

АНОМАЛИИ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ В ЗОНАХ АНОРТОЗИТОВОГО И ЩЕЛОЧНОГО МАГМАТИЗМА УКРАИНСКОГО ЩИТА

Рассмотрена связь аномалий электропроводности с отдельными частями Коростенского, Корсунь-Новомиргородского и Восточно-Приазовского массивов анортозитов и щелочных пород. Предполагается, что формирование этих массивов связано с трансформными разломными зонами: протерозойской региональной — Херсон–Смоленск, на современном этапе проявленной в Звенигородко-Анновской и Кировоградской Ингулецкого мегаблока; Грузско-Еланчикской Приазовского мегаблока; Звиздаль-Залесской Волынского мегаблока УЩ. Они являются зонами разгрузки глубинного флюида, поступающего из нижней мантии, и инициирующего плавление в верхней мантии.

Ключевые слова: аномалии электропроводности, массивы анортозитов и щелочных пород, глубинный флюид

Введение

Наблюдаемые в земной коре природные явления обусловлены взаимодействием экзогенных и эндогенных процессов, связанных с восходящими потоками флюидов от внедрившихся в кору диapiroв или разогретых участков мантии. Это ведет к формированию углерод-, сульфид- и железосодержащих метасоматитов, а также к образованию рудных и нефтегазовых месторождений.

Проявлениями анортозитового магматизма на территории Украинского щита (УЩ) являются Коростенский и Корсунь-Новомиргородской плутоны, а щелочного – Октябрьский массив.

В Коростенском металлогеническом районе основное количество известных рудопроявлений цветных и редких металлов, циркония, молибдена, графита сосредоточено на западе. Кировоградский рудный район (КРР) известен урановыми проявлениями альбититовой формации, редкометалльных пегматитов, локализацией золоторудных месторождений. Для ряда месторождений урана, золота, алмазонасных и неалмазонасных даек кимберлитов геологическими исследованиями установлена рудоконтролирующая роль Кировоградской глубинной зоны разломов. Восточно-Приазовский массив представляет собой выступ дорифейского фундамента, который со всех сторон отделен разломами, а зона его соединения с Донецким бассейном является одной из важных провинций УЩ по проявлениям ультраосновного и щелочного магматизма. Здесь известны редкометалльные месторождения (Азовское) и обнаружены тела Кимберлитов (Петровское, Надежда, Новоласпинское и Южное).

В данном исследовании рассмотрены глубинные разломы как зоны повышенной проницаемости, по которым сквозь литосферу происходит разгрузка мантийных флюидов. Аномалии электропроводности являются одним из наиглавнейших факторов, которые указывают на возможную зону проявления геодинамических процессов.

Геоэлектрические неоднородности земной коры и верхней мантии

По результатам 3D моделирования [Кулик, Бурахович, 2007] аномалии электропроводности

обнаружены во всех мегаблоках и шовных зонах УЩ. Они размещены на глубинах, начиная с поверхности и до низов коры (более 30 км) и характеризуются удельным электрическим сопротивлением (ρ) от 1 до 100 Ом·м.

Субвертикальные зоны высокой электропроводности совпадают с межблоковыми разломами УЩ и к Голованевской и Ингулецко-Криворожской шовным зонам. Орехово-Павлоградская шовная зона характеризуется очень большими значениями ρ на севере и аномально низкими в южной части. Аномалии электропроводности этого типа могут свидетельствовать о высокой проницаемости для флюидов шовных зон в процессе их образования и значительной графитизации межзернового пространства.

В границах мегаблоков субвертикальные электропроводящие зоны характеризуются меньшей протяженностью и коррелируют с глубинными разломами второго ранга.

В геоэлектрическом отношении можно разделить весь УЩ на три части: западную, центральную и восточную. Центральная часть объединяет Ингульский мегаблок, Голованевскую и Ингулецко-Криворожскую шовную зоны. Восточная часть – это Среднеприднепровский мегаблок, Орехово-Павлоградская шовная зона и, возможно, Приазовский мегаблок. Западная часть характеризуется низким сопротивлением пород земной коры по сравнению с восточной. И это может свидетельствовать про аномально низкую проницаемость пород восточной части. Центральная часть отличается высокой электропроводностью по всему разрезу земной коры и это свидетельствует и как об аномально высокой проницаемости пород палеопротерозойского блока, так и о современных проявлениях активизации.

Распределение геоэлектрических параметров в мантии УЩ также резко неоднородно. В юго-западной части УЩ обнаружен проводник в интервале глубин 70 – 120 км с $\rho=25$ Ом·м, в то время, как в восточной части УЩ мантия характеризуется относительно высоким сопротивлением, $\rho \approx 1000$ Ом·м. По результатам 3D моделирования КРР [Николаев и др., 2013] можно пред-

положить существование нескольких локальных проводящих неоднородностей с $\rho < 50$ Ом·м в интервале глубин 50-120 км: 1) в зоне пересечения Кировоградской и Субботско-Мошоринской зон разломов; 2) вдоль трансекта Херсон-Смоленск; 3) в южной части Ингульского мегаблока, где веерообразно сходятся Западно-Ингулецкий, Кировоградский, шов Херсон-Смоленск и Первомайская зоны разломов.

Необходимо подчеркнуть связь аномалий электропроводности, таких как, Коростенской (расположена на границе Волынского и Росинского мегаблоков в земной коре на глубине между 15 и 30 км, среднее значение $\rho = 30$ Ом·м), Кировоградской (охватывает почти всю восточную часть Ингульского мегаблока и Ингулецко-Криворожскую шовную зону в интервале глубин 20-30 км, ρ до 100 Ом·м [Николаев и др., 2013]), Восточно-Приазовской (приурочена к Грузко-Еланчикской и южной части Кальмиусской зон разломов на глубинах до 10-50 км, $\rho < 100$ Ом·м) с Коростенским, Корсунь-Новомиргородским и Восточно-Приазовским массивами анортозитов и щелочных пород. В границах УЩ Херсон-Смоленский трансрегиональный тектонический шов совпадает с западной ветвью Кировоградской аномалии, в то время как трансрегиональный тектонический шов Донецк-Брянск пересекается разными аномалиями электропроводности – Приазовской и Донбасской.

Формирование массивов анортозитов и щелочных пород

Формирование массивов анортозитов и щелочных пород связано с трансформными разломными зонами (шириной 20-25 км) в геоблоках УЩ [Усенко, 2013] с высоким уровнем эрозионного среза: зона глубинного разлома (раздвига) Херсон-Смоленск (шириной 20-25 км); Грузко-Еланчикская Приазовского мегаблока; Звиздаль-Залеская Волынского мегаблока УЩ.

Их нельзя назвать „разломными“, так как процесс формирования в мантии по всей видимости связан с сокращением глубинного очага (очагов?) плавления вследствие падения температур и вынесения флюидов и расплавов от 2,1 до 1,6 млрд лет. По ним происходит дренаж мантийных горизонтов – удаляется избыток базальтоидной составляющей и флюида, в первую очередь, водного.

Гранитизация возраста ~ 2 млрд лет проявлена не только на всем УЩ, но и на всех щитах мира. На УЩ практически одновременно появляются интрузивные (новоукраинский комплекс) и палингенные (кировоградский комплекс) двуполошпатовые граниты, между которыми (в частности, в Ингульском мегаблоке) существуют переходные разности. Интрузивные граниты входят в состав полифазного Новоукраинского плутона, формирование которого осуществляется как минимум в

течение четырёх этапов. Основные расплавы начального этапа образованы на границе коры и мантии, а последующая дифференциация происходит в коре и заканчивается образованием обширного (под всем щитом) очага плавления. Значительные количества химически агрессивного флюида благоприятствуют образованию обширного слоя плавления в коре (на глубине 18-20 км), часть которого на щитах (в частности на Украинском) выведена на поверхность вследствие высокого уровня эрозионного среза. Вероятно, очаг плавления с верхней кромкой на границе коры и мантии также был распространён под большей частью щита.

Гранитизация захватывает обширные площади, так как происходит при участии мантийных водных хлоридно-калиевых флюидов, в присутствии которых не только снижается температура солидуса, но и осуществляется интенсивное растворение нижнекоровых пород и перераспределение элементов. „Гранитофильные“ компоненты выносятся в кору, вследствие чего наблюдается базификация глубинных (мантийных) горизонтов.

Затем происходит кристаллизация и корового и большей части мантийного очагов плавления. Сохраняются только трансформные зоны, по которым вынесение глубинных флюидов продолжается. К ним приурочены незначительные по площади очаги плавления. Именно здесь происходит формирование анортозитовых массивов, реже – массивов щелочных пород.

После гранитизации и до формирования массивов анортозитов и щелочных пород происходит смена состава глубинного флюида. Хлоридно-калиевые водные слабо щелочные флюиды сменяются „сухими“ щелочными и ультращелочными карбонатно-фторидно-натриевыми. Именно с участием этих флюидов образуются комплексы щелочных пород Приазовского массива с карбонатами и фельдшпатоидами, окруженные зонами фенитизации и мариуполитизации. Эти флюиды поступают по глубинной разломной Грузко-Еланчикской зоне. На границе мантии и коры образуются очаги плавления, порождающие расплавы, которые образуют щелочные массивы на поверхности.

Формирование уникальных массивов анортозитов, сложенных основными крупнокристаллическими плагиоклазовыми породами, гранитами рапакиви, а также связанными с ними литий-фтористыми гранитами и редкометалльными пегматитами, становится возможным благодаря постепенному смешению водного хлоридно-калиевого и карбонатного фторидно-натриевого флюидов при давлениях 1,3-0,5 ГПа [Усенко, 2013]. Это приводит к ряду эффектов. На границе мантии и коры осуществляется расслоение силикатного расплава, обособление жидкостей, обогащенных оксидами железа и титана (образование магматических месторождений титана); в коре – накопле-

ние редких и рассеянных элементов в остаточных расплавах при участии фтора (образование редко-металльных пегматитов). Появление месторождений урана, связано с экстракцией его в расплав щелочными флюидами и осаждение из гидротерм вследствие нейтрализации флюида на поверхности.

Таким образом, глубинные трансформные зоны, на поверхности маркируемые массивами анортозитов и щелочных пород являлись зонами, формируемыми в раннем протерозое. По ним осуществлялось вынесение глубинных флюидов и расплавов.

Однако на этом их история не заканчивается.

На Ингульском блоке наиболее многочисленны дайки приурочены к Кировоградскому разлому. В протерозое образуются кимберлиты-лампроиты, выносящие ксенолиты с глубин более 100 км, многочисленные дайки ультрабазитов, в том числе дайка ультрабазитов с алмазами предположительно девонского возраста.

На стыке Донбасса и Приазовского массива в зоне Грузско-Еланчицкого разлома находится Покрово-Киреевская структура, к которой пространственно привязано большинство разновозрастных интрузивных комплексов, сформированных на всех этапах формирования Донецкого бассейна — от 400 до 160 млн лет.

Выводы

Массивы анортозитов приурочены к „трансформным” зонами разгрузки глубинного флюида и генерации расплавов в диапазоне глубин от ~200 км (ультрабазиты и кимберлиты) до ~20 км (граниты). Они сформированы в протерозое после 2,0 и до 1,6 млрд лет. Однако их возобновление, проявленное в магматических породах, наблюдается в течение фанерозоя и до современности. На современном этапе геоэлектрическими методами фиксируется появление аномальных по свойствам зон на границе коры-мантии и в коре.

Литература

- Кулик С.Н, Бурахович Т.К. Трехмерная геоэлектрическая модель земной коры Украинского щита // Физика Земли. – 2007. – №4. – С. 21-27.
- Усенко О.В. Развитие Ингульского мегаблока Украинского щита в период формирования Новоукраинского и Корсунь-Новомиргородского плутонов. // Геофиз. журн. – 2013. – 35, – № 3. – С. 54-69.
- Николаев И.Ю, Бурахович Т.К , Шеремет Е.М. Объемная геоэлектрическая модель в связи Кировоградского рудного района центральной части Украинского щита. // Геофиз. журн. – 2013. – 35, – № 4. (в печати).

АНОМАЛІЇ ЕЛЕКТРОПРОВІДНОСТІ В ЗОНАХ АНОРТОЗИТОВОГО І ЛУЖНОГО МАГМАТИЗМУ УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА

Т.К. Бурахович, О.В. Усенко

Розглянуто зв'язок аномалій електропровідності з окремими частинами Коростенського, Корсунь-Новомиргородського і Східно-Приазовського масивів анортозитів і лужних порід. Передбачається, що формування цих масивів пов'язано з трансформними розломними зонами: протерозойської регіональної - Херсон-Смоленськ, на сучасному етапі проявленої у Звенигородсько-Анновській та Кировоградській; Грузько-Еланчикській; Звіздаль-Залесьській. Вони є зонами розвантаження глибинного флюїду, що надходить з нижньої мантиї і ініціює плавлення у верхній мантиї.

Ключові слова: аномалії електропровідності, масиви анортозитів і лужних порід, глибинний флюїд.

CONDUCTIVITY ANOMALIES IN THE ZONES OF ANARTOZIT AND ALKALINE MAGMATISM ON THE UKRAINIAN SHIELD

T.K. Burakhovych, O.V. Usenko

The relationship between the conductivity anomalies, with parts of Korostensky, Korsun-Novomirgorod and East Priazovsky massif of anorthosite and alkaline rocks. It is assumed that the formation of these massifs is associated with the transform fault zones: the regional Proterozoic-Kherson-Smolensk, at the present stage manifested in Zvenigorod-Annovskoy and Kirovograd; Gruzsko-Elanchikskoy; Zvizdal-Zaleskaya. They are areas of deep discharge fluid coming from the lower mantle, and initiating melting in the upper mantle.

Keywords: conductivity anomaly, massif of anorthosite and alkaline rocks, deep fluid.