

## ЗАКОНОМІРНОСТІ ЕВОЛЮЦІЇ КІМБЕРЛІТОВИХ МІНЕРАЛІВ ТА ЇХ АСОЦІАЦІЙ В ПРОЦЕСІ ФОРМУВАННЯ ШЛІХОВИХ ОРЕОЛІВ

Розглянуто особливості шліхових ореолів кожного генетичного типу, розподілено осадові колектори кимберлітових мінералів в різних седиментаційних обстановках, проаналізовано зміни асоціації кимберлітових мінералів в процесі формування ореолів і розсипищ.

Рассмотрено особенности шлиховых ореолов каждого генетического типа, распределено осадочные коллекторы кимберлитовых минералов в разных седиментационных обстановках, проанализировано изменения ассоциаций кимберлитовых минералов в процессе формирования ореолов и россыпей.

The features of slime circles of each genetic type are considered. Sediments' collectors of kimberlite minerals in different sedimentary situations are distributed. The changes of kimberlite minerals associations in the process of circles and placers formation are analyzed.

**Вступ.** В процесі руйнування корінних джерел і утворення механічних ореолів індивідуальні особливості індикаторних мінералів з кимберлітів, які набуті в глибинних умовах, зберігаються, в зв'язку з чим кожне кимберлітове тіло утворює тільки для нього характерний ореол розсіювання цих мінералів. Але на земній поверхні індикаторні мінерали потрапляють в умови, які на багато відрізняються від умов їх глибинного існування. Вони підлягають дії нових потужних факторів, які змінюють як обрис окремих мінералів, так і їх асоціацію в цілому. В процесі формування шліхових ореолів індикаторні мінерали з кимберлітів зазнають дії екзогенних факторів, внаслідок чого вони втрачають свої первинні ознаки, і набувають нові, вторинні. Особливо глибокі зміни характерні для кимберлітових мінералів з древніх ореолів із складною історією формування. Велике значення по дослідженню зміни мінералів-супутників алмазу та їх асоціацій під час проходження осадових процесів, мають роботи Харьківа А.Д., Підвисоцького В.Т., Афанасьєва В.П., Зінчука М.М. та інших вчених. Однак, вивчення міграції мінералів супутників алмазу і на сьогоднішній день є досить актуальним.

**Метою статті** є проаналізувати зміни асоціацій кимберлітових мінералів в процесі формування ореолів і розсипищ залежно від генетичного типу ореолів розсіювання та різних седиментаційних обстановок.

**Викладення основного матеріалу.** В процесі розмиву корінних джерел, в різні етапи екзогенної еволюції кимберлітових площ, формувалися ореоли розсіювання і розсипища алмазів, які локалізуються в осадових породах різного віку і різних літодинамічних типів. Особливості утворення ореолів розсіювання мінералів-супутників алмазу визначаються умовами формування осадового колектора, в якому вони локалізуються, а розповсюдження алмазного матеріалу – розташуванням ландшафтно-динамічних зон сидементації [3; 8] (рис.1, табл.).

Для практичних потреб ореоли розсіювання мінералів алмазоносних порід класифікують за трьома основними параметрами [1; 3; 6; 9]: літодинамічними обстановками формування; характером взаємовідносин кимберлітових мінералів

з теригенними відкладами, які їх містять; дальністю перенесення мінералів від корінних джерел.

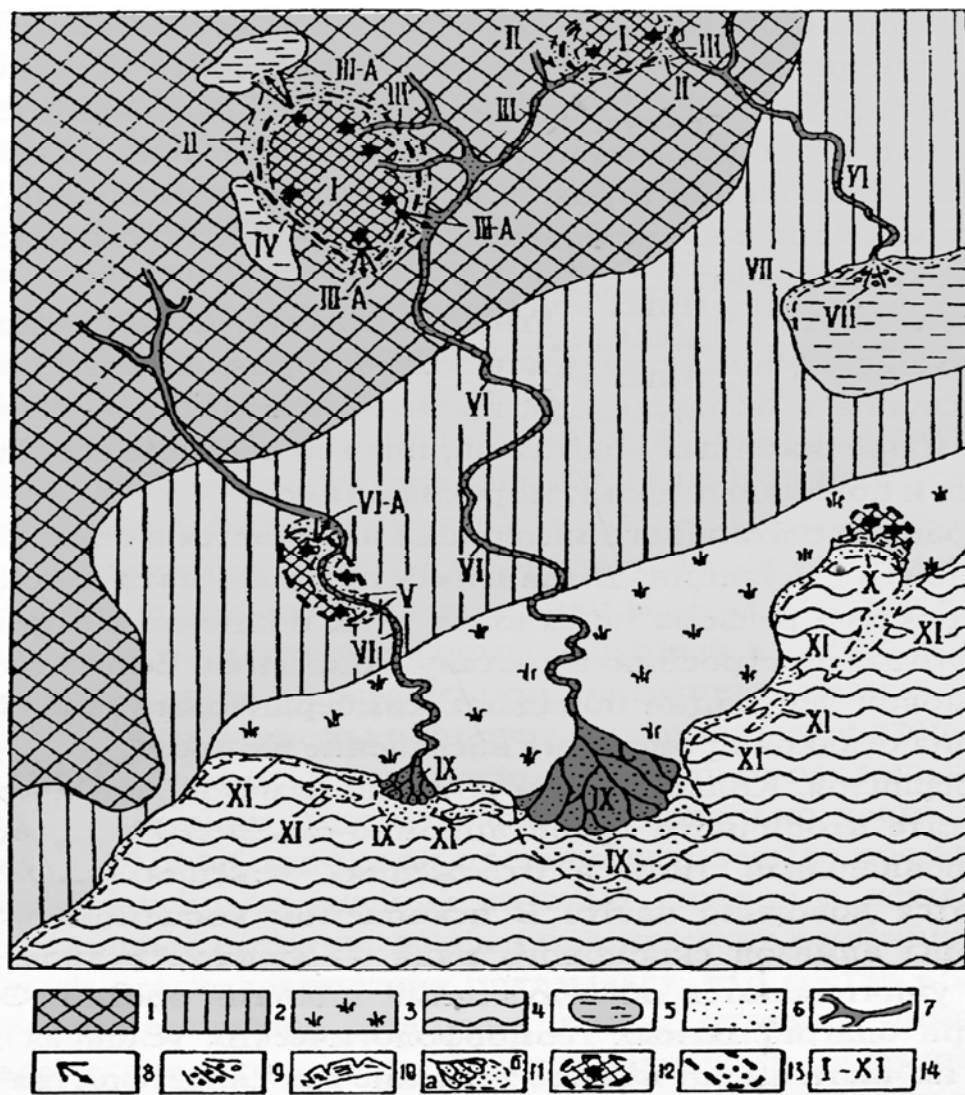


Рис. 1. Принципова схема розподілу осадових колекторів кімберлітових мінералів в різних седиментаційних обстановках (за [6] із змінами):

Ландшафтно-палеографічні обстановки сидементації 1 – низовинна денудаційно-аккумулятивна рівнина; 2 – низовинна алювіально-озерна аккумулятивна рівнина; 3 – алювіально-озерно-болотна прибережна аккумулятивна рівнина; 4 – морський басейн. Ландшафтно-динамічні зони сидементації: 5 – озерний басейн; 6 – аккумулятивні форми осадових колекторів алмазу; 7 – русла річок: постійні короткі водотоки, протяжні транзитні водотоки; 8 – конуси виносів і шлейфи рознесення пролювіальних відкладів; 9 – відклади приустевих виносів в кінцевих водоймах; 10 – локальні денудаційні виступи і абразивне узбережжя; 11 – дельти: а – відклади алювіально-дельтових рівнин (субаеральна частина дельти), б – відклади рухомого приустевого мілководдя морського басейну (авандельта); 12 – кімберлітоносні площі; 13 – реліктові поля розвитку древніх проміжних колекторів алмазу; 14 – класифікаційні типи осадових колекторів алмазу (див. табл.).

Схема класифікаційних типів древніх осадових колекторів

Обстановка	Середовище седиментації	Тип	Генетичний тип		Фаціальний тип
			Динамічний тип акумуляції	Динамічна форма акумуляції	Ландшафтна зона
Континентальна	Слабо розчленована денудаційно-акумулятивна рівнина (пенеплен)	I	Незміщені продукти гіпергенного перетворення порід	Елювіальна	Плоских височин
		II	Гравітаційно-змивного перерозподілу	Колювіально-делювіальна	Схилів та їх підніж
		III-A	Стокового перерозподілу	Пролювіальна	Тимчасових потоків
		III	Потокового переміщення	Алювіальна	Коротких водотоків
		IV	Кінцевих водойм	Підводно-алювіальна	Прибережних частин озерних водойм
	Алювіально-озерна низовинна акумулятивна рівнина	I	Незміщені продукти гіпергенного перетворення	Елювіальна	Локальних плоских височин
		V	Гравітаційно-стокового перерозподілу	Колювіально-делювіальна	Схилів і підніж
		VI-A	Стокового перерозподілу	Пролювіальна	Тимчасових потоків
		VI	Водних потоків	Алювіальна	Протяжних водотоків
		VII	Кінцевих водойм	Підводно-алювіальна Берегова	Приустеве мілководдя басейнів Пляжів крупних озерних водойм
Перехідна	Алювіально-дельтова рівнина та прибережно-басейнові зони	VIII	Водно-стокового перерозподілу	Пролювіальна	Тимчасових водотоків
		IX	Водних потоків	Алювіальна	Коротких постійних водотоків
	Субаеральних дельт				
X	Кінцевих водойм	Підводно-алювіальна (річкових виносів)	Підводних дельт		
Морська	Зовнішні шельфові частини морських басейнів	XI	Кінцевих водойм	Берегова	Морських пляжів
				Донна	Прибережних обмілин

В зв'язку з цим за генезисом виділено три основні типи шліхових ореолів кімберлітових мінералів – континентальні, прибережно-морські та проміжні (які сформувалися в перехідних ландшафтно-динамічних обстановках).

Для континентальних шліхових ореолів характерні наступні особливості:

- незначне механічне зношування мінералів;
- різноманітна гранулометрія мінералів;
- незначне сортування вихідних асоціацій мінералів за густиною;
- підвищена кількість в ореолах хімічно та механічно нестійких різновидів кімберлітових мінералів;
- приуроченість шліхових ореолів до корінних джерел живлення.

На відміну від континентальних, основними мінералогічними особливостями шліхових ореолів прибережно-морського генезису є:

- скруглення мінералів за рахунок тривалої обробки під дією хвиль і вздовж-берегових течій;
- сортування асоціацій мінералів за гідравлічною крупністю, що зумовлює поперечну зональність прибережно-морських ореолів – більш легкі та дрібні зерна зносяться глибше, а важкі накопичуються вище по пляжному схилі;
- незалежність розташування шліхових полів відносно корінних джерел, їх розташування визначається відносно берегової лінії морського басейну.

Сприятливим фактором максимального прояву прибережно-морських умов осадконакопичення, ознаки яких фіксуються на мінералах, є відносно відкритий та стабільний характер берегової лінії басейну та пологий пляж. Для ореолів, сформованих в таких умовах, характерні наступні ознаки: практично мономінеральна піропова (з алмазами і хромітами) асоціація; високий ступінь скруглення піропів, а також хромшпінелідів; переважання серед алмазів високосортних, бездефектних кристалів; дуже високий ступінь сортування мінералів.

Прибережно-морські ореоли нестабільної берегової лінії басейну, на відміну від попередніх, відрізняються наступними ознаками: в мінеральній асоціації разом з піропом може знаходитись скруглений до кульок пікроільменіт; піроп суттєво зношений, але в деякій мірі зберігає первинну морфологію зерен; серед алмазів присутня значна кількість октаедричних кристалів.

Основними ознаками ореолів перехідного типу є:

- піроп-ільменітова асоціація мінералів;
- сильне механічне зношення пікроільменітів, скруглення піропів незначне, типового морського зношення не досягають;
- сортування мінералів відносно невисоке, що характеризується значним гранулометричним спектром.

Таким чином, основна відмінність ореолів перехідного типу – підвищене зношення мінералів-супутників алмазу при полімінеральному складі та незначному їх сортуванні. Відповідно, ландшафтно-динамічні умови формування таких шліхових ореолів мали б забезпечити підвищене зношення мінералів при збереженні інших рис континентального літогенезу. Таким умовам відповіда-

ють прибережні алювіальні рівнини, особливості яких зумовлюють зрізаність берегової лінії моря, наявність замкнутих або напіввідкритих водойм, де в результаті дії хвиль здійснювалось підвищене механічне зношення мінералів.

Приведені відмінні ознаки ореолів континентального, прибережно-морського та перехідного типів характерні для первинних ореолів, в яких типові особливості шліхових мінеральних асоціацій відповідають фаціальному вигляду колектора. В більшості випадків древні ореоли розсіювання є гетерогенними, що пов'язано з багатоетапністю їх формування і перевідкладення значної частини шліхового матеріалу з більш древніх колекторів. При цьому такі риси ореолів, як ступінь механічного зношення, концентрація мінералів, ступінь сортування за гранулометриєю та густиною, в значній мірі спадкуються від початкового етапу утворення колектору. Відповідно, чим молодший колектор, тим більше етапів формування він проходить і тим більша кількість генерацій шліхових мінералів в ньому присутня. Максимальна кількість генерацій кімберлітових мінералів може бути присутня в сучасних потоках розсіювання – у водотоках, які розмивають кімберліти і древні осадові колектори [1; 3; 8].

Таким чином, за наявністю або відсутністю мінералів прямого розмиву кімберлітів виділяють змішані (містять мінерали прямого розмиву) і вторинні ореоли, які сформовані лише за рахунок перевідкладення мінералів-супутників з більш древніх колекторів. Серед вторинних ореолів розрізняють ореоли ближнього і дальнього перевідкладення, залежно від відстані, на яку переміщуються мінерали від першопочаткового їх залягання в більш древніх відкладах. Цей момент має важливе прогностно-пошукове значення, оскільки вторинні ореоли ближнього перевідкладення в деякій мірі зберігають закономірності першопочаткового розподілення кімберлітових мінералів, в зв'язку з чим можна використовувати ознаки локалізації за перевідкладеними континентальними ореолами [8]. Взагалі в процесі перевідкладення первинне розповсюдження кімберлітових мінералів порушується, що призводить до формування площадних шліхових ореолів. В тих випадках, коли перевідкладення кімберлітового матеріалу з більш раннього колектора супроводжується прямим розмивом корінного джерела, формуються змішані ореоли розсіювання.

Вигляд мінералів-супутників алмазу із кімберлітів (рис.2 а,б) є початковим для наступного перетворення. Асоціації кімберлітових мінералів, які поступають в осадки, зазнають складної еволюції в процесі формування ореолів і розсипищ під дією цілого ряду етапів екзогенного морфогенезу [1; 2; 8; 9]. Поведінка мінералів при проходженні осадового процесу визначається, як відомо, їх хімічною, фізико-механічною та гідроаеродинамічною стійкістю і умовами протікання осадового процесу.

В процесі транспортування кімберлітових мінералів водними потоками відбувається їх перерозподіл по щільності, гранулометрії, стирання магматогенних поверхонь, скульптур і поверхней сколу, на зернах мінералів формуються механогенні поверхні, зерна подрібнюються (рис. 2, в). Чим далі від корінного джерела розташований шліховий ореол, тим більше спостерігається

зменшення розміру зерен піропу і пікроільменіту. Розмір зерен кімберлітових мінералів в ореолах тісно пов'язаний із ступенем їх вторинного заміщення і тріщинуватістю в корінному джерелі. Вторинні продукти, які утворюються як по перефірії так і в середині зерен мінералів-супутників алмазу, різко знижують їх механічну міцність, тому мінерали навіть трохи зачеплені вивітрюванням, вже не далеко від корінного джерела перетворюються в дрібні уламки і пилоподібні частинки, які важко визначити в шліхах. Також крупність зерен мінералів-супутників алмазу в алювії, а також в прибережно-морських відкладах залежить від гідродинаміки потоку та тривалості перебування в хвилеприбійній зоні. При збільшенні дальності транспортування в піропа поступово згладжуються кути і ребра первинних сколів, частіше спостерігаються зерна з циркоподібними, кратерними і серпоподібними формами вибоїн, які при подальшому переносі внаслідок стирання стають нечіткими; руйнуються зерна зональної та блокової будови. В пікроільменіта перш за все руйнуються лейкоксенові оболонки, потім згладжуються кути і ребра на первинних сколах, руйнуються агрегатні зерна, і поступово він повністю стирається. Максимальна ступінь механічної обробки мінералів відбувається тільки в прибережно-морських умовах (рис. 2, г).

Різноманітні та дуже складні зміни поверхней зерен індикаторних мінералів кімберлітів здійснювались під дією гіпергенного вивітрювання, гідротермальних розчинів, діагенезу. Важливим фактором екзогенного перетворення кімберлітових мінералів є їх гіпергенне перетворення в корах вивітрювання кімберлітів експонованих на палеоповерхні, а також в проміжних колекторах. В зоні гіпергенезу, в проміжних колекторах зміна мінералів-супутників алмазу здійснюється при:

- реакціях розчинення з переходом речовини мінералу в навколишнє середовище;
- реакціях заміщення, коли мінерал заміщується іншою фазою або декількома фазами;
- корозійному розтріскуванні, внаслідок чого від поверхні його шару відшаровуються луски.

Інтенсивність гіпергенного вивітрювання мінералів визначається в основному їх структурними особливостями і хімічним складом, а також фізико-хімічними умовами вмісного середовища. Найбільш стійкими до руйнування є піропи з високим вмістом хрому, в наслідок чого мінеральні асоціації ними збагачуються [4]. Найменш стійкими до процесів вивітрювання є хромдіопсид, олівін, піроп; перших два мінерали в корах вивітрювання заміщуються карбонатами і глинистими мінералами, а піроп розчиняється з появою характерного рельєфу і каналів травлення на зернах. Крайніми формами гіпергенного перетворення піропів в корах є кубоїди та губчасті з'їдені безформні уламки (рис 2 д,е). Гіпергенно змінені зерна піропів в осадових колекторах є індикаторами древніх епох короутворення. Пікроільменіт і хроміт в проміжних колекторах і корах вивітрювання кімберлітів суттєвих перетворень не зазнають.

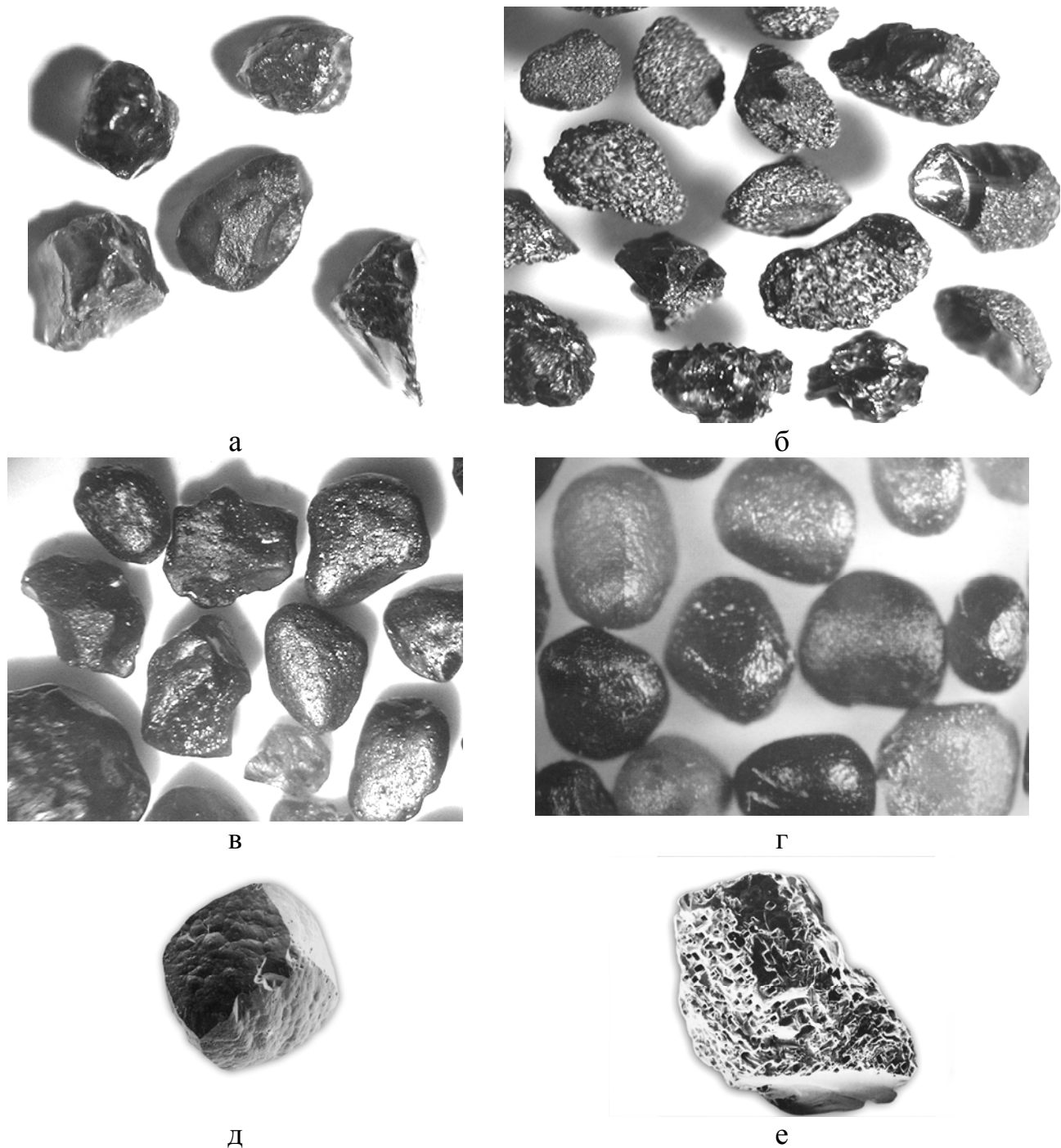


Рис. 2. Морфологічні особливості мінералів-супутників алмазу: а – незмінені піропи із кімберлітів; б – пікроільменіти з первинною шипуватою поверхнею; в – піроп-пікроільменітова мінеральна асоціація частково зношена в континентальних умовах; г – зношені піропи в морських умовах з накладеною гіпергенною корозією; д – кубоїд піропу, утворений в результаті гіпергенного розчинення монолітного зерна в корі вивітрювання кімберлітів; е – дислокаційний тип гіпергенної корозії на зернах піропів

Переміщення кімберлітових мінералів в континентальних умовах призводить до формування латеральної міграційної зональності ореолів і потоків розсіювання, які характеризуються накопиченням поблизу корінних джерел більш

крупних зерен і мінералів з більшою питомою вагою, перш за все – це пікроільменіт, який є чутливим індикатором дальності переміщення в зв'язку з невеликою механічною міцністю та наявністю на поверхні багатьох зерен абразивно нестійких первинних облямівок. Ознаки стирання на зернах пікроільменіту в континентальних умовах фіксуються на відстані перших десятках кілометрів від корінного джерела, олівину і піропу – 50 і більше кілометрів [5; 6; 8; 9]. Крайнім ступенем густинної диференціації є співвідношення піропу і пікроільменіту в ореолах далекого переносу, а також в ореолах з ознаками прибережно-морських умов формування. В них пікроільменіт відсутній або зустрічається дуже рідко, в той час як піроп досягає значних концентрацій. Механічне зношування на хромітах і алмазах в континентальних ореолах практично не проявляється, суттєва обробка цих мінералів здійснюється тільки в басейновій ландшафтно-динамічній обстановці.

**Висновки.** Ефективне використання шліхо-мінералогічного методу пошуків родовищ алмазів не можливе без детального і всебічного вивчення типоморфних особливостей мінералів-супутників алмазу. При цьому мають враховуватись основні закономірності міграції мінералів при формуванні шліхових ореолів, основними з яких є:

1. Особливості асоціацій кимберлітових мінералів в ореолах розсіювання визначаються двома основними факторами:
  - вихідними особливостями мінералів в корінному заляганні, в материнському джерелі;
  - характером та інтенсивністю екзогенних морфогенетичних процесів.
2. Дія екзогенних факторів (фізичних і хімічних) в процесі формування ореолів призводить до суттєвої трансформації первинного (вихідного) вигляду кимберлітової мінеральної асоціації – змінюється гранулометрія, співвідношення мінералів в асоціації в цілому та їх генерація в окремих групах мінералів, змінюється макро- і мікроморфологія зерен, а також в процесі перенесення і перевідкладення змінюються алювіальні (міграційні) супутники алмазу.
3. Найбільш суттєвий вплив на зміну індикаторних мінералів в осадових колекторах створюють: хімічне вивітрювання, механічна диференціація, механічне стирання мінералів при транспортуванні.
4. В осадових колекторах різноманітні та дуже складні зміни морфології зерен мінералів-супутників алмазу та характеру їх поверхні здійснюються під дією гіпергенезу, діагенезу, гідротермальних розчинів.
5. Максимальні концентрації кимберлітових мінералів приурочені до корінних джерел, що зумовлює пониження рухомої здатності мінералів в товщі алювію та швидким збідненням асоціації, що транспортується.
6. Дальність перенесення продуктів денудації кимберлітів оцінюється як за складом і виглядом мінеральних асоціацій, так і за літолого-фаціальними особливостями колекторів.

#### Список літератури

1. Афанасьев В.П. Закономерности эволюции кимберлитовых минералов и их ассоциаций при формировании шлиховых ореолов // Геология и геофизика. 1991, №2. – С. 78-84.



2. Афанасьев В.П., Варламов В.А., Гаранин В.К. Зависимость износа кимберлитовых минералов от условий и дальности транспортировки // Геология и геофизика. 1984, №6. – С. 92-98.
3. Афанасьев В.П., Зинчук Н.Н. Основные литодинамические типы ореолов индикаторных минералов кимберлитов и обстановки их формирования // Геология рудных месторождений. 1999. Т.41 №3. – С. 281-288.
4. Афанасьев В.П., Соболев Н.В., Харьков А.Д. Эволюция химизма ассоциации пиропов в древних ореолах рассеяния // Геология и геофизика. 1984, №2. – С. 137-141.
5. Геология промежуточных коллекторов алмазов / А.А. Немиров, А.И. Скрипнин, В. И. Сафьянников и др. – Новосибирск: Наука, 1994.
6. Подвысоцкий В.Т., Белов Е.Н. Состав и условия формирования древних осадочных коллекторов и россыпей алмазов. – Якутск, 1995.
7. Подвысоцкий В.Т., Зинчук Н.Н., Афанасьев В.П. Морфологические особенности индикаторных минералов из осадочных коллекторов и россыпей алмазов различных генетических типов Сибирской платформы / ЯНИГП ЦНИГРИ АК “АЛРОСА”. – Мирный, 2000.
8. Харьков А.Д. Минералогические основы поисков алмазных месторождений. – М: Недра, 1978.
9. Харьков А.Д., Квасница В.Н., Сафонов А.Ф., Зинчук Н.Н. Типоморфизм алмаза и его минералов-спутников из кимберлитов. – Киев: Наукова думка, 1989.

*Рекомендовано до публікації д.геол.н. Барановим П.М.  
Надійшла до редакції 24.05.2013*

УДК 553.96

© И.Л. Сафронов, А.М. Чернорай

## **КАЧЕСТВО И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА УГЛЕЙ НОВО-ДМИТРОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

Рассматриваются основные показатели качества и технологические свойства углей Ново-Дмитровского месторождения. Приведены основные направления их использования.

Розглядаються основні показники якості і технологічні властивості вугілля Ново-Дмитрівського родовища. Приведені основні напрями його використання.

The basic indexes of quality and technological properties of coals of Novo-Dmitrovskogo of deposit are examined. Basic directions of their use are resulted.

По происхождению и вещественно-петрографическому составу угли Ново-Дмитровского месторождения принадлежат к подгруппе бурых гумусовых углей. Отражательная способность группы витринита изменяется от 5,8 до 6,2 (средняя 6). По петрографическому составу угли преимущественно аттритовые (мягкие, землистые) и гелитовые (плотные).

По особенностям внешнего вида (цвет, сложение) разделены на три группы:

1. Черные гелитовые угли.
2. Темно-коричневые и коричневые аттритовые угли.
3. Светло-коричневые липидо-гелитовые угли.