

дунит зарождается в особых зонах мантии в силу какого-то недостаточно пока понятного процесса, образует интрузии на древних платформах, а в отдельных случаях (Урал, Корякия, Аляска и др.) вовлекается в структуру складчатых областей.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Высоцкий Н.К.* // Тр. Геол. Ком. Нов. сер. № 62. СПб, 1913. 694 с.
2. *Ефимов А.А.* // Геотектоника. 1977. № 1. С. 24-44.
3. *Ефимов А.А.* Габбро-гипербазитовые комплексы Урала и проблема офиолитов. М: Наука, 1984, 232 с.
4. *Ефимов А.А.* // Отечеств. геология. 1999. № 3. С. 31-39.
5. *Ефимов А.А., Ефимова Л.П.* Кытлымский платиноносный массив. М.: Недра, 1967. 336 с.
6. *Ефимов А.А., Ронкин Ю.Л., Зиндерн С. и др.* // Докл. АН. 2005. Т. 403. № 4. С. 512-516.
7. *Ефимов А.А., Таврин И.Ф.* // Докл. АН СССР. 1978. Т. 243. № 4. С. 991-994.
8. *Заварицкий А.Н.* // Мат. по общ. и прикл. геологии. Вып. 108. Л.: Изд. Геол. Ком., 1928. 56 с.
9. *Левинсон-Лессинг Ф.Ю.* // Тр. СПб общ. естествоисп. 1900. Т. 30. № 5. 257 с.
10. *Попов В.С., Беляцкий Б.В.* // Докл. АН. 2006. Т. 409. № 1. С. 104-109.
11. *Рожков И.С., Кицун В.И. и др.* Платина Алданского щита. М.: Изд-во АН СССР. 1962. 119 с.
12. *Язева Р.Г., Бочкарев В.В.* // Геотектоника, 2003. № 2. С. 75-86
13. *Bea F., Fershtater G.B., Montero P. et al.* // Terra Nova. 2001. V. 13. No 6. P. 407-412.
14. *Bosch D., Bruguier O., Efimov A.A. et al.* // Memoirs Geol. Soc. London. 2006. V. 32. P. 443-448.
15. *Irvine T.N.* Notes of the geology of the Duke Island Ultramafic complex. Ketchikan, Alaska, 1985, 33 pp.
16. *Taylor H.P., Jr.* // Wyllie P.J., Ed. Ultramafic and related rocks / N.Y. etc.: J. Wiley and Sons. 1967. P. 96-118.

ЛОКАЛИЗАЦИЯ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ НА РАЗЛИЧНЫХ ИЕРАРХИЧЕСКИХ УРОВНЯХ И ЕЕ СВЯЗЬ С ВАРИАЦИЯМИ МАГНИТНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДУНИТОВ ПЛАТИНОНОСНОГО МАССИВА КОНДЕР

Ефимов А.А.*, Пьянков В.А.**

*Институт геологии и геохимии УрО РАН, Екатеринбург, Россия
e-mail: efimov@igg.uran.ru

**Институт геофизики УрО РАН, Екатеринбург, Россия
e-mail: v_pyankov@mail.ru

LOCALIZATION OF PLASTIC DEFORMATIONS AT DIFFERENT HIERARCHY LEVELS AND THEIR CONNECTION WITH MAGNETIC PARAMETERS VARIATIONS OF THE KONDER MASSIF PLATINUM-BEARING DUNITES

Efimov A.A.*, Pyankov V.A.**

*Institute of Geology and Geochemistry UB RAS, Ekaterinburg, Russia
e-mail: efimov@igg.uran.ru

**Institute of Geophysics UB RAS, Ekaterinburg, Russia
e-mail: v_pyankov@mail.ru

The Konder massif represents a pipe-like mantle body that intruded the Archean crystallized basement of Aldan Shield. The rounded dunite body of 5.5 km in diameter is bordered with a pyroxenite zone about 150-200 m in width. This dome-like structure was probably formed because of diapiric intrusion of solid and hot dunite-pyroxenite body. Magnetic susceptibility χ values of dunite for three radial profiles depend on distance and have multiextreme character (the contact dunite-pyroxenite is accepted as zero point). The first from the pyroxenite ring maximum reaches the greatest value (~ 0.01 unit SI). Further, with increase of distance from periphery of the dunite massif, amplitudes of extremes naturally decrease. The distance between extremes is 150-200 m. In this case local shift bands arise on the interface of a deformed dunite-pyroxenite body and are distributed into all its volume, representing damper zones, which interfere destruction of the body. We observed thin structure of conjugate de-

formation bands in zones of minimum values of χ . Distance between these bands are ~ 1 m. These bands are «massive» weather-proof dunite in opposite to schistose one. The «massive» dunites characterize high coercive force H_c and density of defects ρ (plastically deformed zones), because $H_c \sim \sqrt{\rho}$. Thus, variations of magnetic properties of rock are an indicator of localization of plastic deformation at different hierarchy levels.

Платиноносный дунитовый массив Кондер, сходный по физическим свойствам дунитов с известными массивами Платиноносного пояса Урала, находится в своеобразной геологической обстановке и представляет собой по морфологии кольцевую структуру. В районе массива на архейском кристаллическом фундаменте горизонтально залегает осадочный чехол синийского возраста мощностью до 400 метров. Вблизи массива слоистость осадочных образований поднята вверх под углом около 45° . Считается, что эта куполовидная структура образовалась при диапировом внедрении дунитов. Почти круглое в плане пятикилометровое дунитовое тело окружено кольцевой зоной пироксенитов шириной около 150 метров. С целью изучения как геохимической зональности, так и особенностей формирования платиноносного массива Кондер, исследованы магнитные свойства дунитов на более чем 150 образцах, отобранных по трем радиальным профилям, расположенных под углами друг к другу примерно 120° . Была предпринята попытка установить статистическую связь между величиной магнитной восприимчивости χ , остаточной намагниченности I_n , железистости F дунитов и удалением точек опробования от контакта с пироксенитовым кольцом. Исследованиями установлено, что зависимость величины магнитной восприимчивости χ от расстояния по всем трем профилям носит многоэкстремальный характер (за ноль принята точка контакта дунитов с пироксенитами) (рис. 1). Причем, наибольшей величины ($\sim 0,01$ ед. СИ) достигает первый от пироксенитового кольца максимум. Далее, с удалением от периферии дунитового массива, амплитуды экстремумов закономерно уменьшаются. Расстояние между экстремумами составляет 150-200 метров. Вариации остаточной намагниченности I_n находятся в противофазе с пространственными изменениями магнитной восприимчивости χ , то есть максимумам магнитной восприимчивости χ соответствуют минимумы остаточной намагниченности I_n . Величина железистости F коррелирует с величиной магнитной восприимчивости χ . С целью установления возможной природы аномалий магнитных свойств дунитов проведено терморазмагничивание образцов, отобранных в блоках массива, пространственно совпадающих с зонами максимумов и минимумов профильных кривых. В результате экспериментальных исследований выявлено два основных вида зависимости магнитной восприимчивости χ от температуры. В эксперименте температура изменялась от 20° до 700°C . Для образцов, отобранных на участках массива, совпадающих с минимумами кривой магнитной восприимчивости χ , на кривой терморазмагничивания примерно на 310°C присутствует экстремум, характерный для магнетита. (рис. 2). Для образцов из зон максимумов наблюдаются кривые терморазмагничивания, характерные, в большей степени, для магнетита (рис. 3). Особое место занимают образцы, отобранные

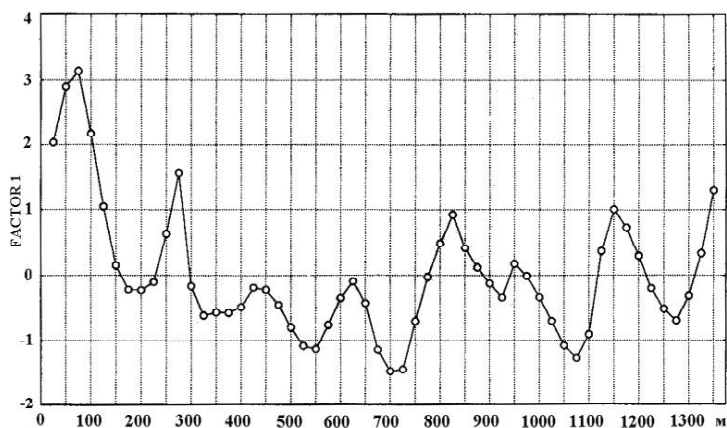


Рис. 1. Пространственные вариации нормированной магнитной восприимчивости.

вблизи контакта дунит-пироксенит. Для них зависимость магнитной восприимчивости χ от температуры характеризует терморазмагничивание сложной изоморфной смеси. А для зон максимумов и минимумов, по видимому, характерен различный кислородный режим формирования минералов железа. Возникает естественный интерес к вероятной природе чередующихся кольцевых аномалий дунитового массива Кондер. Для определения параметров дунитового тела через центр массива пройден субмеридиональный профиль длиной около 10 км [1], на котором с интер-

валом 50-200 км выполнены гравиметрические и магнитные наблюдения. Над массивом обнаружена интенсивная положительная аномалия силы тяжести. Магнитное поле над пироксенит-дунитовой зоной характеризуется резко переменным характером. Наблюденное гравитационное поле удовлетворительно совпадает с модельным полем, рассчитанным для вертикального цилиндра, радиус которого по геологическим и магнитометрическим данным принят равным 2,7 км. Расчет выполнен для цилиндров с нижним основанием на глубинах 10 км и более [1]. Наилучшее совпадение измеренного и расчетного полей получено для плотности дунитов $3,3 \text{ г/см}^3$. Поскольку в основу динамической модели образования массива Кондер заложена его диапировая природа, то предполагается, что деформации подвергалось твердое тело цилиндрической формы, которое под действием вертикальных подъемных сил проталкивалось сквозь матрицу вмещающих пород. Такой процесс можно представить как комбинацию прокатки и экструзии. В этом случае должна возникать самоорганизующаяся система аккомодационных локальных полос сдвиговой деформации (макроаналог полос Людерса-Чернова). Такого рода локальные полосы сдвига возникают на поверхности деформируемого тела (или на интерфейсе дунит-пироксенит) и распространяются по всему объему, представляя собой зоны-демпферы, препятствующие разрушению деформируемого объекта (рис. 2).

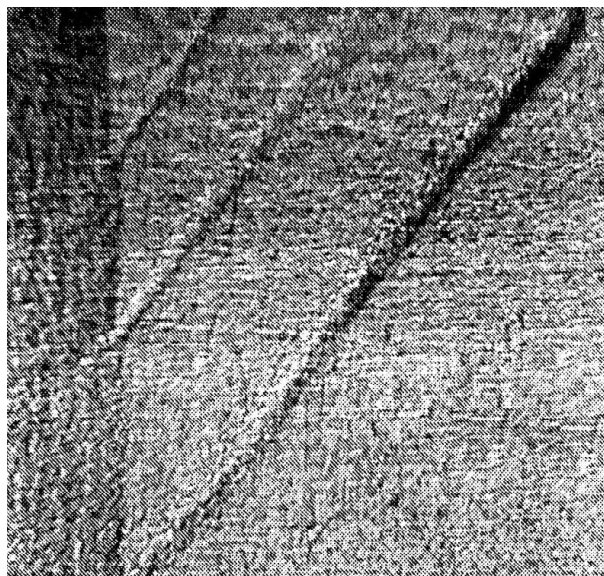


Рис. 2. Распространение полос локализованной деформации в стальном образце.

В нашем случае, вероятно, аналогом тонкого покрытия на подложке (на рис. 2 темная вертикальная полоса слева) является кольцо пироксенитов шириной 150 метров, что соизмеримо с расстоянием между экстремумами зон локализации, как и следует из эксперимента. Вероятнее всего, мы наблюдаем иерархическую систему зон локализации сдвиговых пластических деформаций, возникших в результате одномоментного продавливания твердого тела в условиях стеснения. Так, в зонах минимумов магнитной восприимчивости χ наблюдается более тонкая структура сопряженных полос сдвиговой деформации (рис. 3). Это так называемые «массивные» полосы дунитов на фоне «плитчатых». «Массивные» дуниты менее подвержены процессам выветривания и отличаются от «плитчатых» существенно более высокими значениями остаточной намагниченности I_n . Кроме того, при их перемагничивании наблюдается магнитоакустическая эмиссия Баркгаузена. Коэффициент Кенигсбергера (I_n/I_χ) «массивных» дунитов составляет ~ 2 , а пластинчатых дунитов ~ 10 . Для «массивных» дунитов нами определена величина их коэрцитивной силы H_c , эмиссия отсутствует для пластинчатых дунитов ($H_c=0$). «Массивные» дуниты, по-видимому, характеризуются высокой плотностью дефектов ρ (пластически деформированные зоны) потому, что $H_c \sim \sqrt{\rho}$. Известно [3], что магнитная восприимчивость ферромагнетиков χ обратно пропорциональна плотности дефектов ρ . Таким образом, пространственные вариации магнитных свойств пород явля-



Рис. 3. Сопряженные полосы «массивных» дунитов в матрице «плитчатых».

ются индикатором локализации пластических деформаций на разных иерархических уровнях, а выдвинутое предположение о «диапировой» природе массива Кондер нашло свое подтверждение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ефимов А.А., Таврин И.Ф. Генетическое единство платиноносных дунитов Урала и Алданского щита // ДАН СССР. 1978. Т. 243. № 4. С. 991-994.
2. Панин В.Е., Гриняев Ю.В. Физическая мезомеханика: новая парадигма на границе физики и механики деформируемого твердого тела // Физическая мезомеханика. 2003. Т. 6. № 4. С. 9-36.
3. Тимофеев И.А., Антонов В.А., Мирошниченко Ю.А., Антонов С.В. Влияние дислокаций на магнитные свойства железокремниевых сплавов // Вестник МЭИ. 2007. №5. С. 41-44.

АПАТИТ-ТИТАНОМАГНЕТИТОВЫЕ РУДЫ СУРОЯМСКОГО ЩЕЛОЧНО-УЛЬТРАОСНОВНОГО МАССИВА, ИХ ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ, ГЕНЕЗИС И ПРОМЫШЛЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Жилин И.В.*, Пучков В.Н.**

**Челябинский государственный университет, Челябинск, Россия*

e-mail: utemoff@rambler.ru

***Институт геологии УНЦ РАН, Уфа, Россия*

e-mail: puchkv@anrb.ru

THE APATITE-TITANOMAGNETITE ORES OF THE SUROYAM ALKALINE-ULTRAMAFIC MASSIF, THEIR COMPOSITION, GENESIS AND INDUSTRIAL IMPORTANCE

Zhilin I.V.*, Puchkov V.N.**

**Chelyabinsk State University, Chelyabinsk, Russia*

e-mail: utemoff@rambler.ru

***Institute of Geology USC RAS, Ufa, Russia*

e-mail: puchkv@anrb.ru

The Suroyam alkaline-ultramafic layered massif, composed mostly of pyroxenites and subordinate wehrlites, dunites and syenites, hosts a unique though still insufficiently prospected deposit of titanomagnetite- and apatite-titanomagnetite-rich pyroxenites with important concentrations of many valuable components. The deposit contains in general (mass.%): Fe_{total} 14,13 - 24,0; $Fe_{magnetite}$ 8,91-18,0; TiO_2 – 1,17-2,0; V_2O_5 – 0,09-0,10; P_2O_5 up to 5,15, Cu – 0,1-0,2. Sulphides in the ores show considerable concentrations of Au, Pd and Pt; $Pd \gg Pt$. The ores demonstrate a sideronitic texture and have a magmatic origin (the Rb-Sr age of phlogopite-containing pyroxenites is $415 \pm 1,1$ Ma). The reserves of the deposit promise to be very high. The calculated prognostic resources of $P_1 + P_2$ category to the depth of 500 m are equal to 11 billion tons.

Суроямский щелочно-ультраосновной массив, расположенный в Нязепетровской зоне западного склона Среднего Урала, уникален по своему тектоническому положению, по петрографическому составу развитых в нем магматических пород и по их металлогенической специализации. В то же время наблюдаются черты сходства этого массива с Качканарским, Волковским, Амамбайско-Сахаринскими массивами в Тагило-Магнитогорской зоне.

Массив полиформационный и полихронный, в его составе принимают участие апоперидотитовые серпентиниты с повышенной железистостью и низким в сумме 4 г/т содержанием редких земель, верлиты, безрудные диопсидовые и рудные щелочные (с флогопитом) диопсид-геденбергитовые пироксениты, нефелиновые сиениты и др.