

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПЛАТИНОНОСНЫХ ДУНИТОВ СВЕТЛОБОРСКОГО И НИЖНЕТАГИЛЬСКОГО МАССИВОВ ПЛАТИНОНОСНОГО ПОЯСА УРАЛА

А.Г.ПИЛЮГИН, канд. геол.-минерал. наук, геолог, *andrew_pilugin@mail.ru*

ОАО «Артель старателей «Амур», Хабаровск, Россия

И.В.ТАЛОВИНА, д-р геол.-минерал. наук, профессор, *i.talovina@gmail.com*

А.М.ДУРЯГИНА, аспирантка, *gaufutdinovaam@yandex.ru*

В.С.НИКИФОРОВА, аспирантка, *nikiforowa.victoria@gmail.com*

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», Санкт-Петербург, Россия

Приводятся новые данные по геохимии дунитов, слагающих Светлоборский и Нижнетагильский ультраосновные массивы Платиноносного пояса Урала. На основе их интерпретации обсуждены особенности петрогенезиса обоих массивов. Установлено, что массивы являются петрохимическими аналогами пород зональных массивов и альпинотипных комплексов, но имеют при этом свои особенности. Так, Светлоборский массив больше обогащен элементами-примесями по сравнению с Нижнетагильским, что, скорее всего, связано с их перераспределением в ходе наложенных процессов вследствие внедрения даек основного состава.

Ключевые слова: зонально-концентрические массивы, геохимия, дуниты, Светлоборский массив, Нижнетагильский массив, Платиноносный пояс Урала.

Введение. Светлоборский и Нижнетагильский концентрически-зональные клинопироксенит-дунитовые массивы Платиноносного пояса Урала являются источниками крупнейших в мире россыпных месторождений платины, отрабатывающихся здесь с 1824 г. По разным оценкам, за это время россыпи дали не менее 390 т платины. Традиционно считается, что коренными источниками россыпных месторождений явились разрозненные платиноносные хромитовые сегрегации в дунитах. На Нижнетагильском массиве известно лишь несколько мелких месторождений, где платина добывалась непосредственно из дунитов, а основная масса рудных месторождений и проявлений ассоциирует с хромититами. Тем не менее, несмотря на богатство руд, до недавнего времени эти массивы считались малоперспективными на коренное платиновое оруденение. Открытие потенциально промышленно значимых рудных зон в дунитах Светлоборского массива [11], наряду с открытием рудных зон в дунитах массива Гальмозан в Корякии, в свете разрабатываемых технологий переработки нетрадиционного платиносодержащего сырья [4] обуславливает актуальность исследований состава, типов и особенностей распределения платиновой минерализации в породах Светлоборского и Нижнетагильского массивов, перспективных на обнаружение коренных крупнообъемных месторождений платины. В связи с этим изучение химических особенностей пород массивов, в частности распределение элементов-примесей в дунитах, представляет повышенный интерес.

Геологическое строение обоих массивов подробно приведено в монографиях Н.К.Высоцкого, А.Н.Заварицкого, О.К.Иванова, К.К.Золоева и др., поэтому остановимся лишь на отличительных чертах массивов, приводимых во многих работах, в частности Ю.М.Телегиным, Н.Д.Толстых и др. [11-13].

Геологическое строение массивов. Светлоборский клинопироксенит-дунитовый массив относится к Качканарскому интрузивному комплексу и входит в цепочку концентрически-зональных массивов Платиноносного пояса Урала. Имеет позднеордовикский

возраст и залегает среди зеленых сланцев выйской свиты среднего-верхнего ордовика [3]. Форма массива линзовидная, вытянутая в субмеридиональном направлении, согласная с северо-западным простиранием вмещающих пород. Массив состоит из дунитового ядра и клинопироксенитовой оболочки. Центральную часть дунитового ядра слагают средне- и мелкозернистые дуниты. Мелкозернистые разности образуют несколько крупных полей в северной и южной половинах массива, среднезернистые – небольшие зоны на территории этих полей, а крупнозернистые разновидности имеют довольно ограниченное распространение. Хромитовые сегрегации в Светлоборском массиве встречаются редко: среди северного и южного поля средне- и мелкозернистых дунитов отмечаются две зоны развития жильных хромититов. Периферическая часть ядра сложена тонкозернистыми дунитами, прорванными дайками клинопироксенитов, магнетитовых клинопироксенитов, хромдиопсидитов, флогопит-хромдиопсидовых пород, горнблендитов, горнблендит-пегматитов, апатитовых горнблендитов и иситов. Клинопироксенитовая оболочка прослежена почти по всей периферии массива. Платинометальное оруденение Светлоборского массива представлено двумя продуктивными минеральными ассоциациями: хромит-платиновой, приуроченной к эпигенетическим хромититовым жилам центральной части дунитового ядра, – нижнетагильский тип, и платиноносных дунитов, приуроченной к тонкозернистым дунитам краевой части ядра, прорванных серией субпараллельных даек клинопироксенитов, горнблендитов и иситов [11].

Нижнетагильский клинопироксенит-дунитовый массив урало-аляскинского типа имеет вытянутую в меридиональном направлении грушевидную форму, позднеордовикский возраст и приурочен к Тагильскому интрузивному комплексу. Массив относится к зональным интрузивным комплексам Платиноносного пояса Урала. Зональное строение характеризуется наличием дунитового ядра и клинопироксенитовой оболочки. Для дунитового ядра также характерна зональность: тонкозернистые дуниты периферии сменяются мелко-, средне- и крупнозернистыми в центральной части. Нижнетагильский концентрически-зональный массив послужил источником одного из крупнейших в мире Нижнетагильского россыпного района. Платиновая минерализация Нижнетагильского массива представлена также двумя рудно-формационными типами: «дунитовым», где платина образует промышленно значимые скопления непосредственно в дунитах (Авторинское месторождение), и «хромитовым», или нижнетагильским, в котором она локализована в хромититовых жилах, прожилках и шлирах (Госшахта, месторождения Александровского лога и др.).

Фактический материал и методы исследования. В ходе исследования анализировались серпентинизированные дуниты преимущественно в лаборатории ИГМ СО РАН г.Новосибирска. Петрогенные элементы определялись рентгеноспектральным силикатным анализом, микроэлементы – методом ICP-MS, элементы платиновой группы (ЭПГ) и золото установлены в ООО «Стюарт Геокемикл энд Эссей» пробирным анализом с последующим определением методом атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой.

Результаты исследования. Содержания породообразующих оксидов и элементов-примесей в дунитах Светлоборского и Нижнетагильского массивов приведены в табл.1. Группировка химических элементов проведена в соответствии с классификацией Х.Роллинсона [17]. Рассмотрены петрогенные элементы и элементы-примеси, среди которых выделяются элементы группы железа (V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni), транзитные (Cu, Zn, Pb, Mo, Ga, W, Sn, Be, As, Sb), крупноионные литофильные (Sr, Ba, Rb, Cs), высокозарядные (Sc, Y, Zr, Ti, Th, U, Hf, Nb) и редкоземельные (легкие – La-Nd, средние – Sm-Ho, тяжелые – Er-Lu) элементы.

Таблица 1

Содержание породообразующих оксидов и элементов-примесей в дунитах Светлоборского массива

Химические элементы	Рудопроявление Высоцкого						Коробовский лог	Среднее
	1	2	3	4	5	6		
<i>Петрогенные элементы, % по массе</i>								
SiO ₂	38,64	37,8	39,05	47,93	39,63	42,41	39,04	40,64
TiO ₂	< 0,01	< 0,01	0,02	0,31	0,14	0,14	< 0,01	0,09
Al ₂ O ₃	0,21	0,19	0,56	3,33	3,00	4,92	0,21	1,77
Fe ₂ O ₃	11,18	11,93	12,19	6,96	10,68	8,47	10,37	10,25
MnO	0,2	0,21	0,2	0,14	0,20	0,16	0,19	0,18
MgO	41,09	41,8	42,35	19,19	36,78	28,78	39,32	35,62
CaO	0,75	0,25	1,02	19,07	1,32	1,11	0,33	3,41
Na ₂ O	< 0,04	< 0,04	< 0,04	0,38	0,24	0,06	< 0,04	0,12
K ₂ O	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,15	0,07	0,03	< 0,01	0,04
P ₂ O ₅	0,01	0,02	0,01	0,02	0,09	0,02	0,02	0,03
BaO	0,005	0,005	0,004	0,009	—	0,005	0,007	0,006
CO ₂	—	—	—	—	0,51	—	—	—
H ₂ O±	—	—	—	—	7,11	—	—	—
П.п.п.	7,59	7,34	4,1	2,11	7,09	13,68	9,89	7,4
Сумма	99,63	99,51	99,5	99,6	99,77	99,78	99,35	
<i>Элементы-примеси, ‰/т</i>								
<i>Элементы группы железа (ЭГЖ)</i>								
V	7,02	5,13	24,90	146,20	55,41	76,25	4,70	45,66
Cr	1096,01	1022,65	7386,24	2962,42	3294,98	4454,99	2867,20	3297,78
Ni	950,00	999,49	923,08	249,65	835,29	728,13	1059,87	820,78
<i>Группа транзитных элементов (ТЭ)</i>								
Cu	9,12	10,37	12,22	12,83	30,24	9,10	12,48	12,77
Zn	35,01	48,25	57,93	33,06	89,80	73,61	40,88	54,08
<i>Группа крупноионных литофилов (LIL)</i>								
Rb	0,33	0,26	1,03	1,74	2,69	1,46	0,73	1,18
Sr	4,94	2,47	7,22	101,15	93,37	21,22	1,17	33,08
Cs	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,23	< 0,1	< 0,1	0,08
Ba	2,49	3,73	4,49	9,04	5,68	8,31	4,62	5,48
<i>Группа высокозарядных элементов (HFS)</i>								
Y	0,43	0,33	0,37	7,87	4,00	3,40	0,37	2,39
Zr	2,64	2,13	4,87	8,80	7,58	13,53	2,05	5,94
Nb	< 0,1	0,10	0,22	0,21	0,47	0,84	< 0,1	0,28
Th	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,23	0,25	< 0,05	0,09
U	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,08	0,05	< 0,05	0,04
Hf	0,15	0,17	0,23	0,50	0,25	0,45	< 0,1	0,26
Ta	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,02	< 0,1	< 0,1	0,05
<i>Группа редкоземельных элементов (РЗЭ, REE)</i>								
La	0,12	0,18	0,30	1,63	3,03	1,77	1,12	1,17
Ce	0,12	0,13	0,70	5,57	7,20	4,69	0,34	2,68
Pr	0,08	0,06	0,11	1,15	0,98	0,71	0,17	0,47
Nd	0,19	0,16	0,30	6,57	4,23	2,99	0,87	2,19
Sm	0,07	0,03	0,09	1,69	0,95	0,69	0,13	0,52
Eu	0,02	0,03	0,05	0,49	0,30	0,12	0,02	0,15
Gd	0,16	0,08	0,12	1,89	0,98	0,57	0,20	0,57
Tb	0,01	< 0,02	0,02	0,24	0,15	0,08	0,01	0,07
Dy	0,08	0,04	0,11	1,41	0,77	0,61	< 0,02	0,43
Ho	< 0,02	< 0,02	0,02	0,26	0,15	0,11	0,02	0,08
Er	0,07	0,09	0,07	0,79	0,41	0,30	0,06	0,26
Tm	< 0,02	< 0,02	0,01	0,11	0,06	0,05	0,01	0,04
Yb	0,07	< 0,02	0,07	0,71	0,37	0,30	0,05	0,23
Lu	< 0,02	< 0,02	0,01	0,10	0,06	0,05	0,02	0,03

Примечание. 1-7 – номера проб; Fe₂O₃ – общее; «—» – анализы не выполнялись.

Говоря об общих особенностях обоих массивов, необходимо отметить их практическую идентичность по содержанию петрогенных элементов. В частности, дуниты обоих массивов относятся к «магнезиальному типу» ультраосновных пород, выделенных О.М.Глазуновым, и характеризуются максимально высокой магнезиальностью (для Нижнетагильского массива $Mg\# = 100 MgO/(MgO + FeO) = 83,8$, для Светлоборского 77,4), минимальным содержанием титана и очень высоким отношением хром/титан. Исключение составляют две пробы Светлоборского массива с наиболее высокой концентрацией Al_2O_3 (пробы 4, 6). Характерно, что породы Светлоборского массива в целом являются более железистыми по сравнению с нижнетагильскими. Существенное возрастание не только алюминия, но и щелочной и летучей фазы в составе дунитов Светлоборского массива, по-видимому, обусловлено процессами амфиболизации и флогопитизации, широко проявленными здесь, как указывал еще К.К.Золоев [9]. В свою очередь, серпентинизация в Нижнетагильском массиве проявлена в большей степени (13,1 % потерь при прокаливании в дунитах Нижнетагильского массива и 7,4 % – в светлоборских), что отмечалось и О.К.Ивановым [3]. Описанные особенности отличают и дуниты концентрически-зональных массивов в целом, как указывали Э.А.Ланда и В.Г.Лазаренков [5]. Ими также были сделаны выводы о том, что изучаемые массивы являются петрохимическими аналогами соответствующих пород как альпинотипных комплексов, так и зональных массивов, образующихся в других тектонических условиях и относящихся к иным формационным типам: платформенному Кондерскому массиву, в периферической зоне которого наряду с нормальными габброидами присутствуют щелочные породы, и Инаглинскому массиву, периферия которого сложена частично калиевыми щелочными породами.

Сравнение в распределении микроэлементов в дунитах Светлоборского и Нижнетагильского массивов позволяет выявить, что при относительно схожем характере поведения элементов-примесей в обоих массивах концентрации их отличны друг от друга. Так, дуниты обоих массивов обеднены относительно примитивной мантии либо щелочными элементами, V, Cu; содержания Ni, транзитных элементов близки к мантийным значениям (рис.1). На диаграмме видны и некоторые различия: относительная обогащенность нижнетагильских дунитов медью и хромом. Дуниты Нижнетагильского массива характеризуются повышенными концентрациями элементов группы железа и транзитных элементов относительно светлоборских. Причем суммарные концентрации ЭГЖ в дунитах Нижнетагильского массива в 3 раза превосходят содержания таковых в Светлоборском массиве. Среди элементов группы железа, относимых к разряду совместимых, только содержания хрома на Светлоборском массиве близки исходным, на Нижнетагильском же значительно превосходят мантийные концентрации. Особенности распределения хрома в породах Нижнетагильского и других зональных массивов Урала обсуждались И.А.Малаховым и Л.В.Малаховой [6]. Наши данные подтверждают сделанные в работе [15] выводы о некоторой обогащенности хромом дунитов Нижнетагильского массива по сравнению со светлоборскими, а также, как показывали Э.А.Ланда и В.Г.Лазаренков [5], с дунитами альпинотипных комплексов.

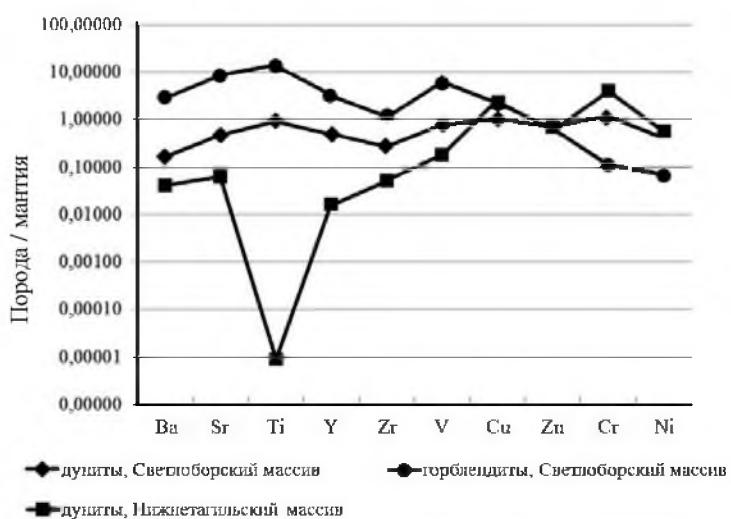


Рис.1. Распределение элементов-примесей, нормированных на примитивную мантию (по [16]), в породах Светлоборского и Нижнетагильского массивов (горнблендиты по [2])

Обращают на себя внимание умеренные содержания никеля в дунитах – это общая особенность концентрически-зональных массивов, что отмечали еще по массивам Кондер, Туламин, Инагли [5]. При этом концентрации никеля в дунитах Нижнетагильского массива (1206 г/т) заметно выше светлоборских (821 г/т). Еще А.Б.Оsipенко с соавторами указывал на практическое сходство Гальмоэнанского массива с Нижнетагильским и зональными массивами в целом [1], основываясь на данных о распределении элементов-примесей в дунитах. В частности, для них характерны повышенные содержания ультрафемафилов – никеля и хрома, и халькофильных элементов.

Среди зависимостей, выявленных при корреляционном анализе данных по дунитам Светлоборского массива, прежде всего, выделяется факт полного отсутствия значимых коэффициентов корреляции хрома с другими элементами, что естественно для Светлоборского массива ввиду слабого развития хромитовой минерализации. Элементы Fe, Mn, Mg, Ni характеризуются сильными положительными коэффициентами корреляции друг с другом (парный коэффициент корреляции $r = +0,97$ при значимом коэффициенте корреляции 0,75 для 95 %-й вероятности, 7 анализов) и сильными отрицательными – с Si ($r = -0,97$), Ti ($r = -0,95$), Al ($r = -0,77$), щелочами ($r = -0,87$), Ca ($r = -0,85$), а также со всей группой редких земель ($r < -0,93$). Коэффициенты корреляции на Нижнетагильском массиве значительно отличаются от указанных выше. Так, Cr имеет достаточно сильную связь с V (парный коэффициент корреляции $r = +0,97$ при значимом коэффициенте корреляции 0,71 для 95 %-й вероятности, 8 анализов), Al ($r = +0,94$) и Gd ($r = +0,81$), что объясняется широким развитием хромитовой минерализации на Нижнетагильском массиве. Также к этой группе примыкает рубидий ($r = +0,92$ с алюминием, $r = +0,94$ с ванадием, $r = +0,97$ с хромом). Железо сильно коррелирует с марганцем ($r = +0,97$) и цирконом ($r = +0,93$).

Распределение транзитных элементов (табл.1, 2, рис.1) указывает на относительную самостоятельность массивов. Они характеризуются сходным поведением при концентрациях, близких к мантийным, в дунитах Светлоборского массива ($\text{Cu} = 13,7$ г/т, $\text{Zn} = 54,1$ г/т) и Нижнетагильского ($\text{Cu} = 28,6$ г/т, $\text{Zn} = 39,1$ г/т). Разброс значений транзитных элементов невелик. При анализе коэффициентов корреляции для дунитов Нижнетагильского массива выявляется обратная связь меди и магния ($r = -0,91$), что может указывать на разное поведение при серпентинизации. Для Светлоборского массива сильных корреляций транзитных элементов с другими группами не наблюдается.

Среди крупноионных лиофильных элементов количество стронция и бария на Светлоборском массиве (33,1 и 5,48 г/т соответственно) в несколько раз превышает содержания таковых в Нижнетагильском (3,01 и 1,45 г/т). По содержаниям рубидия картина обратная.

Высокозарядные элементы, по нашим данным, на Нижнетагильском массиве встречаются в предельно низких концентрациях (многие ниже предела обнаружения), за исключением циркона, концентрации которого также гораздо ниже по сравнению со Светлоборским массивом. Стоит отдельно отметить предельные концентрации титана в дунитах Нижнетагильского массива ($< 0,01$ г/т), отмечаемые и другими авторами [8, 15]. В свою очередь, повышенные концентрации титана в Светлоборском массиве (500 г/т) могут быть связаны с привносом вместе с другими элементами во время внедрения жильных пород. На это указывают и данные работы [2], приведенные на рис.1. Отчетливо видно, что в горблендитах Светлоборского массива концентрации почти всех элементов-примесей (за исключением хрома, никеля) превышают мантийные концентрации и содержания в дунитах обоих массивов. Кроме того, характер распределения элементов в дунитах и горблендитах Светлоборского массива аналогичен, различаются лишь абсолютные концентрации.

Специфическая черта дунитов Светлоборского и Нижнетагильского массивов – пониженное содержание в них лиофильных элементов. В частности, для нижнетагильских дунитов, как и для дунитов многих других зональных массивов [7, 8], характерны низкие (ниже мантийных) концентрации редкоземельных элементов (рис.2).

Таблица 2

Содержание породообразующих оксидов и элементов-примесей в дунитах Нижнетагильского массива

Химические элементы	Александровский лог			Крутой лог		Сырков лог	Новый Дунитовый карьер		Среднее
	8	9	10	11	12	13	14	15	
<i>Петрогенные элементы, % по массе</i>									
SiO ₂	36,45	35,16	37,11	35,16	37,32	37,52	33,34	33,81	35,73
TiO ₂	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,005
Al ₂ O ₃	0,17	0,25	0,35	0,29	0,16	0,28	0,15	0,54	0,27
Fe ₂ O ₃	10,75	7,56	8,1	8,29	6,81	7,3	7,43	8,38	8,08
MnO	0,21	0,14	0,15	0,14	0,12	0,14	0,14	0,15	0,15
MgO	38,98	45,46	43,11	45,18	38	38,21	43,12	41,54	41,70
CaO	0,19	0,3	0,2	0,28	0,99	0,09	0,29	0,19	0,32
Na ₂ O	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	0,02
K ₂ O	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,005
P ₂ O ₅	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01
BaO	0,006	0,006	0,007	0,006	0,004	0,005	0,007	0,005	0,006
П.п.п.	12,69	10,58	10,07	9,82	16,21	15,98	15,15	14,52	13,13
Сумма	99,43	99,45	99,11	99,16	99,62	99,54	99,63	99,1	
<i>Элементы-примеси, г/т</i>									
Элементы группы железа (ЭГЖ)									
V	3,3	7,9	16,6	10,7	3,1	11,4	2,8	25	10,04
Cr	2 299	9 161	19 217	8 484	1 913	15 941	2 530	24 996	10567,58
Ni	1 027	1 361	1 290	1 478	1 113	1 493	1 060	829	1206,19
Группа транзитных элементов (ТЭ)									
Cu	32	15,9	20	12,3	57	34	33	23	28,57
Zn	50	47	50	33	19,0	39	30	45	39,13
Группа крупноионных лиофилов (LIL)									
Rb	0,40	1,18	2,7	1,67	0,87	2,5	1,20	3,6	1,76
Sr	1,07	< 1	< 1	< 1	20	< 1	< 1	< 1	3,01
Cs	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,05
Ba	7,3	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	1,35
Группа высокозарядных элементов (HFS)									
Y	0,10	< 0,1	0,13	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,07
Zr	1,58	0,99	1,16	1,18	0,73	1,00	1,00	0,97	1,08
Nb	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,05
Th	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,03
U	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,03
Hf	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,05
Ta	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,05
Группа редкоземельных элементов (РЗЭ, REE)									
La	0,10	< 0,05	0,085	< 0,05	< 0,05	0,097	< 0,05	< 0,05	0,05
Ce	0,16	< 0,05	0,080	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05
Pr	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	0,038	< 0,03	< 0,03	0,02
Nd	0,11	< 0,03	0,13	0,066	0,036	0,28	< 0,03	< 0,03	0,08
Sm	0,010	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,075	< 0,01	< 0,01	0,01
Eu	< 0,01	< 0,01	0,018	< 0,01	0,018	0,024	0,012	< 0,01	0,01
Gd	< 0,02	0,039	0,069	< 0,02	< 0,02	0,050	< 0,02	0,041	0,03
Tb	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01
Dy	0,015	0,028	0,030	< 0,01	0,021	0,035	< 0,01	< 0,01	0,02
Ho	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01
Er	< 0,02	0,024	< 0,02	< 0,02	0,022	0,026	0,029	0,033	0,02
Tm	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01
Yb	< 0,02	0,027	< 0,02	0,036	0,046	0,052	< 0,02	< 0,02	0,03
Lu	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01

Примечание. 8-15 – номера проб.

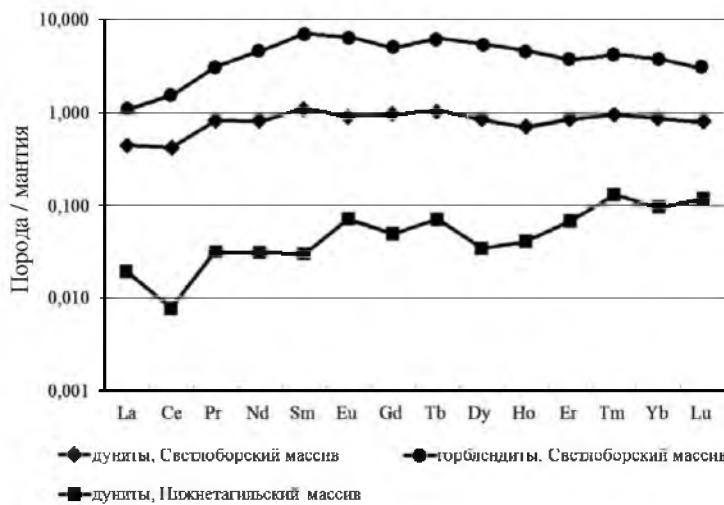


Рис.2. Распределение РЗЭ, нормированных на примитивную мантию (по [17]), в породах Светлоборского и Нижнетагильского массивов (горнблендины даны по [2])

гильского массива. Содержание редкоземельных элементов в дунитах Нижнетагильского массива на порядок меньше мантийного. Сильнее проявлена асимметрия нормированных спектров, выраженная в обедненности легких РЗЭ относительно средних и тяжелых. Отмечается слабый отрицательный цериевый пик, который для дунитов Светлоборского массива едва различим. По нашим данным, содержания РЗЭ в дунитах пониженные, в связи с чем мы дополнительно анализировали распределение РЗЭ в дунитах Нижнетагильского массива по данным работ [8, 15]. Характер приведенного в них распределения аналогичен нашим данным.

Редкоземельные элементы в дунитах Светлоборского массива характеризуются преимущественно средними ($r < 0,92$) отрицательными связями с элементами группы железа (Mn, Fe, Co, Ni), за исключением V, с которым коэффициент корреляции достигает +0,99. Транзитные элементы с РЗЭ значимых коэффициентов корреляции не обнаруживают. Из группы крупноионных литофилов хорошую положительную связь с РЗЭ показывают Sr ($r = 0,96$) и Ba ($r = 0,88$); Rb коррелируется с легкими РЗЭ ($r = 0,94$), Cs же не коррелируется вовсе. Из группы высокозарядных практически все элементы с редкими землями не связаны, за исключением титана ($r = 0,99$) и иттрия ($r = 0,99$). На Нижнетагильском массиве сильные связи РЗЭ с другими группами не обнаружены.

Результаты определения содержаний платиновых металлов и золота в дунитах Светлоборского массива представлены в табл.3, Нижнетагильского – в табл.4.

Практически во всех пробах Светлоборского массива, за исключением одной, наиболее богатой платиной, обнаружились крайне низкие, менее 0,01 г/т, содержания палладия и золота. Среднее содержание платины в проанализированных образцах дунитов из рудопроявления Высоцкого и перспективного оруденелого участка Коробовского лога составило 0,35 г/т. Содержания золота и палладия во всех проанализированных образцах Нижнетагильского массива ниже предела обнаружения метода (< 10 мг/т). Среднее содержание платины в дунитах, вмещающих тела богатых хромит-платиновых руд, по нашим данным составляет 61 мг/т, по данным Ю.А.Волченко – 27 мг/т.

Рудопроявления Светлоборского массива локализованы в краевой части дунитового ядра массива вблизи контакта вмещающих (неплатиноносных) тонкозернистых дунитов с клинопироксенитами оболочки. Оруденение представляет собой линейные минерализованные зоны шириной до 12 м с содержаниями платины от 0,2 до 22,5 г/т, обрамленные первичными ореолами шириной до 50 м и протяженностью до 1,3 км [11]. Распределение пла-

Светлоборские дуниты, в свою очередь, характеризуются мантийными концентрациями РЗЭ. Асимметрия нормированных спектров связана со слабой обогащенностью тяжелыми и средними РЗЭ относительно легких: $(La/Yb)_N$ равно 0,17-2,41 – для дунитов Светлоборского массива, 0,07-1,01 – для дунитов Нижнетагильского массива; $(Sm/Yb)_N$ равно 0,53-1,8 – для дунитов Светлоборского массива, 0,06-0,79 – для дунитов Нижнетагильского массива, – при дифференцированном поведении легких РЗЭ относительно средних: $(La/Sm)_N$ равно 0,17-1,61 – для дунитов Светлоборского массива, 0,24-3,07 – для дунитов Нижнетагильского массива.

тины в пределах рудных зон достаточно неравномерное и соответствует схеме: Os < Ru < Rh < Ir < Pd < Pt. В проанализированных образцах платиноносных дунитов рудопроявления Высоцкого разброс значений составляет от 0,02 до 1,45 г/т. Повышенные концентрации платины в дунитах сопровождаются увеличением значений содержаний других платиновых металлов и золота. Максимальное содержание золота в дунитах составляет 0,4 г/т. Форма его нахождения в дунитах не установлена. Платиновая минерализация представлена главным образом платино-железистыми сплавами – прежде всего, изоферроплатиной. Размер зерен платиноидов составляет в пределах рудной зоны 10-100 мкм, а в наиболее обогащенных участках до 1 мм [11].

Таблица 3

Элементы платиновой группы и золото в дунитах Светлоборского массива, мг/т

Номер пробы	Ru	Rh	Pd	Os	Ir	Pt	$\frac{Pt}{Pd}$	$\frac{Rh + Pd + Pt}{Ru + Os + Ir}$	Сумма ЭПГ	Au	Сумма ЭПГ + Au
1	–	–	10	–	–	1450	145	–	1460	400	1860
2	–	–	< 10	–	–	140	–	–	140	< 10	140
3	–	–	< 10	–	–	80	–	–	80	< 10	80
4	–	–	< 10	–	–	20	–	–	20	< 10	20
5	1,0	2,1	6,2	0,3	3,0	222	35,8	53,6	234,6	< 10	234,6
6	–	–	< 10	–	–	220	–	–	220	< 10	220
7	–	–	< 10	–	–	330	–	–	330	< 10	330
Среднее	1,0	2,1	5,9	0,3	3,0	351,7	59,6	83,7	364	70,8	434,8

Примечание. Пробы 1-6 – рудопроявление Высоцкого, 7 – Коробовский лог; «–» – анализы не выполнялись.

Таблица 4

Элементы платиновой группы и золото в дунитах Нижнетагильского массива, мг/т

Номер пробы	Ru	Rh	Pd	Os	Ir	Pt	$\frac{Pt}{Pd}$	$\frac{Rh + Pd + Pt}{Ru + Os + Ir}$	Сумма ЭПГ	Au	Сумма ЭПГ + Au
1	–	–	< 10	–	–	80	–	–	80	< 10	80
2	–	–	< 10	–	–	< 10	–	–	< 10	< 10	< 10
3	–	–	< 10	–	–	40	–	–	40	< 10	40
4	–	–	< 10	–	–	< 10	–	–	< 10	< 10	< 10
5	–	–	< 10	–	–	30	–	–	30	< 10	30
6	–	–	< 10	–	–	10	–	–	10	< 10	10
7	–	–	< 10	–	–	< 10	–	–	< 10	< 10	< 10
8	–	–	< 10	–	–	310	–	–	310	< 10	310
Среднее	–	–	< 10	–	–	61	–	–	61	< 10	61
Среднее*	9	< 5	3	5	< 10	27	9	2,1	53	–	53

Примечание. Пробы 1-3 – Александровский лог, 4-5 – Крутой лог, 6 – Сырков лог, 7-8 – Новый Дунитовый карьер; среднее* – 39 проб [10], «–» – анализы не выполнялись.

Платинометалльная геохимическая специализация неплатиноносных, т.е. вмещающих платиновую минерализацию, дунитов Нижнетагильского массива резко отличается как от дунитовой светлоборской типа (рудопроявление Высоцкого), так и от хромит-платиновой нижнетагильского типа (месторождения Госшахта, Крутой лог, 4-й лог и др.). Содержания платиновых металлов в них доходит до первых килограммов на тонну, а их распределение, по нашим данным, выглядит следующим образом: Rh < Pd < Ir < Ru < Pt, что вполне со-

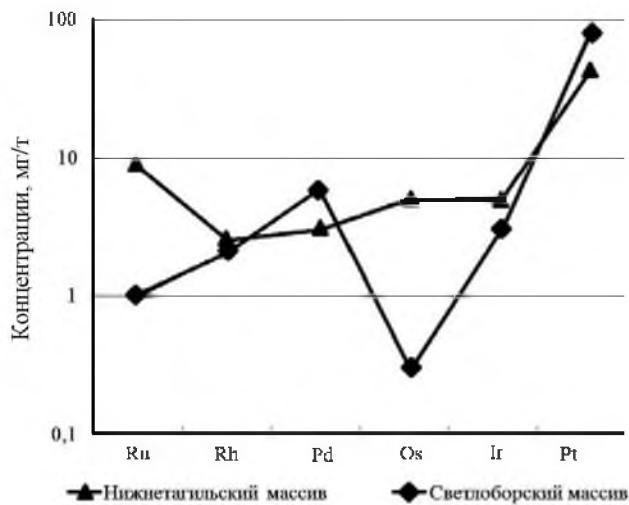


Рис.3. Распределение ЭПГ в дунитах Светлоборского и Нижнетагильского массивов

ультрамафитовых комплексов. Сравнение светлоборского дунитового типа платинометального оруденения и нижнетагильского хромититового выполнено на графике нормализованных к хондриту C1 содержаний платиновых элементов платиновой группы (рис.4).

Из графика следует, что платиновый геохимический тип платинометального оруденения дунитов Светлоборского массива, несмотря на очевидную схожесть с профилем «М-образного» распределения ЭПГ, свойственного породам зональных комплексов, характеризуется повышенными концентрациями палладия, пониженными иридия и резким преобладанием платины над всеми платиновыми металлами.

Изучение состава 57 зерен минералов платиновой группы (МПГ) дунитов Нижнетагильского массива показывает, что распределение платиновых металлов в платино-железистых и платино-железо-никель-медных сплавах соответствует схеме $\text{Ru} < \text{Pd} < \text{Rh} < \text{Ir} < \text{Pt}$ и не отличается от геохимической специфики хромит-платинового оруденения [13]. Исследования МПГ дунитов Светлоборского и Нижнетагильского массивов, проведенные Н.Д.Толстых [12], показывают, что платино-железистые и платино-железо-никель-медные

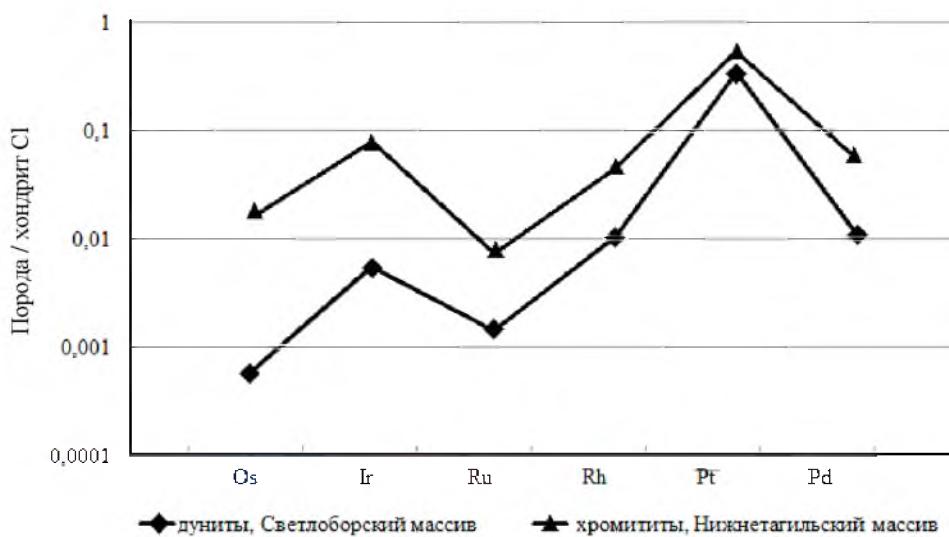


Рис.4. Распределение нормализованных к хондриту C1 содержаний ЭПГ в дунитах Светлоборского и хромититах Нижнетагильского [4] массивов

поставимо с данными по безрудным дунитам [10]. На рис.3 показаны особенности распределения платиновых металлов в дунитах Светлоборского и Нижнетагильского массивов.

Обращает на себя внимание преимущественно иридий-палладий-платиновая специфика платиноносных дунитоврудопроявления Высоцкого и Коробовского лога Светлоборского массива. Повышенное отношение Pt/Pd (59,6), равно как и значительное преобладание суммы легкоплавких платиноидов над тугоплавкими (83,7 мг/т), отличает платинометальное оруденение дунитов Светлоборского массива от широкого известного нижнетагильского хромит-платинового типа коренного оруденения зональных мафит-

сплавы, доминирующие среди МПГ дунитов Светлоборского массива, содержат повышенные концентрации палладия и пониженные – иридия. Это вполне объясняет выявленные в валовых пробах дунитов геохимические особенности платинометалльного оруденения светлоборского типа.

Обсуждение. Данные о распределении элементов-примесей в породах обоих массивов свидетельствуют о стабильности геохимических характеристик пород зональных массивов. На это, в частности, указывает сравнительный анализ распределений элементов-примесей в дунитах изучаемых массивов с данными других авторов, а также с содержаниями малых элементов в дунитах Платиноносного пояса Урала и Дальнего Востока [1, 5, 14, 15]. Однако наблюдаются некоторые особенности. В частности, повышенные концентрации алюминия, щелочей в составе дунитов Светлоборского массива связаны, скорее всего, с широко проявленными процессами амфиболизации и флогопитизации. Кроме того, Светлоборский массив в целом характеризуется повышенными содержаниями редкоземельных элементов. Нижнетагильский и Светлоборский массивы, как и другие концентрически-зональные массивы Урала, имеют низкий уровень накопления РЗЭ и чуть большее относительное содержание тяжелых лантаноидов. В этом отношении дуниты зональных массивов практически полностью аналогичны альпинотипным дунитам [5]. Дуниты Светлоборского и Нижнетагильского массивов характеризуются мантийными содержаниями ЭГЖ (кроме никеля) и транзитных элементов. Они обеднены относительно мантии крупноионными лиофилами и высокозарядными элементами, являющимися некогерентными для ультрамафитового расплава и, вероятно, указывающими на состав источника. Относительно Нижнетагильского массива Светлоборский обогащен большей частью элементов-примесей, за исключением Ba, Y, Ni и транзитных элементов, что может быть связано с их накоплением в глинистых минералах, обладающих повышенной сорбционной способностью. В обоих массивах наблюдается отрицательная цериевая аномалия, которая сильнее проявлена для Нижнетагильских дунитов. Это свидетельствует об избирательном выносе элемента вследствие его повышенной, по сравнению с другими лантаноидами, растворимости в гипергенных растворах в процессе выветривания и, следовательно, большей степени выветривания пород Нижнетагильского массива, которые также содержат большее количество летучих компонентов.

Выводы. Высокий уровень редких элементов в дунитах Светлоборского массива относительно Нижнетагильского, а также мантийный характер их распределения позволяют предполагать, что в процессе вторичных изменений они вели себя как довольно подвижные компоненты. Другими словами, микроэлементы в дунитах Светлоборского массива подвергались перераспределению в ходе наложенных процессов (внедрения пироксенитовых, горблендитовых и иситовых даек). Этот вывод подтверждается и данными И.А.Готтман с соавторами [2], у которых приведены повышенные почти на порядок относительно примитивной мантии содержания и аналогичный дунитам характер распределения микроэлементов в горблендитах Светлоборского массива, причем положительное влияние указанные процессы оказывали на накопление преимущественно редкоземельных элементов.

Необходимо сделать вывод о существенных различиях платинометалльной преимущественно платиновой геохимической специализации дунитов Светлоборского массива и иридий-рутений-платиновой специализации дунитов Нижнетагильского массива. Перераспределение платиновых металлов в дунитах в ходе образования богатых хромит-платиновых руд сопровождается появлением негативных платиновых аномалий (< 20 мг/т), геохимическая специфика которых в результате отличается от самих платиноносных хромититов.

Распределение платины в дунитах массивов крайне неравномерное и составляет от следов до десятков граммов на тонну в дунитах и даже килограммов на тонну локально в хромититах. Среднее же значение содержаний в неоруденелых участках находится в интервале 20-60 мг/т. Протяженные минерализованные платиноносные зоны в дунитах выделяются по повышенным фоновым значениям содержаний (более 0,1 г/т), внутри которых

находятся разрозненные участки с более высокими концентрациями платиновых металлов (от 0,2 до $n \cdot 10$ г/т) [11].

Открытие имеющих потенциальную промышленную значимость протяженных минерализованных рудных зон в дунитах Светлоборского массива [11], наряду с выявлением геохимических особенностей платинометаллического оруденения и спецификой составов самих МПГ, позволяют рассматривать недавно открытые рудопроявления как новый геологопромышленный тип месторождений платины, изучение которого может значительно изменить представления о промышленных перспективах коренной платины уральского региона.

Авторы выражают благодарность Н.Д.Толстых, А.П.Козлову, Ю.М.Телегину за предоставленный каменный материал и помочь в интерпретации полученных данных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Геохимия магматических серий Гальмоэнанского базит-гипербазитового массива, Корякия / А.Б.Осипенко, Е.Г.Сидоров, А.П.Козлов, Э.А.Ланда, Г.В.Леднева, Б.А.Марковский // Тихоокеанская геология. 2002. Т.21. № 2. С.79-91.
2. Готтман И.А. Геологические данные о магматической природе горнблендитов в габбро-ультрамафитовых комплексах Урало-Аляскинского типа / И.А.Готтман, Е.В.Пушкарев // Литосфера. 2009. № 2. С. 78-86.
3. Иванов О.К. Концентрически-зональные пироксенит-дунитовые массивы Урала. Екатеринбург: Изд-во Уральск. ун-та, 1997. 488 с.
4. Крупно-объемные рудные месторождения платины в зональных базит-ультрабазитовых комплексах урало-алляскинского типа и перспективы их освоения / А.П.Козлов, В.А.Чантuria, Е.Г.Сидоров, Н.Д.Толстых, Ю.М.Телегин // Геология рудных месторождений. 2011. Т.53. № 5. С.419-437.
5. Ланда Э.А. Геохимические особенности Нижне-Тагильского зонального массива и вопросы его генезиса / Э.А.Ланда, В.Г.Лазаренков // Записки ВМО. 1990. Ч.127. № 4. С.38-50.
6. Малахов И.А. Нижнетагильский дунит-клинопироксенитовый массив и его вмещающие породы / И.А.Малахов, Л.В.Малахова // Труды Института геологии и геохимии УФАН СССР. Свердловск: Уральский рабочий, 1970. 157 с.
7. Малич К.Н. Платиноиды клинопироксенит-дунитовых массивов Восточной Сибири / ВСЕГЕИ. СПб, 1999. 296 с.
8. Новые данные по геохимии Платиноносного пояса Урала: вклад в понимание петрогенезиса / Г.Б.Ферштатер, Ф.Беа, Е.В.Пушкарев, Дж.Гарути, П.Монтеро, Ф.Заккарини // Геохимия. 1999. № 4. С.352-370.
9. Платинометальное оруденение в геологических комплексах Урала / К.К.Золоев, Ю.А.Волченко, В.А.Коротеев, И.А.Малахов и др. Екатеринбург: Изд-во ИГиГ УрО РАН, 2001. 199 с.
10. Структурно-вещественная эволюция комплексов Платиноносного пояса Урала при формировании хромит-платиновых месторождений уральского типа. Часть 1 / Ю.А.Волченко, К.С.Иванов, В.А.Коротеев, Т.Оже // Литосфера. 2007. № 4. С.73-101.
11. Телегин Ю.М. Геологические особенности рудопроявлений платины Светлоборского и Каменушинского массивов Платиноносного пояса Урала / Ю.М.Телегин, Т.В.Телегина, Н.Д.Толстых // Ультрабазит-базитовые комплексы складчатых областей и связанные с ними месторождения. Екатеринбург: Изд-во ИГиГ УрО РАН, 2009. Т.2. С.212-215.
12. Толстых Н.Д. Коренная платина Светлоборского и Каменушинского массивов Платиноносного пояса Урала / Н.Д.Толстых, Ю.М.Телегин, А.П.Козлов // Геология и геофизика. 2011. Т.52. № 6. С.775-793.
13. Толстых Н.Д. Коренная платиновая минерализация Светлоборского и Нижнетагильского массивов, Платиноносный пояс Урала / Н.Д.Толстых, А.П.Козлов, Ю.М.Телегин // Платина России / Федеральное агентство по недропользованию. Красноярск, 2012. Т.7. С.297-312.
14. Чантuria В.А. Дунитовые руды – новый вид платиносодержащего сырья / В.А.Чантuria, А.П.Козлов, Н.Д.Толстых // Горный вестник Камчатки. 2011. № 16. С.66-75.
15. Шмелев В.Р. Нижнетагильский дунит-клинопироксенитовый массив и его платиновые месторождения / В.Р.Шмелев, Е.В.Пушкарев, Е.В.Аникина // Путеводитель геологических экскурсий к XI Всероссийскому петрографическому совещанию. Екатеринбург: Изд-во ИГиГ УрО РАН, 2010. С.38-58.
16. McDonough W.F. Constraints of the composition of continental lithospheric mantle // EPSL. 1990. Vol.101. N 1. P.1-18.
17. Rollinson H.R. Using geochemical data: evaluation, presentation, interpretation. Harlow: PEL. 1993. 352 p.

REFERENCES

1. Osipenko A.B., Sidorov E.G., Kozlov A.P., Landa E.A., Ledneva G.V., Markovsky B.A. Geohimiya magmaticheskikh serii Gal'mojenanskogo bazit-giperbazitovogo massiva, Korjakiya (Geochemistry of magmatic series of the Gal'moenansky mafic-ultramafic massif, Koryakiya). Tihookeanskaya geologiya. 2002. Vol.21. N 2, p.79-91.
2. Gottman I.A., Pushkarev E.V. Geologicheskie dannye o magmaticheskoi prirode gornblenditov v gabbro-ultramafitovykh kompleksakh Uralo-Alyaskinskogo tipa (Geological data on the magma nature of horblendites in gabbro-ultramafic complexes of the Ural-Alaskan type). Litosfera. 2009. N 2, p.78-86.

3. Ivanov O.K. Koncentricheski-zonal'nye piroksenit-dunitovye massivy Urala (*Concentrically zoned pyroxenite-dunite massifs of the Urals*). Ekaterinburg: Izd-vo Uralsk. Universiteta. 1997, p.488.
4. Kozlov A.P., Chanturiya V.A., Sidorov E.G. et al. Krupno-ob'emnye rudnye mestorozhdeniya platiny v zonal'nyh bazit-ul'trabazitovyh kompleksah uralo-alyaskinskogo tipa i perspektivy ikh osvoeniya (*Platinum ore deposits of a large volume in zonal basic-ultrabasic complexes of the Ural-Alaskan type and prospects for their development*). Geologiya rudnyh mestorozhdenii. 2011. Vol.53. N 5, p.419-437.
5. Landa E.A., Lazarenkov V.G. Geohimicheskie osobennosti Nizhne-Tagil'skogo zonal'nogo massiva i voprosy ego genezisa (*Geochemical features of the Nizhny Tagil zonal massif and issues of its genesis*). Zapiski VMO. 1990. Vol.127. N 4, p.38-50.
6. Malakhov I.A., Malakhova L.V. Nizhnetagil'skij dunit-klinopiroksenitovyj massiv i ego vmeshhajushchie porody (*The Nizhny Tagil dunite-clinopyroxenite massif and its host rocks*). Trudy Instituta geologii i geohimii UFAN SSSR. Sverdlovsk: Ural'skii rabochii. 1970, p.157.
7. Malitch K.N. Platinoidy klinopiroksenit-dunitovyh massivov Vostochnoi Sibiri (*Platinoids of clinopyroxene-dunite massifs of East Siberia*). VSEGEI, St Petersburg. 1999, p.296.
8. Fershtater G.B., Bea F., Pushkarev E.V. et al. Novye dannye po geohimii Platinonosnogo pojasa Urala: vklad v ponimanie petrogenezisa (*New data on geochemistry of the Ural Platinum Belt: a contribution to the understanding of petrogenesis*). Geohimiya. 1999. N 4, p.352-370.
9. Zoloev K.K., Volchenko Yu.A., Koroteev V.A., Malakhov I.A. et al. Platinometal'noe orudenie v geologicheskikh kompleksakh Urala (*PGE mineralization in geological complexes of the Urals*). Ekaterinburg: Izd-vo IGeG UrO RAN. 2001, p.199.
10. Volchenko Y.A., Ivanov K.S., Koroteev V.A. et al. Strukturno-veshchestvennaja evoljuciya kompleksov Platinonosnogo pojasa Urala pri formirovaniy hromit-platinovyh mestorozhdenii ural'skogo tipa (*Structural-compositional evolution of the Ural Platinum Belt complexes during the formation of platinum-chromite deposits of the Ural type*). Part 1. Litosfera. 2007. N 4, p.73-101.
11. Telegin Y.M., Telegina T.V., Tolstykh N.D. Geologicheskie osobennosti rudoprojavlenii platiny Svetloborskogo i Kamenushinskogo massivov Platinonosnogo pojasa Urala (*Geologic features of platinum occurrences of the Svetloborsky and Kamenushinsky massifs of the Ural Platinum Belt*). Ul'trabazit-bazitovye kompleksy skladchatykh oblastei i svyazannye s nimi mestorozhdeniya. Ekaterinburg: Izd-vo IGeG UrO RAN. 2009. Vol.2, p.212-215.
12. Tolstykh N.D., Telegin Y.M., Kozlov A.P. Korennaya platina Svetloborskogo i Kamenushinskogo massivov Platinonosnogo pojasa Urala (*Bedrock platinum mineralization of the Svetloborsky and Kamenushinsky massifs of the Ural Platinum Belt*). Geologiya i geofizika. 2011. Vol.52. N 6, p.775-793.
13. Tolstykh N.D., Kozlov A.P., Telegin Y.M. Korennaya platinovaya mineralizaciya Svetloborskogo i Nizhnetagil'skogo massivov, Platinonosnyi pojas Urala (*Bedrock platinum mineralization of the Svetloborsky and Nizhny Tagil massifs of the Ural Platinum Belt*). Platin Rossii. Federal'noe agentstvo po nedropol'zovaniyu. Krasnoyarsk, 2012. Vol.7, p.297-312.
14. Chanturiya V.A., Kozlov A.P., Tolstykh N.D. Dunitovye rudy – novyi vid platinosoderzhashhego syrya (*Dunite ores – a new kind of platinum source*). Gornyi vestnik Kamchatki. 2011. N 16, p.66-75.
15. Shmeliov V.R., Pushkarev E.V., Anikina E.V. Nizhnetagil'skii dunit-klinopiroksenitovyj massiv i ego platinovye mestorozhdeniya (*The Nizhny Tagil dunite-clinopyroxenite massif and its platinum deposits*). Putevoditel' geologicheskikh ekskursii k XI Vserossiiskomu petrograficheskому soveshchaniyu. Ekaterinburg: Izd-vo IGeG UrO RAN, 2010, p.38-58.
16. McDonough W.F. Constraints of the composition of continental lithospheric mantle. EPSL. 1990. Vol.101. N 1, p.1-18.
17. Rollinson H.R. Using geochemical data: evaluation, presentation, interpretation. Harlow: PEL. 1993, p.352.

GEOCHEMICAL FEATURES OF PLATINIFEROUS DUNITES OF THE SVETLOBORSKY AND NIZHNETAGILSKY MASSIFS, THE PLATINUM BELT OF THE URALS

A.G.PILYUGIN, *PhD in Geological and Mineral Sciences, Geologist, andrew_pilugin@mail.ru*

JSC «Artel starateley «Amur», Khabarovsk, Russia

I.V.TALOVINA, *Dr. of Geological and Mineral Sciences, Professor, i.talovina@gmail.com*

A.M.DURYAGINA, *Postgraduate student, gayfutdinova@yandex.ru*

V.S.NIKIFOROVA, *Postgraduate student, nikiforowa.victoria@gmail.com*

National Mineral Resources University (Mining University), St Petersburg, Russia

The article encompasses new data on geochemistry of dunites forming the Svetloborsky and Nizhnetagilsky ultramafic massifs of the Ural Platinum Belt. Petrogenesis of both massifs is discussed based on their interpretation. The research establishes that both massifs are petrochemical equivalents of alpinotype complexes and zonal massifs, but at the same time they have their own particularities. Thus, dunites of the Svetloborsky massif are enriched in almost all rare elements compared to the Nizhnetagilsky massif that may be caused by their redistribution during subsequent processes due to intrusion of mafic dykes.

Key words: concentrically zoned massifs, geochemistry, dunites, the Svetloborsky massif, the Nizhnetagilsky massif, Platinum Belt of the Urals.