

При проведенні порівняння родовищ та рудопроявів вітчизняної сировинної бази бентонітових глин із відомими родовищами світу із використанням графоаналітичних методів можна зробити висновок, що за співвідношенням показників сумарного вмісту обмінних катіонів та вмісту монтморилоніту в глинах українські родовища знаходяться в перспективній частині графіку, особливо Черкаське та Курцівське. Оскільки переважна частина глин на вітчизняних родовищах є лужноземельними, то за вмістом обмінних катіонів Na вони знаходяться поза перспективною областю, але за сумарним вмістом обмінних катіонів мають позитивне значення.

При вивченні родовищ і рудопроявів бентоніту важливими є комплексні оцінки корисної копалини в якості сировини багатощільового призначення. З огляду на світові тенденції у використанні бентонітових глин в якості екологічної сировини можна очікувати, що відповідні зрушення відбудуться і в вітчизняній структурі їх споживання. Тобто значно зросте частка сировини для використання в очищенні ґрунтів і вод від радіонуклідів та важких металів, для ізоляції та захоронення небезпечних відходів тощо.

Бібліографічний список

1. **Barchanski Bronislaw.** Dobor bentonitowej bariery geotechnicznej umożliwiającej wykorzystanie odpadów niebezpiecznych do podsadzania wyrobisk poeksploatacyjnych – doświadczenia zagraniczne (kopalnia Sondershausen rfn). // Gornictwo I Geoinżynieria. – Rok 28. – Zeszyt 4/1. – 2004. – P. 27-42.
2. **Аблаева Л.А.** Новые направления использования бентонитовых глин Крыма. - Симферополь: КАПКС, 2001. – 78 с.
3. **Бентонитовые глины Украины.** // Сб. науч. статей. - 1960. - С.56-64.
4. **Овчаренко Ф.Д., Кириченко Н.Г., Коваленко Д.Н., Растрененко А.И.** Украинские бентониты. - К.: СОПС, 1958. – 100 с.

© Курило М.М., Андреева О.О., 2008

УДК 55(477)+552.3+553.4

Канд. геол. наук МИТРОХИН А.В., инж. МИТРОХИНА Т.В. (Киевский национальный университет им. Тараса Шевченко), канд. геол. наук ШУМЛЯНСКИЙ Л.В. (Институт геохимии, минералогии и рудообразования НАН Украины, г. Киев)

МИНЕРАЛОГО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПЕНИЗЕВИЧСКОГО РУДОПРОЯВЛЕНИЯ ИЛЬМЕНИТА (СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ РАЙОН УКРАИНСКОГО ЩИТА)

Введение. Пенizeвичское рудопроявление представлено эндогенным ильменитовым оруденением, залегающим в метаморфизованных габброидах коростенского интрузивного комплекса, в пределах Волынского мегаблока Украинского щита. Содержания ильменита в габброидах Пенizeвичского рудопроявления отвечают богатым рудам, что выгодно отличает их от титаноносных габброидов других месторождений этой металлогенической провинции. Известно, что большинство эндогенных месторождений ильменита и титаномагнетита, связанных с габброидами анортозит-рапакивигранитной формации Украинского щита, характеризуются бедным и средневкрапленным оруденением с обычным содержанием Fe-Ti оксидных минералов 5-15% [1]. При этом, содержание TiO₂ в титаноносных габброидах редко достигает отметки 13%, принятой зарубежными геологами [2-3] для выделения богатых руд. Лишь руды Носачевского месторождения на Корсунь-Новомиргородском плутоне [4] могут соперничать, в отношении средних содержаний,

с мировыми аналогами. Концентрации TiO_2 в породах Пенizeвичского рудопроявления достигают 15-22% [5] и являются одними из самых высоких, среди установленных для габброидов коростенского комплекса. Несмотря на незначительные масштабы, Пенizeвичское рудопроявление заслуживает самого пристального внимания как модельный объект для выяснения условий образования богатого ильменитового оруденения. Структурно-тектоническая приуроченность Пенizeвичского рудопроявления, условия залегания и наиболее общие черты вещественного состава руд изложены в работах [5-6]. Петрогенезис титаноносных габброидов Пенizeвичского рудопроявления дискусионен. Одни исследователи предполагают метаморфогенно-метасоматическое происхождение в связи с гранитизацией – базификацией исходных габбро-анорозитов [6]. Другие считают, что наложенные постмагматические изменения не влияли на распределение рудного вещества [5]. Целью данной работы было дать развернутую характеристику вещественного состава титаноносных габброидов Пенizeвичского рудопроявления, на основании чего сделать выводы об петрогенетических условиях их образования.

Геология Пенizeвичского рудопроявления. Пенizeвичское рудопроявление ильменита локализовано в юго-западной части Федоровского габбро-анортозитового массива коростенского комплекса [5]. Простираение рудных тел контролируется субмеридиональными тектоническими нарушениями Кочеровской зоны, осложненными дайковыми, жильными и метасоматическими образованиями. Многочисленные дайки и жилы гранитов коростенского комплекса, пересекающие породы Федоровского массива, обнаружены в карьерах возле с. Гранитное. В этом районе гранитоиды отделяют от основного тела массива большой блок основных пород – Визненскую глыбу. В пределах последней и сконцентрировано промышленное ильменитовое оруденение. Титаноносные габброиды залегают среди габбро-анортозитов Визненской глыбы в виде нескольких рудных тел, несколько отличающихся по составу. Главное тело вскрыто вкрест простираения во втором забое щебневого карьера №6-2 МПС, расположенном на левом берегу р. Визня возле с. Гранитное в 2,5 км на запад от ст. Пенizeвичи. Карьером разрабатываются пятнистые серые, зеленовато-серые и желтовато-зеленые крупнозернистые габбро-анортозиты пенizeвичского типа [7]. Пятнистая окраска и местное осветление пород связаны с неоднородным развитием постмагматических изменений, тяготеющих к зонам трещиноватости и катаклаза. В восточной части карьера интенсивно преобразованные габбро-анортозиты прорываются красными рапакивиподобными гранитами коростенского комплекса. Дайкоподобное тело метаморфизированных титаноносных габброидов залегают в габбро-анортозитах вблизи контакта с гранитоидами и имеет меридиональное простираение при субвертикальном падении. Мощность рудного тела составляет 35 м, контакты резкие с ксенолитами вмещающих габбро-анортозитов, местами образующими эруптивную брекчию. Внутреннее строение тела характеризуется элементами первичного расслоения с чередованием прослоек мощностью 20-50 см, отличающихся содержанием мафических минералов. Директивные текстуры подчеркиваются ориентацией табличек плагиоклаза, имеющих крутое, 70-80°, залегание и падение на запад. Титаноносные габброиды и вмещающие их габбро-анортозиты, прорываются жилами гранитов коростенского комплекса. В гранитах установлены ксенолиты измененных габбро-анортозитов. Более молодой возраст гранитов, обрамляющих Федоровский массив и Визненскую глыбу с запада, также подтверждается данными изотопной геохронологии. Так, возраст рапакивиподобного гранита с гранитного карьера №3 возле г. Малин, согласно данным [8], соответствует 1767±2 млн.лет. В то же время, возраст анортозита из первого (старого) забоя карьера №6-1, расположенного на правом берегу р. Визня, несколько

восточнее от исследуемого забоя №6-2, составляет 1784±2.7 млн.лет. Основные породы Визненской глыбы, а также интрузирующие их рапакивиподобные граниты, подвержены локальным постмагматическим преобразованиям в несколько стадий. Предполагается, что титаноносные габброиды и вмещающие габбро-анортозиты подверглись частичной сосюритизации и амфиболизации еще до внедрения гранитов. Щелочные околотрещинные метасоматиты, в виде ореолов альбитизации, развиваются как по габбро-анортозитам, так и по рапакивиподобным гранитам.

Петрография титаноносных габброидов. Главными особенностями минерального состава титаноносных габброидов Пенizeвичского рудопроявления являются меланократовость, высокие содержания ильменита, а также значительные постмагматические изменения. Наименее измененные разности представлены рудными меланоритами. Первичный оливин не обнаружен, но присутствуют вероятные продукты его замещения, местами в существенных количествах. При значительном развитии лучистых амфиболов, хлорита, серицита, клиноцоизита и пренита выделяются метаморфизованные разности рудных норитов. Количественный минеральный состав, определенный в 8 шлифах на ИСА, представлен: плагиоклазом (16-46%), ильменитом (10-28%), ортопироксеном (0-23%), клинопироксеном (0-3%), лучистыми амфиболами (7-44%), слюдистыми минералами (4-22%), хлоритом (0-6%), апатитом (<1%). Даже наиболее измененные разности сохраняют реликтовую гипидиоморфнозернистую структуру. Последняя у более свежих разновидностей рудных норитов носит характер пойкилитовой, с крупными, 5-10 мм, скелетными ойкокритами ромбического пироксена, содержащими незакономерные идиоморфные включения ильменита и, иногда, апатита. Местами внутри ортопироксена также присутствуют специфичные магнетит-амфиболовые скопления – вероятные продукты замещения оливина. Ортопироксен имеет грубое ламелярное строение, обусловленное наличием ориентированных пластинчатых и каплевидных включений авгита в гиперстеневой матрице. Изредка встречаются небольшие самостоятельные зерна авгита, заключенные в плагиоклазе. По пироксенам обычно развивается бесцветный амфибол кумингтонитового типа и бледно-зеленый актинолит. Плагиоклаз, обычно, выполняет межзерновые пространства в промежутках мафических минералов. Также встречаются неправильные ойкокрystalлы с включениями пироксенов и ильменита. Местами в промежутках плагиоклазов присутствуют неправильные выделения пелитизированного калишпата. В метаморфизованных разностях рудных норитов плагиоклаз замещается агрегатом серицита, клиноцоизита и пренита. Ильменит представлен правильными таблитчатыми кристаллами размером 0.5-1.5 мм, образующими включения в плагиоклазе и пироксенах, а также развивающиеся вдоль границ зерен. Ориентация выделений ильменита в отдельных образцах подчеркивает директивную план-параллельную текстуру. Лейкоксенизация не характерна, лишь в наиболее измененных разностях за счет ильменита появляется сфен. Красно-коричневый титанистый биотит присутствует даже в наименее измененных разностях рудных норитов в виде крупных, 5-6 мм, скелетных кристаллов, а также прерывистых оторочек вокруг ильменита и пироксенов. Кроме него развивается вторичный мелко-чешуйчатый зеленоватый слюдоподобный минерал, образующий сплошные кольцевые оторочки вокруг мафических минералов на границе с плагиоклазом. Этот же минерал выполняет катакlastические трещины, пересекающие породу.

Химический состав главных породообразующих минералов. Микронзондовый анализ породообразующих минералов из титаноносных габброидов Пенizeвичского рудопроявления, выполнен в лаборатории Лундского университета (Швеция). Выборочные результаты анализа приведены в табл. 1-3.

Состав неизменных плагиоклазов в титаноносных габброидах отвечает андезин-лабрадору $Or_{4-5}An_{48-51}$. В краевой части зерен основность плагиоклаза может незначительно уменьшаться. Во вмещающих Пенizeвичское рудопроявление габбро-анортозитах, мегакристы плагиоклаза представлены лабрадором An_{50-58} с узкой каймой андезина An_{46-50} . В целом, умеренная основность плагиоклазов характерна для титаноносных габброидов коростенского комплекса и базитов анортозит-рапакивигранитной формации вообще. Габброиды Пенizeвичского месторождения не являются исключением. Сосюритизация плагиоклаза приводит к его раскислению, вплоть до олигоклаза и альбита.

Табл. 1. Микронзондовые анализы плагиоклазов из титаноносных габброидов

Минерал	Андезин (мелкое зерно)		Андезин-лабрадор (крупное зерно)		
	16	17	18	19	20
Точка анализа	Pl_1 край	Pl_1 центр	Pl_2 край	Pl_2 промеж	Pl_2 центр
SiO_2	59,64	58,21	58,49	58,56	57,37
TiO_2	0,23	0,20	0,04	0,06	0,14
Al_2O_3	24,73	26,11	26,62	26,74	25,95
FeO	0,71	0,10	0,18	0,15	0,21
CaO	7,72	9,04	9,53	9,86	9,25
Na_2O	5,25	4,88	4,94	4,75	4,64
K_2O	0,80	0,79	0,71	0,75	0,86
Сумма	99,08	99,33	100,51	100,87	98,43
Миналы, % мол					
Or	5,3	5,0	4,3	4,7	5,5
Ab	52,3	47,0	46,3	44,3	45,0
An	42,5	48,1	49,3	51,0	49,5

Табл. 2. Микронзондовые анализы пироксенов из титаноносных габброидов

Минерал	Инвертированный пижонит			Авгиты (два зерна)			Гиперстены (два зерна)	
	3	4	5	7	9	10	12	13
Точка анализа	Orx матрица	Orx матрица	Aug ламель	Aug_1	Aug_2 центр	Aug_2 край	Orx_1	Orx_2
SiO_2	51,02	51,68	52,01	52,24	51,65	51,44	50,95	51,48
TiO_2	0,33	0,27	0,46	0,38	0,39	0,46	0,24	0,26
Al_2O_3	0,47	0,54	1,02	0,81	1,00	0,95	0,52	0,31
FeO	29,39	28,88	14,15	13,06	14,02	15,21	29,28	30,64
MnO	0,51	0,47	0,19	0,24	0,21	0,28	0,46	0,52
MgO	16,48	16,81	11,80	12,03	11,50	11,83	16,20	16,26
CaO	1,50	1,45	20,68	21,41	20,34	18,99	1,21	1,01
Na_2O	-	-	0,24	0,15	0,05	-	-	-
K_2O	0,02	0,02	0,01	0,07	0,05	0,06	0,13	-
Cr_2O_3	-	-	0,17	0,18	0,15	0,18	0,01	0,03
V_2O_3	0,01	0,10	0,10	0,05	0,17	0,11	0,06	0,10
ZnO	0,01	0,09	-	-	0,09	0,10	0,02	0,03
NiO	0,04	-	0,10	0,06	0,06	0,20	0,11	0,01
Сумма	99,78	100,31	100,93	100,68	99,68	99,81	99,19	100,65
Миналы, % мол								
Wo	3,1	3,0	42,8	44,1	42,9	39,9	2,6	2,1
En	48,0	49,0	34,0	34,5	33,7	34,6	48,0	47,2
Fs	48,9	48,0	23,2	21,4	23,4	25,4	49,4	50,7

Пироксен представлен преобладающими низкокальциевыми и, резко подчиненной, высококальциевой разновидностями. Низкокальциевые пироксены – гиперстен $Wo_{2-3}En_{47-48}Fs_{49-50}$ и инвертированный пижонит. Последний образует симплектитовые сростки, матрица которых сложена гиперстеном $Wo_{2-3}En_{47-49}Fs_{48-51}$, содержащим ориентированные пластинчатые и каплевидные включения авгита $Wo_{43}En_{34}Fs_{23}$. Гиперстен характеризуется низкими содержаниями Al_2O_3 и Cr_2O_3 , что указывает на умеренные давления при кристаллизации. Единичные самостоятельные зерна высококальциевого пироксена имеют состав авгита $Wo_{40-44}En_{34-35}Fs_{21-25}$, с незначительным содержанием полуторных окислов, титана и натрия. Примечательно, что во вмещающих Пенizeвичское рудопроявление габбро-анортозитах пироксены более железистые. К примеру, низкокальциевый инвертированный пижонит имеет гиперстеновую матрицу $Wo_{2-6}En_{33-41}Fs_{55-63}$ с ламелями авгита $Wo_{42-44}En_{27-30}Fs_{26-30}$.

Табл. 3. Микронзондовые анализы ильменитов

Минерал	Ильмениты титаноносных габброидов			Ильмениты из габбро-анортозитов			
	1	2	15	7	18	10	12
Точка анализа	Plm ₁ ^{центр}	Plm ₁ ^{край}	Plm ₂	Plm ₁	Plm ₂	Plm ₃ ^{центр}	Plm ₃ ^{край}
SiO ₂	0,15	0,17	0,15	0,26	0,19	0,20	0,18
TiO ₂	51,50	51,70	51,57	51,59	51,59	50,96	51,29
Al ₂ O ₃	0,19	0,16	0,19	0,17	0,25	0,19	0,30
FeO	46,37	46,69	46,70	46,71	46,86	46,91	46,79
MnO	0,50	0,44	0,47	0,80	0,56	0,47	0,45
MgO	0,31	0,17	0,12	0,14	0,18	0,30	0,25
CaO	0,01	0,00	0,02	0,02	0,02	0,04	0,00
Na ₂ O	0,23	0,12	0,06	0,00	0,14	0,16	0,09
K ₂ O	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03	0,02	0,02
Cr ₂ O ₃	0,10	0,05	0,15	0,09	0,01	0,00	0,03
V ₂ O ₃	0,37	0,39	0,37	0,00	0,06	0,53	0,36
ZnO	0,05	0,06	0,00	0,13	0,08	0,15	0,12
NiO	0,21	0,08	0,18	0,09	0,02	0,08	0,12
Сумма	100,00	100,03	99,98	100,00	99,99	100,01	100,00
Формульные коэффициенты на 3 атома кислорода							
Fe ⁺²	0,963	0,972	0,972	0,96	0,963	0,953	0,96
Fe ⁺³	0,024	0,02	0,022	0,029	0,029	0,045	0,033
Mn	0,011	0,01	0,01	0,017	0,012	0,01	0,01
Mg	0,012	0,006	0,005	0,005	0,007	0,011	0,01
Ti	0,985	0,988	0,986	0,983	0,982	0,975	0,979
Al	0,006	0,005	0,006	0,005	0,008	0,006	0,009
Минералы, % мол							
Plm	95,3	96,4	96,3	95,0	95,3	93,5	94,8
Heim	2,4	2,0	2,2	2,9	2,9	4,4	3,3
Py	1,1	1,0	1,0	1,7	1,2	1,0	1,0
Gk	1,2	0,6	0,5	0,5	0,7	1,1	1,0

Использование дупироксенового геотермометра, адаптированного к компьютерной программе QUILF, позволяет оценить равновесные температуры кристаллизации для сосуществующих низкокальциевых и высококальциевых пироксенов. Так, гиперстен близок к равновесию с авгитом в интервале температур 868-882°C. Субсолидусный распад пижонита должен был произойти при температуре

894-908°C. Расчеты велись в интервале давлений 1-5 кБар, приемлемом для вероятного уровня внедрения титаноносных габброидов.

Химический состав ильменита $\text{Ilm}_{95-96}\text{Hem}_2\text{Pu}_1\text{Gk}_{0.5-1}$ Пенizeвичского рудопроявления характеризуется необычно малым содержанием Fe_2O_3 , что отличает его от гемоильменитов известных норвежских месторождений. Вместе с тем изученные ильмениты имеют высокие содержания V_2O_5 , что вообще характерно для ильменитов из титаноносных габброидов Коростенского плутона [9]. Отсутствие равновесного с ильменитом титаномагнетита не позволяет использовать двуокисдный термометр для оценки температуры, но, вместе с тем, указывает на резко восстановительные условия при кристаллизации. В табл. 3, для сравнения, приведены микрозондовые анализы ильменитов из габбро-анортозитов, вмещающих Пенizeвичское рудопроявление. В габбро-анортозитах ильмениты содержат больше Fe_2O_3 и MnO , но меньше Cr_2O_3 и ZnO . Кроме того, они более дифференцированы по содержаниям V_2O_5 .

Химический состав титаноносных габброидов. Для изучения содержаний главных петрогенных компонентов три пробы титаноносных габброидов Пенizeвичского рудопроявления были проанализированы методом РСФА в лаборатории геологического факультета Киевского национального университета. Также использовано два силикатных анализа, выполненных ранее Проскуриным Г.П. (Житомирская ГРЭ) во время поисково-оценочных работ на рудопроявлении (табл. 4).

Табл. 4. Химический состав титаноносных габброидов

Образец	68-2м	68-164	68-166	115-16,0	144-21,2
SiO_2	33,62	34,74	34,98	33,50	32,34
TiO_2	16,18	15,06	16,38	12,40	17,70
Al_2O_3	7,69	8,57	7,76	6,39	7,32
Fe_2O_3	-	-	-	5,57	4,34
FeO	25,43*	23,86*	22,91*	25,44	25,20
MnO	0,27	0,24	0,23	0,17	0,16
MgO	8,00	7,99	8,37	8,80	6,27
CaO	3,85	4,11	4,16	3,06	2,94
Na_2O	1,65	1,37	1,35	1,10	1,30
K_2O	1,01	1,17	1,19	0,60	1,00
P_2O_5	0,36	0,68	0,56	0,27	0,17
S	0,20	0,11	0,08	-	-
Cl	0,02	0,01	0,01	-	-
H_2O -	0,08	0,14	0,13	-	-
П.п.п.	1,45	1,76	1,70	2,92	1,42
Сумма	99,79	99,80	99,80	100,22	100,16
Петрохимические коэффициенты					
alk	2,66	2,53	2,54	1,70	2,30
x_{Mg}	0,24	0,25	0,27	0,22	0,18
F	-	-	-	0,22	0,17
x_{An}	0,42	0,53	0,49	0,52	0,49

Примечание: Рентген-спектральные флюоресцентные анализы (РСФА): 68-2м, 68-164, 68-166. Силикатные анализы: 115-16,0 и 144-21,2. * – суммарное окисное железо. Петрохимические коэффициенты: $\text{alk}=\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$; $x_{\text{Mg}}=\text{Mg}/\text{Mg}+\text{Fe}$; $F=\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO}$; $x_{\text{An}}=\text{An}/\text{An}+\text{Ab}$

Химизм изученных титаноносных габброидов существенно отличается от типичных норитов и габбро заметно меньшим содержанием SiO_2 , Al_2O_3 и CaO за счет большего содержания TiO_2 , Fe_2O_3 и FeO , что объясняется их обогащенностью мафическими минералами и обедненностью плагиоклазом. Содержание кремнезема

колеблется в пределах 32-35%, то есть, формально, соответствует ультраосновным породам, но, в отличие от типичных ультрабазитов, в рудных норитах больше глинозема и щелочей. Суммарное содержание щелочей (alk) приближается к присущему для обычных норитов, но в исследуемых разностях больше K_2O и меньше Na_2O . Характерными особенностями титаносных габброидов Пенizeвичского рудопроявления, роднящими их с базитами анортозит-рапакивигранитной формации, являются малые значения коэффициентов магнезиальности (x_{Mg}), степени окисления (F) и известковистости нормативного плагиоклаза (x_{An}). Вместе с тем, в изученных породах гораздо больше TiO_2 , но меньше P_2O_5 , в сравнении с типичными рудными габброидами Коростенского плутона. Интенсивность метаморфических преобразований приближенно отражается в увеличении потерь при прокаливании.

Выводы. Проведенные исследования позволяют сделать ряд выводов об особенностях вещественного состава Пенizeвичского рудопроявления. В отличие от Федоровского, Крапивненского и Стремигородского апатит-ильменитовых месторождений, приуроченных к интрузиям рудоносных оливиновых габбро и троктолитов, Пенizeвичское рудопроявление ильменита связано с метаморфизованными рудными меланоритами. Главными породообразующими минералами меланоритов являются гиперстен, ильменит, плагиоклаз, постериорные амфиболы и слюды. Титаномагнетит, авгит и апатит не играют такой заметной роли, как на других месторождениях. Химический состав главных породообразующих минералов, в целом типичен для анортозит-рапакивигранитной формации. Особенности валового химического состава пород полностью определяются более высоким содержанием ильменита и низким – апатита, по сравнению с типичными рудными габброидами коростенского комплекса. Обращает внимание, что содержание главных петрогенных компонентов, прежде всего FeO^* и TiO_2 , не зависит от степени постмагматического преобразования пород. Этот факт предполагает изохимический характер постериорных процессов, по крайней мере в отношении главных рудных компонентов. Пироксены рудных меланоритов характеризуются “магматическими” температурами кристаллизации. Парагенезис и состав ильменита отражает резко восстановительные условия при образовании.

Библиографический список

1. **Металлические и неметаллические полезные ископаемые Украины.** Том 1. Металлические полезные ископаемые. / Гурский Д.С., Есипчук К.Е., Калинин В.И., Кулиш Е.А., Нечаев С.В., Третьяков Ю.И., Шумлянский В.А. - Киев-Львов: Изд-во «Центр Европы», 2005. - 785 с.
2. **Duchesne J.C.** Fe-Ti deposits in Rogaland anorthosites (South Norway): geochemical characteristics and problems of interpretation // Mineralium Deposita. - 1999. - Vol.34. - P.182-198.
3. **Force E.R.** Geology of Titanium-Mineral Deposits // Special paper. Geological Society of America; 259. - 1991. - 112 p.
4. **Тарасенко В.С.** Минерально-сырьевая база титановых руд на Украине // Геол.журн. - 1992. - №5. - С.92-103.
5. **Митрохин О.В., Митрохина Т.В.** Титаносні габроїди Пенізевицького рудопрояву ільменіту (Волинський мегаблок УЩ) // Вісн. Київ. ун-ту. Геологія. - 2007. - Вип.40. - С.18-20.
6. **Тарасенко В.С.** Богатые титановые руды в габбро-анортозитовых массивах Украинского щита // Изв. АН СССР. - 1990. - №8. - С.35-44.
7. **Митрохин О.В., Богданова С.В., Шумлянський Л.В.** Анортозитові породи Федорівського масиву (Коростенський плутон, Український щит) // Сучасні проблеми геологічної науки: Зб. наук. пр. ІГН НАН України. - К., 2003. - С. 53-57.
8. **Верхогляд В.М.** Возрастные этапы магматизма Коростенского плутона // Геохимия и рудообразование. - 1995. - Вып.21. - С.34-47.
9. **Шумлянський Л.В., Дюшен Ж.К.** Рудні мінерали Федорівського родовища фосфору та титану // Наук. праці ІФД. - 2005. - Вип.9. - С.65-83.