

Податок (відрахування) на відтворення мінеральних ресурсів повинен бути визначений з утворенням гірничої ренти, з реальною рентабельністю кожної галузі надрокористування, так щоб застосовані ставки на мінеральну сировину були б однаково обтяжливими для надрокористувачів незалежно від того яку мінеральну сировину вони видобувають.

Зазначені заходи повинні вирішуватися одночасно, тому що вони нерозривно пов'язані один з одним. Центральне місце серед цих заходів, на нашу думку, є проблема посилення економічних аспектів ліцензування надрокористування. При цьому будь-які зміни, що вносяться в економіку ліцензування, повинні підкріплюватися відповідними змінами в законодавстві про надра, в податковому та інвестиційному законодавстві.

Безумовно, ці та інші заходи приведуть до вдосконалення системи оподаткування видобувних підприємств, удосконалення економічних аспектів ліцензування надрокористування та інвестиційних процесів у системі управління геологорозвідувальних робіт України.

*Рекомендовано до публікації д.геол.н. Приходченком В.Ф.  
Надійшла до редакції 01.06.11*

УДК 553.068.38:553.461

© Е.С. Перков, С.Е. Поповченко

## **ВЛИЯНИЕ ПАЛЕОРЕЛЬЕФА НА ФОРМИРОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ОРЕОЛОВ РАССЕЙВАНИЯ ХРОМИТОВОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ В СРЕДНЕМ ПОБУЖЬЕ**

Приведены результаты исследования влияния форм палеорельефа хромитоносных ультрабазитов Побужья на формирование и распространение экзогенных хромитовых руд. Предложена схема формирования хромитовой минерализации в корах выветривания ультрабазитов.

Наведено результати досліджень впливу форм палеорельєфа хромітоносних ультрабазитів Побужжя на формування та розповсюдження екзогенних хромітових руд. Запропонована схема формування хромітової мінералізації в корах вивітрювання ультрабазитів.

The results of study influence paleo-landforms chrome-bearing ultrabasics in Pobuzhja on formation and distribution exogenous chromium ores are presents. The formation scheme of chromium mineralization in a ultrabasic residual soils is proposed.

*Актуальность* работы обусловлена решением фундаментальных вопросов, связанных с формированием и распространением экзогенной хромитовой минерализации в ультрабазитовых корах выветривания Среднего Побужья.

*Анализ проблемы.* Острый дефицит хромитовых концентратов на украинском рынке за последние 10 лет вызвал потенциальный интерес к освоению собственных ресурсов. На территории Украины единственные перспективные объекты сосредоточены в центральной части Побужского рудного поля и пред-

ставлены эндогенными, в меньшей мере, экзогенными рудами. Перспектива добычи последних оценивается крайне высоко ввиду комплексности месторождений (Cr, Ni-Co, Ti, вермикулит, строительные материалы), благоприятных горно-геологических условий и развитой инфраструктурой района. К отрицательной стороне относится слабая геологическая изученность рудопроявлений, обусловленная низким качеством руд и отсутствием крупных промышленно значимых объектов. Однако, как показала практика последних лет, при отработке руд силикатного никеля часто совместно встречаемые мелкие залежи хромитовых руд являются пригодными не только в качестве огнеупорного сырья, но и как руды для получения феррохрома [1].

**Изложение основного материала.** На сегодняшний день, в пределах изучаемого района разрабатываются два месторождения гипергенных никелевых руд группы Липовеньковских массивов (участки Западный и Школьный). На участке Восточный проведена детальная буровая разведка (рис. 1). Все три участка являются дайкообразными телами ультрабазитов Капитановского комплекса, имеющих северо-западное простирание, залегающие среди различных амфиболитов, пироксенитов, гранитов и гнейсов бугской серии верхнего архея, которые непосредственно контактируют с массивами. Все породы докембрия перекрываются неоген-четвертичными отложениями, среди которых преобладают глинистые пески и серые запесоченные глины мощностью до 5 м, серые и буровато-серые плотные пластичные глины средней мощностью около 8 м.

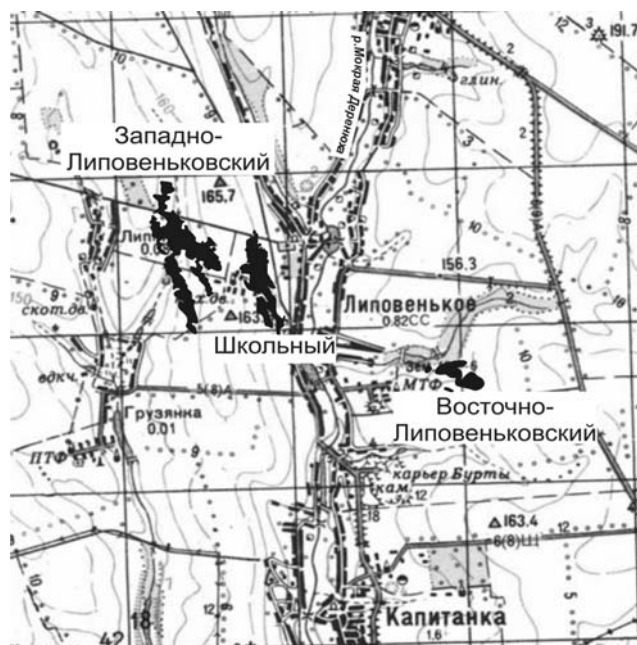


Рис. 1. Схема размещения изучаемых массивов

На массивах развита площадная кора выветривания неустойчивой мощности, осложненная линейным типом, которая развивается по контактовым и разломным зонам. В результате неоднократного размыва поверхности, глинистые пески балтской свиты заполняют мелкие депрессии, а кора на всех массивах характеризуется неполным профилем и представлена тремя зонами: выщелачива-

ния и дезинтеграции серпентинитов, нонтронитов и охр. Отмечено закономерное увеличение охр по латерали и вертикали с понижением гипсометрического уровня в том же направлении.

Геоморфологически массивы расположены субпаралельно друг другу на противоположных склонах долины р. Мокрая Деренюха (рис. 1). Современная поверхность этих массивов представляет собой пологий склон со средним углом наклона поверхности 5 - 7° с общим направлением ската к реке. Рельеф вдоль северо-западной окраины Восточного массива осложнен субпаралельным развитием глубокого эрозионного оврага, переходящего в ручей. Поверхность над массивом Западный представляет собой очень пологий склон (до 5°) водораздела, а присутствующий слабый уклон дневной поверхности направлен в перпендикулярную сторону от реки на северо-запад.

Интерпретация результатов буровой разведки на Восточном участке показала гребнеобразное возвышение коры в центральной части, которое представлено зонами окремнения северо-западного простирания по азимуту 350° с абсолютными отметками от 112 до 140 м. (рис. 2а). Общий наклон поверхности коры смещается от реки к перпендикулярному ручью (рис. 1, 2а) так, что главная ось направления поверхности склона участка представляет собой медиану между двумя водотоками. Минерализация непрерывно прослеживается по всему направлению размыва нонтронитовой коры, а промышленные концентрации руд приурочены к юго-восточной части массива.

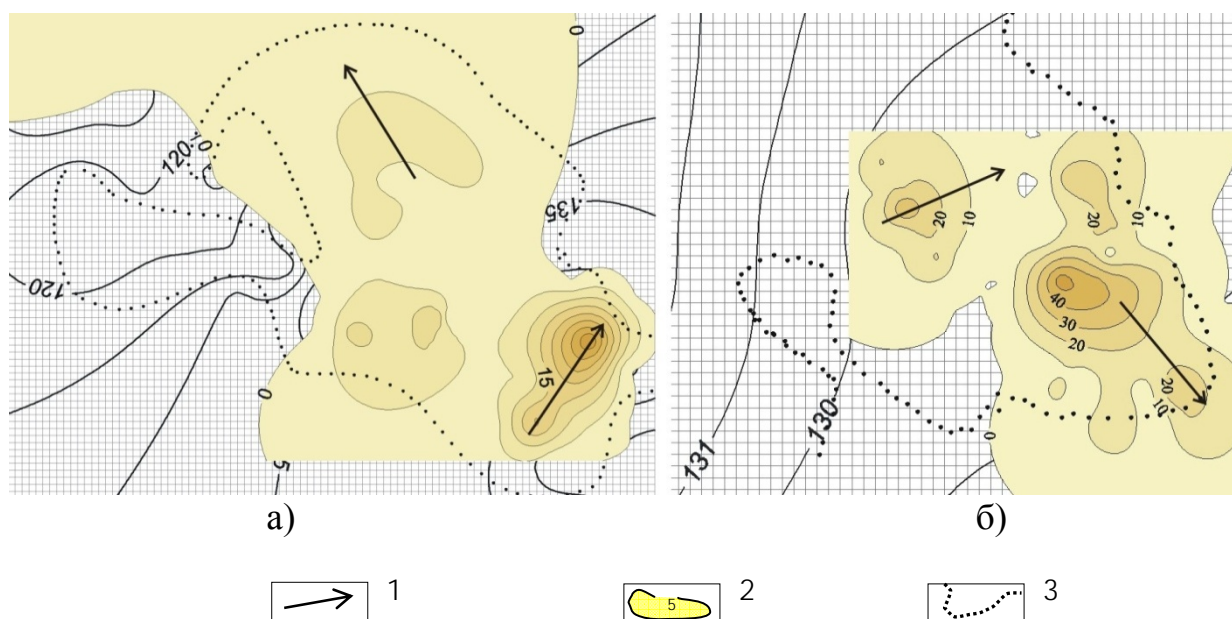


Рис. 2. Гипсометрический план и средневзвешенные содержания  $Cr_2O_3$  по кровле коры выветривания: а) Восточно-Липовеньковский массив; б) Западно-Липовеньковский массив; 1 – направление сноса обломочного материала; 2 – изолинии содержания  $Cr_2O_3$ ; 3 – контур ультрабазитового массива

На Восточном и Западном участках анализ геохимических данных керновых проб по хромитоносной коре выветривания показал, что формы и направ-

ленность кривых содержания  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  вызваны существованием нескольких направлений сноса обломочного материала (рис. 2, 3).

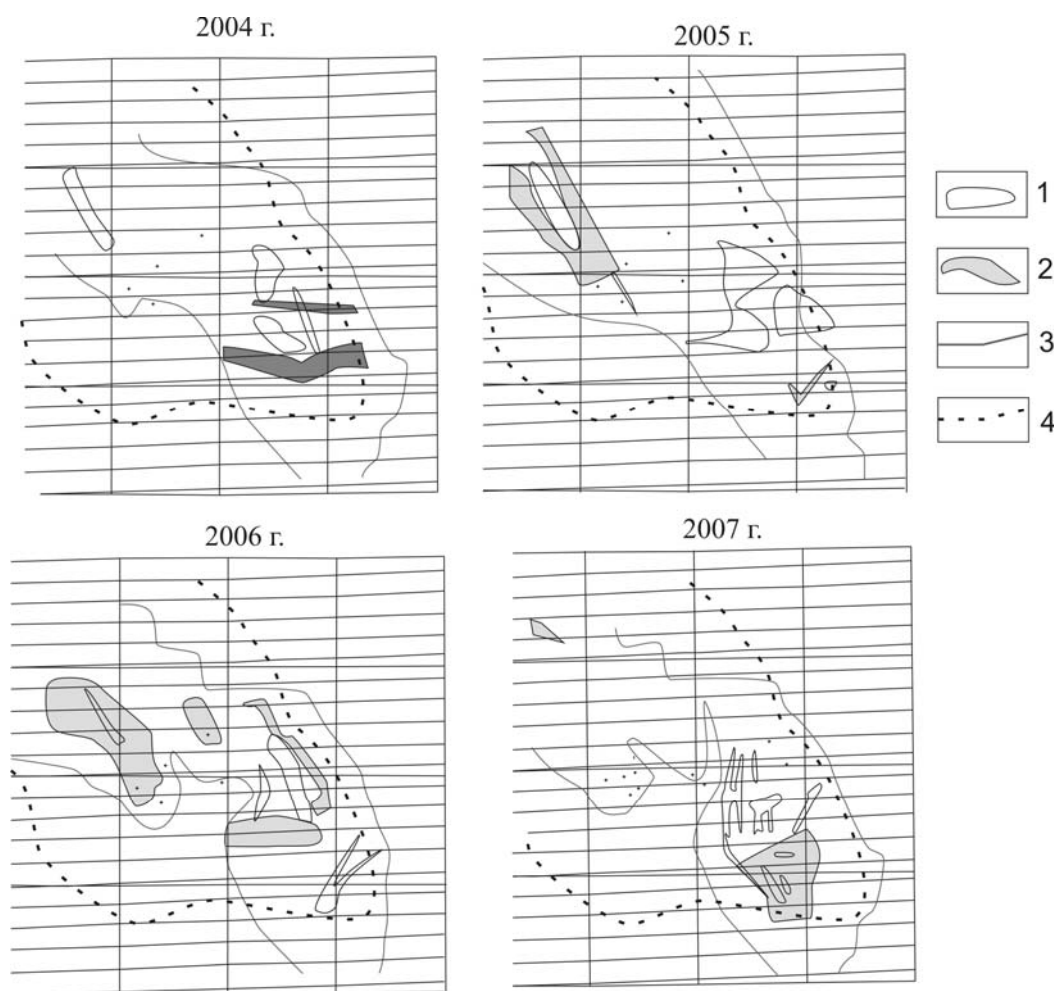


Рис. 3. Фрагменты планов горных работ на Западно-Липовеньковском месторождении гипергенных никелевых руд, характеризующие направление рудных тел ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$  в руде 6-52%): 1 – вскрытые хромитовые руды; 2 – хромитовые руды на глубине; 3 – контур распространения хромитовых руд в коре выветривания; 4 – контур серпентинитового массива

Для Западного массива основным направлением сноса обломочного материала является субперпендикулярное к долине реки с юго-запада на северо-запад и в меньшей мере с северо-запада на юго-восток (рис. 2б, 3). Для Восточного массива главным направлением сноса материала также является субперпендикулярное к реке с юго-востока на северо-запад и подчиненным с юго-запада на северо-восток (рис. 2а). Разнонаправленность потоков сноса обломочного материала обусловлено постинтрузивными тектоническими движениями отдельных блоков структур, увязанные в общей структуре Голованевской шовной зоны. Так, на участке Западный по зонам окремнения, а на Школьном по зеркалам скольжения, диагностируются локальные разноориентированные тектонические смещения блоков с амплитудой смещения до 10 м.

Установлено, что для всех массивов характерно плащеобразное, часто переходящее в конусовидные формы залегание ореолов. Причем, для конусовидных ореолов вследствие многократных размывов накопление полезного компонента наблюдается как в периферических частях, так и по всей площади сноса [2]. Кроме того, отмечается осложнение плащеобразных залежей прямолинейными зонами размыва, которые в разрезе представлены корытообразными формами, заполненные природно обогащенным хромитом и распространяющиеся за пределы массива. В таком случае, по мере удаления от коренного источника сортировка руд возрастает до образования мономинеральных концентратов (до 90%).

В корях выветривания хромитовые руды рыхлые и залегают, как правило, в глинисто-охристой толще на границе кора-четвертичные отложения. Руды различаются по содержанию  $Cr_2O_3$ , минеральному и гранулометрическому составу, степени окисленности, глинистости и кусковатости [3]. В таблице 1 приведена краткая типизация руд из коры выветривания.

Таблица 1

Типизация хромитовых руд из коры выветривания

По минералогическим разновидностям	1. Карбонат-кварц-нонтронитовые (серпентинитовые) 2. Кварц-карбонат-гидрослюдистые 3. Кварц-гётит-гидрослюдистые 4. Гидрослюдисто-кварц-гётитовые 5. Гидрослюдисто-глинистые 6. Кварцево-глинистые тонких и мелких фракций
По структуре, фракционному составу мм, (распространение, %)	1. Мелкозернистые 0,1-0,315 (50%) 2. Тонкозернистые 0,1-0,04 (40%) 3. Среднезернистые 0,5-0,25 (10%) 4. Пылеватые <0,04 (10%)
По текстуре (распространение, %)	1. Редковкрапленные (убоговкрапленные <70) 2. Густовкрапленные (20%) 3. Сплошные (массивные >10%) 4. Шлировые (10)
По содержанию $Cr_2O_3$ % в концентрате (промышленный тип)	1. 20-42 вкрапленные (огнеупорные) 2. 43-52 сплошные (металлургические)
Примечание: Среднее содержание руды в породе по 3-м массивам 18-24%	

По данным рентгено-структурного анализа, основными хромсодержащими минералами в рудах являются хромпикотит  $((Mg, Fe)(Cr, Al)_2O_4)$  и алюмохромит  $(Fe (Cr, Al)_2O_4)$ . Иногда в небольших количествах присутствует хромгерцинит и хроммагнетит [4]. На рисунке 4 приведены усредненные результаты химических анализов концентратов из коренных руд различных по текстурно-структурному облику.

Из графика видно, что содержания элементов в хромитах колеблются в узких пределах и не зависят от текстурно-структурных особенностей руд. Таким образом, текстурно-структурные показатели коренных руд не влияют на содержания окиси хрома в концентратах из экзогенных хромитов, а лишь влияют на концентрацию и количество самой руды.

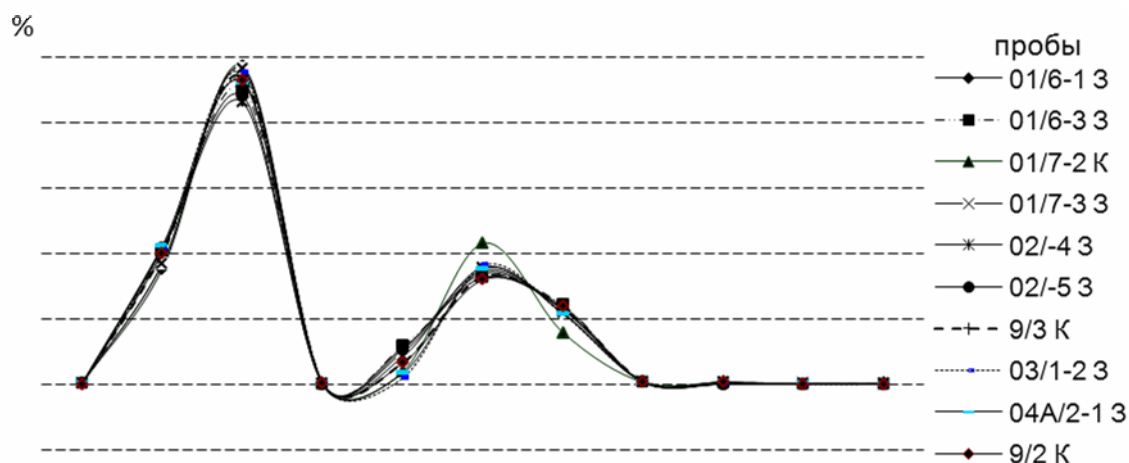


Рис. 4. Результаты химических анализов различных текстур хромитовых руд Западно-Липовеньковского и Капитановского месторождений: Массивы З - Западные Липовеньки, К - Капитановский

В целом, содержания  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  в рудах залегающих в корах выветривания характеризуются несколько пониженными содержаниями за счет частичного разубоживания, и в меньшей степени, за счет окисления и замещения гидроокислами железа. Наглядно это показывают данные таблицы 2, где содержание  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  во вкрапленных рудах несколько меньше по сравнению с массивными.

Таблица 2

Усредненный химический состав руд из кор выветривания по разновидностям

Окислы	Среднее содержание в массивных рудах (по 7 анализам), %	Среднее содержание в густовкрапленных рудах (по 75 анализам), %
$\text{SiO}_2$	6,44	13,64
$\text{Cr}_2\text{O}_3$	43,52	27,12
$\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{FeO}$	22,32	29,56
$\text{CaO}$	1,10	1,55
$\text{MgO}$	13,68	14,54
$\text{Al}_2\text{O}_3$	12,69	12,63
$\text{P}_2\text{O}_5$	0,041	0,041
$\text{H}_2\text{O}$	0,21	0,92

Хромитовая минерализация в корах выветривания представляется типичными механическими ореолами рассеивания хромшпинелидов как в глинисто-охристой коре, так и за её пределами с очень сложными морфоструктурными очертаниями, которые свидетельствуют о сложных и циклических процессах кооробразования. На рис. 5 для Среднего Побужья предложена схема формирования хромитовых руд в корах выветривания.

Главная роль при формировании экзогенных хромитовых руд принадлежит сложному сочетанию склоново-эрозионных и денудационно-аккумулятивных процессов в условиях гумидного климата [5] в результате которых выделяется четыре морфогенетических типа руд [3]. Формирование рудных залежей пред-

ставляется двухэтапным. На первом этапе (промежуточный), формируются структурные коры выветривания, в которых хромиты занимают промежуточные формы, между коренным (но уже сильно дезинтегрированными) и экзогенным (но без широкого распространения в охристо-глинистой толще) типами. На втором этапе (рудообразующий) в формировании хромитовой минерализации ведущую роль оказывает плоскостной смыв (денудация) устойчивых продуктов выветривания с поверхности дезинтегрированной коры, образуя аккумуляционный шлейф в виде первичного ореола механического рассеивания хромшпинелидов. При обильных атмосферных осадках на склонах формируются потоки, которые вызывают эрозию склона и водно-гравитационное перемещение материала, аккумулируя хромит в отрицательных формах микроландшафта и у подножья склонов.

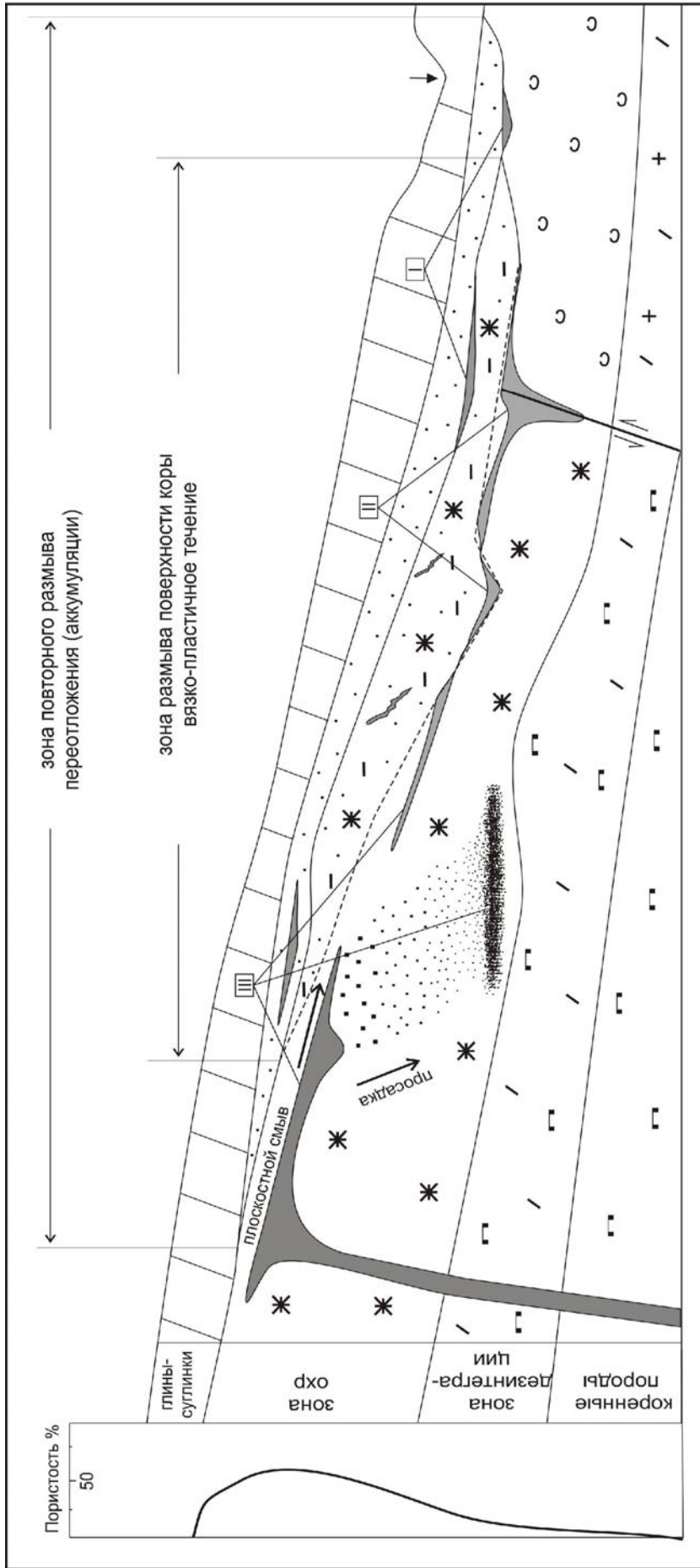
В первом случае, хромит аккумулируется над массивом или его периферических частях в углублениях поверхности коры выветривания (вымоины, рытвины, трещины и др.), которые являются ловушками или коллекторами на пути потока, формируя на поверхности склона разноориентированные линзовидно-линейные тела хромитовых руд.

Возникновение отрицательных форм объясняется тектоническими и климатическими факторами, где при крутизне склона более  $5^\circ$  начинает проявляться разрушительная способность потоков воды и их врезание в поверхность склона, тем самым вызывая проявления струйчатого или рытвенного смыва, а образованные полости служат коллекторами для тяжелых фракций.

Во втором случае накопление хромита происходит в тектонически ослабленных и приконтактных зонах, а рудные тела зачастую перекрыты различными наносами. Отличаются от предыдущих глубиной нахождения, направленностью рудных тел и контрастностью границ.

Формирование плащеподобных залежей хромитовых руд на границе коры выветривания и четвертичных отложений на относительно ровных плоскостях (водораздел Западного участка) обусловлено тем, что в процессе выветривания рудные тела испытывают большее сопротивление выветриванию, в результате чего разрушаются последними, а обломочный материал сохраняется на месте образования (автохтонные руды). В дальнейшем, легкий охристо-глинистый материал сносится ветровым или слабым водным потоком, а более тяжелый хромит сохраняется возле коренного источника. Таким образом, с течением времени, чередованием денудации и эрозии, в верхних слоях коры происходит аккумуляция и обогащение руд с образовыванием псевдоплащеподобных залежей хромитов.

Образование руд в охристо-глинистой толще объясняется интенсивным увлажнением пористых дезинтегрированных серпентинитов, вызывая повышенную проницаемость верхнего слоя коры, что приводит к переходу их в вязко-пластичное состояние и способствует свободному просачиванию зерен хромита. Таким образом, тяжелая фракция обломочного материала накапливается на границе проницаемости сред, образуя так называемые просаженные руды. Для изучаемых массивов глубина просадки не превышает 5 м от кровли коры. При условии крутизны склона более  $3^\circ$ , смоченные породы приобретают подвижность и под гравитационными силами сползают вниз по склону, тем самым смещая и деформируя контуры ореолов.



Типы руд

I- псевдоплащеобразные: а) приповерхностные – за счет плоскостного смыва,  
 б) погребенные – за счет гравитационной просадки

II- линзовидно-линейные: а) в палеодепрессиях,  
 б) приразломных и приконтактных зонах

III- россыпные (переотложенные): а) над массивом, б) за массивом с T<sub>i</sub>

IV- трещенный в переотложенных корях

Рис. 5. Схема формирования различных типов руд в корях выветривания хромитоносных ультрабазитов



Формирование ореолов на рассматриваемых участках происходит в непосредственной близости к материнским ультрабазитовым массивам. Следуя положениям «учения о россыпях», ореолы хромита можно классифицировать как россыпи латеритных кор выветривания [6], образующие склоновые и ложковые россыпи ближнего сноса. По генетической классификации отложений хромитовые залежи относятся к элювиально-склоново-делювиальным образованиям с элементами частичного обогащения.

Отличительной особенностью механических ореолов рассеивания хромитов в изучаемых корах выветривания от классических россыпей является их распространение – расстояния перемещения обломочного материала. Так, более 80% хрома не перемещается за контур массива вследствие того, что ограничиваемые каолин-монтмориллонитовые коры имеют положительную форму микроландшафта, в меньшей степени подвержены размыву чем нонtronитовые со значительно меньшей пористостью и проницаемостью. Кроме того, различная скорость образования кор выветривания по кислым и ультраосновным породам и большая устойчивость при размывании приводит к образованию структурных уступов, служащих барьером при сносе хромитонесной коры, в результате чего хромитовая минерализация значительно не распространяется на каолин-монтмориллонитовые породы.

По Восточному участку, с учетом особенности формирования экзогенных хромитовых руд в корах выветривания и сложности морфологии палеорельефа построено 5 прогнозных срезов распространения хромитовой минерализации на глубину. Шаг построения составляет 5 м от кровли коры до зоны дезинтеграции серпентинитов (рис. 6).

Из срезов видно, что продуктивная толща хромитовых руд распространяется в северо-западном направлении со значительной площадной вариацией нулевого контура, а рудная зона приурочена к юго-восточной части массива. С глубиной концентрация хрома заметно снижается и в зоне дезинтеграции серпентинитов достигает минимально промышленного содержания руд. В итоге, по выявленным особенностям перспективная зона хромитового оруденения в коре выветривания на Восточном участке представляет собой смещенный и деформированный ореол, где по форме палеорельефа возможно определять положение и распространение хромитовых руд.

Следует отметить, что широко распространенные вмещающие хромитонесные ультрабазиты, амфиболиты и пироксенитовые кристаллические сланцы служат источником титановой минерализации (содержание Ti до 4,5%), которая в свою очередь часто совместно с хромитом формирует россыпные шлейфы в песчано-глинистых отложениях.

**Заключение.** По результатам обработки месторождений хромитовых руд на карьерах Западный и Школьный установлено, что сильно эродированный профиль коры выветривания ультрабазитов приводит к неравномерному распространению руд как по площади, так и по глубине. Анализ данных разведки на Восточном массиве показал, что древний палеорельеф (кровля коры выветривания) имеет аналогичное с Западным и Школьным массивами сложное

строение с многочисленными воронками, вымоинами и зонами размыва. Для рассмотренных массивов распространение рудных ореолов контролируется общим направлением ската древней поверхности, а промышленные концентрации руд локализуются в различных депрессионных участках преимущественно перпендикулярно направлению размыва.

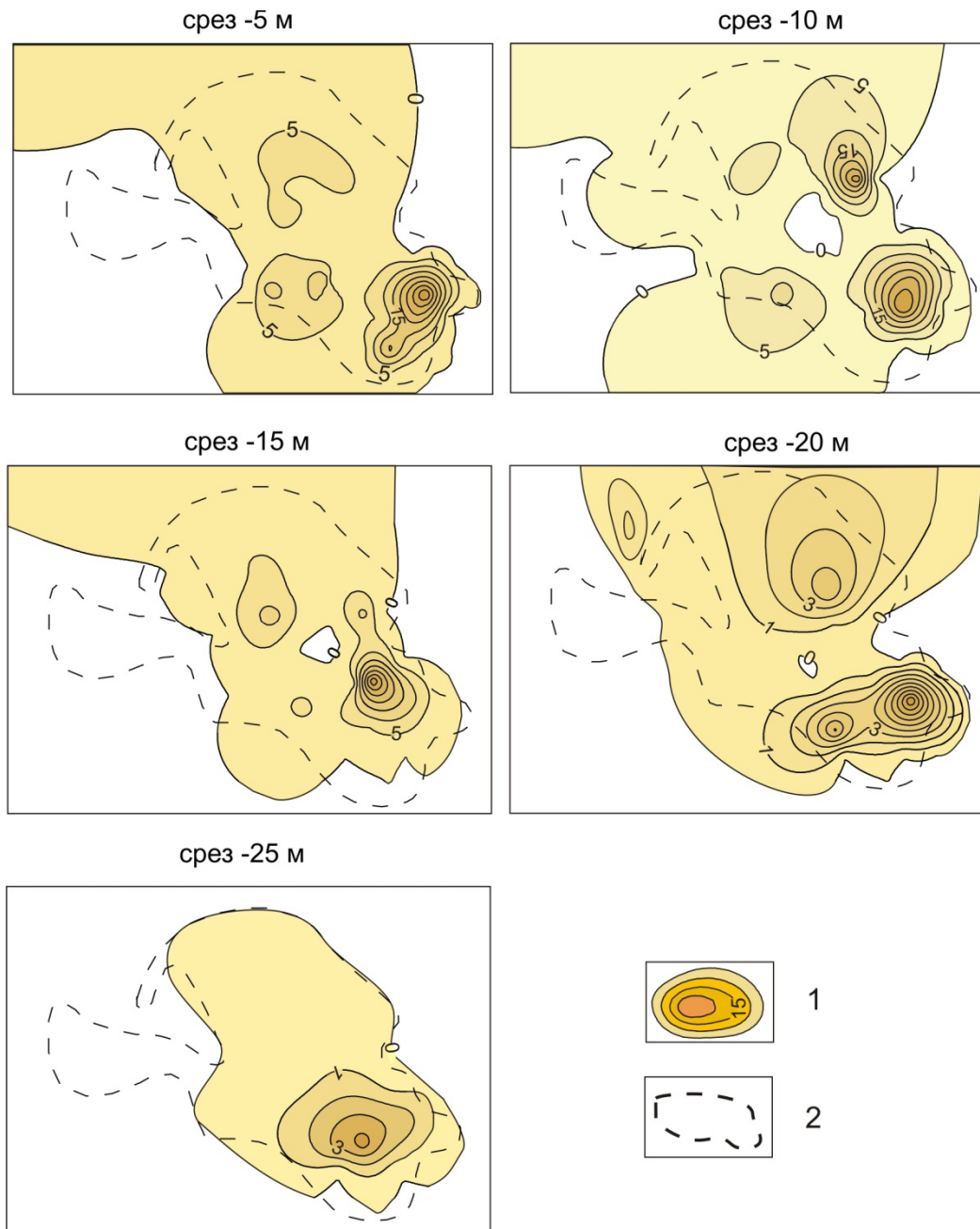


Рис. 6. Прогнозные карты-срезы распространения хромитовых руд на глубину в коре выветривания для Восточно-Липовеньковского массива:

1 – изолинии содержания  $Cr_2O_3$ ; 2 – контур распространения нонтронитовой коры выветривания

Наблюдаемая тенденция при формировании экзогенных хромитовых руд обусловлена различными углами наклона поверхности коры. При угле наклона плоскости до  $3^\circ$  на поверхности коры образуются рудные ореолы овальной

форми на месте коренного источника. При угле склона более 3° формируются конусы сноса, шлейфы со слабой сортировкой обломочного материала. На поверхностях круче 5° формируются глубокие вымоины, рытвины, донная часть которых заполнена крупнозернистым (0,5-1 мм) хромитом с хорошей сортировкой обломочного материала. Содержание Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в экзогенных рудах не зависит от текстурно-структурных особенностей коренных руд.

С учетом возрастающей потребности украинской металлургии в феррохроме, Побужские хромиты кор выветривания являются прямыми конкурентами импортному сырью и заслуживают дальнейшего изучения с установлением закономерностей.

#### Список литературы

1. Гріншпут В.О., Металургійні властивості хромітових руд Побужжя і розробка раціональних режимів отримання високовуглецевого ферохрому: Автореф. дис...канд.техн.наук: 05.16.02. – Дніпропетровськ, 2006. – 23 с.
2. Металлические и не металлические полезные ископаемые Украины. Т. 1. Металлические полезные ископаемые / [Гурский Д. С., Есепчук К. Е. и др.] – К.: Изд-во «Центр Европы» – 2005. – 785 с.
3. Перков Е.С. Морфологические особенности хромитовой минерализации в корах выветривания ультрабазитов Среднего Побужья / Перков Е.С., Поповченко С.Е. // Науковий вісник НГУ. – 2010. – №9–10. – С. 9–14.
4. Каневский А. Я. Алюмохроммагнетиты Среднего Побужья (Украинский щит) / Каневский А. Я., Возианова Т. Г. // Геологический журнал. – 2008. – №4. – С. 39–42.
5. Билибин Ю. А. Основы геологии россыпей / Билибин Ю. А.; –М.: Изд-во АН СССР, 1955. – 472 с.
6. Россыпные месторождения России и других стран СНГ / [Патык-Кара Н. Г., Беневольский Б. И., Быховский Л. З. и др.]; под ред. Лаверова Н. П. и Патык-Кара Н. Г.. – М.: Научный мир, 1997. – 479 с.

*Рекомендовано до публікації д.геол.н. Приходченком В.Ф.  
Надійшла до редакції 16.03.11*

УДК 553.87(477)

© Л.И. Цоцко

## **ГЕОЛОГО-ГЕММОЛОГИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ЖИЛЬНОГО КВАРЦА**

Представлены результаты исследований геммологических характеристик различных генетических типов жильного кварца Среднеприднепровского и Приазовского мегаблоков Украинского щита, перспективного как камнесамоцветное сырье.

Представлено результати досліджень геммологічних характеристик різних генетичних типів жильного кварцу Середньопридніпровського і Приазовського мегаблоків Українського щита, що перспективний як камнесамоцвітна сировина.

The results of studies gemological characteristics of the different genetic types of vein quartz of Middle Pridneprovie and Priazovsky megablocks in Ukrainian Shield, perspective as a raw gem, are presented.