

УДК 549.731.1:553.22:551.243:553.495:519.233.5 (477.45)

**И.И. Михальченко, Н.В. Шафранская**

КП "Кировгеология"

01103, г. Киев, Украина, ул. Киквидзе, 8/9

E-mail: alcoldan@i.ua

## СТРУКТУРНАЯ ПОЗИЦИЯ ТЕЛ УРАНОНОСНЫХ ЩЕЛОЧНЫХ НАТРИЕВЫХ МЕТАСОМАТИТОВ В ЗОНЕ АДАБАШСКОГО РАЗЛОМА

Описаны гидротермально-метасоматические преобразования гранитоидов новоукраинского комплекса в зоне Адабашского разлома (Новоукраинский массив Украинского щита), приведшие к изменению химического состава и петрофизических свойств пород. В отличие от практически немагнитных гранитоидов щелочные натриевые метасоматиты, возникшие на их месте, обладают повышенной магнитной восприимчивостью, которая обусловлена образованием магнетита. Зоны метасоматических изменений выделены с использованием петрофизического метода картирования метасоматитов. Установлена вероятная тектонофизическая позиция одной из зон, к которой приурочено большинство выявленных урановорудных объектов, относительно структурообразующих направлений (разломов) территории исследований. Указано, что между образованием щелочных натриевых метасоматитов и пород новоукраинского комплекса произошло внедрение даек базитов и ультрабазитов.

**Вступление.** Большинство выявленных к настоящему времени в пределах Украинского щита (УЩ) месторождений и рудопроявлений урана, а также комплексных скандий-ванадиевых месторождений генетически связаны с геологической формацией щелочных натриевых метасоматитов зон глубинных разломов (рудная формация ураноносных натриевых метасоматитов). В центральной части УЩ эти рудные объекты образуют Кировоградский (район Новоукраинского массива, Ингульский мегаблок) и Криворожско-Кременчугский (зона Криворожско-Кременчугского глубинного разлома) урановорудные районы. В пределах Новоукраинского массива щелочной натриевый метасоматоз интенсивно проявлен в зонах Глодосского глубинного разлома, Центрального (известны и другие названия — Аникеево-Лозоватский, Нерубаевско-Лозоватский и т. п.), Адабашского разломов, а также в ряде более мелких тектонических структур.

**Постановка проблемы.** В пределах Новоукраинского массива на фоне обширного проявления образований указанной формации к

настоящему времени только на двух участках выявлены месторождения и рудопроявления урана. Первый участок приурочен к зоне пересечения Глодосского и Центрального разломов, второй (объект исследований) — к зоне Адабашского разлома (рис. 1). В пределах этих участков урановорудная минерализация проявлена только в отдельных метасоматических телах, а в большинстве их урановорудные скопления не выявлены. Оценка таких объектов как рудных или нерудных и, соответственно, их структурных позиций как структурно-тектонического фактора составляет первоочередную проблему.

**Обоснование методов исследования.** В зоне динамического влияния Адабашского разлома открыты месторождения (Партизанское, Кировское) и рудопроявления (Западно-Адабашское, Новоалексеевское, Алексеевское, Западное, Захаровское, Восточное, Сотницкое (Ареповское)) формации ураноносных натриевых метасоматитов (рис. 2).

Между плотностью и магнитной восприимчивостью неизменных горных пород существует положительная корреляционная зависимость [7]. Магнитная восприимчивость гор-

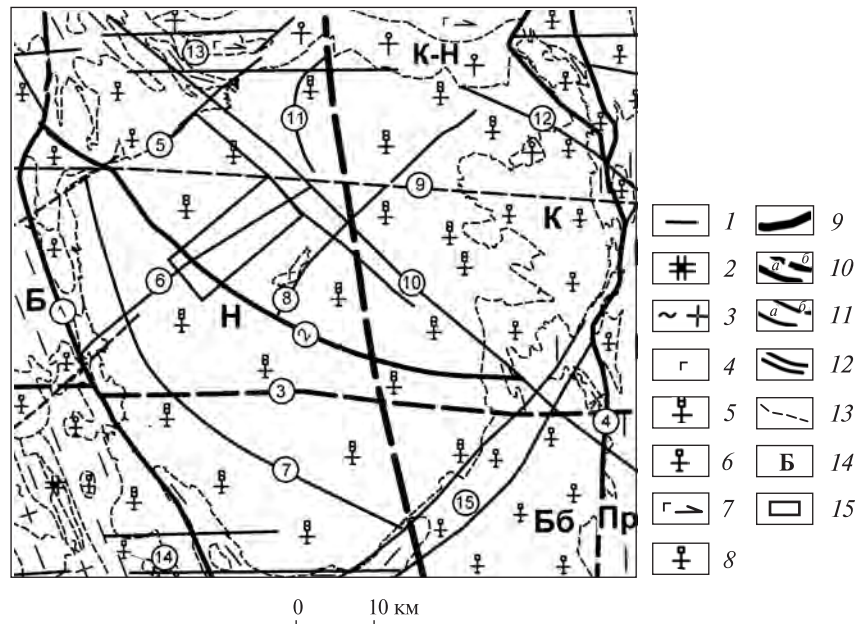


Рис. 1. Схематическая геологическая карта Новоукраинского массива (по [2] с изменениями): 1 — гнейсы ( $AR_1 tv, PR_1 in$ ); 2 — эндербиты ( $AR_1$ ); 3 — плагиомигматиты, диориты ( $AR_{2-3}$ ); 4 — габброиды новоукраинского комплекса ( $PR_1 nu$ ); 5 — гранитоиды новоукраинского комплекса ( $PR_1 nu$ ); 6 — гранитоиды кировоградского комплекса ( $PR_1 kg$ ); 7 — габброиды корсунь-новомиргородского комплекса ( $PR_1 kn$ ); 8 — гранитоиды корсунь-новомиргородского комплекса ( $PR_1 kn$ ); разломы: 9 — трансрегиональный тектонический шов Херсон-Смоленск (Х-С); 10 — глубинные разломы: а — установленные, б — предполагаемые (1 — Новопавловско-Ярошевский, 2 — Вороновский (Войновский), 3 — Девладово-Бутовский, 4 — Кировоградский); 11 — основные разломы: а — установленные, б — предполагаемые (5 — Глодосский, 6 — Адабашский, 7 — Кропивницкий, 8 — Еленокосогорский, 9 — Зелено-Завадовский, 10 — Центральный, 11 — Новоконстантиновский, 12 — Первомайский); 12 — зоны разломов (13 — Субботско-Мошоринская, 14 — Любоивановская, 15 — Софиевско-Компанеевская); 13 — геологические границы; 14 — основные структурные элементы территории: Б — Братский синклиорий, Н — Новоукраинский массив, К — Кировоградский массив, Бб — Бобринецкий массив, К-Н — Корсунь-Новомиргородский массив, Пр — Приингульский синклиорий; 15 — территория исследований

Fig. 1. Schematic geological map of Novoukrainka massif: 1 — gneisses ( $AR_1 tv, PR_1 in$ ); 2 — enderbites ( $AR_1$ ); 3 — plagiomigmatites, diorites ( $AR_{2-3}$ ); 4 — gabbroids of the Novoukrainka complex ( $PR_1 nu$ ); 5 — granitoids of the Novoukrainka complex ( $PR_1 nu$ ); 6 — granitoids of the Kirovograd complex ( $PR_1 kg$ ); 7 — gabbroides of the Korsun-Novomyrgorod complex ( $PR_1 kn$ ); 8 — granitoids of the Korsun-Novomyrgorod complex ( $PR_1 kn$ ); faults: 9 — transregional Kherson-Smolensk tectonic suture; 10 — deep faults: а — established, б — estimated (1 — Novopavlivka-Yaroshivka, 2 — Voronivka (Voinivka), 3 — Devladove-Butivka, 4 — Kirovograd); 11 — main faults: а — established, б — supposed (5 — Glodosy; 6 — Adabash, 7 — Kropyvnytske, 8 — Oleno-Kosogorivka, 9 — Zelena Zavadvka, 10 — Tsentralne, 11 — Novokostyantynivka, 12 — Pervomaiske); 12 — fault zones (13 — Subotivka-Moshorynske, 14 — Lyubovivanivka, 15 — Sofiiivka-Kompaniivka); 13 — geological boundaries; 14 — main structural elements of territory: Б — Bratske synclinorium, Н — Novoukrainka massif, К — Kirovograd massif, Бб — Bobrynets massif, К-Н — Korsun-Novomyrgorod massif; Пр — Pry-Ingul synclinorium; 15 — territory of research

ных пород в основном определяется наличием в их составе магнетита, титаномагнетита, ильменита и т. п. Последующая дифференциация вещества в результате тех или иных эпигенетических процессов (в нашем случае гидротермально-метасоматических) нарушает указанную зависимость вплоть до появления отрицательной связи между плотностью и магнитной восприимчивостью. Рудоносность зон эпигенетических изменений определяется наличием повышенного градиента коэффициента корреляции между этими петрофизичес-

кими свойствами пород [6]. Наиболее благоприятными для выявления рудных объектов разных иерархических уровней служат зоны, для которых значение коэффициента корреляции плотности и магнитной восприимчивости составляют 0—0,3.

Результаты лабораторных исследований петрофизических свойств горных пород центральной части Новоукраинского массива подтверждают эту закономерность (табл. 1). Нарушение корреляционной зависимости плотности и магнитной восприимчивости горных

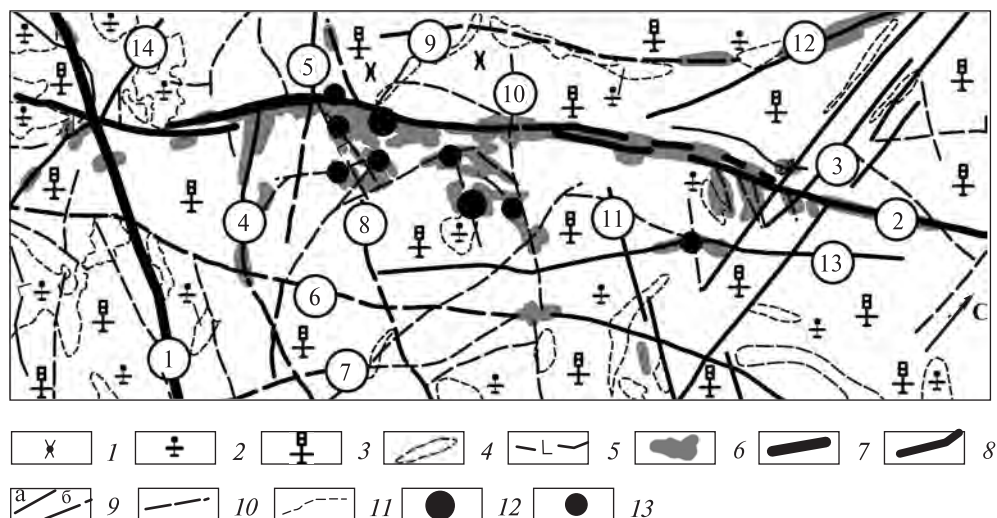


Рис. 2. Схематическая геологическая карта зоны Адабашского разлома: 1 — монзониты новоукраинского комплекса ( $PR_1 nu$ ); 2 — граниты гранат-биотит-пироксеновые новоукраинского комплекса ( $PR_1 nu$ ); 3 — граниты гранат-биотитовые новоукраинского комплекса ( $PR_1 nu$ ); 4 — граниты мелкозернистые новоукраинского комплекса ( $PR_1 nu$ ); 5 — дайки основного состава ( $PR_1, PR_2$ ); 6 — щелочные натриевые метасоматиты ( $PR_1$ ); 7 — глубинный разлом (1 — Вороновский (Войновский)); 8 — основной разлом (2 — Адабашский); 9 — второстепенные разломы (3 — Дорожный, 4 — Калиновский, 5 — Партизанский, 6 — Ореховский, 7 — Медведевский, 8 — Западный, 9 — Глебовский, 10 — Восточный, 11 — Ареповский, 12 — Кварцевый, 13 — Сотницкий, 14 — Анастасиевский (Каменноостовский)); 10 — другие разломы; 11 — геологические границы; 12 — месторождения урана; 13 — рудопоявления урана

Fig. 2. Schematic geological map of the zone of the Adabash fault: 1 — monzonites of the Novoukrainka complex ( $PR_1 nu$ ); 2 — garnet-biotite-pyroxene granites of the Novoukrainka complex ( $PR_1 nu$ ); 3 — garnet-biotitic granites of the Novoukrainka complex ( $PR_1 nu$ ); 4 — fine-grained granites of the Novoukrainka complex ( $PR_1 nu$ ); 5 — basic dikes ( $PR_1, PR_2$ ); 6 — alkaline sodium metasomatites ( $PR_1$ ); 7 — deep fault (1 — Voronivka (Voinivka)); 8 — main fault (2 — Adabash); 9 — secondary faults (3 — Dorozhne; 4 — Kalynivka, 5 — Partyzanske, 6 — Orikhove, 7 — Medvedivka, 8 — Zapadne, 9 — Glebivka, 10 — Vostochne, 11 — Arepivka, 12 — Kvaritseve, 13 — Sotnytske, 14 — Anastasivka (Kamyany Mist)); 10 — other faults; 11 — geological boundaries; 12 — uranium deposits; 13 — uranium occurrence

пород фундамента — это следствие эволюции степени окисленности железа (табл. 2; рис. 3) и минеральной формы нахождения оксидов железа при ранней стадии гидротермально-метасоматических изменений щелочными натриевыми гидротермальными растворами гра-

Таблица 1. Петрофизические свойства (средние значения) горных пород центральной части Новоукраинского массива (данные КП "Кировгеология", 1985)

Table 1. Petrophysical properties (average values) of rocks of the central part of Novoukrainka massif (data of "Kirovgeologia", 1985)

Порода	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Магнитная восприимчивость
Гранит гранат-биотитовый	2,64	16
Гранит гранат-биотит-пироксеновый	2,66	15
Кварцевый монзонит	2,71	332
Габбро-норит	2,94	660
"Сиенит"	2,62	406
Альбитит	2,64	647

нитоидов Новоукраинского массива. Наиболее значительные изменения химического и минерального состава исходных пород (для Новоукраинского массива — это в основном гранитоиды) произошли в раннюю (основную) стадию гидротермально-метасоматических преобразований. В зонах разломов образовались многочисленные метасоматические

Таблица 2. Массовая доля (средние значения, %) двуокиси кремния, окиси и закиси железа в породах Партизанского месторождения (данные КП "Кировгеология", 1985)

Table 2. Mass share (average values, %) of silicon dioxide, ferric oxide and ferrous oxide in rocks of Partyzansk deposit (data of "Kirovgeologia", 1985)

Порода	Кол-во анализов	SiO <sub>2</sub>	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Гранит гранат-биотитовый	21	70,65	2,41	0,87	3,28
"Сиенит"	4	68,65	0,83	1,71	2,54
Альбитит	24	65,93	0,66	2,59	3,24

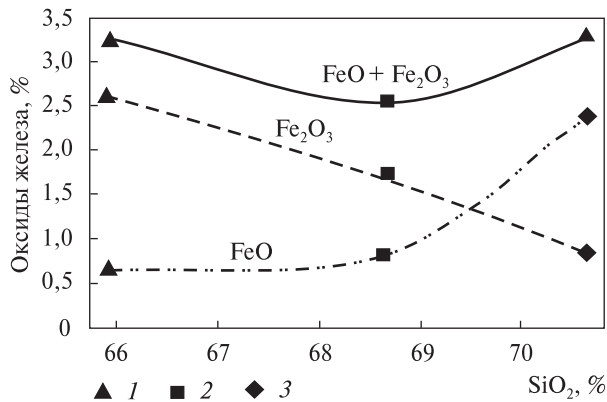


Рис. 3. Эволюция степени окисленности железа при щелочном натриевом метасоматозе: 1 — альбитит, 2 — "сиенит", 3 — гранит

Fig. 3. Evolution of degree of iron oxidization at alkaline sodium metasomatism: 1 — albitite, 2 — "syenite", 3 — granite

тела, имеющие характерное зональное строение. В общем случае метасоматическая колонка состоит из: неизмененного гранита (нулевая зона), передовой (внешней), промежуточной и тыловой (внутренней) зон.

Передовая зона, образовавшаяся в результате взаимодействия отработанных гидротермальных растворов с исходной породой, состоит из ореолов хлорит-эпидотового изменения пород ("диафториты"), которые проявлены в развитии землистых и комковатых выделений эпидота по плагиоклазу, раскисленному до альбита, а также хлорита и гематита по темноцветным минералам. Широко развиты гидрооксиды железа красного и бурого цвета. Иногда в массе породы наблюдаются выделения пирита. Значительных изменений химического состава и физических свойств гранитоидов в этой зоне не происходит. По существу это ореол диафтореза вокруг зон щелочного натриевого метасоматоза.

В промежуточной зоне метасоматической колонки образуются альбит-микроклиновые, микроклин-альбитовые метасоматиты ("сиениты"), альбитизированные граниты. Часто эти породы окрашены в красный из-за обилия выделений гидрооксидов железа. Наблюдается выщелачивание кварца и темноцветных минералов с образованием пустот, что придает породе сухаревидный облик. Зона характеризуется значительными изменениями минерального и химического состава исходных пород. Характерен вынос кремнезема и значительный привнос калия и натрия, уве-

личение массовой доли глинозема. Показательна эволюция степени окисленности железа: наблюдается значительное сокращение массовой доли закиси при одновременном увеличении массовой доли окиси железа (табл. 2; рис. 3). Это проявляется в образовании мелких кристаллов магнетита-I и гематита при метасоматическом замещении темноцветных минералов, а также образовании щелочных темноцветных минералов, в состав которых входит трехвалентное железо. Минеральный состав, %: альбит — 20—60, микроклин — 3—65, кварц — 0—20, хлорит — 0—8, эпидот — 0—15, эгирин — 0—2, рибекит — 0—10, андрацит — 0—3, иногда встречается кальцит. Акцессорные — апатит, циркон, монацит, рутил, сфен; рудные — магнетит, ильменит, гематит. Все это приводит к значительному изменению некоторых физических свойств пород, а именно к резкому увеличению магнитной восприимчивости и уменьшению плотности (табл. 1).

Альбититы образуют тыловую зону метасоматических колонок по гранитоидам новоукраинского комплекса. Изменения химического и минерального состава в этой зоне максимальны. На фоне интенсивного выноса из зоны калия происходил значительный привнос натрия (содержание в 2,5 раза выше, чем в окружающих породах). Полевые шпаты представлены исключительно альбитом начальных номеров, составляющим основную массу пород этой зоны и образовавшимся в результате псевдоморфного замещения минералов промежуточной зоны, а также залечивания трещин и пустот выщелачивания. Среди альбититов, в соответствии с присутствующими в них темноцветными минералами, выделяют: андрацит-актинолитовые, рибекит-эгириновые, эпидот-хлоритовые и смешанные. Встречаются альбититы самых разных цветов и оттенков — белые, серые, розовые, красные, зеленые, иногда разноцветные. Минеральный состав, %: альбит — 60—100, кварц — 0—20, хлорит — 0—15, эпидот — 0—10, эгирин — 0—25, рибекит — 0—10, актинолит — 0—4, флогопит — 0—5, андрацит — 0—15, иногда встречается кальцит. Акцессорные: апатит, циркон, монацит, сфен.

В рудах Партизанского и Кировского месторождений определены первичные минералы урана: уранинит, настуран, ураноторианит, браннерит (единичные находки). Среди вто-

ричных минералов урана, образовавшихся в результате замещения первичных, встречены: урановая чернь, коффинит, уранофан, казолит, болтвудит, гидрооксиды уранила (устное сообщение Г.В. Гуриной, 1986). Урановые руды находятся исключительно внутри тел альбититов.

В этой зоне происходило дальнейшее закономерное уменьшение массовой доли закисного железа при одновременном увеличении массовой доли окисного (табл. 2; рис. 3). Характерно образование гематита, псевдоморфоз гематита (мартита) по кристаллам магнетита, вплоть до полного его замещения. На этом этапе гидротермально-метасоматических изменений сохранялось высокое среднее значение магнитной восприимчивости альбититов, однако вследствие "залечивания" пор и микротрещин плотность незначительно увеличилась, достигнув средних значений, характерных для неизмененных гранитов новоукраинского комплекса (табл. 1).

Гематит-хлорит-карбонатная и более глубинная флогопит-магнетит-карбонатная минеральные ассоциации в виде прожилков, цемента брекчий, структур метасоматического замещения фиксируют завершающую (сопряженную) стадию образования формации, когда образовалась основная масса рентабельных для отработки урановых руд. Объем пород этого этапа крайне незначителен.

"Постальбититовые" гидротермальные изменения пород в зонах разломов проявлены в эпидотизации, хлоритизации по трещинам, пострудном брекчировании и катаклазе с образованием брекчий и катаклазитов с гидрогематит-гетитовым и эпидотовым цементом, окварцевании, выщелачивании темноцветных минералов, карбонатизации по трещинам.

В результате гидротермально-метасоматических изменений гранитоидов новоукраинского комплекса произошло нарушение положительной корреляционной связи магнитной восприимчивости и плотности в породах фундамента, что обусловлено значительными изменениями химического и минерального состава исходных пород. Это обстоятельство позволяет применить на данной территории петрофизический метод выделения метасоматитов В.И. Пахомова. Особый интерес представляет тектонофизическая позиция зон нарушения корреляционной зависимости в системе Адабашского разлома.

Тектонофизическое моделирование условий формирования ураноносных тектоно-метасоматических зон Адабашского разлома проведено Л.А. Черкашиным [4]. В результате установлено, что пространственное расположение участков аномального напряжения, выявленных в результате реконструкции сдвиговой составляющей, в целом повторяют пространственное расположение структур, контролирующих редкометалльные альбититы [4, с. 147]. Отмечено, что для всех типов тектонофизических позиций выполняется главное условие возникновения разрывов — аномально высокие касательные напряжения регионального поля тектонического напряжения. Особое внимание обращалось на то, что тектонофизические позиции локализации щелочных натриевых метасоматитов можно уточнить по данным моделирования сдвиговой составляющей регионального поля напряжений [4, с. 175].

**Цель исследований** — установление положения участков развития ураноносных щелочных натриевых метасоматитов относительно зон с нарушенной корреляционной зависимостью плотности и магнитной восприимчивости пород фундамента, определение структурной позиции этих зон относительно тектонических структур (суб)регионального масштабного ранга. При выполнении работы использован петрофизический метод выделения метасоматитов [7], определены тектонофизические позиции выявленных метасоматических зон (аналогично тектонофизической модели сдвиговых зон скалывания С.С. Стоянова [9]).

Следует отметить, что данная работа является продолжением проведенных нами ранее исследований на площади Партизанского рудного поля [5].

**Геологическое строение.** Район работ расположен в центральной части полифазного интрузивного Новоукраинского массива — составной части Центрального осевого поднятия Ингульского мегаблока УЩ. В разрезе верхней части земной коры в районе Новоукраинского массива выделены два структурных яруса. Нижний сложен докембрийскими образованиями кристаллического фундамента, на которых горизонтально залегают палеогеновые, неогеновые и четвертичные рыхлые отложения верхнего яруса.

Новоукраинский массив сложен породами одноименного комплекса, в составе которого

выделяют основные, средние и кислые породы (рис. 1). В.М. Клочковым с соавторами [2] принят возраст комплекса ~2000 млн лет.

Основные породы (нориты, габбро-нориты) образуют два штока неправильной формы в центральной части массива, а также несколько меньших тел в юго-западной части массива. Эти тела окружены монцонитами, габбро-монцонитами, пироксенсодержащими гранитами.

Породы среднего состава распространены шире. Крупные тела габбро-монцонитов, монцонитов, кварцевых монцонитов встречены на юго-западе массива. В районе исследований они образуют два небольших тела линзовидной формы (рис. 2).

Среди кислых пород на площади исследований (как и по всему массиву) преобладают порфиробластовые (часто трахитоидные) гранат-биотитовые граниты.

Гранат-биотит-пироксеновые граниты образуют небольшие тела, встречающиеся по всей территории исследования. Форма тел обычно неправильная. Контакты с гранат-биотитовыми гранитами и монцонитами — постепенные.

Основная тектоническая структура на территории исследований — Адабашский разлом северо-восточного простирания, состоящий из швов бластомилонитов, бластокатаклазитов, милонитов, катаклазитов, зон расщеливания, трещиноватости и брекчирования общей мощностью (далее  $m$ ) от 20 до 160 м. Вблизи этой разрывной структуры установлен ряд меньших разломов того же простирания: Глебовский, Сотницкий (серия милонитовых швов,  $m < 2$  м, катаклазиты и зоны брекчирования), Ореховский (представлен катаклазитами). Вместе с Адабашским разломом они образуют зону, характеризующуюся развитием щелочных натриевых метасоматитов, а также более поздней эпидотизации и окварцевания.

Юго-западной границей развития вышеупомянутых натриевых метасоматитов служит Войновский глубинный разлом северо-западного простирания ( $m = 250$  м), состоящий на территории исследования из нескольких зон развития даек габбро-диабазов и диабазов. В [2] приведен возраст габбро-диабазов 2000 млн лет.

Дайки диабазов вытянуты в северо-западном направлении. В зоне Войновского разлома они падают на северо-восток под углом 45—60°. В районе Кировского месторождения встре-

чены дайки диабазов и пикритов пологого залегания (5—10°) северо-восточного падения.

Дайки диабазов и пикритов в разной степени альбитизированы, эпидотизированы, хлоритизированы (устное сообщение В.Д. Соколова, А.П. Бояршиной, 1986). Нами в образцах сокращенного ядра поисково-оценочных и разведочных скважин, пробуренных на Партизанском месторождении, установлены диабазы, измененные щелочными натриевыми растворами. В литературе приведены следующие возрастные определения даек диабазов Ингульского мегаблока, млн лет:  $1800 \pm 30$  и  $1760 \pm 40$  [8], ~1700 [1], ~1200 (Субботско-Мошоринская зона разломов) [1].

В систему тектонических нарушений северо-западного простирания входят Калиновский (ЮЗ 45°), Партизанский (СВ 65—85°, катаклазиты, милониты), Восточный (ЮВ 30—55°,  $m$  — до 20 м, катаклазиты, милониты), Западный и Ареповский (зоны трещиноватости, катаклаза и диафтореза) разломы (рис. 2).

Анастасиевский (Каменноостровский) разлом субмеридионального простирания (СЗ 45°,  $m = 15$  м) сочленяется с Адабашским и Вороновским в юго-западной части территории. Это тектоническое нарушение состоит из швов катаклазитов, милонитов. В зоне разлома встречены тела пегматоидных гранитов и "сиенитов".

Дорожный разлом пересекает Адабашский в северо-восточной части территории исследований. Состоит из серии даек мелкозернистых гранитов субмеридионального простирания и шва катаклазитов мощностью до 20 м.

Изотопный возраст уранинита рудных альбититов зоны Адабашского разлома определен в  $1810 \pm 5$  млн лет [10, с. 212].

Для рудных альбититов Новокоптяковской тектонической зоны, выявленных на севере Новоукраинского массива, получен изотопный возраст  $1835 \pm 25$  млн лет [10, с. 213]. Возраст альбититов рудоносных разломов —  $1820 \pm 50$  и  $1780 \pm 30$  млн лет [8].

Большинство определений изотопного возраста пород формации щелочных натриевых метасоматитов, аксессуарных и урановых минералов, даек диабазов, пикритов Новоукраинского массива выполнены более 20 лет назад. Для изучения соотношения щелочных натриевых метасоматитов с дайковыми образованиями необходимо проведение дополни-

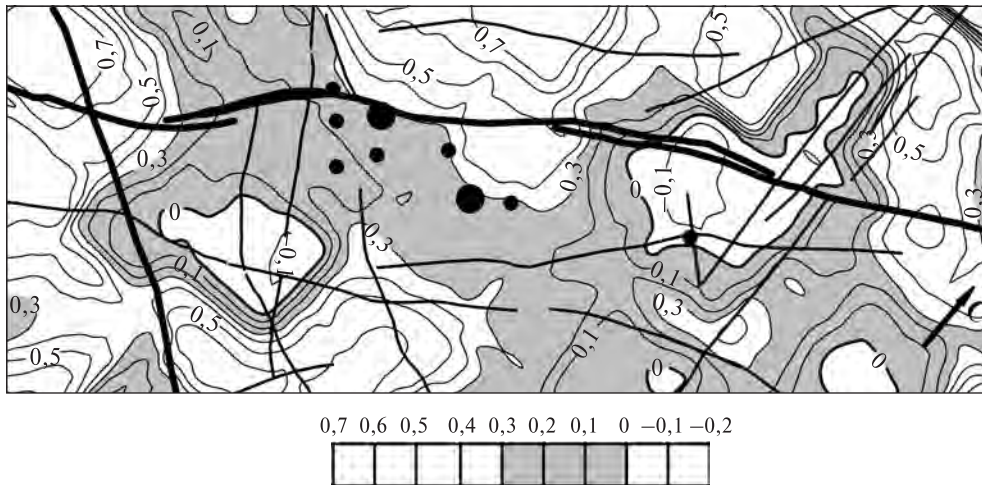


Рис. 4. Распределение коэффициента корреляции плотности и магнитной восприимчивости пород фундамента в зоне динамического влияния Адабашского разлома

Fig. 4. Distribution of correlation coefficient of density and susceptibility of basement rocks in the dynamic influence zone of the Adabash fault

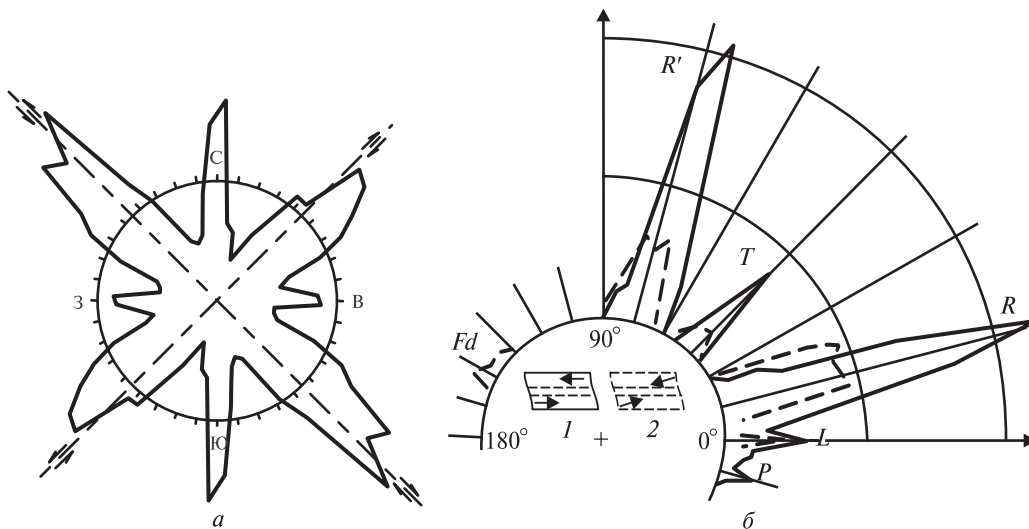


Рис. 5. Диаграммы простирания разрывных структур: *a* — северо-восточной части зоны динамического влияния Адабашского разлома, *б* — в моделях сдвиговых зон (по С. Стоянову [8]). *Fd* — складки, *R* и *R'* — сопряженные трещины скола, *T* — эшелонированные трещины отрыва (растяжения), *L* — продольные сколы, *P* — обратные косые сколы

Fig. 5. Diagrams of strike fault / fracture: *a* — north-east part of dynamic influence zone of the Adabash fault, *б* — in models of wrench zones (by S. Stoyanov [8]). *Fd* — folds, *R*, *R'* — conjugated shear fractures, *T* — echeloned tension fractures, *L* — longitudinal shears, *P* — reverse oblique shears

тельных исследований с использованием современной лабораторной базы.

Вдоль Адабашского разлома выявлены альбититы и сиениты преимущественно хлорит-эпидотового состава. В зонах сочленения с разломами других направлений мощность альбититов резко возрастает, в минеральном составе тыловой зоны метасоматоза появляются темноцветные щелочные минералы (рибекит, эгирин).

**Обсуждение результатов.** В зоне Адабашского разлома проведено изучение распределения одного из косвенных интегральных индикаторов эволюции и перераспределения вещества в земной коре — коэффициента корреляции плотности и магнитной восприимчивости горных пород поверхности фундамента.

В качестве исходного материала использованы данные лабораторных исследований петрофизических свойств пород кристалличес-

кого фундамента, вскрытых поисково-картировочными скважинами. Объем выборки в пределах площади Партизанского рудного узла — 5260 парных определений.

Алгоритм обработки: 1 — получение искусственной регулярной сети наблюдений с применением программного комплекса *Surfer 8* (метод интерполяции — крайгинг); 2 — обработка полученных наблюдений с использованием процедуры расчета коэффициента корреляции в скользящем окне (форма окна — квадратная, размер —  $2 \times 2$  км (ранг месторождения)) программного комплекса *COSCAD 3d*; 3 — визуализация полученных результатов.

При обработке петрофизических данных установлено, что коэффициент корреляции (далее КК) плотности и магнитной восприимчивости пород  $<0,3$  вблизи Адабашского разлома зафиксирован в ряде зон, к которым приурочены проявления формации щелочных натриевых метасоматитов. Наиболее крупные из них имеют север-северо-восточное, субширотное и северо-восточное направления (рис. 4).

Север-северо-восточная зона пространственно тяготеет к зоне Дорожного разлома. Северо-восточная вытянута параллельно Адабашскому разлому и проходит восточнее. Известные месторождения и рудопроявления (за исключением Сотницкого) приурочены к субширотной зоне и расположены в ее северной части, в области, где значения КК — от 0 до 0,3. Большинство установленных к настоящему времени тел урановорудных альбититов находятся в пределах этой зоны, причем большая часть из них выявлена в восточной части, на участке, ограниченном с запада Адабашским разломом.

Для определения тектонофизических позиций зон метасоматоза нами использован статистический вариант парагенетического метода структурного анализа, адаптированный для исследования докембрийских объектов. С целью определения динамического влияния Адабашского разлома построена диаграмма простираения разрывных структур (рис. 5, а).

По аналогии со сдвиговыми моделями С.С. Стоянова (рис. 5, б) выделены два структурообразующих направления данной территории: северо-западное в условиях левого сдвига и северо-восточное в условиях правого. Относительно выделенных структурообразующих направлений субширотная зона нарушенного

КК занимает *T*-позицию. Поскольку *T*-структуры — это структуры растяжения, имеющие наибольшую проницаемость, благоприятную для циркуляции гидротермальных растворов, то нахождение в таких структурах рудных метасоматитов вполне закономерно.

Субширотная зона, содержащая тела ураноносных альбититов, непосредственно примыкает к Адабашскому разлому и, вероятно, является вторичной структурой этого направления, а формирование ураноносных альбититов, соответственно, может быть связано со сдвиговыми дислокациями по Адабашскому разлому.

**Выводы.** 1. Гидротермально-метасоматические изменения пород новоукраинского комплекса в зонах дизъюнктивных нарушений привели к существенным изменениям минерального и химического состава. Это отразилось на физических свойствах метасоматических пород, магнитная восприимчивость которых определяется объемом новообразованного магнетита. При общем уменьшении плотности при гидротермально-метасоматическом изменении гранитоидов в зоне Адабашского разлома происходит увеличение магнитной восприимчивости измененных пород, т. е. корреляционная связь между плотностью и магнитной восприимчивостью кристаллических пород фундамента нарушается.

2. Участки с коэффициентом корреляции плотности и магнитной восприимчивости пород  $<0,3$  (индикатор гидротермально-метасоматических изменений) в зоне Адабашского разлома, к которым приурочено большинство проявлений формации щелочных натриевых метасоматитов, вытянуты в север-северо-восточном, субширотном и северо-восточном направлениях.

3. Ураноносные щелочные натриевые метасоматиты Партизанского и Кировского месторождений, а также Западно-Адабашского, Новоалексеевского, Алексеевского, Западного, Захаровского, Восточного рудопроявлений зоны Адабашского разлома приурочены преимущественно к субширотной зоне с пониженным коэффициентом корреляции плотности и магнитной восприимчивости (0—0,3). Эта зона находится в *T*-позиции относительно правого сдвига по Адабашскому разлому. Сотницкое (Ареповское) рудопроявление находится в зоне, вытянутой в север-северо-восточном направлении на участке, где коэффи-



циент корреляции плотности и магнитной восприимчивости  $<0$ .

4. Между образованием ураноносных щелочных натриевых метасоматитов и пород новоукраинского комплекса существовал большой временной перерыв (~200 млн лет), когда произошло формирование дайкового комплекса основных и ультраосновных пород, т. е. щелочному натриевому метасоматозу здесь предшествовала магматическая активизация с внедрением пород основного и ультраосновного состава.

5. Для уточнения структурной позиции отдельных тел щелочных натриевых метасоматитов необходимо провести анализ латеральной диспозиции разрывных структур зоны Адабашского разлома, даек основных пород и тел щелочных натриевых метасоматитов, используя тектонофизические модели С.С. Стоянова, корректные относительно условий пододобия деформации.

1. Гречишников Н.П., Корженева Е.П., Крамар О.А. и др. О возрасте дайковых пород Суботско-Мошоринской зоны // Геол. журн. — 1980. — № 5. — С. 139—143.
2. Державні геологічні карти України з пояснювальними записками. Аркуш М-36-XXXII (Новоукраїнка) / В.М. Клочков, Я.П. Білінська, О.М. Шевченко та ін. — 1 : 200 000. — К. : УкрДГРІ, 2001. — 119 с.; Аркуш М-36-XXXIII (Кіровоград) / О.М. Нечаєнко, Л.Е. Кравченко, І.М. Нікітченко та ін. — 1 : 200 000. — К. : ДП "Центргеологія", 2007. — 103 с.
3. Занкевич Б.О., Крамар О.О. Структурно-тектоніфізичні фактори уранового зруденіння альбітитів Кіровоградської розломної зони // 36. наук. пр. ІГНС НАН та МНС України. Геохімія та екологія. — К., 2003. — Вип. 8. — С. 229—241.
4. Комаров А.Н., Черкашин Л.А. Редкометалльные тектоно-метасоматические зоны Украинского щита. — Киев : Наук. думка, 1991. — 180 с.
5. Михальченко И.И., Шафранская Н.В. Некоторые особенности структуры Партизанского рудного поля // Геохімія та рудоутворення. — 2009. — Вип. 27. — С. 35—37.
6. Пахомов В.И. Общая теория обнаружения месторождений полезных ископаемых. — М., 2000. — 161 с.
7. Пахомов В.И., Пахомов М.И. Петрофизический метод выделения и оценки метасоматитов. — М. : Недра, 1988. — 152 с.
8. Савицкий А.В., Казанский В.И. Результаты петрофизических исследований рудоносных разломов кристаллического фундамента // Внутреннее строение рудоносных докембрийских разломов. — М. : Наука, 1985. — С. 48—73.
9. Стоянов С.С. Механизм формирования разрывных зон. — М. : Недра, 1977. — 144 с.

10. Щербак Д.Н. Геохронология эпох активизации урана // Генетические типы и закономерности размещения урановых месторождений Украины. — Киев : Наук. думка, 1995. — С. 187—216.

Поступила 27.12.2010

*І.І. Михальченко, Н.В. Шафранська*

#### СТРУКТУРНА ПОЗИЦІЯ ТІЛ УРАНОНОСНИХ ЛУЖНИХ НАТРІЄВИХ МЕТАСОМАТИТІВ У ЗОНІ АДАБАШЬКОГО РОЗЛОМУ

Описано гідротермально-метасоматичні перетворення гранітоїдів новоукраїнського комплексу в зоні Адабашького розлому (Новоукраїнський масив Українського щита), що призвели до зміни хімічного і мінерального складу порід. Лужні натрієві метасоматити, на відміну від практично немагнітних гранітоїдів, мають підвищену магнітну сприйнятливість, обумовлену утворенням магнетиту. Зони метасоматичних змін виділені з використанням петрофізичного методу картування метасоматитів. Встановлено ймовірну тектонофізичну позицію однієї з зон, до якої приурочена більшість виявлених урановорудних об'єктів, відносно структуроутворювальних напрямків (розломів) території досліджень. Відзначено, що між утворенням порід новоукраїнського комплексу і лужних натрієвих метасоматитів відбулося вкорінення дайок базитів та ультрабазитів.

*I.I. Mikhalchenko, N.V. Shafranska*

#### STRUCTURAL POSITION OF THE BODIES OF URANIUM-BEARING ALKALINE SODIUM METASOMATITES IN THE ZONE OF THE ADABASH FAULT

Experience of application of petrophysics method of mapping of metasomatites is described. A method is based on the change of mineral composition, and physical properties of rocks in the process of epigenetic transformations. Structural position of the distinguished metasomatic zones with uranium mineralization is certain relative to (sub)regional tectonic structures. The result of influence of alkaline sodium solution on granitoids of the Novoukrainka complex (Novoukrainka massif of the Ukrainian Shield) is a change of mineral composition and physical properties of rocks. The most considerable transformations of granites occur at the early (basic) stage of hydrothermal-metasomatic transformations. There was considerable withdrawal of Si, introduction of K. The mass concentration of iron remained invariable, the degree of iron oxidization increased progressively. It is reflected on chemical composition of neogenic dark-coloured minerals. Apogranitic alkaline sodium metasomatites, in contrast to nonmagnetic granites, have higher susceptibility conditioned by formation of magnetite. The Novoukrainka complex rocks have positive correlation of density and susceptibility. Alkaline sodium metasomatites have high value of susceptibility at a lesser or equal density. On this reason was used petrophysical method of mapping of metasomatites. The probable tectonophysical position one of mapped zones, for which the majority of discovered uranium objects is determined relative to structure generating directions (faults) of the territory under research.