

2. Иванов К.С., Кучеров В.Г., Федоров Ю.Н. К вопросу о глубинном происхождении нефти // Состояние, тенденции и проблемы развития нефтегазового потенциала Западной Сибири. Тюмень: ЗапСибНИИГГ, 2008. С. 160-173.

3. Краюшкин В.А. Абиогенно-мантийный генезис нефти. Киев: Наукова думка, 1984. 176 с.

4. Кудрявцев Н.А. Генезис нефти и газа. Л.: Недра, 1973. 216 с.

5. Кучеров В.Г., Бенделиани Н.А., Алексеев В.А., Кенней Дж.Ф. Синтез углеводородов из минералов при давлении до 5 ГПа // Доклады РАН. 2002. Т. 387. № 6. С. 789-792.

6. Маракушев А.А. и др. Геохимическая специфика нефти и происхождение ее месторождений // Доклады РАН. 2004. Т. 398. № 6. С. 795-799.

7. Порфирьев В.Б. Природа нефти, газа и ископаемых углей. Избранные труды. Т. 2. Абиогенная нефть. Киев: Наукова думка, 1987. 216 с.

8. Федоров Ю.Н., Иванов К.С., Ерохин Ю.В., Ронкин Ю.Л. Неорганическая геохимия нефти Шаимского района (Западно-Сибирский нефтегазоносный мегабассейн) // Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО. Ханты-Мансийск, 2006. Т. 1. С. 306-314.

9. Шахновский И.М. Происхождение нефтяных углеводородов. М.: Геос, 2001. 72 с.

10. Chekaliuk E.B., Kenney J.F. The stability of hydrocarbons in the thermodynamic conditions of the Earth // Proc. Amer. Phys. Soc., 1991. 36. 347.

11. Giardini A.A., Melton Ch.E., Mitchell R.S. The nature of the upper 400 km of the Earth and its potential as the source for nonbiogenic petroleum // Petrol. Geol. J. 1982. V. 5. № 2. P. 130-137.

## **КОНЦЕНТРИЧЕСКИ-ЗОНАЛЬНЫЕ ПИРОКСЕНИТ-ДУНИТОВЫЕ МАССИВЫ ПЛАТИНОНОСНОГО ПОЯСА УРАЛА: ДОСТИЖЕНИЯ И ПРОВАЛЫ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 20 ЛЕТ**

**Иванов О.К.**

*Уральский институт минерального сырья, Екатеринбург, Россия  
e-mail: uricc@mail.ur.ru*

## **ZONED ULTRAMAFIC COMPLEXES IN PLATINIFEROUS BELT OF THE URALS: PROGRESS AND FAILURES FOR THE LAST 20 YEARS**

**Ivanov O.K.**

*Uralian Institute Mineral Deposits, Ekaterinburg, Russia  
e-mail: uricc@mail.ur.ru*

Examination the questions of petrology zoned ultramafic massifs (ZUM) in Platiniferous Belt of the Ural. He is typomorphic formation fixing island arc. Examination origin ZUM, generation of dunite, mechanism dislocation dunite in situ, the geotectonic location, postmagmatic recrystallization dunite, genesis chromite and platiniferous deposits, et al. New date do not contradict more early conclusions, that ZUM generation in condition island arc by differentiation the basaltic melt in before crystallization within make dunite melt. After take out dunite melt in upper horizon crust and his crystallization. This is accompanied postmagmatic proceses and tectonization. The origin PGM deposits is cause postmagmatic recrystallization dunite, transference and fractionation EPG.

Концентрически-зональные пироксенит-дунитовые массивы (КЗУМ), являются составной частью типоморфной дунит-габбро-плагиогранитной формации складчатых областей, фиксирующей древние островные дуги. Научный интерес вызывает генезис КЗУМ, широкое развитие магматических и постмагматических процессов, присутствие редких типов пород – дунитов, качканаритов, конжакитов, тылаитов, серебрянскитов, горнблендитов, а также генезис платиноидного и титаномагнетитового оруденения. Многие представления о генезисе КЗУМ до сих пор весьма дискуссионны. Поэтому имеет смысл суммировать достижения за последние 20 лет. В

качестве точки отсчета выбран 1988 год, когда были рассмотрены почти все основные проблемы состава, структуры, петрологии и генезиса КЗУМ Урала [3]. За основу взят классический петрологический подход, который может быть проверен или дополнен геохимическими, изотопными и экспериментальными данными.

КЗУМ Платиноносного пояса Урала за последние 20 лет изучался различными коллективами и отдельными лицами, особенно [1-8]. В обзоре учтены также результаты серии семинаров, состоявшихся в ИГГ УрО РАН в декабре 2008 и феврале 2009 гг., а именно О.К. Иванова «Некоторые дискуссионные вопросы петрологии и платиноносности КЗУМ Платиноносного пояса Урала», Г.Б. Ферштатера и А.А. Краснобаева «О природе дунитов в массивах Платиноносного пояса Урала», Е.В. Пушкарева и Е.В. Аникиной «Проблемы генезиса и продуктивности платиноидной минерализации в комплексах Урало-алювиального типа: факты, ограничения, интерпретация», А.А. Ефимова «Платиноносный пояс Урала: итоги изучения за последние 100 лет», а также выступления при обсуждении.

**Геологическая петрология КЗУМ.** Все представления о генезисе КЗУМ и механизме их образования должны основываться на фактах реальной геологии, точнее, геологической петрологии и их последующей интерпретации. В настоящее время КЗУМ Платиноносного пояса Урала в значительной степени подверглись воздействию габброидов, серпентинизации и тектонизации. Реконструкция показывает, что КЗУМ образуют куполовидные гарполиты среди вмещающих вулканогенных или осадочно-вулканогенных пород силура и ордовика Тагильского прогиба [3]. КЗУМ имеют зональное строение и состоят из зонального дунитового ядра и зональной клинопироксенитовой оболочки. Зональное дунитовое ядро сложено по периферии однородными диопсидсодержащими мелкозернистыми протодунитами с первично-магматическими гипидиоморфными структурами. К центральной части ядра дуниты последовательно переходят в мелко-, средне- и крупнозернистые разновидности такситовой текстуры с телами дунитовых пегматитов и хромитовыми жилами. Зональная клинопироксенитовая оболочка состоит из внутренних частей к внешним из зоны верлитов (не всегда), оливинных клинопироксенитов, мономинеральных клинопироксеновых пород и во внешней зоне качканаритов (магнетит-пироксеновых, точнее плеонаст-магнетит-фассаитовых пород). Согласное залегание среди вмещающих пород и активное взаимодействие с ними свидетельствует о силурийском возрасте образования КЗУМ. Ближним к идеальному является Нижнетагильский пироксенит-дунитовый массив, залегающий среди кытлымитов – контактово-метасоматических пород развитых по осадочно-вулканогенному субстрату в контакте габбровых интрузий и аналогичных по генезису фенитам.

Интерпретация геологической истории реконструированных КЗУМ показывает, что она началась с внедрения высокотемпературного дунитового расплава в вулканиты, взаимодействия расплава с вмещающими вулканитами с образованием зональной контактово-метасоматической клинопироксенитовой оболочки (клинопироксеновые скарны) и близодновременной постмагматической перекристаллизации дунитов с образованием платиноносных хромитовых жил и дунитовых пегматитов. Геологическое положение, присутствие роговиков, брекчий дунитов и хромититов, высокая степень окисленности железа в хромшпинелидах, а также сохранность офита в дунитах и пегматитах, свидетельствуют о гипабиссальных условиях кристаллизации дунитов. Все тектонические явления в дунитах накладываются на уже сформированные КЗУМ, перекристаллизованные дуниты, хромитовые жилы и клинопироксениты оболочки.

**Новый фактический материал по структуре КЗУМ Урала.** Новых данных о структуре дунитового ядра и клинопироксенитовой оболочки получено не было. Е.В. Пологова-Иванова провела петроструктурный анализ дунитов. За пределами Урала в Гальмознанском массиве картированы похожие типы дунитов, как и в Платиноносном поясе. Новым фактом являются находки циркона в дунитах Косьюинского массива (Левин, 2006; Беа и др. [8]), большой фактический материал по РЗЭ, ЭПГ и МПГ дунитов и хромитовых жил, где открыто много новых фаз МПГ и включений в хромшпинелиде [1, 4, 5, 7]. Приведено большое количество изотопно-геохимических данных по возрасту дунитов U-Pb, Pb-Pb, K-Ar, Os-Os и Sm-Nd методом, как совпадающих, так и резко отличающихся от данных по геологическому возрасту КЗУМ [1, 3, 4, 6, 7]. Таким образом, хотя собственно новых петрологических данных не было, но появилось огромное количество аналитического материала, что дало возможность генерирования новых или об-

новленных интерпретаций петрологии КЗУМ. Детальной критике полученные ранее выводы не подвергались.

## ОБЗОР НОВЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ И ИНТЕРПРЕТАЦИЙ ПЕТРОЛОГИИ КЗУМ УРАЛА

**О природе дунитов ядра.** После 1990 г. использовались три объяснения природы дунитов – чисто магматическая, магматическая с последующей постмагматической перекристаллизацией и метаморфическая (реститовая). В большинстве работ [5, 6, 7, 8, а также Г.Н. Савельева и др., 1999; А.Н. Перцев и др., 2000] без каких-либо доводов принимается магматическое или адкумулятивное т.е. тоже магматическое образование дунитов. При этом не учитывается, что при образовании кумулятов остается около 40% интерстициального материала, который не может быть источником дорастания оливиновых кумулятов, если только он не имеет оливиновый состав.

По В.Р. Шмелеву (2005) трахитоидные дуниты Нижнетагильского массива свидетельствуют о их магматической природе. Однако неясно, как они согласуются с распределением разных типов дунитов в массиве, какова текстура этих дунитов, а также, почему это не признаки синтетектонической перекристаллизации оливинового агрегата наподобие структуры амфиболитов или гнейсов. Последователей постмагматической перекристаллизации дунитов немного (Генкин, 1998; Пологова-Иванова, 1999) их дополнительные доводы – петроструктурные наблюдения. Специалисты в области геотектоники, отмечая признаки динамического метаморфизма и пластических деформаций, трактуют дуниты как продукт твердопластичного внедрения [2, частично, 1, 5, а также Маегов, 2008], не обращая внимания, что все пластические деформации наложены на уже перекристаллизованные дуниты и хромитовые жилы [3,4].

**Механизм перемещения дунитов в современную камеру.** Согласно традиционному магматическому подходу, сейчас резко преобладающему, дуниты перемещались в современную камеру в виде расплава [3, 6, 7, 8, а также Г.Н. Савельева и др., 1999; А.Н. Перцев и др., 2000]. Согласно второму, разрабатываемому А.А. Ефимовым и др. [2, частично, 1, 5, а также Маегов, 2008], это тектонит, перемещенный из мантии в твердо-пластичном состоянии. В пользу второго механизма свидетельствует гранобластовая и порфиробластовая структура некоторых дунитов, а также признаки смятия хромитовых жилок. Однако, гранобластовая структура всегда накладывается на более ранние структуры и текстуры перекристаллизованных дунитов, зоны смятия имеют локальное положение, а большая часть хромитовых жил имеет эпигенетический характер или цементирует брекчию дунитов. Согласно дунитовые силлы и активное взаимодействие с вмещающими вулканитами с образованием клинопироксенитовой оболочки также подтверждает перемещение дунитов в современную камеру в виде расплава.

**Механизм образования дунитового расплава.** Привлекаются три механизма образования дунитов: при дифференциации какой-либо исходной магмы, путем переплавления или переработки мантийного материала и просто реститовый мантийный материал.

В качестве исходной магмы предлагается базальтовая, пикритовая и тылаитовая магмы.

Тылаитовую магму предложил использовать Е.В. Пушкарев (2000, [5]), исходя из вулканической природы тылаитов и их тесной связи с ультрамафитами. Однако, классические тылаиты пространственно связаны с габбровыми массивами, развиваются по милонитизированным и фельдшпатизированным клинопироксеновым породам и не образуют и не могут образовать интрузивных или вулканических тел, тем более с признаками дифференциации.

Активное развитие получили представления об образовании дунитов за счет переработки, переплавления или выплавления из мантийного материала. По Г.Н. Савельевой и др. (1999), таким материалом были лерцолиты. О разноглубинных выплавках писали К.С. Иванов и В.Р. Шмелев (1996). Ф. Беа и др. [8] выдвинули гипотезу рециклинга генерированного «в клине мантии частичным плавлением, вызванным кремнеземистыми расплавами...». По К.С. Иванову [1] КЗУМ образовались «в результате взаимодействия андезитовидных расплавов, поднимающихся от силюрийской зоны субдукции с ультраосновными породами так называемого мантийного клина». Это модное направление может быть очень перспективным, но пока совершенно не аргументировано, хотя такие попытки делает В.И. Маегов (2008).

**О геотектоническом положении КЗУМ.** Традиционные выводы А.Н. Заварицкого, О.А. Воробьевой, Ю.С. Каретина, Н.Г. Берлянд, Мурза, Муррея об островодужном образовании КЗУМ [3]

в последние годы подверглись ревизии. По Г.Б. Ферштатеру [6] КЗУМ является позднеордовикской субплатформенной вулcano-плутонической ассоциацией. По А.А. Ефимову [2] это нижнесилурийское субплатформенное рифтогенное образование, в котором дуниты идентичны платформенным. К.С. Иванов и В.Р. Шмелев (1996, [1]) реанимировали забытые в ИГГ УрО РАН выводы и сейчас островодужное образование КЗУМ Платиноносного пояса у большинства не вызывает сомнения.

**О возрастных датировках.** Использование новых изотопных методов определения возраста КЗУМ привело к появлению самых разнообразных данных о возрасте пород КЗУМ от 327 до 2840 млн. лет и соответственно к любым интерпретациям их возраста и геодинамического положения. В основе разброса лежат, видимо, аналитические и геологические ошибки. Критический обзор этих данных дан [1].

**О генезисе платиноидного оруденения.** Постмагматический генезис платиноидного оруденения поддержали А.Д. Генкин (1998) и с колебаниями К.К. Золоев и др. (2000), а также [1]. Иностранцы [7] попросту считают платиноносные хромитовые тела магматическими кумулатами. Е.В. Пушкарев и др. [5], признающие эпигенетический характер хромитового и платиноидного оруденения, считают, что они образовались при декомпрессионной разгрузке в зонах трещиноватости. При этом хромитовое и платиноидное вещество извлекались из окружающих дунитов. Эти выводы убедительны отчасти только для вещества офитовых миарол. При этом авторы [5], как и во времена А.Г. Бетехтина, уверены в существовании контракционных трещин в хромититах и в сингенетичных серпентинитовых оторочках вокруг хромитовых жил, которые уже давно объяснены влиянием тектонического будинирования и наложенной серпентинизации [3].

Рассмотрены также данные о генезисе тылаитов и конжакитов, составу и роли флюидных компонентов, причины современных тенденций в изучении КЗУМ и предложены подходы к компромиссному разрешению наиболее принципиальных противоречий в предложенных гипотезах образования КЗУМ.

## ВЫВОДЫ

1. За последние годы получены новые данные по геохимии РЗЭ, ЭПГ, изотопии и большое число микрозондовых анализов МПГ КЗУМ при минимуме петрологических достижений.
2. Новые возрастные датировки не подтвержденные петрологическими наблюдениями дают широкие возможности любой возрастной и геотектонической трактовки условий образования КЗУМ, что свидетельствует о их некорректности.
3. Новые данные, полученные за последние 20 лет, не опровергают классических представлений о КЗУМ, как о многофазных гипабиссальных интрузивно-постмагматических комплексах, формировавшихся в условиях древних островных дуг при дифференциации базальтоидной магмы, хотя и дают возможность разработки иных моделей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Волченко Ю.А., Иванов К.С., Коротеев В.А., Оже Т. Структурно-вещественная эволюция комплексов Платиноносного пояса Урала при формировании хромит-платиновых месторождений Уральского типа // Литосфера. 2007. № 3, С. 3-27; Литосфера. 2007. № 4. С. 73-101.
2. Ефимов А.А., Ефимова Л.П., Магзов В.И. Тектоника Платиноносного пояса Урала: соотношение вещественных комплексов и механизм формирования структуры // Геотектоника. 1993. № 3. С. 34-46.
3. Иванов О.К. Концентрически-зональные пироксенит-дунитовые массивы Урала. Минералогия, петрология, генезис. Екатеринбург: Изд. Уральск. госуниверситета, 1997. 487 с.
4. Иванов О.К. Ординарный дунит и неординарная франко-русская научная халтура. О статье Ю.А. Волченко и др. // Уральский геологический журнал. 2008. №5 (65). С. 56-73.
5. Пушкарев Е.В., Аникина Е.В., Гарути Дж., Заккарини Ф. Хром-платиновое оруденение Нижнетагильского типа на Урале: структурно-вещественная характеристика и проблема генезиса // Литосфера. 2007. № 3. С. 28-65.
6. Ферштатер Г.Б. Дунит-клинопироксенит-габбровая формация Платиноносного пояса Урала: позднеордовикская субплатформенная вулcano-плутоническая ассоциация // Магматические формации в геологической истории и структуре Земли. Свердловск: ИГГ УрО РАН, 1989, С. 55-64.
7. Auge T, Genna A., Legendre O., Ivanov K.S., Volchenko Y.A. Primary platinum mineralization in the Nizhny Tagil and Kachkanar ultramafic complexes, Ural, Russia: A genetic model for PGE concentration in chromite-

rich zones // *Economic Geology*. 2005. V. 100. P. 707-732.

7. *Bea F., Fershtater G.B., Montero P., Whitehouse M., Levin V.Ya., Scarrow J.H., Abstrheim H., Pushkarev E.V.* Recycling of continental crust into the mantle as revealed by Kytlym dunite zircons, Ural Mts, Russia // *Terra Nova*. 2001. V. 13. N 1. P. 1-7.

## **УЛЬТРАМАФИТ-МАФИТОВЫЕ АССОЦИАЦИИ КРУПНЫХ ИЗВЕРЖЕННЫХ ПРОВИНЦИЙ АЗИИ**

**Изох А.Э., Поляков Г.В.**

*Институт геологии и минералогии СО РАН, Новосибирск, Россия  
e-mail: izokh@uiggm.nsc.ru*

## **ULTRAMAFIC-MAFIC ASSOCIATIONS FROM LARGE IGNEOUS PROVINCES OF ASIA**

**Izokh A.E., Polyakov G.V.**

*Institute of Geology and Mineralogy SB RAS, Novosibirsk, Russia  
e-mail: izokh@uiggm.nsc.ru*

Pt and Cu-Ni- bearing ultramafic-mafic assemblages are the indicators of Large Igneous Provinces. There are some stages of large-scale plum magmatism of LIP in Asia. Proterozoic LIP (1875 Ma) was shown by formation of layered ore-bearing intrusions in Kadar-Udokan region of Transbaikalia (Chiney, Luktur intrusions). Ultramafic-mafic intrusions of Kingash complex are a member of Riphean LIP, which are similar in every respect to Jinchuan deposit in Northern China. Picrite-dolerite intrusions of Zaisan region and Western Mongolia compare to same ultramafic-mafic intrusions with Cu-Ni deposits of Xinjiang province of Northwestern China. This intrusions are the reflection of Tarim mantle plum. Late Permian ultramafic-mafic assemblages of Northern Vietnam comprising Cu-Ni-PGE ores with regard to Emeishan LIP.

К крупным магматическим провинциям (Large Igneous Provinces) относятся континентальные платобазальты, вулканические и интрузивные образования пассивных окраин, океанические плато и другие проявления внутриплитного магматизма, которые сформированы в результате внедрения огромных объемов мантийных магм (> 1 млн. км<sup>3</sup>) за относительно короткое время [6]. В настоящее время усилия многих ученых направлены на изучение крупных магматических провинций и их металлогении, которые координируются Комиссией по крупным магматическим провинциям ([www.largeigneousprovinces.org](http://www.largeigneousprovinces.org)) [10].

Крупные магматические провинции установлены на протяжении всей истории Земли [6, 10]. Мезозойские и кайнозойские LIP характеризуются наилучшей сохранностью и представлены континентальными платобазальтами, вулканическими пассивных окраин, океанических плато, цепочками подводных гор и океанических островов, например, Северо-Атлантическая магматическая провинция (62-56 млн. лет), провинция Каруу – Феррар (182 млн. лет), океаническое плато Онтонг – Ява в Тихом океане. Наиболее ярким проявлением LIP является пермотриасовая провинция, связанная с Сибирским суперплюмом [2]. Магматизм этого этапа проявился в виде траппов и никеленосных и платиноносных ультрабазит-базитовых комплексов (Норильск, Маймеча-Котуйская провинция) на Сибирском кратоне, рифтогенных бимодальных ассоциаций Западной Сибири и Восточного Казахстана. В Селенгинском поясе Северной Монголии с этим этапом связаны проявления перидотит-троктолит-анортозит-габбровых массивов, с которыми установлено малосульфидное медно-платиновое оруденение (Номгонский массив). В восточной части Монголо-Охотского пояса также обосновано присутствие пермо-триасовых перидотит-габбровых массивов, которые ранее считались докембрийскими [1]. Диагностика раннепалеозойских и особенно докембрийских LIP в складчатых поясах затруднена из-за значительного уровня эрозион-