

УДК 622.693:549.1(477.6)

Ю.Б. Панов (канд.г.-м.наук, доц.)¹, Ю.А. Проскурня (канд.г.-м.наук, доц.)¹,
В.Л. Гриффин (д-р геол.наук, проф.)²

¹ Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина

² CSIRO, г. Сидней, Австралия

Возраст и состав литосферной мантии Днестровско-Бугского мегаблока (р.Случ) Украинского щита и перспективы его алмазоносности

Данная работа основывается на изучении с помощью протонно-микропробных анализов малых, редких и редкоземельных элементов в пиропсах из аллювиальных отложений р.Случ (Днестровско-Бугский блок Украинского щита). Установлены палеогетермические условия их образования и мощность литосферы, в которой они образовались. На основании изучения типоморфизма и химических компонентов в ксенокристаллах хромпироба были сделаны выводы о потенциальной алмазоносности Днестровско-Бугского региона Украинского щита Восточно-Европейской кимберлитовой провинции.

Ключевые слова: Днестровско-Бугский блок, пироп, аллювиальные отложения, литосфера.

Днестровско-Бугский мегаблок образует «гранулитовую дугу» на юго-западе Украинского щита. Он представляет собой приподнятый юго-западный угол Восточно-Европейской платформы. Западная и юго-западная границы Днестровско-Бугского района являются одновременно границами щита. На западе он ограничен Ровенским и Приднестровским разломами. Амплитуды сброса достигают 3-5 км. Возраст сброса - рифейский. Северо-западная граница этого блока разными авторами проводится по Андрушевскому или Тетеревскому разломам [1, 3].

Днестровско-Бугский блок по петрологическому принципу, с учетом разломной тектоники, можно разделить на 4 блока второго порядка. Северный – Хмельницкий блок – сложен преимущественно, Бердичевскими гранитами. Хмельницким разломом от него отделен расположенный южнее Винницкий блок. В нем развиты в равной мере крупные массивы чарнокитоидов литинского комплекса и Бердичевские граниты. По Немировскому разлому Винницкий блок граничит с Гайворонским, где преобладают эндербиты гайворонского комплекса. Четвертый блок – Голованевская шовная зона – служит восточным крылом гранулитовой дуги. Она представляет собой мощное утолщение земной коры до 60-65 км, причем на глубинах 40-60 км земная кора представляет собой коро-мантийную смесь. Наличие слоя коромантийной смеси позволяет относить Голованевскую зону к палеорифтам.

Предполагается, что верхняя мантия в пределах Подольского и Волынского блоков дифференцирована и частично истощена. Мощность литосферы достигает здесь 160 км. Разрез верхней мантии следующий: на уровне раздела Мохо находятся плагиоэклогиты (20 км), пироксениты (10 км), зернистые лерцолиты (80-90км), гарцбургиты и дуниты (более 10 км). Истощенность мантии возрастает с глубиной. Мантийные породы слабометаморфизованы [1].

Данная работа основана на методике, разработанной профессором В.Л.Гриффинем (Университет Макуори и Объединенная организация научных и инженерных исследований, CSIRO, г.Сидней, Австралия) и заключается в том, что с помощью уникального лабораторного оборудования (в том числе протонного микроанализатора РМР с ускорителем частиц HIAF) возможно определять содержания редких и редкоземельных элементов в минерале-спутнике алмаза – хромпиропе и эффективно оценивать алмазоносность кимберлитовых и лампроитовых тел. При этом был установлен также необратимый фактор изменения химического состава литосферной мантии в течении истории Земли, что позволило выделить три типа кратонов с

кимберлитами и лампроитами: архоны (тектонотермальный возраст более 2,5 млрд. лет), протоны (2,5 – 1 млрд. лет) и тектоны (менее 1 млрд. лет) [4, 5].

На рисунке 1 приведены данные о термобарических условиях образования хромпиропов из аллювиальных отложений р.Случ Термобарические условия образования гранатов из аллювиальных отложений р.Случ определены с помощью Ni-термометра и Cr-барометра. Температура их образования изменяется от 770 до 1028°C, давление в области минералообразования составляло 2,5-4 ГПа. Геотерма (плотность глубинного теплового потока) в это время составляла 42-46 мВт/м² при кондуктивной модели теплопереноса. Низкие значения температуры и давления привели к тому, что все зерна лерцолитовых и одно зерно низкохромистого граната образовались при условиях, отвечающих графитовой области. Лишь одно зерно лерцолитового граната располагается на границе полей графит-алмаз. Такие значения плотности теплового потока превышают параметры, отмеченные в большинстве кратонных областей с промышленной алмазоносностью.

На рисунке 2 приведены данные о температуре образования гранатов из аллювиальных отложений р.Случ, определенные с помощью Ni-термометра [3].

На гистограмме отчетливо выделяются 2 популяции гранатов, образованные при различных температурах. Первая из них указывает на температуру в источнике минералообразования порядка 750°C. Вторая – наиболее многочисленная группа гранатов – образовалась при температурах 900-1000°C. Меньшее количество гранатов занимает промежуточное положение в районе 800-900 и 1050°C. Такие невысокие температуры образования основной популяции гранатов меньше температур, при которых были образованы пиропы из высокопродуктивной кимберлитовой трубки Финч (ЮАР) – 1000-1200°C, трубки Удачная (Якутия) – пик 1100°C, провинции Ляонин (КНР) – около 1200°C [4].

На рисунке 3 приведены данные о содержании Y и Zr в гранатах из аллювиальных отложений р.Случ.

Содержание иттрия в гранатах из аллювия р.Случ демонстрирует существенное обогащение их иттрием от 15 до 28 г/т, что свидетельствует об их образовании в условиях молодой литосферной мантии протонового или тектонового типа, в которой протекали метаморфические процессы, обогатившие пиропы этим и рядом других элементов.

Аналогичное содержание иттрия свидетельствует о температуре образования этих гранатов порядка 800°C, что указывает на мощность литосферы, в которой они были сформированы, порядка 110 км.

Остальная часть выборки, состоящая из лерцолитовых и низкохромистого граната, образована при температурах 850-1000°C.

Содержания Zr и Y зависят от того, в каких условиях происходило образование гранатов. Формирование их в условиях деплетированной истощенной мантии диагностируется по низким содержаниям иттрия (до 10г/т) и невысоким – до 30г/т – содержанием циркония [4, 5].

Из всей изученной выборки гранатов лишь 2 зерна лерцолитового генезиса удовлетворяют этим условиям. Основная часть изученных минералов содержит цирконий в количестве 10-40 г/т, а иттрий – 15-25 г/т. Такие значения наблюдаются, как правило, в гранатах, образование которых происходило в мантии ранне-среднепротерозойского возраста.

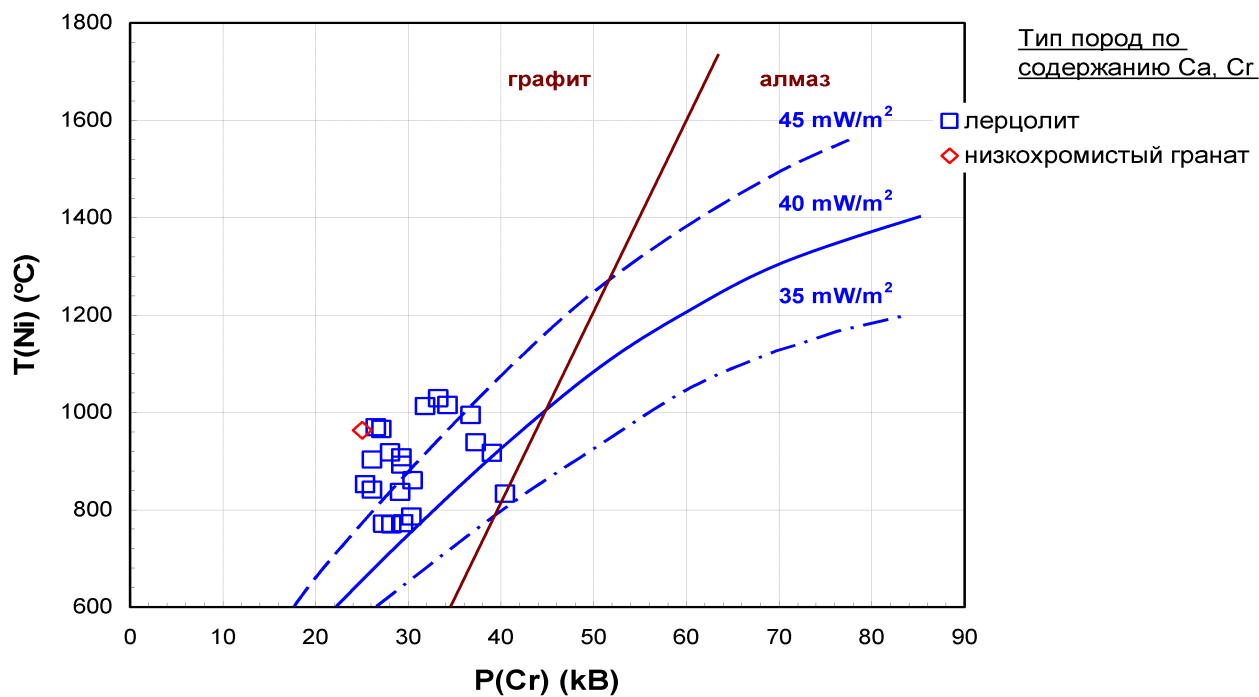
Высокие содержания иттрия, а также положительная корреляционная зависимость между этими элементами в гранатах указывает на их переработку и обогащение вследствие низкотемпературных (до 1100°C) постгенетических процессов [6].

На рисунке 4 приведены данные о Y/Ga и Zr/Y отношениях в хромпиропах из аллювиальных отложений р.Случ.

С помощью Y/Ga и Zr/Y отношений возможно ранжировать изученные образцы гранатов по возрасту их образования в пределах архонов, протонов либо тектонов [7].

Отношения Y/Ga увеличиваются от архонов (1-2,4) к протонам (1,2-3,2) и тектонам (более 10). Гранаты, подвергшиеся процессам низко-, либо высокотемпературных изменений, отличаются высоким содержанием титана, циркония, иттрия, а также высокими Zr/Y отношениями.

**T(Ni) и P(Cr) в гранатах
из аллювиальных отложений р.Случь**



Тип пород по содержанию Са, Cr	T(Ni) °C	P(Cr) kВ
лецолит	852	25,4
лецолит	902	26,1
лецолит	786	30,4
лецолит	966	27,1
лецолит	892	29,3
лецолит	1014	34,3
лецолит	1013	31,8
лецолит	860	30,5
лецолит	833	40,4
лецолит	1028	33,2
лецолит	771	27,3
лецолит	772	29,5
лецолит	994	36,7
лецолит	841	26,1
лецолит	969	26,6
лецолит	907	29,3
лецолит	770	28,2
лецолит	938	37,3
лецолит	836	29,1
лецолит	917	28,1
лецолит	917	39,1
низкохромистый гранат	963	25,0

Рис.1. Геотермальные условия образования хромпиропов из аллювиальных отложений р.Случь.

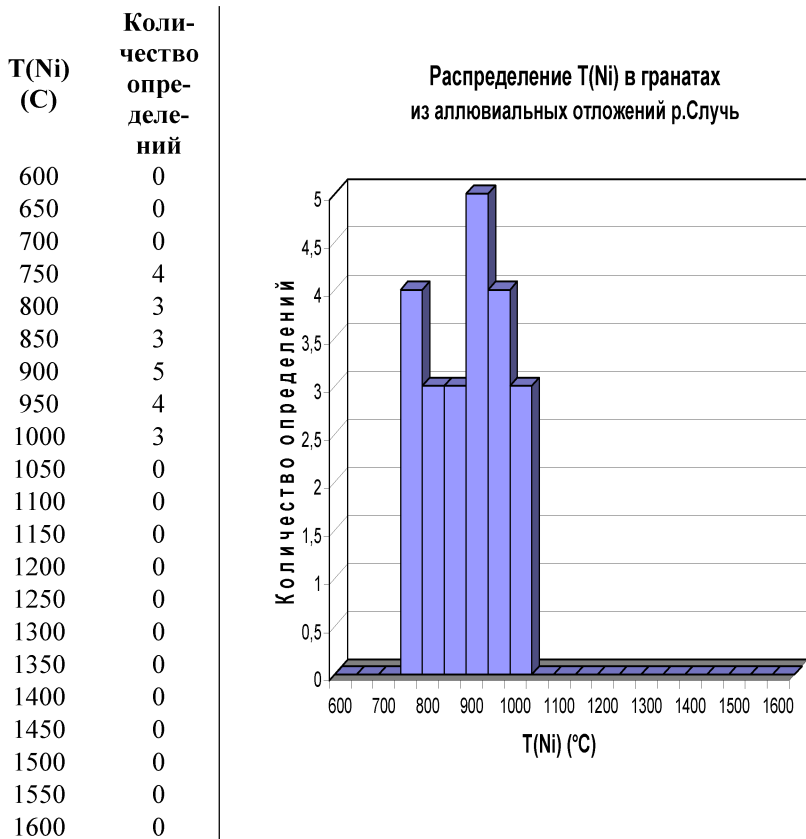


Рис. 2. Температура образования гранатов из аллювиальных отложений р.Случ.

На рисунке 4 видно, что основная часть проанализированных хромпиропов располагается в области протонов и тектонов и лишь одно зерно находится на границе между протоном и архоном, что характерно для протонных, либо тектонных областей.

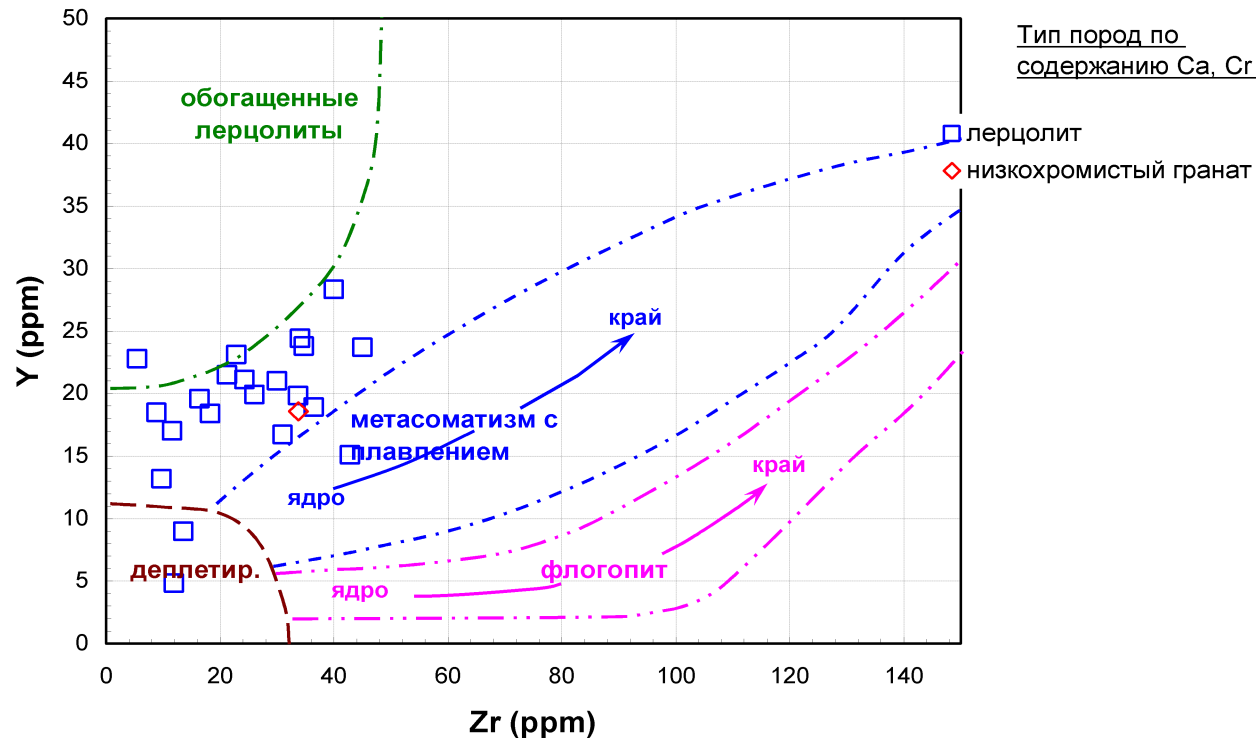
На рисунке 5 приведены данные о Zr/Y и Nd/Y отношениях в хромпиропах их аллювиальных отложений р.Случ.

В гранатах, образованных в поле стабильности алмаза, Zr/Y отношения должны превышать значение 0,6, а Nd/Y - более 0,5. Такие значения позволяют также относить гранаты по времени их образования к архонным или протонным комплексам.

Гранаты из миоценовых отложений р.Случ имеют значительно меньшие показатели, и только лишь одно зерно лерцолитового граната попало в область диаграммы, находясь при этом в графитовом поле.

Таким образом, учитывая значительное сходство исследованных кристаллов хромпиропа, отобранных из миоценовых отложений верховьев р.Случ с аналогичными гранатами из алмазоносных пород Якутии, ЮАР, Австралии и других стран, следует признать, что их возрастное происхождение, а также последующая эволюция не способствовала образованию промышленных алмазосодержащих тел полезных ископаемых и потенциальную алмазоносность Днестровско-Бугского мегаблока (р.Случ) следует признать ограниченной.

**Y и Zr в гранатах
из аллювиальных отложений р.Случь**

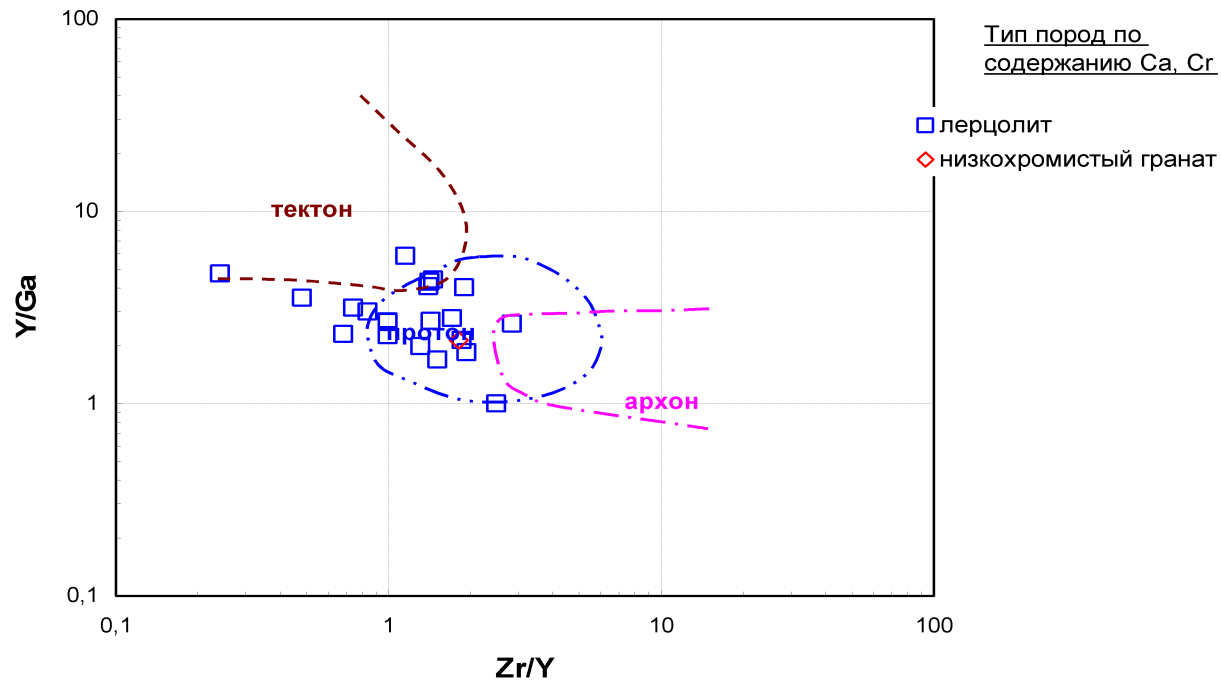


Тип пород по содержанию

Ca, Cr	Y	Zr
лерцолит	21,5	21,3
лерцолит	23,1	22,9
лерцолит	28,3	40,0
лерцолит	22,8	5,50
лерцолит	19,8	33,8
лерцолит	21,1	24,3
лерцолит	18,9	36,5
лерцолит	19,6	16,4
лерцолит	23,7	45,0
лерцолит	18,5	8,90
лерцолит	16,7	31,0
лерцолит	18,4	18,3
лерцолит	13,2	9,80
лерцолит	23,8	34,7
лерцолит	24,4	34,1
лерцолит	17,0	11,6
лерцолит	9,00	13,6
лерцолит	15,1	42,8
лерцолит	21,0	30,0
лерцолит	19,9	26,1
лерцолит	4,80	11,9
низкохромистый гранат	18,6	33,7

Рис.3. Содержание Y и Zr в гранатах из аллювиальных отложений р. Случь.

**Y/Ga и Zr/Y отношения в гранатах
из аллювиальных отложений р.Случь**

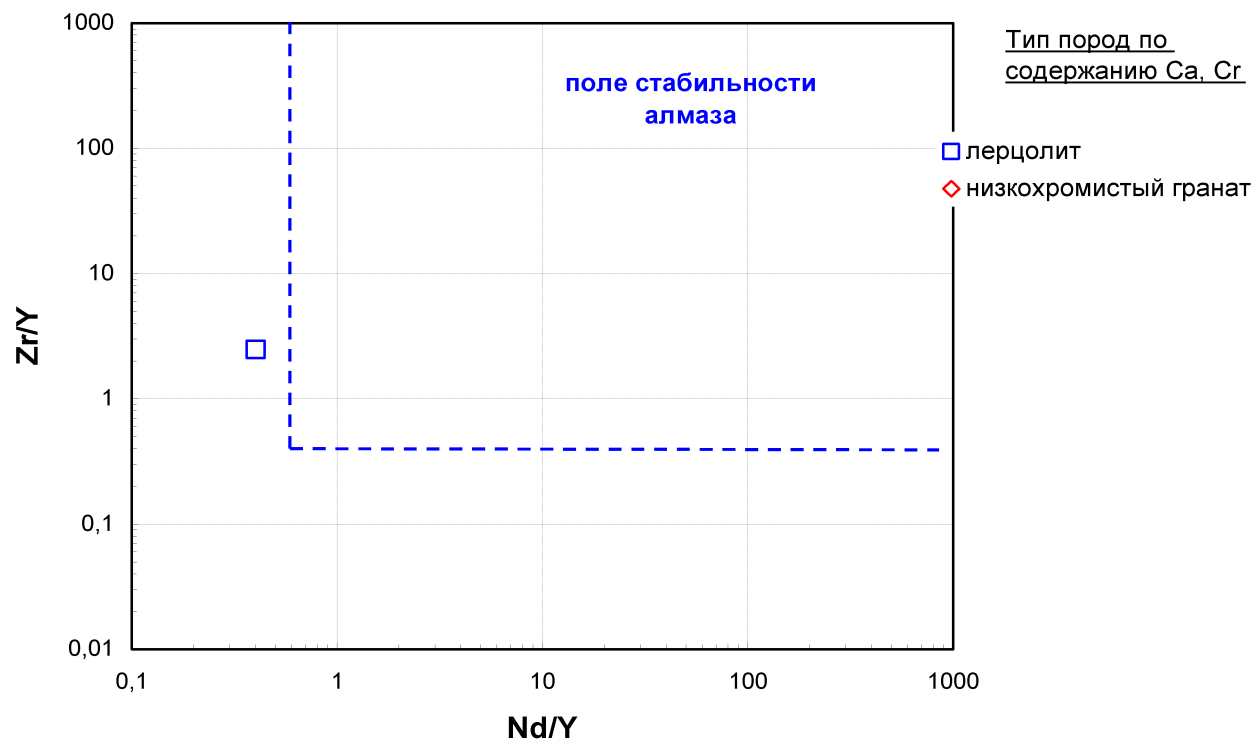


Тип пород по содержанию

Ca, Cr	Y/Ga	Zr/Y
лещолит	2,26315789	0,99069767
лещолит	2,65517241	0,99134199
лещолит	4,28787879	1,41342756
лещолит	4,75	0,24122807
лещолит	2,78873239	1,70707071
лещолит	5,86111111	1,15165877
лещолит	1,85294118	1,93121693
лещолит	3,01538462	0,83673469
лещолит	4,01694915	1,89873418
лещолит	3,55769231	0,48108108
лещолит	2,14102564	1,85628743
лещолит	2,66666667	0,99456522
лещолит	3,14285714	0,74242424
лещолит	4,40740741	1,45798319
лещолит	4,06666667	1,39754098
лещолит	2,2972973	0,68235294
лещолит	1,69811321	1,51111111
лещолит	2,60344828	2,83443709
лещолит	2,69230769	1,42857143
лещолит	1,99	1,31155779
лещолит	1	2,47916667
низкохромистый гранат	2,13793103	1,81182796

Рис. 4. Y/Ga и Zr/Y отношения в хромпиروпах из аллювиальных отложений р.Случь.

**Zr/Y и Nd/Y отношения в гранатах
из аллювиальных отложений р.Случь**



**Тип пород по содержанию
Ca, Cr**

Тип пород по содержанию Ca, Cr	Zr/Y	Nd/Y
лещолит	0,99069767	0,01302326
лещолит	0,99134199	0,01515152
лещолит	1,41342756	0,0130742
лещолит	0,24122807	0,01491228
лещолит	1,70707071	0,03131313
лещолит	1,15165877	0,08009479
лещолит	1,93121693	0,02592593
лещолит	0,83673469	0,01887755
лещолит	1,89873418	0,03966245
лещолит	0,48108108	0,02324324
лещолит	1,85628743	0,03233533
лещолит	0,99456522	0,04673913
лещолит	0,74242424	0,04015152
лещолит	1,45798319	0,0210084
лещолит	1,39754098	0,02459016
лещолит	0,68235294	0,01470588
лещолит	1,51111111	0,05
лещолит	2,83443709	0,08807947
лещолит	1,42857143	0,04238095
лещолит	1,31155779	0,0281407
лещолит	2,47916667	0,40208333
низкохромистый гранат	1,81182796	0,04139785

Рис.5. Zr/Y и Nd/Y отношения в хромпиросах их аллювиальных отложений р.Случь.

Библиографический список

1. Металлические и неметаллические полезные ископаемые Украины / Гурский Д.С., Есипчук К.Е., Калинин В.И., Кулиш Е.А. и др. – К.-Львов: Изд-во "Центр Европы"? 2005. – Том 1. 785 с.
2. Кривдик С.Г. Петрология щелочных пород Украинского щита / С.Г. Кривдик, В.И. Ткачук. – К.: Наук. думка, 1990. - С. 395 – 387.
3. Панов Б.С. Р–Т условия образования хромпиروпа из кимберлитов Украинского щита / Б.С. Панов, В.Л. Гриффин, Ю.Б. Панов // Допов. АН України. - 2000. - № 3. - С. 137 – 143.
4. Панов Ю.Б. Типохимизм минералов-спутников алмаза из кимберлитов Приазовья: автореф. канд. дисс. / Ю.Б. Панов. - Донецк: Типография ДонНТУ, 2001.
5. Griffin, W.L., O'Reilly, S.Y., Ryan, C.G., Gaul, O. and Ionov, D. Secular variation in the composition of subcontinental lithospheric mantle. In J. Braun, J. C. Dooley, B. R. Goleby, R. D. van der Hilst and C. T. Klootwijk (eds) Structure & Evolution of the Australian Continent. // Geodynamics, Amer. Geophys. Union, Washington D.C. - Volume 26. - pp. 1-26.
6. Griffin, W.L., O'Reilly, S.Y. and Ryan, C.G. The composition and origin of subcontinental lithospheric mantle. In: Y.Fei, C.M. Bertka and B.O. Mysen (eds.) Mantle Petrology: Field observations and high-pressure experimentation : A tribute to Francis R. (Joe) Boyd. // Geochemical Society Special Publication #6, The Geochemical Society (Houston), 1999. - pp. 13-45.
7. Norman M.D., Griffin W. L., Pearson N. J., Garcia M. O., and O'Reilly S. Y. Quantitative analysis of trace element abundances in glasses and minerals: a comparison of laser ablation ICPMS, solution ICPMS, proton microprobe, and electron microprobe data. // Journal of Analytical Atomic Spectroscopy 13, 1998, - pp. 477-482.

© Панов Ю.Б., Проскурня Ю.А., Гриффин В.Л., 2011

Стаття надійшла до редакції 29.07.2011.

Ю.Б. ПАНОВ¹, Ю.А. ПРОСКУРНЯ¹, В.Л. ГРИФФІН²

¹Донецький національний технічний університет, м. Донецьк, Україна, ²CSIRO, м. Сідней, Австралія

ВІК ТА СКЛАД ЛІТОСФЕРНОЇ МАНТІЇ ДНІСТРОВСЬКО-БУЖСЬКОГО МЕГАБЛОКА (Р. СЛУЧ) УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЙОГО АЛМАЗОНОСНОСТІ

Ця робота присвячена вивченню результатів протонно-мікропробних аналізів малих елементів в піропах з алювіальних відкладень р.Случ (Дністровсько-Бузький блок Українського щита). Встановлено палеогеотермічні умови їх утворення та потужність літосфери, в якій вони утворювались. На підставі вивчення типоморфічної залежності та хімічних компонентів в ксенокристалах хромпіропа зроблено висновок, щодо перспектив алмазонасності Дністровсько-Бугського регіону Українського щита Східно-Європейської кимберлітової провінції.

Ключові слова: Дністровсько-Бузький блок, піроп, алювіальні відкладення, літосфера.

Yu.B. PANOVA¹, Yu.A. PROSKURNYA¹, V. GRIFFIN²

¹Donetsk national technical university, Donetsk, Ukraine, ²CSIRO, Sidney, Australia

AGE AND COMPOSITION OF LITHOSPHERE'S MANTLE OF THE DNESTROVSKO-BUGSKIY MEGABLOCK (SLUCH RIVER) OF THE UKRANIAN SHIELD AND ITS DIAMONDS PROSPECTIVITY

This article represents a detailed study based on results of original protone-microprobe analyses of trace elements in pyropes from alluvial deposit in r.Slutch. The research has recognised the regional palaeogeothermal conditions of the deep lithosphere. The study of typomorphic features of chemical composition of xenocrysts of indicator minerals from and their comparison with case studies of alluvial deposit in r.Slutch and manifestations worldwide suggest to evaluate the Dnestrovsko-Bugskiy region of the Ukrainian Shield as a potentially prospective area within the Eastern-European Kimberlite province.

Keywords: Dnestrovsko-Bugskiy region, pyrope, alluvial deposits, lithosphere.