікроскопії вивчено морфологію та анатомію кристалів циркону із кварцитів “латівського” горизонту Криворіжжя. Встановлено, що циркони представлені декількома типами кристалів, різною мірою заокруглених внаслідок механічної абразії та регенерованих в ході прояву процесів структурно-метаморфічного перетворення первинних пісковиків. За допомогою методу мас-спектрометрії індуктивно-пов’язаної плазми з лазерною абляцією вивчено уран-свинцеві ізотопні системи кристалів кластогенного циркону. Встановлено, що серед кластогенних цирконів присутні лише кристали, сформовані у віковому інтервалі 3,0–3,2 млрд рр. (за співвідношенням  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ ), що відповідає часу формування порід граніт-зеленокам’яної асоціації (конкська серія та гранітоїди сурського комплексу) і граніт-гнейсового комплексу (аульська серія та гранітоїди дніпропетровського комплексу) Середнього Придніпров’я, та відсутні циркони з ядрами, молодшими за 3,0 млрд рр. Це дозволяє припустити, що анорогенні гранітоїди токівського, демуринського та мокромосковського комплексів не були джерелом кластогенного матеріалу для метаосадків латівського горизонту через те, що не були на той час виведеними на денну поверхню або взагалі ще не були сформованими.

**Вступ.** Криворізька структура — один із найцікавіших геологічних об’єктів не тільки Криворізького залізорудного басейну (Кривбасу), де їй належить центральне місце, але й усього Українського щита (УЩ). В її надрах локалізовані унікальні запаси залізних руд різних геолого-промислових типів. Своєрідна багаторівнева будова Криворізької структури зумовлена історією геологічного розвитку Середньопридніпровського мегаблоку, яка відображає низку важливих етапів формування УЩ. Знаковою є позиція структури в регіоні:

вона приурочена до межі двох різновікових блоків — Інгульського, складеного метаморфічними вулканогенно-осадковими та гранітоїдними утвореннями гранітоїдно-метатеригенного структурно-формаційного комплексу [3–5, 7, 9–16, 18–21] і Середньопридніпровського, представленого тоналіт-зеленокам’яним структурно-формаційним комплексом, у складі якого вирізняються ультраметаморфізовані утворення суперкрупної аульської серії, зеленокам’яні породні комплекси та різновікові гранітоїдні комплекси, що їх інтродують.

Криворізька структура складена чотирма просторово суміщеними в її межах різновіковими породними комплексами, розділеними перервами (знизу вгору, рис. 1): метавулка-

© О.Б. БОБРОВ, Л.М. СТЕПАНЮК,  
І.С. ПАРАНЬКО, О.М. ПОНОМАРЕНКО,  
Л.В. ШУМЛЯНСЬКИЙ, Б. ДЬЮЙМ, 2011

ногенно-осадовим, метатеригенно-залізистим, карбонатно-вуглецево-метатеригенним та метатеригенним [7, 14, 15].

У контексті даної роботи нас особливо цікавить метавулканогенно-осадовий комплекс, що стратиграфічно відповідає конкській серії верхнього архею. Порооди комплексу залягають в основі розрізу Криворізької структури та картується вздовж східного її борту, а також складають Східно-Ганнівську смугу в Північному районі Кривбасу. На півдні, а також уздовж так званого Саксаганського простягання і в основі східно-ганнівського розрізу комплекс представлений утвореннями метадацит-андезит-толеїтової формації, що об'єднуються у складі нижньої частини новокриворізької світи [18, 20, 21].

Для неї характерна асоціація амфіболітів, біотит-амфіболових, хлорит-біотит-амфіболових, біотит-амфібол-плагіоклазових і біотит-кварц-амфіболових сланців, які є метаморфізованими аналогами толеїтів, андезитів і дацитів. Менше поширені метаосадові утворення так званого латівського горизонту — слюдисті кварцити, кварцито-пісковики та сланці кварц-біотитового, кварц-польовошпат-біотитового складу з характерними бластопсамітовими структурами, що тяжіють до основи розрізу.

Загалом, у розрізі цієї частини новокриворізької світи переважають метатоліти — до 60 % об'єму, метаандезити складають близько 25 % розрізу, метадацити — до 15 %. Потужність формації за простяганням структури суттєво змінюється від 300—600 м у південній і центральній частинах структури до 800 м на півночі.

У межах Східно-Ганнівської смуги на породах нижньої частини новокриворізької світи (метадацит-андезит-толеїтової формації) згідно залягає метакоматіт-джеспіліт-толеїтова формація, складена асоціацією актинолітових, тремолітових з карбонатом і тальком сланців (метакоматіти), амфіболітів, плагіоклаз-амфіболових, амфіболових, амфібол-хлоритових сланців (метатоліти та метаандезити), а також залізистих кварцитів і сланців амфібол-магнетитового, карбонат-магнетит-кумінгтонітового складу. Зустрічаються також мусковітові кварцити і слюдисті (мусковіт- і біотит-серицитові, мусковіт-біотитові) сланці. Потужність формації становить 300—400 м.

Порооди комплексу метаморфізовані в умовах епідот-амфіболітової (південна частина структури і Східно-Ганнівська смуга) та зеле-

носланцевої (Саксаганський район) фацій регіонального метаморфізму.

Отже, складний генералізований розріз Криворізької структури сформований протягом різних тектоно-седиментаційних етапів. Наші дослідження присвячені нижній частині цього розрізу, представленій новокриворізькою світою, а також співвідношенню так званого латівського (базального) горизонту зазначеної світи з гранітоїдами облямування та встановленню коректного радіологічного віку цих утворень.

Метаосадові утворення "латівського" горизонту з ініціативи О.Д. Додатко [6] тривалий час вважали метаморфізованою корою вивітрювання "саксаганських" гранітоїдів, що наразі об'єднуються у складі однойменного саксаганського комплексу. Втім більшість дослідників обстоює погляди щодо утворення латівського горизонту як базальної за своїм характером метаосадової пачки, яка залягає в основі розрізу новокриворізької серії. У роботах В.В. Покалюка та Є.О. Куліша [10, 11, 16] неодноразово стверджується, що латівський горизонт через специфіку своєї стратиграфічної позиції й особливості речовинного складу слід вилучити з розрізу останньої та виділити як самостійну світу в розрізі криворізької серії.

Втім аналіз розрізів різних частин Криворізької структури, що наводять вказані автори, свідчить, що просторово індивідуалізованого суттєво метаосадового розрізу латівського горизонту в природі не існує. Латівський горизонт у чисто кварцитовому вигляді виокремлюється лише на деяких ділянках. Наприклад, у відслоненні на правому березі р. Інгулець між селами Стародобровільське та Новолатівка (рис. 1, 2). Ці ділянки є опорними для вивчення та датування порід, що входять до його складу.

На більшій частині розповсюдження уздовж зазначеного ареалу, за даними ретельної документації відповідних розрізів, латівський горизонт насправді має вигляд тісного перешарування метабазитів з різноманітними метаосадовими породами типу слюдистих кварцитів та кварцито-пісковиків (рис. 3, 4). Лише подекуди в окремих перетинах спостережені монотонні частини розрізу, представлені кварцитами і супровідними метаосадовими утвореннями. Таким чином, якщо викладене є справедливим, то латівський горизонт набуває статусу якщо не відокремленого просто-

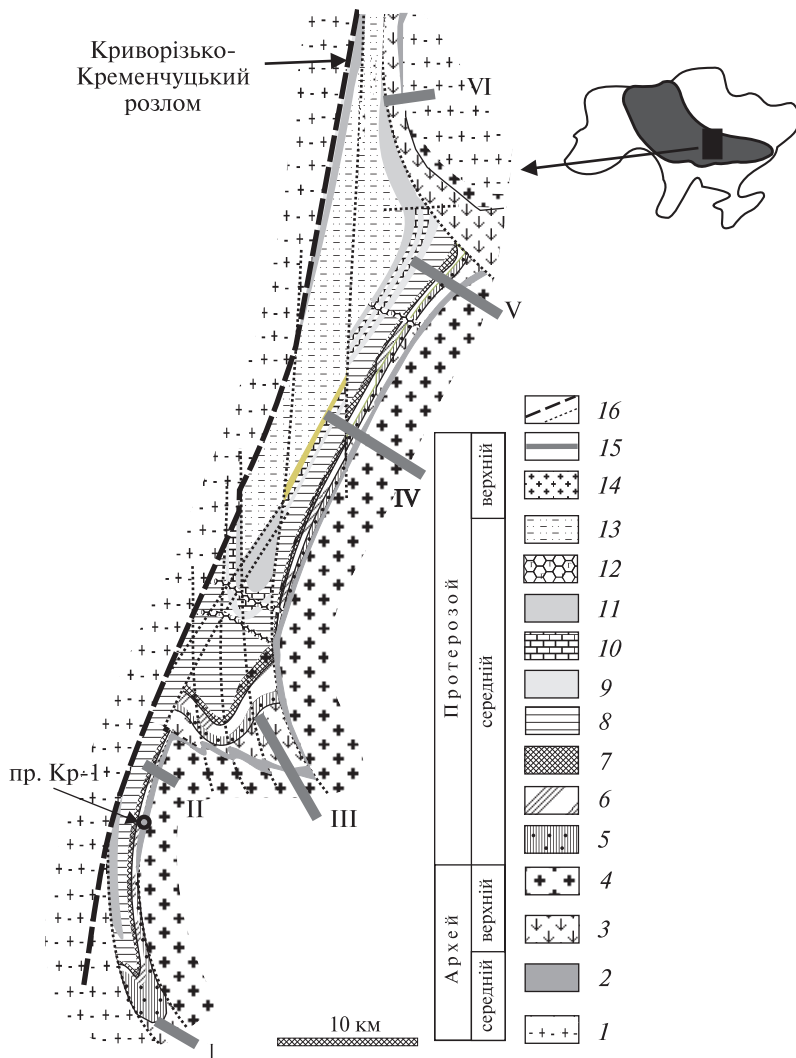


Рис. 1. Геолого-формаційна схема будови Криворізької структури за [21] зі змінами авторів статті: 1 — гнейсо-граніт-плагіогранітова формація (дніпропетровський гранітоїдний комплекс); 2, 3 — метавулканогенно-осадовий комплекс (2 — латівський горизонт, 3 — метадацит-андезит-толейтова і метакоматіт-джеспіліт-толейтова формація (не поділена)); 4 — плагіограніт-тоналітова формація (саксаганський гранітоїдний комплекс); 5–8 — метатеригенно-залізистий комплекс (5 — метаконгломерат-сланцева формація, 6 — метаконгломерат-пісково-сланцева формація, 7 — метакоматіт-сланцева формація, 8 — джеспілітова кременисто-сланцева формація); 9–11 — карбонатно-вуглецево-метатеригенний комплекс (9 — залізисто-сланцева формація, 10 — карбонатно-вуглецево-сланцева формація, 11 — сланцево-метасанд-метасандова формація); 12 — формація дайкових діабазів; 13 — метатеригенний комплекс (моласоїдна метаконгломератова та метасанд-сланцева формація); 14 — апліт-пегматоїдна формація; 15 — *профілі свердловин* (цифри на рисунку): 1 — Інгулецький (замикання Лихманівської синкліналі), 2 — Рахманівський (Латівський), 3 — ділянки Основної синкліналі, 4 — Центрально-Саксаганський (ділянка К. Лібкнехта), 5 — Первомайський (Північно-Саксаганський), 6 — Ганнівський; 16 — головні та другорядні розломи

Fig. 1. Geologic-formational scheme of Kryvyi Rig structure after [21] with some modifications from the authors of the article: 1 — gneiss-granite-plagiogranite formation (Dnipropetrovsk granitoid complex); 2, 3 — metavolcanogenic-sedimentary complex (2 — Lativka horizon, 3 — metadacite-andesite-tholeiitic and metacomatiite-jaspilite-tholeiitic (undivided)); 4 — plagiogranite-tonalite formation (Saksagan granitoid complex); 5–8 — metaterrigeno-iron complex (5 — metaconglomerate-schistous formation, 6 — metaconglomerate-sand-schistous formation, 7 — metacomatiite formation, 8 — jaspilite siliceous-schistous formation); 9–11 — carbonate-hydrocarbon-metaterrigenous complex (9 — iron-schistous formation, 10 — carbonate-hydrocarbon-schistous formation, 11 — schist-metasand formation); 12 — formation of dike diabases; 13 — metaterrigenous complex (molassoid metaconglomerate and metasand-schistous formation); 14 — aplite-pegmatoid formation; 15 — *borehole profiles* (numbers on Figure): 1 — Inguletsk (closure of Lihmanivka syncline), 2 — Rakhmanivka (Lativka), 3 — of site of Basic syncline, 4 — Central-Saksagan (K. Liebknecht site), 5 — Pervomayske (North Saksagan profile), 6 — Annivka profile; 16 — main and secondary faults

рово і речовинно геологічного тіла, то нижньої частини розрізу новокриворізької світи, де встановлено суттєве накопичення метаосадових (слюдиисто-кварцитових, кварцито-пісковикових, пісковикових) утворень.

Цей "горизонт" у напрямку з півдня на північ хоч має змінні потужність та повноту локальних розрізів, але стабільно стійку геологічну позицію в основі генералізованого розрізу новокриворізької світи. Так він просте-

жується від перетину Інгулецького профілю (на крайньому півдні Криворізької структури, рис. 1), через Рахманівський (Латівський) профіль св. № 20631 та 20630 (на ділянці, що приликає до Основної синкліналі), через цю синкліналь у перетині однойменного профілю св. № 17980, через перетин Центрально-Саксаганського профілю на ділянці рудника К. Лібкнехта у св. № 18453 та 18454, до перетину Північно-Саксаганського (Первомайсь-

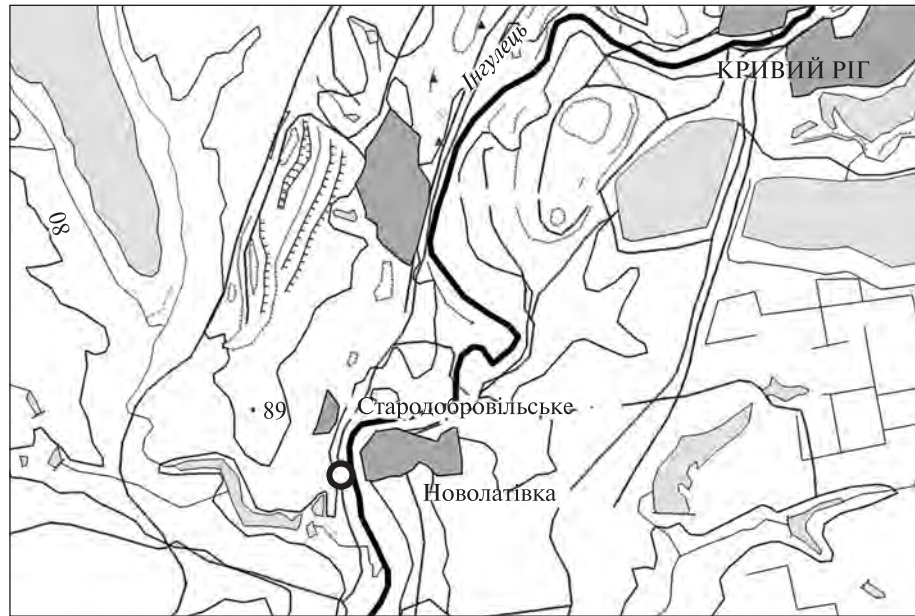


Рис. 2. Розташування точки відбору проби кварцитів на радіологічний вік порід латівського горизонту на топоосемі (чорний кружок)

Fig. 2. Location of sample of quartzites, collected for radiological dating from Lativka horizon, on topographic scheme (black circle)



Рис. 3. Відслонення кварцитів латівського горизонту, пр. Кр-1, правий борт долини р. Інгулець, східніше с. Стародобровільське

Fig. 3. Outcrop of quartzites of Lativka horizon, sample Кр-1, right side of valley of the river Ingulets, to the east of Starodobrovolsk village

кого) профілю в св. № 16880—16885 та 17518 включно.

Найбільш відомим і типовим є розріз "латівського" горизонту в природних відслоненнях, локалізований між ділянкою замикання Лихманівської синкліналі та Латівським (Рахманівським) профілем (рис. 1, 2).

Саме у такому розрізі з природних відслонень на правому березі р. Інгулець в її звивині, опуклістю оберненій на захід, між селами Стародобровільське та Новолатівка ми відібрали проби для радіологічного визначення віку кварцитів як одного з найбільш представницьких породних різновидів латівського горизонту.

Стосовно наявних даних з проблеми датування порід горизонту зокрема та розрізу кри-

ворізької серії взагалі слід зазначити, що на даний час криворізька серія в кореляційній хроностратиграфічній схемі віднесена до палеопротерозою [9], але нещодавно з'явилися радіогеохронологічні дані, що свідчать про неоархейський вік, принаймні, новокриворізької світи [2].

**Об'єкти і методи дослідження.** Для вирішення проблеми генезису та віку цирконів у кварцитах латівського горизонту та уточнення нижньої вікової межі криворізької серії нами за допомогою методу мас-спектрометрії індуктивно-пов'язаної плазми з лазерною абляцією (LAM ICP MS) вивчено уран-свинцеві ізотопні системи кластогенних ядер у кристалах циркону із кварцитів. Для цього була відібрана геохронологічна проба Кр-1 у скельних вихо-

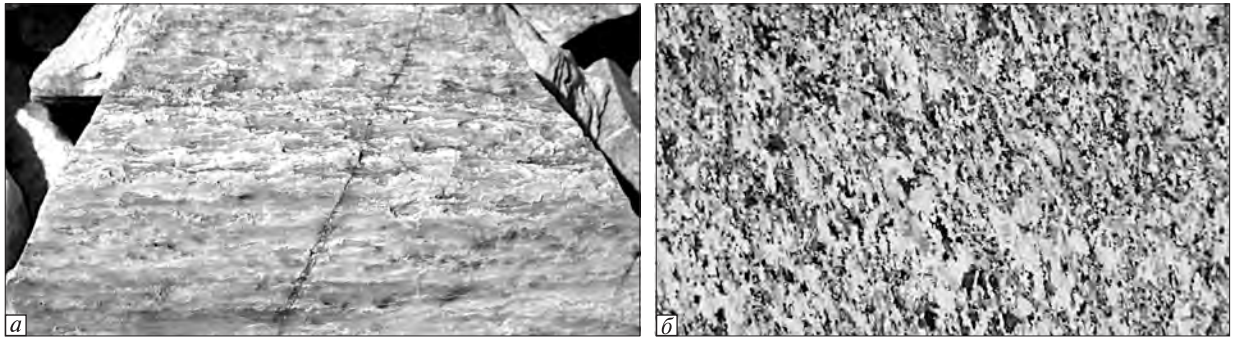


Рис. 4. Макро- (а) та мікрофотографії (б) кварциту, пр. Кр-1, поляризаційний мікроскоп, що просвічує, ніколи +, зб. 10

Fig. 4. Macro- (a) and microphotos (b) of quartzite, sample Kp-1, transmission polarising microscope, nicoles +,  $\times 10$

дах правого борту долини р. Інгулець, східніше с. Стародобровільське (рис. 1–3) об'єкт П-2 в північнику [15]. У точці пробовідбору спостерігається перешарування слюдистих кварцитів (з піщинками кварцу різної величини) та сланців кварц-серицитових (метапісковиків).

Об'єкт датування — слюдисті кварцити — представлені різновидами світло-сірого, білого та біло-сірого кольору з уламковим кварцом різних гранулометричних класів, які перешаровуються в розрізі (рис. 3, 4, а) з різноманітними кварц-серицитовими сланцями з різного розміру кластогенним кварцом по металевоолітах, метапісковиках (рис. 3, б, 4, а). І.С. Паранько зі співавторами [15] за текстурно-структурними ознаками серед кварцитів виділяють дрібно-, середньо- та крупнозернисті відміни.

Основними мінералами кварциту проби Кр-1 є кварц (близько 90 %), серицит і хлорит (майже 10 %), вміст каолінізованих польових шпатів менше 1 %. Із акцесорних мінералів трапляються циркон, ільменіт, сфен.

Структура кварцитів мікрогранобластова зубчаста, подеколи мікролепідогранобластова та мікролепідобластова, а в зонках інтенсивних деформацій — бластомілонітова. Видимий у шліфах кут між напрямом основної сланцюватості та зонками бластомілонітизації складає близько  $30^\circ$  (рис. 4).

**Результати дослідження та їх обговорення.** Кристали циркону із кварциту представлені кількома типами. Найбільш поширені коричнево-, бурувато-сірі напівпрозорі зерна призматичного та короткопризматичного габітусу з заокругленими контурами та добре проявленою за значного збільшення (рис. 5, а–е), дрібноямчастою (абразивного походження) по-

верхню вершинок та реберних ділянок. Округлі різновиди зерен мають сліди акумулятивної механічної абразії по всій поверхні кристалів (рис. 5, з–е).

Менш поширені світло-рожеві прозорі кристали. Більшості з них властиві заокруглені контури та дрібноямчата поверхня зі штрихами та борознами. Слід зазначити, що поверхня таких кристалів дещо відрізняється від поверхні зі слідами абразії цирконів, яких не торкнулись структурно-метаморфічні перетворення (як от цирконів із алювію сучасних водотоків). Ця різниця, на наш погляд, обумовлена процесами регенерації кристалів і наростанням зовнішніх оболонок внаслідок структурно-метаморфічних перетворень, яких зазнали вихідні пісковики у процесі перетворення на кварцити. На абразивну природу такої поверхні кристалів вказують і заокруглені механічні злами кристалів (рис. 5, д).

Отже, можна констатувати, що більшість кристалів цирконів має ознаки регенерації (доростання) різної інтенсивності, що діагностується у зламах під бінокуляром. Поверхня кристалів, що зазнали інтенсивної регенерації (присутні добре видимі оболонки), є гладенькою, достатньо розвинуті їхні грані, але вершинки і деякі ребра лишаються заокругленими (рис. 5, е–к).

У результаті дослідження зрізів кристалів циркону із кварциту встановлено, що багато кристалів характеризуються складною будовою, обумовленою наростанням на ядра тонких оболонок. Серед виявлених ядер можна виділити декілька морфологічних типів (рис. 6). Найбільше поширені ядра з грубою концентричною зональністю (рис. 6, а–г, е, і), характерною для кристалів циркону із гранітоїдів сурського та саксаганського комплексів. За-

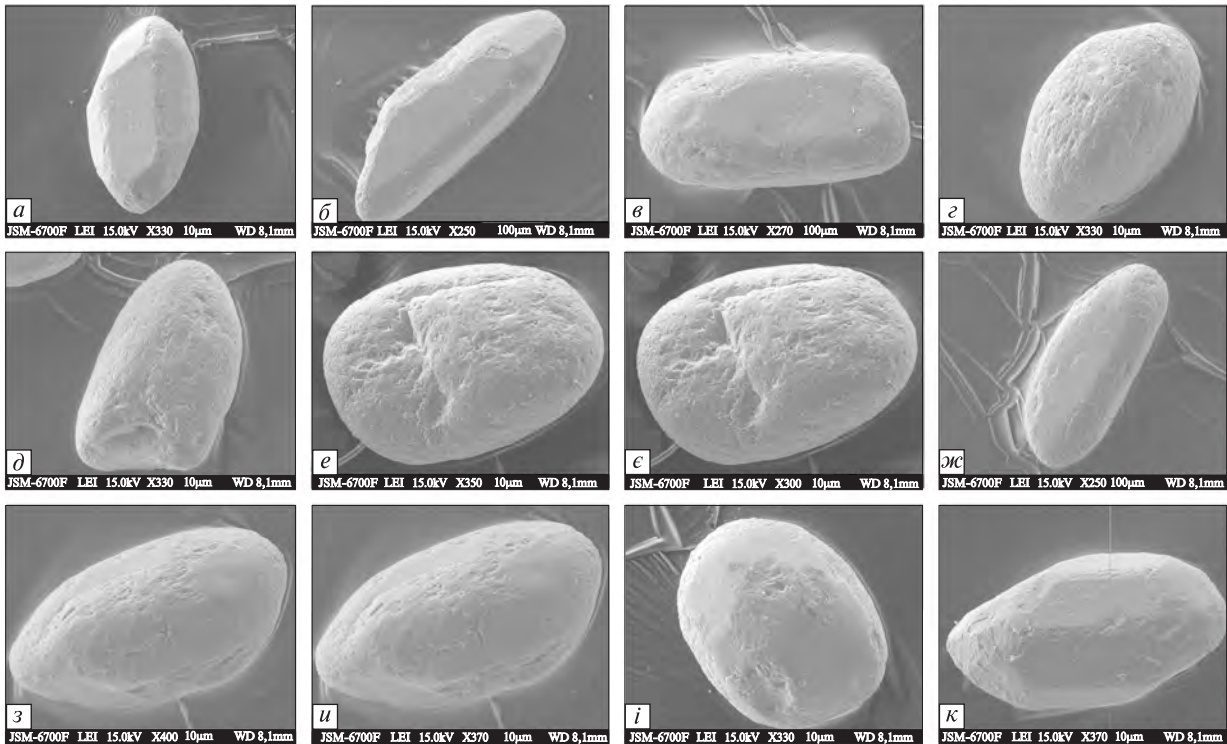


Рис. 5. Мікрофотографії поверхні кристалів циркону із кварциту латівського горизонту (пр. Кр-1): а–е — кристали з різним ступенем механічного стирання (ступінь абразії зростає від кристала а до кристала е), майже не регеновані з добре видимими слідами механічної абразії; е, ж — слабо регеновані кристали; з–к — регеновані кристали зі слідами "пошарового" доростання. Зображення в растровому електронному мікроскопі JSM 6700F, центр колективного користування ІГМР ім. М.П. Семененка НАН України, аналітик Ю.О. Литвиненко

Fig. 5. Microphotos of surface of zircon crystals from quartzite of Lativka horizon (sample Kp-1): а–е — crystals with different degree of mechanical abrasion (abrasion degree increases from crystal а to crystal е), nearly non-regenerated crystals with clearly distinguished traces of mechanical abrasion; е, ж — slightly regenerated crystals; з–к — regenerated crystals with traces of "layer-by-layer" growth. Image by scanning microscope JSM 6700F, Center of multiple access application of M.P. Semenenko IGMOF of NAS of Ukraine, analyst Yu.O. Lytvynenko

звичай вони мають правильні кристаломорфологічні контури, хоча у багатьох з них спостерігається незначне заокруглення вершинок (рис. 6, а–в), зрідка — зрізання смужок зональності (рис. 6, г), поодинокими є інші типи ядер (рис. 6, е).

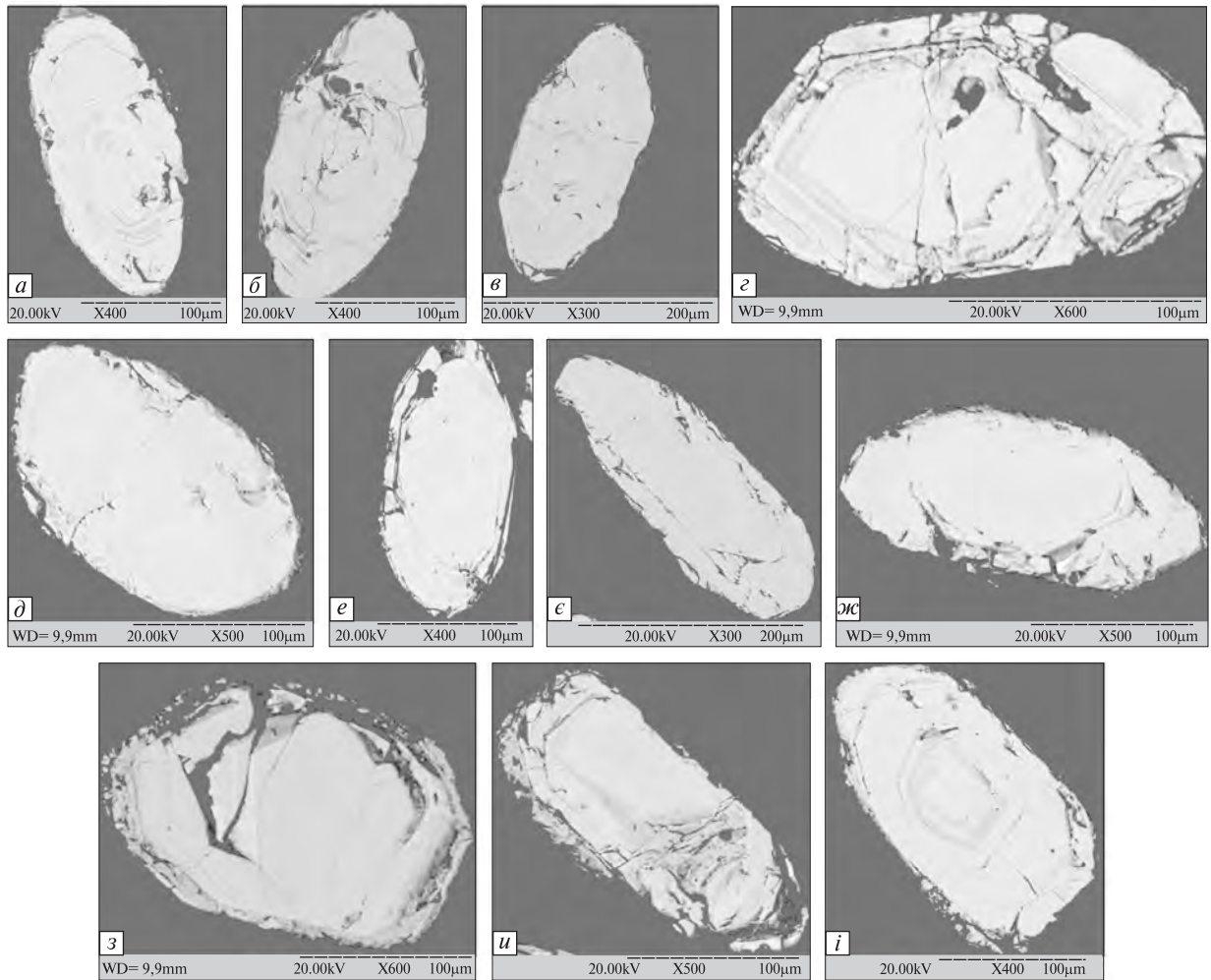
Наростання пізнішого циркону незначні. Товщина оболонок, як правило, становить декілька відсотків від розміру кристала, досить поширеними є неповні обростання, найчастіше на голівках та ребрах зерен (рис. 6, з–і).

Таким чином, форма та характер поверхні кристалів циркону в кварцитах латівського горизонту свідчать про первинно-осадову природу досліджених кварцитів. Абразивні процеси з різною інтенсивністю позначились на кристалах. Виявлено зерна циркону від слабо (рис. 5, а, б) до сильно обточених (рис. 5, г–е). Це дозволяє припустити, що кластогенний матеріал надходив з кількох джерел, різновіда-

лених від басейну седиментації. Слабо обточені кристали (рис. 5, а, б), очевидно, транспортувалися коротший час, ніж сильно пошкоджені (рис. 5, г–е). Про існування декількох джерел кластогенного матеріалу, вірогідно, свідчить наявність у кварцитах кластогенного циркону різних типів (рис. 6).

Результати вивчення уран-свинцевої ізотопної системи кластогенних ядер у кристалах циркону із кварциту за методом LAM ICP MS наведено у таблиці, ділянки, в яких виконано аналіз кристалів, вказані на рис. 7. З цього матеріалу видно, що вік ядер (за співвідношенням  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ ) коливається у віковому інтервалі 2998–3219 млн рр.

Варто зауважити, що серед вивчених нами кластогенних ядер цирконів не було молодших за 3,0 млрд рр., тобто гранітоїди токівського, мокромосковського та демуринаського комплексів не були джерелом кластогенного



**Рис. 6.** Мікрофотографії зрізів кристалів циркону із кварциту латівського горизонту (пр. Кр-1): *a–z, e, i* — кристали з "магматичною" зональністю, в їх ограненні беруть участь (в усякому разі зовнішніх зон росту) грані гострої біпіраміди, за винятком *z* та *i*, в яких присутні лише грані тупої біпіраміди; *d, e–u* — неясно зональні та азональні кристали; *z–i* — кристали, що зазнали помітної регенерації. Зображення в растровому електронному мікроскопі REM-106 И, лабораторія прецизійних аналітичних досліджень УкрДГРІ, аналітик А.О. Білоус

**Fig. 6.** Microphotos of sections of zircon crystals from quartzite of Lativka horizon (sample Kp-1): *a–z, e, i* — crystals with "magmatic" zonation, with crystal faceted (at least outer zones of growth) by sharp bipyramid, with an exception of *z* and *i* which show only the presence of faces of obtuse (truncated) bipyramid; *d, e–u* — unclearly zoned and azonal crystals; *z–i* — crystals which experienced distinct (visible) regeneration. Image by scanning microscope REM-106 И, Laboratory of precision analytical investigations of UkrSGRI, analyst A.O. Bilous

матеріалу для кварцитів латівського горизонту (бо ще, можливо, не були сформовані або не були на той час виведені на денну поверхню).

Таким чином, отримані ізотопні дати для кластогенного циркону із кварциту латівського горизонту є задовільною нижньою віковою межею формування латівського горизонту *i*, отже, — всієї криворізької серії\*.

\* У доступному здоровому глузду обсязі від новокриворізької до саксаганської світи, оскільки верхні частини її розрізу давно слід відносити до молодших стратиграфічних підрозділів.

**Висновки.** Викладені у цій статті результати визначення радіологічного віку слюдястих кварцитів латівського горизонту, а також проведений аналіз позиції, складу та внутрішньої його будови дозволили не тільки отримати нові конкретні факти з зазначених питань, але й виявити низку додаткових, що обов'язково потребують обговорення та вирішення. Наведемо найважливіші з них.

1. *Як співвідносяться метаосадові утворення латівського горизонту з саксаганськими плагіогранітоїдами, поширеними в облямуванні Криворізької структури (Саксаганський масив)?*

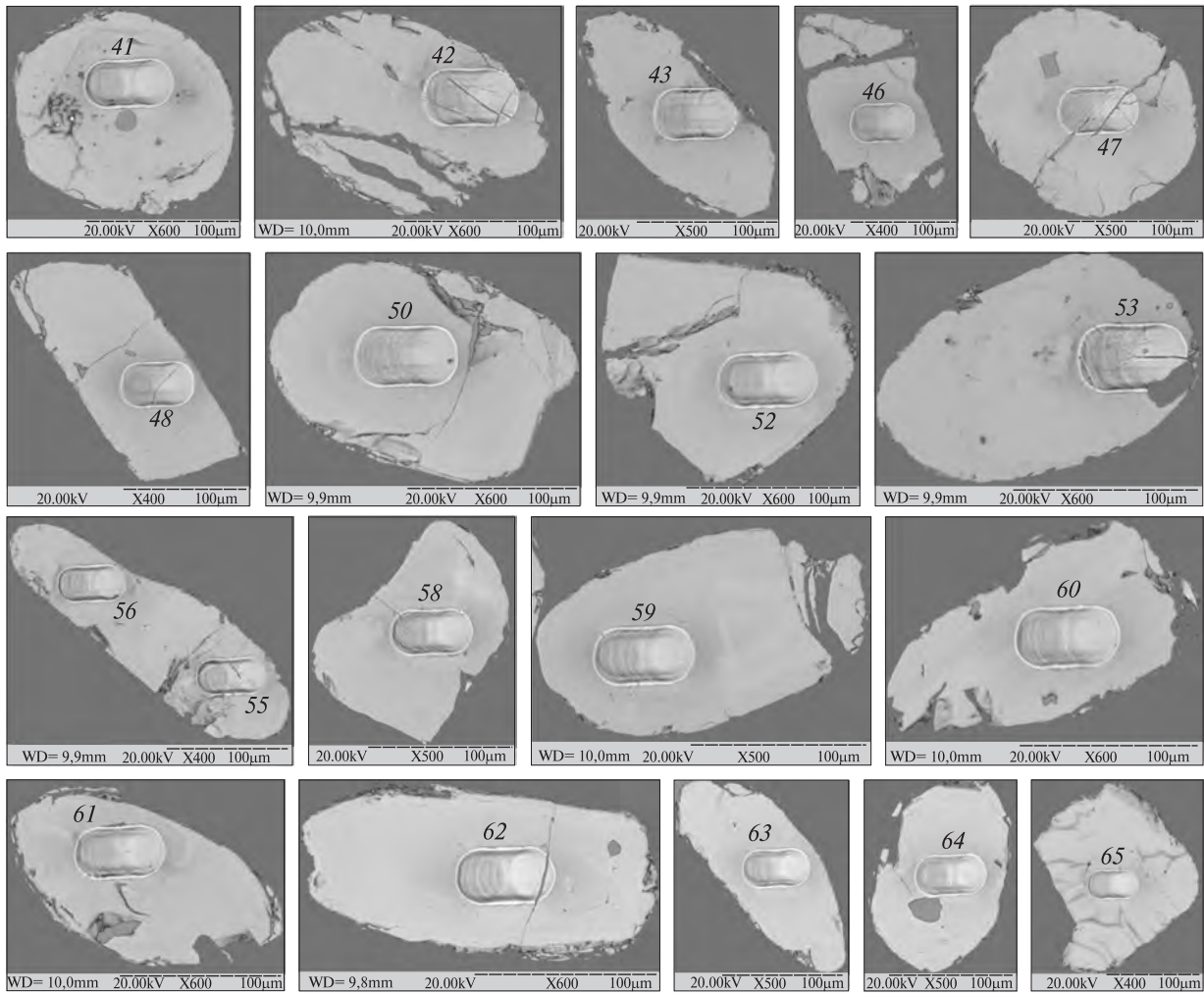


Рис. 7. Мікрофотографії зрізів кристалів циркону із кварциту латівського горизонту, Ділянки кристалів, в яких вивчалась уран-свинцева ізотопна система, позначені цифрами біля них (41–65), що відповідають номерам в таблиці. Електронний мікроскоп РЕМ-106 І, режим *BSE*, аналітик А.О. Білоус

Fig. 7. Microphotos of sections of zircon crystals from quartzite of Lativka horizon. Sites of crystals, in which uranium-lead isotopic system was studied, are marked by numbers near to them (41–65). The numbers correspond to numbers in Table. Scanning microscope REM-106 I, mode *BSE*, analyst A.O. Bilous

Слід констатувати, що для визначення співвідношення між метаосадовими утвореннями латівського горизонту та породами фундаменту потрібний новий фактичний матеріал. Досі, на жаль, достовірно не встановлено, з гранітоїдами якого типу контактує новокриворізька світа як базальне геологічне утворення криворізької серії, що паралелізується з сурською світою конкської серії — з дніпропетровським чи сурським (в цьому районі наразі поки що саксаганським) комплексами. Наявні суперечливі свідчення з цього приводу — це переважно усні повідомлення, не підкріплені жодними доказами опублікованого (монографії, статті) або архівного (виробничі та тематичні звіти) характеру. Чинне наповне-

ння саксаганського комплексу різними інтрузивними плагіогранітоїдами, мігматитами та плагіограніто-гнейсами є геологічним нонсенсом і потребує вичленування різних за геосторичним положенням гранітоїдних утворень у відповідні вже виділені комплекси. Наслідком такого переміщення компонентів комплексу до належних наявних підрозділів буде, скоріше за все, ліквідація саксаганського комплексу як утворення, що об'єднує зараз гранітоїди різних тектоно-магматичних циклів.

## 2. Чим є латівський горизонт?

Потрібно чітко визначити, що собою являє латівський горизонт як геологічне тіло, наскільки він є однорідним та просторово виокремленим метаосадовим утворенням в основі роз-



**Результати уран-свинцевого ізотопного датування кластогенних ядер у цирконах із кварциту латівського горизонту, пр. Кр-1**

**The results of uranium-lead isotopic dating of clastogenic cores of zircon from quartzites of Lativka horizon, sample Kp-1**

Номер аналізу	Вміст, ppm			Ізотопні співвідношення					Вік, млн рр.					Дискордантність, %	
				виміряні		розраховані			Вік, млн рр.						
	U	Th	Pb	Th/U	<sup>204</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb	<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U	1σ	<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U	1σ	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb		1σ
41	239	205	165	0,86	0,000001	18,417	0,5720	0,2335	2916	33	3012	18	3076	18	5
42	130	84	91	0,65	0,000048	19,904	0,5798	0,2490	2948	33	3087	18	3178	18	8
43	140	100	105	0,71	0,000240	20,938	0,6176	0,2459	3101	35	3136	18	3158	18	2
46	12	9	9	0,74	0,000429	17,914	0,5708	0,2276	2911	35	2985	19	3035	21	4
47	156	764	96	4,89	0,000733	16,003	0,4908	0,2365	2574	30	2877	18	3096	18	20
48	56	39	44	0,70	0,001068	19,864	0,6477	0,2224	3219	36	3085	18	2998	19	-7
50	45	43	36	0,95	0,000939	21,765	0,6360	0,2482	3173	36	3173	18	3173	19	0
52	92	37	69	0,41	0,000072	21,049	0,6266	0,2436	3136	58	3141	26	3144	21	0
53	93	41	67	0,44	0,000088	19,617	0,6037	0,2357	3045	57	3073	26	3091	21	2
56	66	76	49	1,16	0,000946	19,242	0,6030	0,2314	3042	57	3054	26	3062	21	1
58	209	88	147	0,42	0,000092	19,290	0,6005	0,2330	3032	57	3056	26	3073	21	1
59	86	18	61	0,21	0,000427	20,146	0,6249	0,2338	3130	58	3098	26	3078	21	-2
60	68	39	55	0,58	0,001256	21,356	0,6580	0,2354	3259	60	3155	26	3089	21	-5
61	97	46	71	0,47	0,000223	20,994	0,6216	0,2450	3116	42	3138	27	3152	35	1
62	80	77	46	0,96	0,002072	16,594	0,4710	0,2555	2488	35	2912	27	3219	35	29
63	91	35	66	0,38	0,000378	21,485	0,6279	0,2482	3141	42	3161	27	3173	35	1
64	61	28	45	0,47	0,000821	21,408	0,6176	0,2514	3100	42	3157	27	3194	35	3
65	29	22	21	0,76	0,000008	18,624	0,5840	0,2313	2965	41	3023	27	3061	35	3

різу новокриворізької світи. Що це — її окремий кварцито-метапісковиковий базальний розріз чи його комбінація з ділянками розрізу, де поєднуються вищезгадані монотонні кварцито-метапісковикові шари і зони максимальної концентрації прошарків метаосадових утворень у нижній (метабазитовій) частині новокриворізької світи. Тобто в своїй нижній частині вона, скоріше за все, є складним літофаціальним комплексом безперервних заміщень метавулканітів, метапісковиків (металевролітів) і слюдистих кварцитів.

*3. Чи є новокриворізька світа віковим та речовинним аналогом сурської світи, якщо врахувати відомі розбіжності в організації внутрішньої будови їх розрізів?*

Наявна сума фактів (як це не дивно) не виключає, на перший погляд, вражаюче неприйнятне варіанту, коли новокриворізька і сурська світи можуть бути різновіковими утвореннями, хоча самі автори цієї статті вважають це найбільш нереальним. Однак не треба забувати, що до сих пір ніким, на жаль, фактологічно не доведено\*, що якщо сурську світу

\* У опублікованій з цього приводу літературі є слова, але відсутні факти.

однозначно інтродують плагіогранітоїди сурського комплексу, то інтрузію "новокриворізьких" метабазитів (а ще краще — власне "латівських" кварцитів) саксаганські плагіогранітоїди (які є, як зараз достовірно встановлено [17], речовинними та віковими аналогами сурських). Не доведеним залишається також і факт налягання кварцитів на "саксаганські" плагіогранітоїди. Ще одним напрочуд "свіжим" варіантом пояснення наявних фактів може бути визнання того, що у розрізі Криворізької структури існують як метабазити — аналоги сурської світи, так і різноманітні молодші метабазитові утворення новокриворізької світи, що підстеляється латівським горизонтом у будь-якому з імовірних його "форматів" та трансресивно перебиває саксаганські плагіогранітоїди. Наразі жоден з озвучених варіантів не доведений конкретними фактичними даними, а без однозначного вирішення цих питань неможливі будь-які дискусії з приводу стратиграфічного та формаційного статусу розрізів новокриворізької світи.

Втім нами дещо в цьому напрямі вже зроблено. Наприклад, отримані значення радіологічного віку одного з основних різновидів саксаганського комплексу [17] — біотитових

тоналітів —  $3067,4 \pm 8,1$  млн рр. Однак не треба забувати, що в даному випадку датований лише один з петротипів цього комплексу і загальний розкид значень віку з урахуванням віку представників більш молодих фаз може розширитися до найменших значень діапазону віку ядер кластогенного циркону з "латівських" кварцитів (2998—3219 млн рр.). Вважаємо, що ми визначили лише середину діапазону і реальний вік саксаганських плагіогранітоїдів становитиме віковий діапазон, близький до віку сурського комплексу. При цьому треба нагадати, що останній формується зі значень віку абісальних тоналітів II фази сурського комплексу ( $2972 \pm 11$  млн рр. [3]) та лавових, субвулканічних і гіпабісальних магматитів (3170—2950 млн рр. [1]).

Осадове походження латівського горизонту додатково підтверджують і отримані нами відомості щодо окатаності зерен більшості груп цирконів, скоріше за все, з різних джерел. Ще одним свідченням справедливості визнання осадового походження слюдистих кварцитів є їхній стабільний просторовий парагенез з кварцитами, яким властивий різний розмір кварцового уламкового матеріалу, а також з прошарками кварц-серицитових сланців по метапісковиках (метаалевролітах) з бластопсамітовими структурами.

Що ж до отриманих нами результатів датування кварцитів латівського горизонту, можна стверджувати, що це теригенні утворення, сформовані понад 3000 млн рр. тому. У них серед кластогенних цирконів присутні лише кристали, утворені у віковому інтервалі 3,0—3,2 млрд рр. (за співвідношенням  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ ), що відповідає часу формування порід граніт-зеленокам'яної асоціації (сурська світа конкської серії) і граніт-гнейсових утворень (аульська серія разом з алохтонними плагіогранітоїдами сурського комплексу та параавтохтонними гранітоїдними анатектитами дніпропетровського комплексу) їх обрамлення Середнього Придніпров'я, та відсутні циркони з ядрами, молодшими за 3,0 млрд рр.

Викладене дозволяє припустити, що з анорогенних гранітоїдів токівського, демуринського та мокромосковського комплексів до метаосадків латівського горизонту не надходив кластогенний матеріал. Цьому можуть бути дві причини: вказані породи на той час не були виведені на денну поверхню або вони ще не були сформовані.

1. *Артеменко Г.В.* Геохронологія Середньопридніпровської, Приазовської та Курської граніт-зеленокам'яних областей : Автореф. дис. ... д-ра геол. наук. — К., 1998. — 31 с.
2. *Артеменко Г.В.* Использование Sm-Nd изотопного метода в геохронологии и петрологии // Минерал. журн. — 2000. — 22, № 2/3. — С. 111—117.
3. *Бобров О.Б., Степанюк Л.М., Скобелев В.М. та ін.* Геологія та радіологічний вік тоналітів Сурського масиву (Середнє Придніпров'я) // Зб. наук. пр. УкрДГРІ. — 2008. — № 3. — С. 17—32.
4. *Бутирін В.К., Жук В.П., Паранько І.С., Троценко В.М.* О стратиграфическом расчленении и палеогеографии низов разреза криворожской серии // Сов. геология. — 1992. — № 3. — С. 50—56.
5. *Державна геологічна карта України.* Аркуші : М-36-XXXIV (Жовті Води) та L-36-IV (Кривий Ріг) : поясн. зап. / Укл. В.В. Захаров, А.В. Мартинюк, Ю.М. Токар. — 1 : 200000. — К. : Геоінформ, 2002. — 101 с.
6. *Додатко А.Д., Кухарева Н.И., Семергеева Е.А.* Новые данные о древней метаморфизованной коре выветривания магматических пород Саксаганского района Кривбасса // Изв. АН СССР. Сер. геол. — 1972. — № 5. — С. 126—137.
7. *Карта геологических формаций докембрия Украинского щита : объясн. зап. — 1 : 500 000.* — Киев : ЦТЭ, 1991. — 116 с.
8. *Колій В.Д., Малюк Б.И., Паранько І.С.* Петрохимическое сопоставление метавулканитов криворожской и конкско-верховцевской серий // Сов. геология. — 1991. — № 11. — С. 65—70.
9. *Кореляційна хроностратиграфічна схема раннього докембрію Українського щита : поясн. зап. / К.Ю. Єсипчук, О.Б. Бобров, Л.М. Степанюк та ін.* — К. : УкрДГРІ, 2004. — 30 с.
10. *Кулиш Е.А., Покалюк В.В.* Стратиграфия и литология докембрийских метавулканитов новокриворожской свиты Криворожского железорудного бассейна / НАН Украины. Ин-т геохимии. минералогии и рудообразования. — Препр. — Киев, 1993. — 65 с.
11. *Кулиш Е.А., Покалюк В.В., Яценко В.Г., Великанова О.Ю.* Вулканизм и седиментогенез зеленокаменного этапа раннедокембрийской истории Кривбасса. — Киев : Салютис, 2008. — 146 с.
12. *Малюк Б.И., Паранько І.С.* Застосування нетрадиційних методів геологічних досліджень для кореляції метавулканогенно-осадових відкладів (на прикладі кореляції метавулканітів Криворізької структури і Середнього Придніпров'я) // Геол. журн. — 1992. — № 3. — С. 127—137.
13. *Паранько І.С.* Формационная принадлежность конгломератов Украинского щита и некоторые вопросы их металлоносности : Автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. — Львов, 1987.
14. *Паранько І.С.* Ряди стратифікованих формацій і формаційні типи протерозойських метаморфічних комплексів Українського щита : Автореф. дис. ... д-ра геол.-мінерал. наук. — Львів, 1997.
15. *Паранько І.С., Стеценко В.В., Бутирін В.К., Козар М.А.* Путівник геологічних екскурсій IV наук.-

- вироб. наради геологів-зйомщиків України (Дніпропетровськ, 8—12 жовт. 2007). — Дніпропетровськ, 2007. — 62 с.
16. *Покалюк В.В., Кулиш Е.А.* Геология и литогенез до-саксаганских метаморфических комплексов Криворожского железорудного бассейна / Ин-т геохимии окруж. среды НАН и МЧС Украины. — Киев, 2004. — 245 с.
  17. *Степанюк Л.М., Бобров О.Б., Захаров В.В. та ін.* Час формування гранітоїдів саксаганського комплексу // Мінер. ресурси України. — 2010. — № 1. — С. 21—26.
  18. *Стратиграфические разрезы Украинского щита / Н.П. Щербак, К.Е. Есипчук, Б.З. Берзенин и др.* — Киев : Наук. думка, 1985. — 168 с.
  19. *Стратиграфические схемы фанерозоя и докембрия Украины / Отв. ред. Д. Володин.* — Киев, 1993.
  20. *Bobrov O.B., Gurskiy D.S., Krasnozhan M.D. et al.* Main types of rock complexes and mineral deposits in the Ukrainian Shield. Geological excursion guidebook. — Kyiv : Geographika, 2002. — 166 p.
  21. *Bobrov O.B., Maluyuk B.I., Goshovskiy S.V. et al.* Geology, radiological age and metallogeny of greenstone complexes in the Ukrainian Shield : 33rd Intern. Geol. Congr. : Geol. Excursion No 52 (July 31 — Aug. 6, 2008). — Lviv, 2008. — 71 p.

Надійшла 03.12.2010

*А.Б. Бобров, Л.М. Степанюк, И.С. Паранько, А.Н. Пономаренко, Л.В. Шумлянский, Б. Дьюйм*

#### ГЕНЕЗИС И ВОЗРАСТ ЦИРКОНА ИЗ "ЛАТОВСКОГО" ГОРИЗОНТА КРИВОРОЖСКОЙ СЕРИИ УКРАИНСКОГО ЩИТА

С использованием методов оптической и электронной микроскопии изучена морфология и анатомия кристаллов циркона из кварцитов "латовского" горизонта Криворожья. Установлено, что цирконы представлены несколькими типами кристаллов, в разной степени закругленных в результате механической абразии и в разной степени регенерированных в ходе проявления процессов структурно-метаморфического превращения первичных песчаников. С помощью метода масс-спектрометрии индуктивно-связанной плазмы с лазерной абляцией изучены уран-свинцовые изотопные системы кристаллов кластогенного циркона. Установлено, что среди кластогенных цирконов присутствуют лишь кристаллы, сформированные в возрастном интервале 3,0—3,2 млрд лет (по отношению  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ ), что отвечает времени формирования пород гранит-зеленооцветной ассоциации (конкская серия и гранитоиды сурского комплекса) и гранит-гнейсового комплекса (аульская серия и гранитоиды днепропетровского комплекса) их обрамления Среднего Приднпровья, и отсутствуют цирконы с ядрами моложе 3,0 млрд лет. Это позволяет допустить, что анороген-

ные гранитоиды токовского, демуринского и мокромосковского комплексов не были источником кластогенного материала для метаосадков "латовского" горизонта из-за того, что не были в то время выведены на дневную поверхность либо вообще еще не были сформированы.

*O.B. Bobrov, L.M. Stepanyuk, I.S. Paranko, O.M. Ponomarenko, L.V. Shumlyansky, B. Dhuime*

#### GENESIS AND AGE OF ZIRCON FROM "LATIVKA" HORIZON OF KRYVYI RIG SERIES OF THE UKRAINIAN SHIELD

The article discusses section of Kryvyi Rig structure, in particular the most bottom part of this section represented by Novokryvorizk suite and in which way so-called "Lativka" (basal) horizon of this suite corresponds to granitoids of framing and what is the correct radiological age for these formations.

On the basis of the analysis of sections from different parts of the Kryvyi Rig structure the conclusion is made that spatially individualized essentially metasedimentary section of "Lativka" horizon does not exist in nature. The "Lativka" horizon as purely quartzite variety is outlined only at some localities, one of which is outcrop on the right coast of river Ingulets', between villages Starodobrovil'sk and Novolativka. These outcrops became reference ones for studying and dating the age of rocks which are included into its composition. At the dominant part of its lateral distribution "Lativka" horizon is represented by packs of close interlayerring between metabasites and various metasedimentary rocks such as mica quartzites, quartzite-sandstones. And only in some separate intersections monotonous parts of the section represented by quartzites and associated metasedimentary formations are observed.

Morphology and anatomy of zircon crystals separated from "Lativka" horizon of Kryvyi Rig area were investigated by means of optical and electron microscopy. It is revealed that zircons belong to several types of crystals that differ in the extent of mechanical abrasion and of regeneration due to the processes of structural-metamorphic transformation of primary sandstone's. By means of *ICP-MS* with laser ablation the U-Pb isotopic system of clastic zircon grains was investigated. It was established that crystals formed within 3.2—3.0 Ga age interval (by  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  ratio) are only present among clastic zircons. This interval corresponds to the time of formation of granite-greenstone associations (Konka Series and granitoids of Sura complex) and granite-gneiss complex (Aulska Series and granitoids of Dnipropetrovsk complex) of the frame of Middle Dnieper area. Zircons with cores younger than 3.0 Ga are absent. This allowed us to suppose that anorogenic granitoids of Tokivsky, Demurinsky and Mokromoskovsky complexes were not among sources of clastic material for metasediments of "Lativka" horizon either because of the fact that these rocks were not outcropped at the surface at that time or these rocks were not formed at the time of sedimentation yet.