

**Напрямок підготовки “Гірництво”
Курс “Гемологія”**

Тема 2

**Дорогоцінне каміння 1 та
2 порядків.**





Алмаз

Названий від викривленого грецького *adamas*- непереможний, нездоланний.

Властивості:

Хімічна формула: C – кристалічний вуглець.

Колір: безбарвний, жовтий, коричневий, інколи зелений, синій, червонуватий, чорний.

Ступінь прозорості: прозорий.

Світлозаломлення: 2,417 - 2,419.

Риска: відсутня.

Двозаломлення: відсутнє; часто оптично аномальний.

Твердість: 10. **Густина:** 3,47 - 4,55.

Дисперсія: 0.044.

Спайність: досконала.

Плеохроїзм: відсутній.

Злам: раковистий до скабистого.

Сингонія: кубічна,

Кристали: октаедри, рідше куби, ромбододекаедри, інколи сплющені(зазвичай двійники)

Лінії спектру поглинання: у безбарвних і жовтих алмазів - 478 ; 465 ; 451; 435 ; 423; 415,5; 401,5 ; 390; у синіх і зеленкуватих - (537); 504: (498).

Люмінесценція: вельми різноманітна:

у безбарвних і жовтих - звичайно синя, у коричневих і зеленкуватих - часто зелена.

Алмаз характеризується дуже високою твердістю, блиском і теплопровідністю.

Додатковими діагностичними властивостями можуть служити спайність, люмінесценція, поглинання в ультрафіолетовій і видимій областях, теплопровідність, змочування жирами та ін.

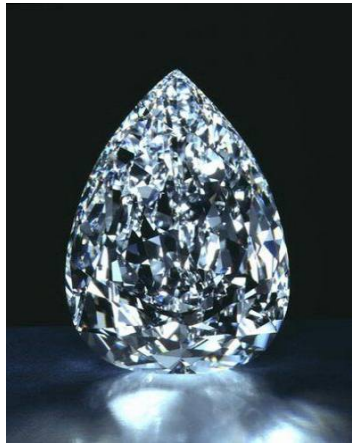
Надійний метод ідентифікації алмазів - пропускання рентгенівських променів. Алмаз, на відміну від більшості мінералів, синтетичних каменів і скла, прозорий в рентгенівських променях.

При діагностиці алмазів слід враховувати включення, які помітні і в більш високоякісних діамантах (огранених ювелірних алмазах) лише при значному збільшенні. Включення представлені олівіном, піропом, хромшпінелідом, хромітом, алмазом(більш раннім), енстатитом, діопсидом, хромдіопсидом, коесітом, піротином, пентландитом, рутилом, ільменітом, цирконом, гетитом, серпентином, графітом, гематитом, серпентином, каолінітом, санідином, мусковітом, флогопітом, біотитом, кварцем, магнетитом, кіанітом.

Наявність включень негативно впливає на його вартість (якщо вони помітні за допомогою 2-10-кратної, в залежності від якості і розміру діаманта, лупи). В зв'язку з цим здійснюються спроби їх видалити.

Оцінка якості алмазної сировини.

Опис кольору



Международное обозначение (англ.)	Цветовой эквивалент	Определение
River («ривер») Top-wesselton («топ-весселтон») Wesselton («весселтон») Top crystal («топ-кристалл»)	Голубовато-белый Чисто-белый Белый Белый со слабым цветным оттенком	Ограненные алмазы этих цветовых категорий кажутся среднетренированному глазу, если смотреть на них сквозь площадку, бесцветными (чистой воды)
Crystal («кристалл») Top cape (silver cape) («топ-кейп») Cape («кейп»)	Белый с цветным оттенком Бледно-желтоватый Желтоватый	Мелкие ограненные алмазы этих цветовых категорий кажутся среднетренированному глазу, если смотреть на них сквозь площадку, бесцветными; более крупные (свыше 0,2 кар) обнаруживают слабый цветной (желтоватый или буроватый) оттенок
Light Yellow («лайт-еллоу») Yellow («еллоу»)	Бледно-желтый Желтый	Алмазы этих цветовых категорий кажутся слегка окрашенными в желтоватые или буроватые тона возрастающей интенсивности



Оцінка якості алмазної сировини.

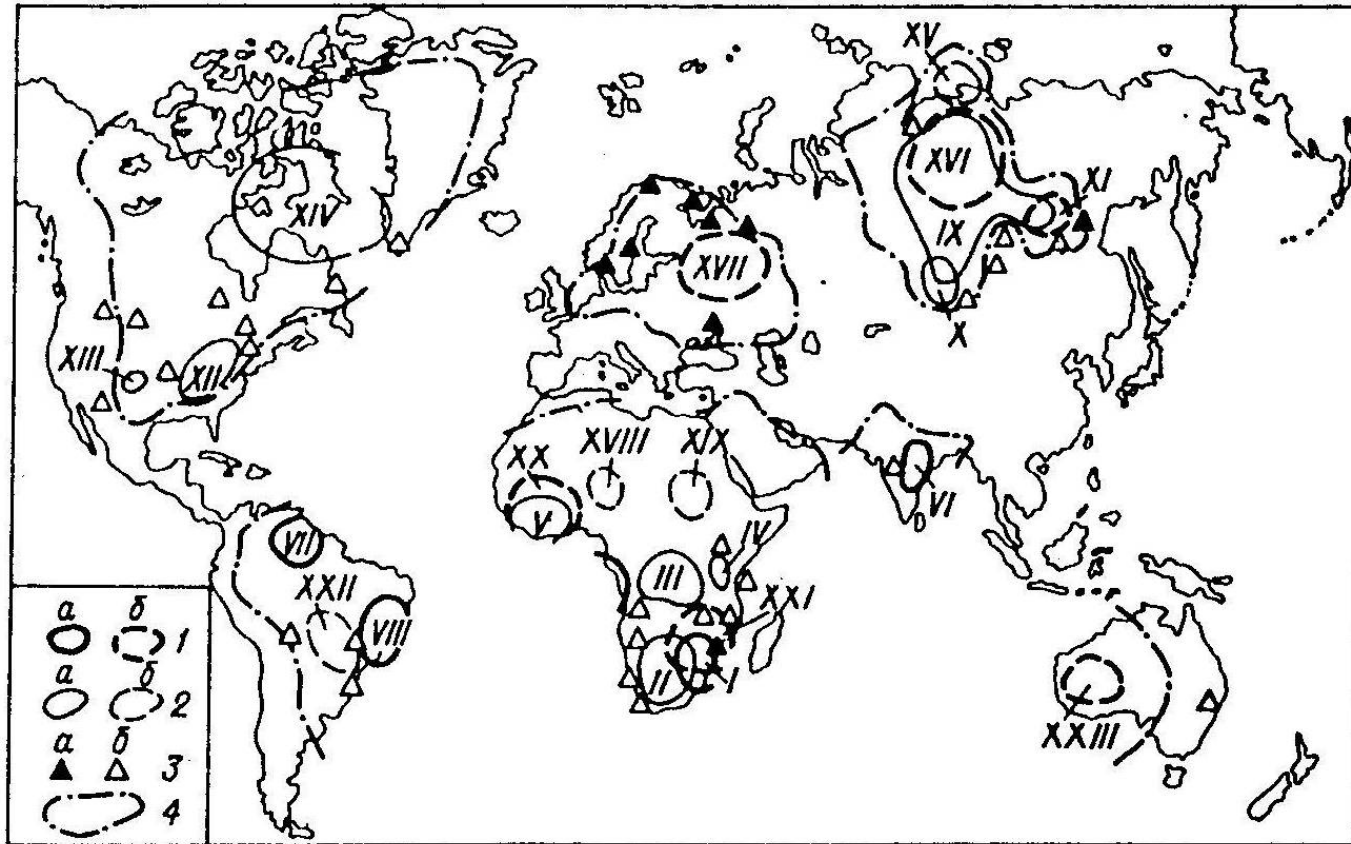
Международное обозначение (англ.)	Степень чистоты	Определение
Internally flawless IF	Чистый под лупой, без дефектный	При 10-кратном увеличении свободен от внутренних дефектов и включений
Very very small inclusions (VVSI)	Чрезвычайно мелкие включения	Единичные включения, с трудом различимые при 10-кратном увеличении
Very small inclusions VSI	Очень мелкие включения	Несколько весьма мелких включений, различимых среднетренированным глазом при 10-кратном увеличении
Small inclusions SI	Мелкие включения	Более многочисленные мелкие включения, легко различимые при 10-кратном увеличении
1st pique (1. Piqué) P1	Ясно видимые включения	Включения, сразу же различимые при 10-кратном увеличении, но не портящие сверкание камня
2nd pique (2. Piqué) P2	Довольно крупные включения	Сравнительно более крупные и (или) более многочисленные включения, различимые простым глазом и немного снижающие сверкание камня
3rd pique (3. Piqué) P3	Грубые включения	Большие и (или) многочисленные включения, существенно ухудшающие сверкание камня

Шкала чистоти

Качество огранки (англ.)	Определение
Very good (очень хорошая)	Превосходное сверкание. Малочисленные и лишь незначительные наружные изъяны
Good (хорошая)	Хорошее сверкание. Отдельные наружные изъяны
Medium (средняя)	Сверкание понижено. Более многочисленные и (или) более значительные изъяны
Poor (плохая)	Сверкание существенно ухудшено. Крупные и (или) многочисленные наружные изъяны

Якість огранювання

Схема розміщення відомих і прогнозованих кімберлітових провінцій світу (за В.Мілашевим)



Встановлені(а) і передбачувані(б)кімберлітові провінції: 1-древні(протерозойські). 2-більш молоді(фанерозойські);3-ділянки поширення лужно-ультраосновних порід протерозойського(а) і фанерозойського(б) віку; 4-межі платформних областей. Кімберлітові провінції: I-Трансваальська, II-Калахарійська, III-Конголезька, IV-Танзанійська, V-Ліберійська, VI-Індійська, VII-Гвіанська, VIII-Східно-Бразильська, IX-Центральносибірська, X-Південно-Сибірська, XI-Алданська, XII-Американська, XIII-Колорадська, XIV-Північно-Канадська, XV-Північно-Сибірська, XVI –Західно-Якутська, XVII –Руська, XVIII-Нігерійська, XIX-Суданська, XX-Ганська, XXI-Вітватерсрандська, XXII-Центральnobразильська, XXIII-Австралійська.

5 гіпотез походження алмазів

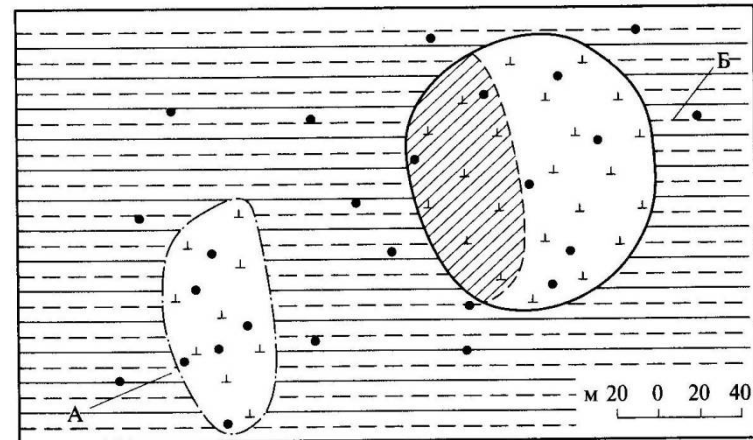
- Алмази-результат асиміляції ультраосновної магмою карбон-вмісних порід;
- Алмази кристалізуються на мантійних глибинах; захоплені розплавом, вони виносяться магматичними потоками до поверхні;
- алмази кристалізувались у самій кімберлітовій або лампроїтовій магмі, як і всі інші породотвірні мінерали;
- Алмази утворюються в постмагматичну стадію у зв'язку з пневматолітовими і навіть гідротермальними процесами;
- Формуються з підкорових флюїдних потоків.

Поява кімберлітового та лампроїтового магматизму у фанерозої пов'язане з планетарними циклами тектонічної активності. Виділяють 13 таких циклів. Глобальний характер цього магматизму характерний для девонської, юрської та крейдової епох. Найбільш молоді родовища виникли в палеогені(Південна Африка, Танзанія).

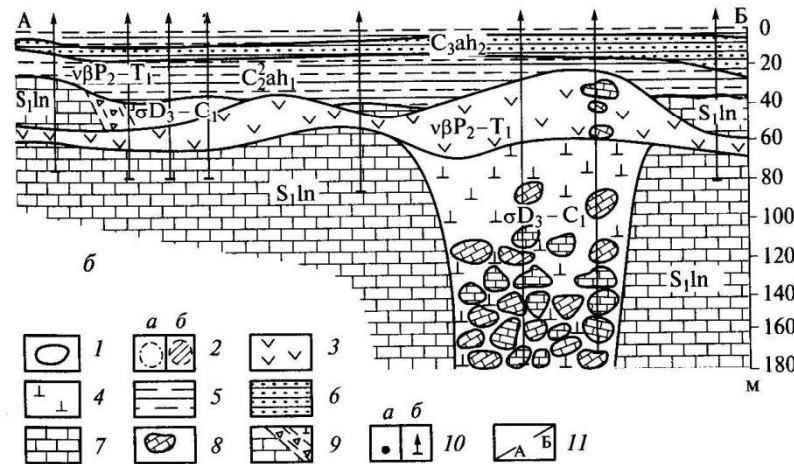
Найбільші родовища та райони видобутку алмазів

Название	Геолого-промышленный тип	Размеры трубок	Содержание алмазов, кар/т	<u>Запасы, млн кар</u> <u>Ресурсы, млн кар</u>	Годовая добыча, млн кар	Способ разработки
Александр-Бей, ЮАР	Россыпной	—	100—300 кар/м ³	—	—	Карьер
Аргайл — район (трубка АК-1), Австралия	Лампроитовый (трубка)	Длина — 1 440 м; ширина — 150—370 м; площадь — 47 га	2,44	—	26	То же
Джваненг, Ботсвана	Кимберлитовый (три трубки)	Площадь 50,8 га; глубина — до 600 м	1,25	$\frac{40}{373}$	11,5	»
Кимберли — район (трубка Кимберли), ЮАР	Кимберлитовый (трубка)	—	0,162	$\frac{1,5}{30}$	0,569	Карьер. Подземный
Летлхакане, Ботсвана	Кимберлитовый (две трубки)	Площадь — 11,6 и 3,6 га	0,273	$\frac{1,9}{1,4}$	0,959	Карьер
Орана, Ботсвана	Кимберлитовый (трубка)	Овал 1 670 × 1 210 м; площадь — 113 га	0,83	$\frac{158,5}{161,5}$	12,2	То же
Премьер, ЮАР	То же	Площадь — 32 га; глубина — до 760 м	0,626	$\frac{21}{133}$	1,78	Карьер глубиной до 355 м. Подземный

Архангельська алмазоносна провінція



a



b

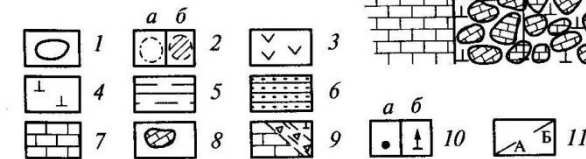


Рис. 16.5 Кимберлитовая трубка Алакитская в плане (а) и разрезе (б)
(по А. И. Крючкову, А. Д. Харькину, В. В. Роговой, 1998):

1 — контур трубки под траппами; 2 — контур отторгнутого блока (а) и срезанной части трубки (б); 3 — долериты, Р-Т; 4 — кимберлиты; 5—7 — перекрывающие породы: 5 — алевролиты; 6 — песчаники; 7 — вмещающие породы — известняки нижнего палеозоя мейкской свиты лландоверийского яруса; 8 — ксенолиты осадочных пород в кимберлитах («плавающие рифы»); 9 — зоны брекчирования в известняках; 10 — скважины на плане (а) и разрезе (б); 11 — линия разреза

Західно-Якутська провінція

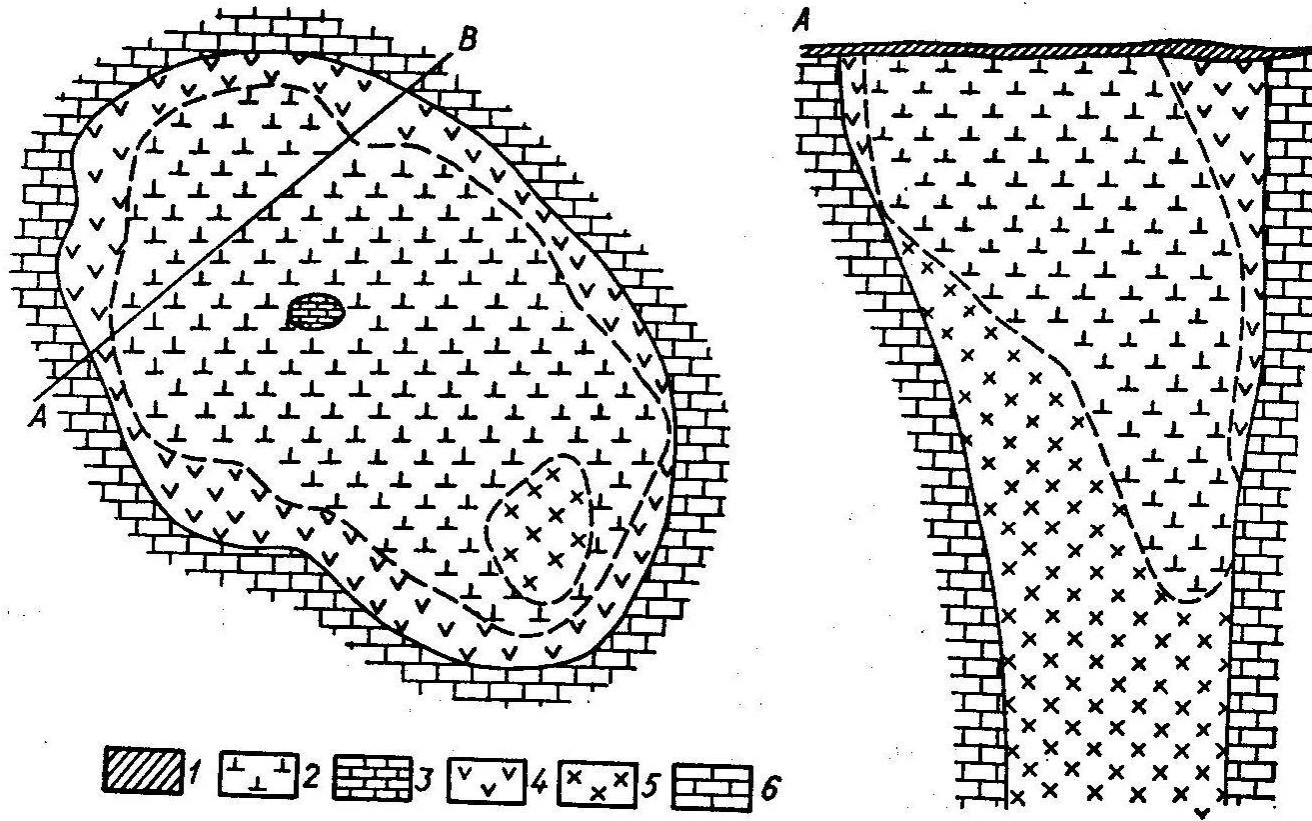


Рис. 4.10. Геологическая схема и разрез кимберлитовой трубки «Мир» (по П. М. Татаринovu):
1 — наносы; 2 — кимберлит зеленого цвета (измененный);
3 — ксенолит карбонатных пород; 4 — кимберлит желтого цвета (измененный); 5 — кимберлит зелено-черного цвета (малоизмененный); 6 — карбонатные породы нижнего ордовика.

Енсіалічна шовна структура(басейн Кімберлі)

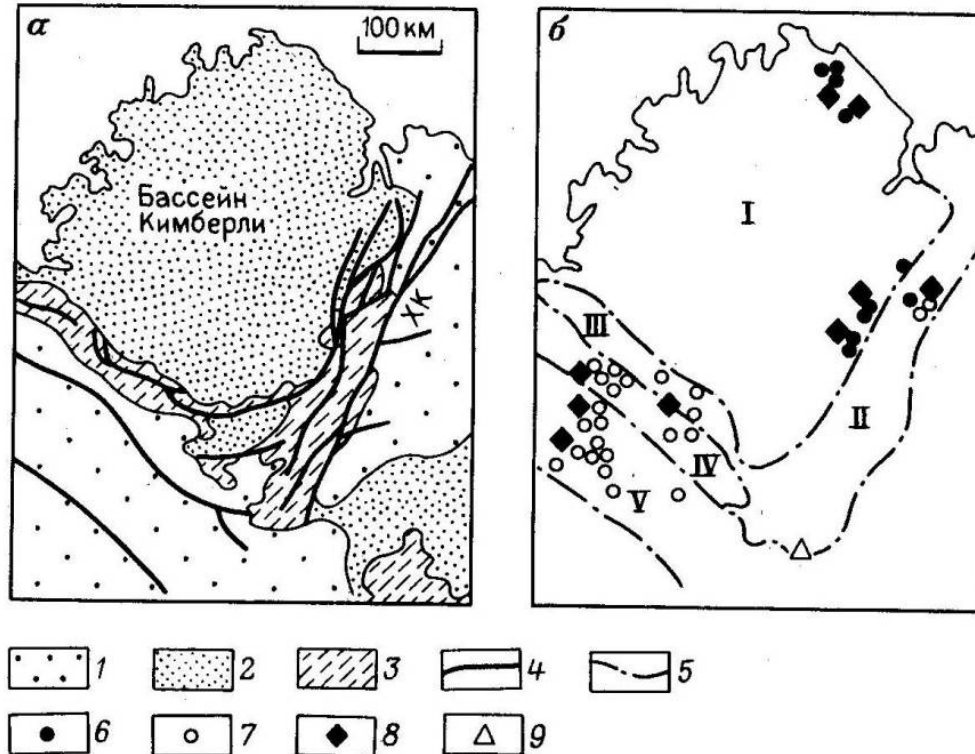


Рис.75. Схема геологического строения (а) и алмазоносности (б) пограничных структур бассейна Кимберли. По С.Хэнкоку, У.Аткинсону и др.:

1 – фанерозойский платформенный чехол; 2 – среднепротерозойский платформенный чехол; 3 – нижнепротерозойские складчатые комплексы; 4 – разломы (ХК–разлом Холлз-Крик); 5 – границы тектонических элементов (I – кратон Кимберли, II – подвижная зона Холлз-Крик, III – подвижная зона Кинг Леопольд, IV – шельф Леннард, V – прогиб Фитцрой); 6 – кимберлиты; 7 – лампроиты; 8 – алмазы; 9 – карбонатиты

Нове джерело корінних алмазів - лампроїти

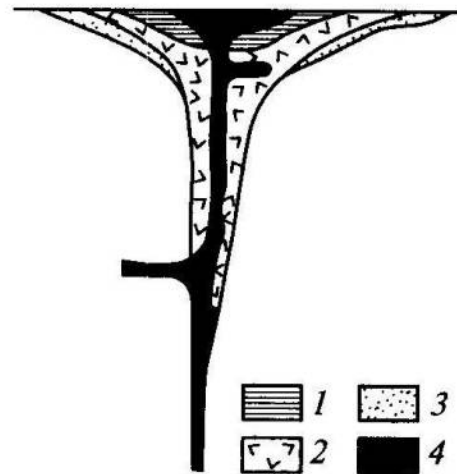


Рис. Модель лампроитовой трубки («бокал шампанского», по терминологии австралийских геологов):

1 — сланцы; 2 — туфы; 3 — песчаные туфы; 4 — массивные лампроиты

Нове джерело корінних алмазів - лампроїти

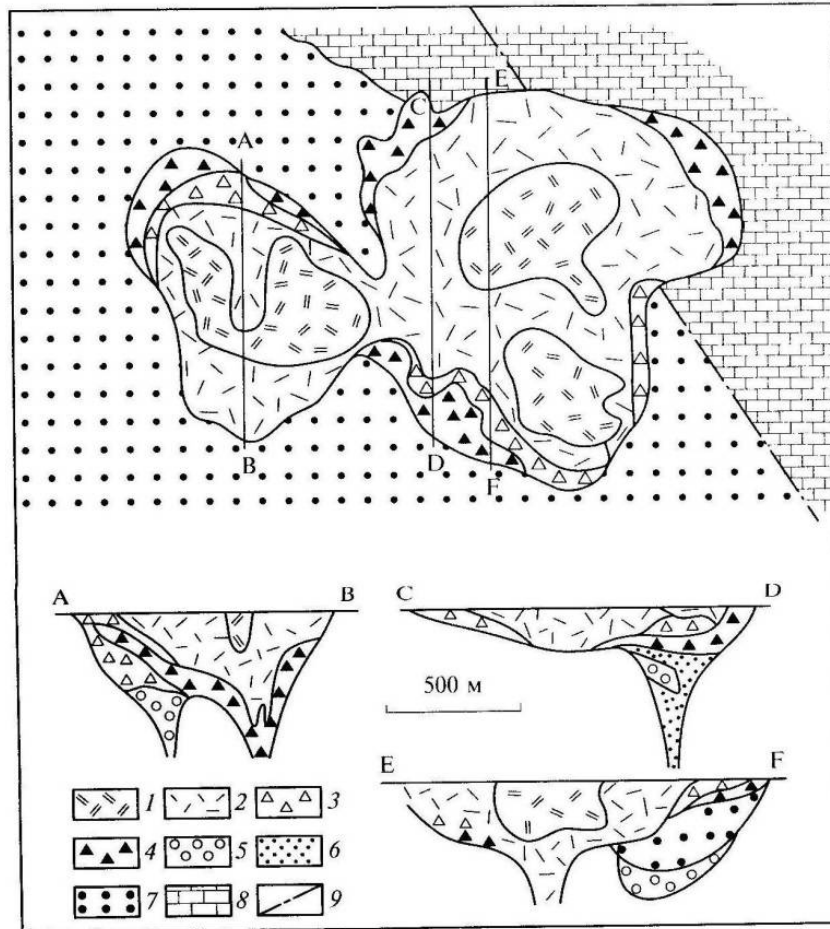


Рис. 16.6. Геологическая карта и разрезы лампроитовой трубки Элендайл-4 (по А. Джейксу, 1995):

1 — флогопит-оливиновые лампроиты; 2 — оливиновые лампроиты; 3 — автобрекчированные оливиновые лампроиты; 4 — лапиллиевые туфы оливиновых лампроитов; 5 — лапиллиевые туфы и туфобрекчии; 6 — песчаные туфы; 7 — пермские песчаники; 8 — девонские карбонатные отложения; 9 — разрывные нарушения

Розсипи алмазів

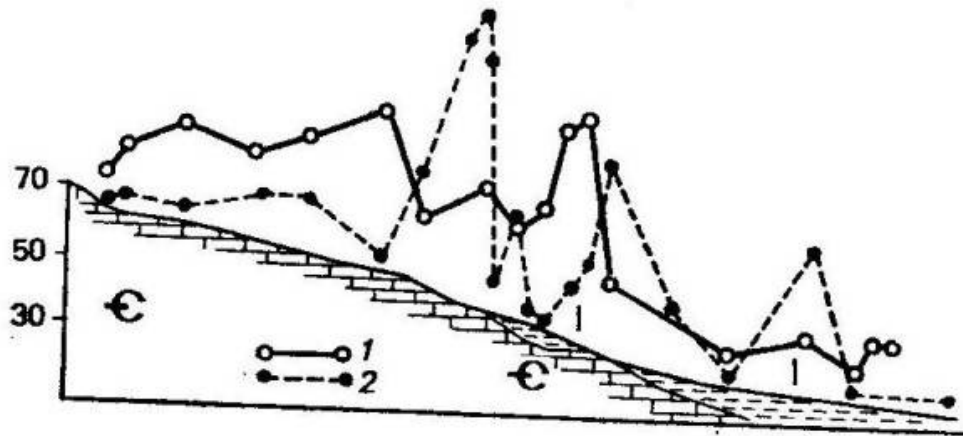
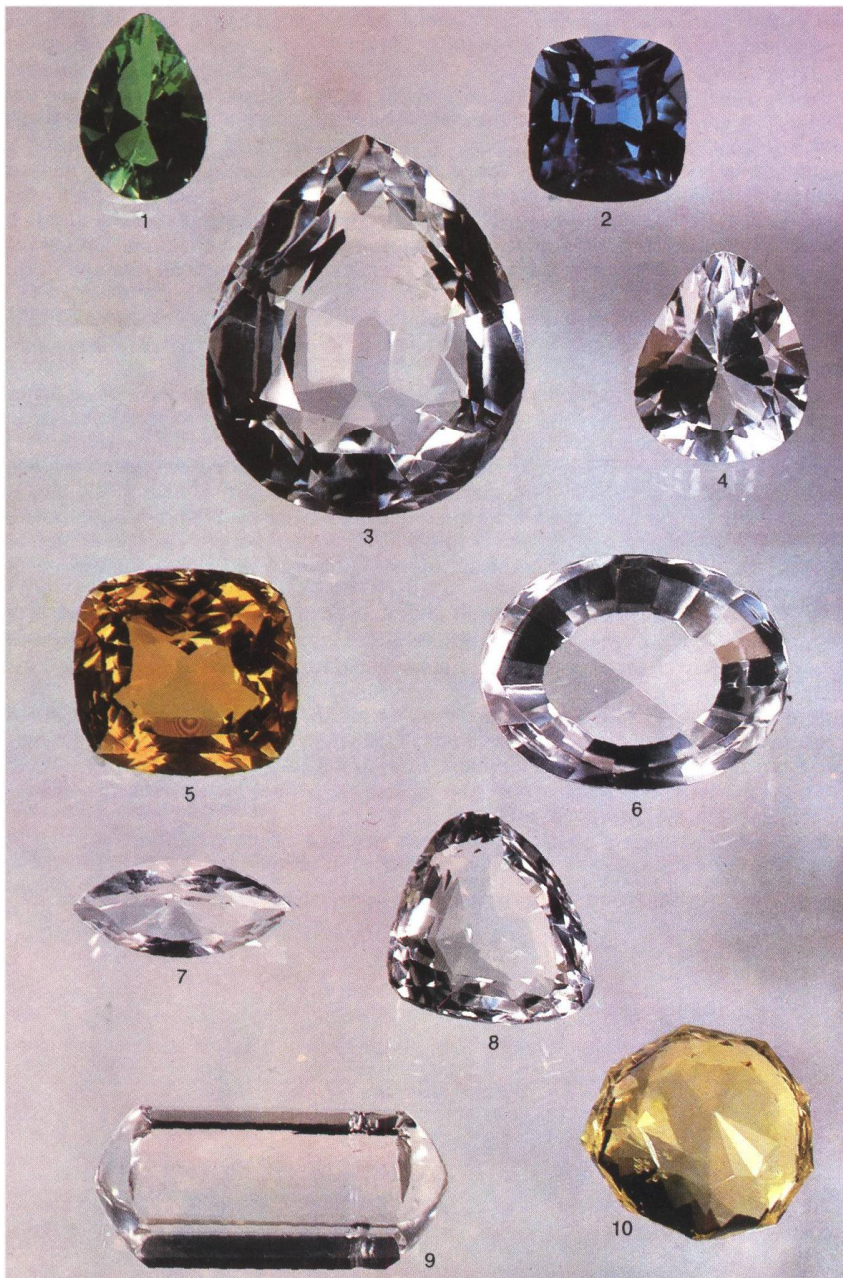


Рис. Изменение содержания алмазов (1) и пироба (2) по продольному профилю реки (по Б. И. Прокопчуку)

Найбільш багатими є сучасні розсипи, з яких видобувають 90% алмазів. Вміст алмазів у розроблюваних розсипах має становити не нижче 0.3 карата на 1 куб.м. Найбільші розсипи відомі у Заїрі, Анголі, Намібії, Бразилії, західному узбережжі ПАР. Вміст алмазів становить 2-10 карата на 1 куб.м і більше.

Історичні алмази



“Гортензія”- рожевий діамант, вагою 21,32кар, огранений за наказом Людовика XIV в 1678р.



“Конде”- рожевий діамант, вагою 9,01кар, подарований Людовиком XIII принцу Конде.



Рубін

Назва від лат.rubeus- червоний.

Властивості:

Хімічна формула: Al_2O_3 – оксид алюмінію.

Колір: червоний, різних відтінків.

Ступінь прозорості: непрозорий, просвічує, рідше прозорий.

Світлозаломлення: 1,766 – 1,774.

Риска: біла.

Двозаломлення: -0,008

Твердість: 9. **Густина:** 3,97 - 4,05.

Дисперсія: -0,018.

Спайність: відсутня. але часто спостерігається окремість.

Плеохроїзм: сильний - від жовтувато-червоного до глибокого карміново-червоного.

Злам: дрібнораковистий , нерівний; крихкий.

Сингонія: тригональна

Кристали: шестигранні діпірамідальні, таблитчасті, рідше призматичні.

Лінії спектру поглинання: 694,2; 692,8; 668; 659,2; 610-500; 476,5; 475; 468,5.

Люмінесценція: сильна, у карміново-червоних тонах.

Рубін



Всі природні рубіни мають дефекти, включаючи кольорові домішки і включення голок рутилу, відомі як "шовк". Експерти по коштовних каменях використовують ці голчаті включення, знайдені в природних рубінах, для розрізнення їх від синтетичних, хімічних стимуляторів або замінників. Зазвичай грубий камінь нагрівають перед ограновуванням.

Майже всі рубіни сьогодні в деякій формі обробляють. Термообробка є найзагальнішою практикою і рубіни, які є повністю не обробленими і все ще чудової якості мають високу ціну. Взагалі ми можемо перерахувати наступні типи удосконалень: колірна зміна, покращування прозорість, видалення включень, «загоєння» розломів (тріщин) або навіть повне заповнення їх.



Для рубінів і сапфірів застосовують фасетне огранювання. При обробці потрібно враховувати дихроїзм. Для виявлення гарного фіолетово-червоного кольору рубін орієнтують перпендикулярно до оптичної осі, яка співпадає з віссю 3 порядку. З каменів з ефектом астеризму роблять кабошони.

Рубін за зовнішніми ознаками подібний до шпінелі, червоних гранатів, червоного турмаліну (рубеліту), деяких топазів. Відрізняється від всіх цих мінералів значною твердістю.

Рубін: родовища

- Рубіни видобувають в Африці, Азії, Австралії, Острові Гренландія, Мадагаскарі і Північній Кароліні. Їх найчастіше всього знаходять в М'янмі (Бірма), Шрі-Ланка, Кенії, Мадагаскарі і Камбоджі, але вони були також знайдені в США (штати Монтана, Північна Кароліна і Південна Кароліна. Долина Могок у Верхній М'янмі подарувала світу деякі з найпрекрасніших рубінів, але, останніми роками, дуже мало хороших рубінів були знайдені там.
Унікальний колір рубінів М'янми описується як "кров голубки". Вони відомі в торгівлі як рубіни "Могок". У центральній М'янмі область Монг Хсу також постачає рубіни. Останнє рубінове родовище, яке було знайдено в М'янмі, розташовано в Нам Іа. У 2002 році рубіни були знайдені в Річковій області Васегес в Кенії. Іноді шпінелі знаходили разом з рубінами в тих же самих породах і видавалися за рубіни. Проте, красиві червоні шпінелі можуть наблизитися до середнього рубіна в цінності.
- В СНД рубіни добувають на Уралі(родовище Макар-Рузь), знайдено рубіни на Памірі і в Казахстані.
- Ціни на рубіни перш за все визначаються кольором (найбільш яскравий і кращий "червоний", названий «Червона Кров Голуба» виділяється більшою ціною в порівнянні з іншими рубінами подібної якості). Після кольору слідує прозорість: подібний до алмазів прозорий камінь матиме високу ціну, але рубін без будь-яких голчастих включень вкаже на те, що камінь так чи інакше обробляли. Ограновування і карат (розмір) також визначають ціноутворення рубіну.

Історичні рубіни.

Великі огранені рубіни і сапфіри - гордість зібрань різних музеїв та скарбниць світу. В Британському музеї (Лондон) зберігається кристал бірманського рубіну масою 3450кар і рубін, який вважається одним з найкращих необроблених кристалів - “Рубін Едуарда” масою 167 кар. Один з найбільших огранених рубінів величиною з половину курячого яйця знаходиться у приватній колекції в Індії, рубін в 250кар – у Празькому кафедральному соборі, найбільший зірчастий рубін “Розер Ріве” (138,7кар) – в США; рубін “Делонг”(100 кар) – в Американському музеї природничої історії.

Відомі також різані великі рубіни: танзанійський рубін розміром 13x16см, на якому американський різальник Р.Харвіл зобразив сцену “Добрий самаритянин” , рубіни “Милосердя” (14x8см) і “Свобода”(14x9см), оброблені в майстерні фірми “Казанян”(Лос-Анджелес).

Сапфір

Назва походить від санскритського або давньоєврейського слова sapphire-термін, який позначав у древніх народів лазурит.

Властивості:

Хімічна формула: Al_2O_3 – оксид алюмінію.

Колір: синій і блакитний, різних відтінків, а також безбарвний, рожевий, оранжевий, жовтий, зелений, фіолетовий, чорний.

Ступінь прозорості: від прозорого до непрозорого.

Світлозаломлення: 1,766 – 1,774.

Риска: біла.

Двозаломлення: -0,008

Твердість: 9.

Густина: 3,99 - 4,00.

Дисперсія: -0,018.

Спайність: відсутня.

Плеохроїзм: у синього сапфіра-чіткий, від темно — до зеленкувато-жовтого і жовтого; у жовтого — від зеленкувато-жовтого і жовтого; у зеленого — слабкий, від жовто-зеленого до зеленого; у фіолетового-чіткий, від фіолетового до рожевого.

Злам: нерівний до раковистого.

Сингонія: тригональна

Кристали: загострені з обох кінців, діжкоподібні, шестигранні діпірамідальні, таблитчасті



Лінії спектру поглинання: у синього цейлонського сапфіру- 471; 4666; 455; 450; 379; у жовтого- 471; 460; 450.; у зеленого- 471; 460-450.

Люмінесценція: у синього сапфіру- фіолетова, або відсутня; у жовтого- оранжева, у безбарвного- від оранжевої до фіолетової.



Сапфір

При діагностиці сапфіру найбільшу складність викликає відрізнення сапфіру від танзаніту (дещо нижча твердість, густина, показники заломлення), бенітоїту (нижче густина і твердість, висока дисперсія показників заломлення, яскраво-блакитна люмінесценція- 254 нм) і аквамарину-максиксу - нижчі твердість, густина, показники заломлення, нестійкість забарвлення).

Великі сапфіри зустрічаються нечасто, однак знахідки каменів вагою понад 1 кг є. На о.Шрі-Ланка знайдено сапфір масою біля 19 кг(95000 кар), а в Югославії - 1,4кг(обидва не ювелірної якості).

Найбільшим оранжевим сапфіром (падпараджа) вважають камінь масою 57,30кар, який зберігається у британській колекції.

Найбільший огранений сапфір - "Чорна зірка Квінсленду" масою 1444кар. З великих кристалів сапфіру вирізані скульптурні портрети президентів США :А.Лінкольна(2302кар), Д.Вашингтона(1997 кар) і Д.Ейзенхауера(2097), які зберігаються в Американському музеї природничої історії.



Сапфір

- Відомі камені британської корони “Сапфір Стюарта”(розмір 3,8x2,5см) і “Сапфір Св. Едуарда”. Сапфір “Росполі”(135 кар) та другий - розміром 5x3,8см- знаходяться у приватній колекції в Парижі; сапфіри “Зірка Індії” (563 кар) і “Опівнічна зірка” (116 кар) –в Американському музеї природничої історії(Нью-Йорк); сапфіри “Зірка Азії”(330 кар) і “Логан”(423 кар) – в Смітсонівському інституті США (Вашингтон).
- В колекції Алмазного фонду Росії зберігається “Держава імператорська”, верхня частина якої прикрашена сапфіром з о. Шрі-Ланка масою 200 кар. Там же знаходиться густо-синій сапфір із Шрі-Ланка масою 258,18кар, вставлений у діамантову брошку.
- Родовища сапфірів є в Австралії, Бірмі, Шрі-Ланка, Таїланд, США(Монтана), Бразилії(Мату-Гросу), на заході Кампучії, в Кенії, Малаві, Зімбабве, Танзанії. В СНД є прояви сапфіру пов'язані з пегматитами Ільменських гір, нефеліновими пегматитами Хібін, але отримана сировина - низької якості.

Родовища рубіну і сапфіру:

1. Магматичні

- В лужних основних лампрофірах
- В базальтах

2. Пегматитовий

- В сієнітових і міаскітових пегматитах

3. Пневматолітово-гідротермальні

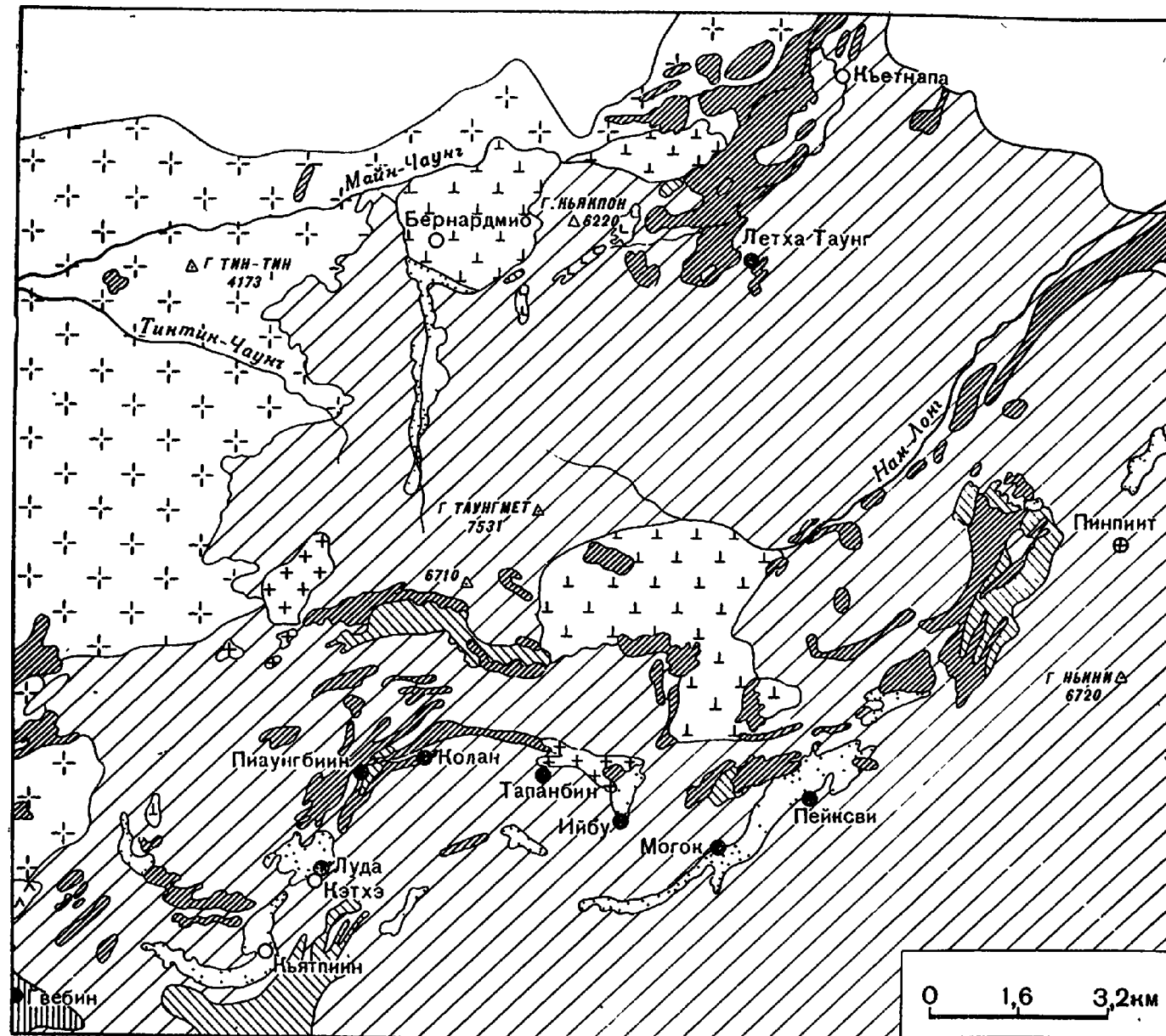
- В плагіоклазитах, мармурах
- В плагіоклазитах і слюдитах ультраосновних порід
- В скарнованих мармурах
- В силікатних ендоскарнах

4. Метаморфогенний

- У високоглиноземистих гнейсах та амфіболітах

5. Розсипи

- Елювіальні
- Елювіально-делювіальні
- Делювіально-алювіальні

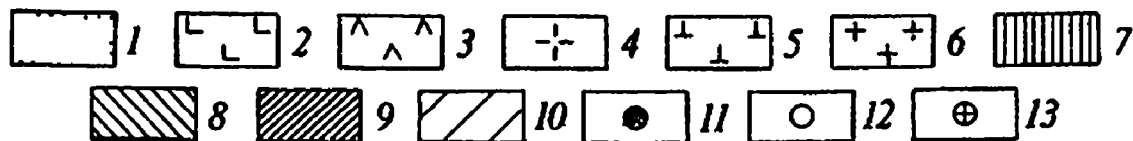


Могокські родовища рубіна і сапфіру (Пн.Бірма):

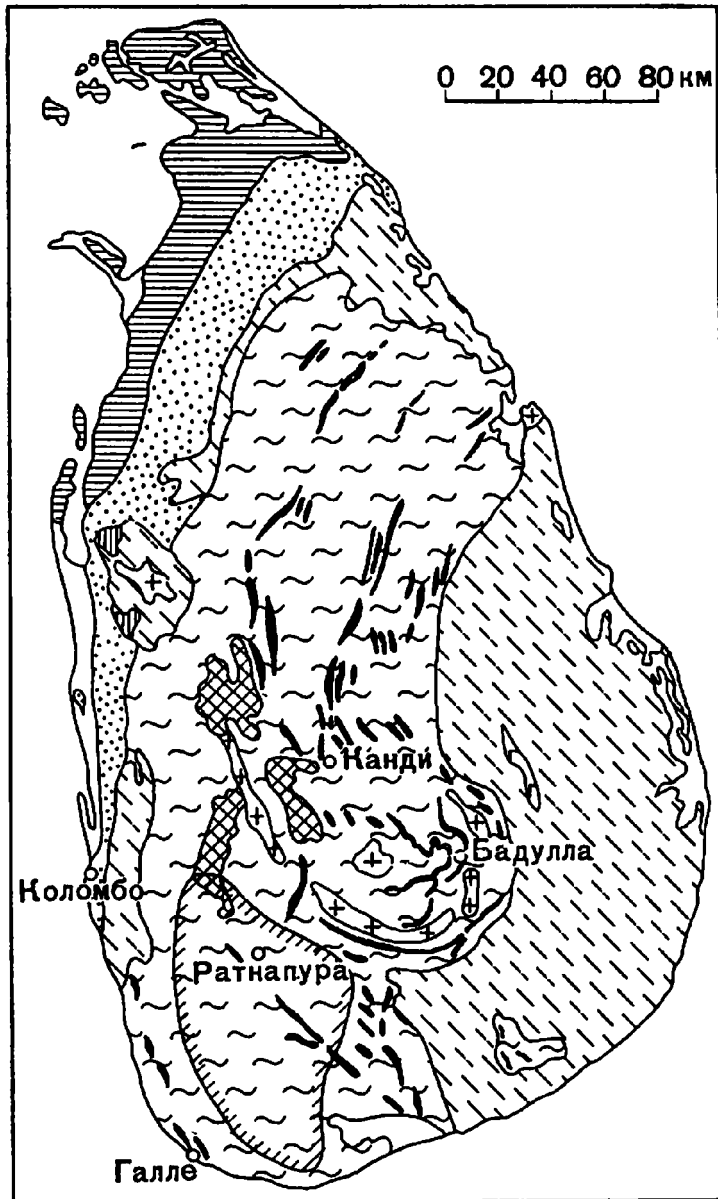
- 1-алювій;
- 2-основні та ультраосновні породи;
- 3-лужні породи;
- 4-граніти формації Кобаінг;
- 5-сієніти;
- 6-авгітові та роогобманкові граніти;
- 7-кварцити;
- 8-вапняковисті гнейси;
- 9-вапняки та кальцифіри;
- 10-нерозчленовані кристалічні породи.

Родовища:

- 11-рубіну;
- 12-сапфіру;
- 13-благородної шпінелі



Геологічна будова острова Шрі-Ланка



Відклади:

1-сучасні;

2-плейстоценові;

3-міоценові;

4-юрські;

серія кондалітова, архей:

5-кварц-гранат-силіманітові породи;

6-кальцифірим;

Серія Віджаан, архей:

7-чарнокіти та гранатові гнейси;

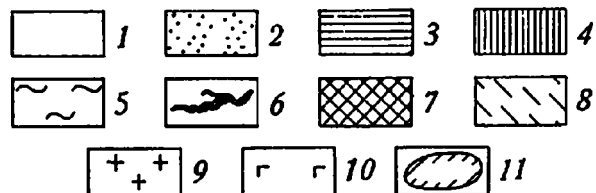
8-біотитові гнейси;

9-граніти, сієніти;

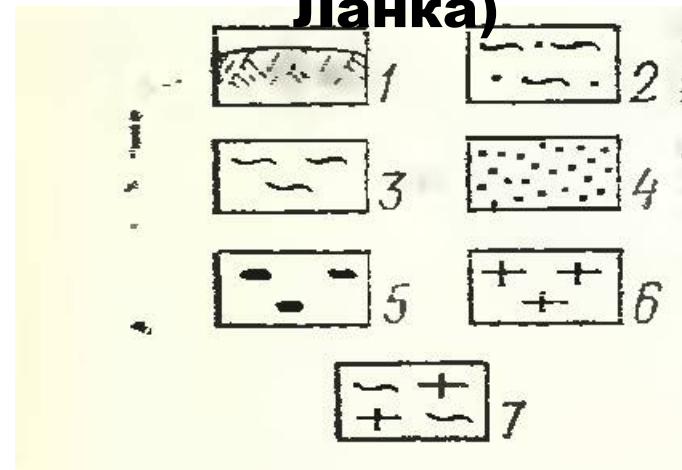
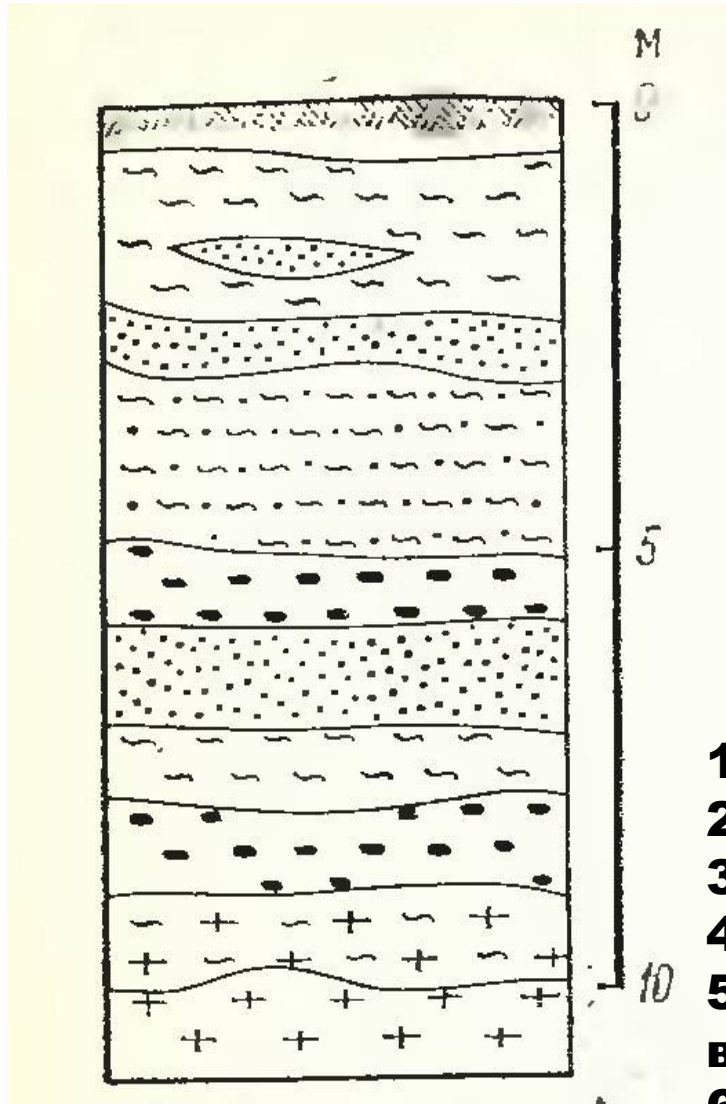
10-долерити;

11-область, найбільш багата на

коштовне каміння



Геологічна будова розсипу коштовних каменів(Шрі- Ланка)



- 1-грунтовий шар;
- 2-тонкі глини;
- 3-піщанисті глини;
- 4-пісок;
- 5-продуктивні піщано-глинясті відклади(“ілам”);
- 6-коріні кристалічні сланці;
- 7-кора вивітрювання корінних порід