

ПРИРОДНІ РІЗНОВИДИ ХРОМОВИХ РУД КАПІТАНІВСЬКОГО РОДОВИЩА ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇХ ПЛАТИНОНОСНОСТІ

Капітанівське родовище розглядається як об'єкт із переважним розвитком платиновмісних хромових руд. На прикладі Капітанівського родовища оцінено ресурси платинометальної хромітоносною формації і показано перспективу хромітоносних ультрабазитів Середнього Побужжя.

Капитановское месторождение рассматривается как объект с преимущественным развитием платиносодержащих хромовых руд. На примере Капитановского месторождения оценены ресурсы платиноидов хромитоносной формации и показано перспективу хромитоносных ультрабазитов Среднего Побужья.

The Kapitanovskoe deposit is considered as an object with primary development of platinum-bearing chromium ores. The resources of PGE mineralization in chromite formation were estimated on the example of Kapitanovskoe deposit and the prospect of chromium-bearing ultramafic massifs in Middle Bug area is showed.

Вступ. Капітанівський масив дайкоподібної форми складений ультраосновними породами, в тій чи іншій мірі насичений хромшпінелідами, що утворюють рудні тіла. Основною особливістю масиву являється його шліростругаста будова. Шліровидні смуги масиву утворені аподунітовими серпентинітами, перидотитами, метасоматитами (карбонатитова формація) з різною насиченістю хромшпінелідів, аж до утворення прошарків суцільних хромітів [1].

В межах шліровидних смуг по інтенсивності вкрапленості і характеру розподілу хромітових агрегатів виділені наступні природні різновиди руд:

I – суцільні руди з масивною текстурою і вмістом Cr_2O_3 , більше 35 %, руди не потребують збагачення;

II – вкраплені руди, мають різновиди:

- густо вкраплені (прожилкуваті) руди з плямистою текстурою і вмістом, Cr_2O_3 20–35 %, руди легко збагачуються гравітаційним методом;

- вкраплені руди з сітчастою (петельчастою) текстурою і вмістом Cr_2O_3 10–20 %, руди збагачуються гравітаційно-магнітним методом;

- вкраплені руди з рівномірно вкрапленою текстурою і вмістом Cr_2O_3 6–10 %, руди збагачуються гравітаційним методом.

Вперше, широкомасштабне вивчення хімічного складу хромшпінелідів за природними різновидами руд дозволило виявити загальні риси хімізму рудних зон. Хромшпінеліди Капітанівського родовища представлені хромпикотитом. В різних текстурно-структурних різновидах руд хромпикотит має характерні співвідношення Mg^{2+} , Fe^{2+} , Cr^{3+} , Al^{3+} . Встановлено, що склад хромпикотиту закономірно змінюється з нарощуванням інтенсивності вкрапленості хромшпінелідів при переході однієї текстурно-структурної різновидності руд в другу.

Основна особливість зміни хімізму мінералу заключається в збільшенні вмісту Cr_2O_3 і MgO з одночасним зниженням вмісту FeO при переході від бідних руд до багатих суцільних і густо вкраплених руд. Вміст Al^{3+} в рудах не має контраст-

ної приуроченості до якої-небудь текстурної різновидності руд і коливається від 11,1 до 14,7 (% мас.). Частка (% мас.) MgO збільшується від 4,6 в хромшпінелідах руд з рівномірно вкрапленою текстурою до 14,4 в хромшпінелідах суцільних руд з масивною текстурою. Частка (% мас.) FeO зменшується від 20,2 в хромшпінелідах руд з рівномірно вкрапленою текстурою до 11,3 в суцільних рудах з масивною текстурою і в густо вкраплених рудах з плямистою текстурою.

Другою характерною особливістю хромшпінелідів є зональність будови їх вкрапленості у вміщуючих серпентинітах і карбонатитах. У вміщуючих породах з промисловою концентрацією хромшпінелідів зональність в будові зерен не спостерігається. Зональність обумовлена різницею хімічного складу хромшпінелідів – в центрі і на периферії зерна. Вміст Cr₂O₃ в зональних хромітах вміщуючих порід залишається постійним в центральній і периферійній частках зерна і коливається від 41,6 до 44,5 (% мас.);

- вміст MgO – для центральної частки зерна складає 4,2–5,2 для периферійної – 1,8–2,1 (% мас.);

- вміст FeO – в центральній і периферійній частках зерна коливається в невеликих межах від 25,8 до 28,4 (% мас);

- вміст Al₂O₃ – в центральній частці зерна складає 16,7–18,5 в периферійній – 4,6 до 18,5 (% мас.).

При збільшенні вмісту в хромшпінелідах Cr³⁺ і одночасним збільшенням густини вкрапленості проходить посилення концентрації хрому від бідних рівномірно вкраплених руд до їх суцільного агрегату. В результаті цього двохстороннього процесу найбільша кількість хрому концентрується в зернах максимального розміру в шлірах суцільних руд з масивною текстурою.

Тому, хімізм хромшпінелідів дозволяє припустити, що хромшпінеліди в промислового хромовому зруденінні і акцесорні хромшпінеліди у вміщуючих породах належать до різних мінеральних генерацій.

Мета роботи – на прикладі Капітанівського родовища оцінити ресурси хромітових руд та супутнього платинометального зруденіння хромітоносних ультрабазитів Побужжя.

Перші відомості про наявність платиноїдів наведені О.Б. Фомінін та О.О. Юшиним, а дані що до промислових концентрацій платини (2,5 г/т) і паладію (2,0 г/т) в літературі були описані Г. Д. Лепіговим і А. П. Василенко [2, 3]. Нами було відібрано близько 2500 дублікатів проб і вивчений керн по 10 свердловинах. Всі дублікати проб проаналізовані за допомогою емісійного квантометричного аналізу (ЕКЕА) на Au, Ag, Pt, Pd, частина з них додатково аналізувалася на рідкісні платиноїди. Найбільш поширені аномалії Pt (17 %), паладію (5 %), рутенію (11 %) та іридію (6 %). Частина виявлених аномалій по Pt і Pd завірена пробірним аналізом з атомно-абсорбційним закінченням. Аномалії родію зустрінуті в кількості до 1 %, осмію – 0,2 %, Au – 17 %.

За даними ЕКЕА максимальні концентрації по цих елементах складають: Pt-1, 01 г/т, Pd-1, 76 г/т, Ir-1, 36 г/т, Ru-0, 57 г/т і Au більше 1 г/т. При цьому рутеній, як правило, тісно асоціює з хромітовою мінералізацією, але не залежить від вмісту Cr₂O₃. Також, більшість хромітових тіл як в серпентинітах, так і в карбонатитах на контактах з вміщуючими породами збагачені платиною, паладі-

ем і золотом [4]. Їх концентрації не залежать від потужності хромітових тіл, однак спостерігається збільшення кількості аномалій і концентрації платиноїдів від південної околиці до центру масиву. Як правило, аномалії платиноїдів тягнуться до крайових, і особливо до лежачих боків хромітових тіл. Хромітові руди, що містять аномалії елементів платинової групи (ЕПГ), вивчалися під оптичним мікроскопом, а потім на електронному мікроскопі з мікроаналізатором.

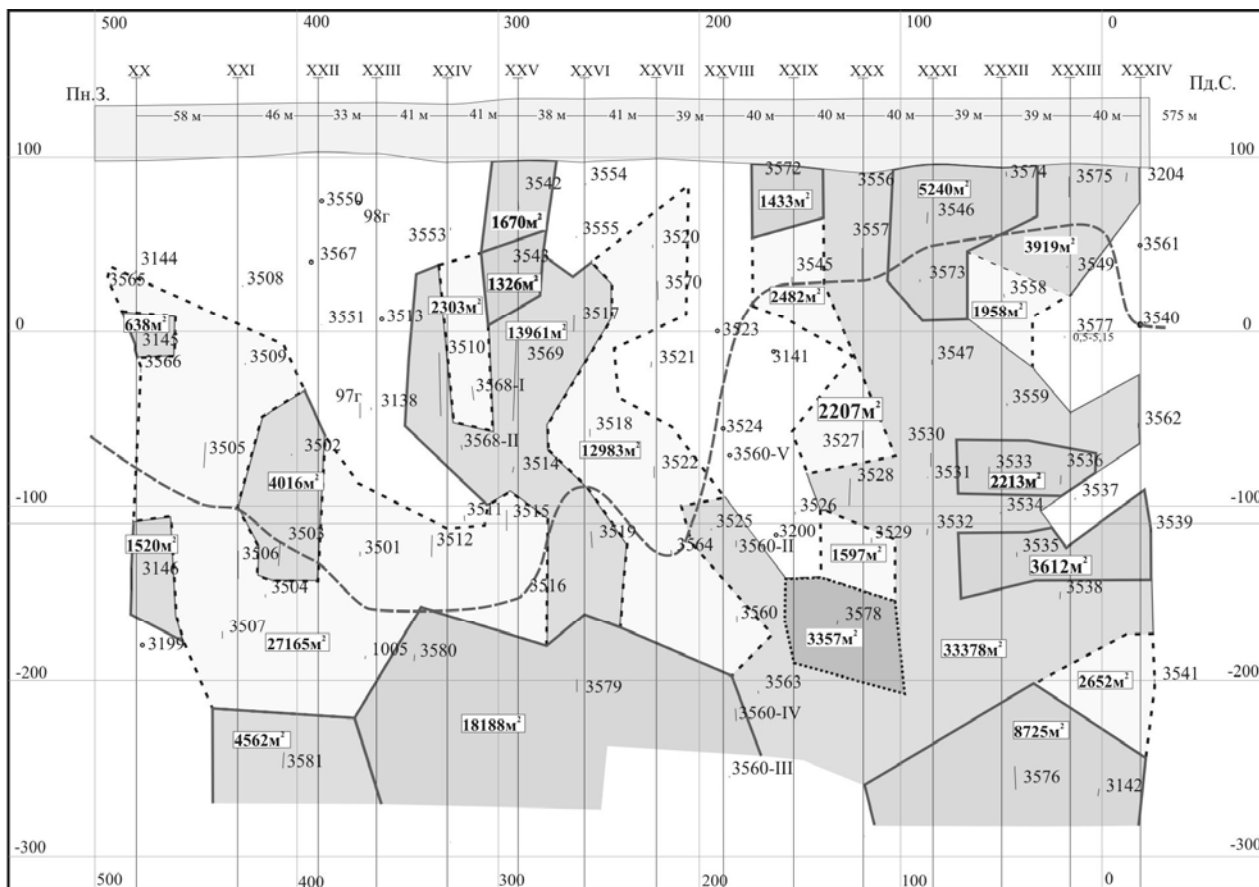
Під оптичним мікроскопом аномальні по ЕПГ хромітові руди виділяються з кількома підвищеним вмістом високовідсвічуючих рудних мінералів. Серед них на електронному мікроскопі діагностовані власне мінерали платиноїдів і сульфоарсеніди. Серед останніх визначені: герсдорфіт (NiAsS), міллерит (NiS), пентландіт [(Fe,Ni)₉S₈] муахерит, нікелін (NiAs), тучекит (Ni,Sb₂S₈) і мишьяквміщуючий тучекит. Серед власних мінералів платиноїдів найбільше поширення має лаурит (RuS₂), ірарсит (IrRuRh, Pd) AsS, в меншій мірі сперилліт (PtAs₂), андуїт (RuAs₂), іридосміт (80 > Os > 55; Ir > 45; Ru > 10), самородна і заліzysta платина, ізоферроплатина, не індефіційовані за складом родійвмісні, рутеній-родій-іридієві арсенідні, паладій-сульфоарсенідні фази і самородні сплави, паладісте і самородне золото. Більша частина зерен платиновмісних мінералів знаходиться всередині зерен хроміту, маючи розмір 1–5 мкм, рідко вони досягають 10 мкм і більше. Зерна, включені в хромітах, мають завжди рівні грані, ідіоморфну або гіпідіоморфну мікроструктуру (з добре помітною огранкою), овальну або округлу форму, нагадуючи структуру розпаду твердих розчинів.

У силікатної матриці середній розмір платиновмісних мінералів дещо більший (3–8 мкм), а окремі зерна по подовженню досягають 20–25 мкм до 170 мкм. Поза хромових зерен мінерали платиноїдів мають чітко виражену ознаку корозії, можуть частково або повністю роз'їдатися серпентином і перевідкладатися з утворенням ідіоморфних зерен з рівними некородованими краями.

Відмінною особливістю є підвищені фонові вмісти рутенію. Ця тенденція виразно посилюється в хромітових рудах, де середній вміст рутенію становить близько 210 мг/т. Для перевірки достовірності даних визначення ЕКЕА в геологічній службі Фінляндії проводився по 17 пробах хромових руд контроль виявлених фонових значень ЕПГ методом індуктивно зв'язаної плазми. Середні значення ЕПГ по всьому родовищу (середньозважене по всіх окремих ділянках), розраховані на підставі результатів ЕКЕА практично збігаються з даними ІСП і за сумою платиноїдів становлять, незалежно від різновидів хромових руд, 0,325 г/т. Виявлена особливість дозволяє в першому наближенні оцінити на геохімічному рівні ресурси платинометальної мінералізації. Для цього нами наведені дані розвідки з оцінки запасів хромових руд на південній ділянці Капітанівського родовища, де за результатами бурової розвідки, виділено 4 рудних тіла хромових руд. Бурова розвідка проведена бурінням нахилених колонкових свердловин. Відстань між профілями коливається від 33 м до 58 м, середня складає 41 м. Всього розбурено 15 профілів. По кожному рудному тілу побудована вертикальна проекція з розподілом геометризованого контуру хромових руд на блоки природних типів за вмістом Cr₂O₃ (рис. 1–4).

Рудне тіло № 1. Геометризований контур промислових руд тіла № 1 спирається на рудні перетини 68 свердловин (рис. 1). Тіло № 1 представлене жи-

лою складної будови з нерівномірною дійсною потужністю, що коливається від 0,3 м до 13,1 м, середня потужність 2,4 м і нерівномірним вмістом Cr_2O_3 , що коливається від 6,2 до 37,5 %, середній вміст Cr_2O_3 16,12 %.



УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

- | | |
|---|----------------------------|
| Масивні (суцільні) руди з вмістом Cr_2O_3 більше 35%, не потребують збагачення | Площі блоків, m^2 |
| Густовкраплені (прожилкуваті) руди з вмістом Cr_2O_3 20-35%, легко збагачуються гравітаційним методом | Підшо́ва кори вивітряння |
| Вкраплені руди з вмістом Cr_2O_3 10-20%, збагачуються гравітаційно-магнітним методом | Рудні перетини |
| Рідковкраплені руди з вмістом Cr_2O_3 6-10%, збагачуються гравітаційно-магнітно-флотатійним методом | Безрудні свердловини |

Рис. 1. Вертикальна проекція рудного тіла № 1 з розподілом геометризованого контуру хромових руд на блоки природних різновидів за вмістом Cr_2O_3

До горизонту -110 м на профілі XXIV і -142 м на профілі XXIX, рудне тіло № 1 представлене трьома стовпами з складними контурами. Вісь першого стовпа проходить по профілю XXI, другого стовпа – по профілю XXV і третього – по профілю XXXI. Глибше указаних горизонтів (-110 і -142 м) усі три стовпи зливаються в один неперервний поклад, що просліджується між профілями XX–XXXIV на 540–575 м у вигляді стрічкоподібної жили. Ширина першого стовпа 85–175 м, ширина другого стовпа коливається від 40 до 155 м, ширина третього стовпа – від 100 до 225 м.

За типами руд виділено 23 блоки підрахунку запасів площі яких відповідно складають: 3357 м² (масивні руди, Cr₂O₃ більше 35 %), 40737 м² (густовкраплені руди, Cr₂O₃ 20–35 %), 63664 м² (вкраплені руди Cr₂O₃ 10–20 %) і 5 3347 м² (рідковкраплені руди, Cr₂O₃ 6–10 %). Загальна площа 1-го рудного тіла – 16110 м², один свердловинний перетин характеризує площу 2369 м².

Запаси руди 1-го рудного тіла складають 1202232 т, в тому числі за типами руд відповідно (т): 19336, 263161, 572339 і 347396; у відсотках відповідно (%): 2; 22; 47; 29.

Рудне тіло № 2 простягається паралельно рудному тілу № 1 у вигляді жили (рис. 2). Геометризовані контури промислових руд тіла № 2, між профілями ХХ–ХХІХ, представлені двома стовпами, з'єднаних на профілі ХХІV смугою потужністю в 25 м. На глибині 170–245 м (відповідно горизонти –40 і –112 м), між рудними стовпами на профілі ХХІV виділене безрудне вікно за формою прямокутного трикутника, висота якого рівна 45 м.

Між горизонтами –110 і –164 м та між профілями ХХІ і ХХІХ, стовпи зливаються в суцільний поклад і простягаються на 300 м, а глибше горизонту –164 м рудний поклад знову розділяється на два стовпи. Вісь одного стовпа проходить по профілю ХХІІ, ширина стовпа 48 м, – нахилений у східні румби. Другий стовп просліджується на глибині між профілями ХХV–ХХХ без ознак виклинювання і заслуговує розвідки в майбутньому.

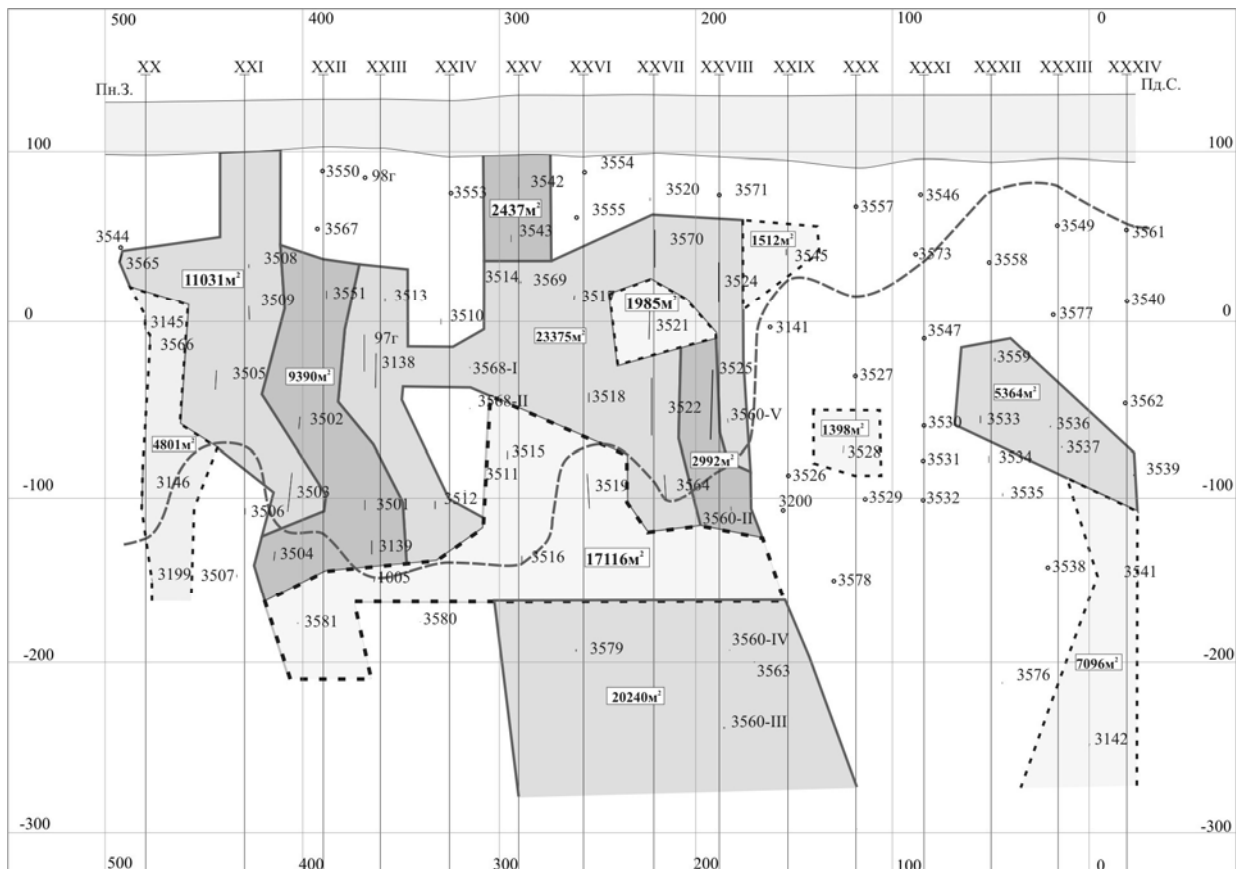


Рис. 2. Вертикальна проекція рудного тіла № 2 з розподілом геометризованого контуру хромових руд на блоки природних різновидів за вмістом Cr₂O₃

На профілях XXXII, XXXIII і XXXIV, між горизонтами –10 і –110 м виділений блок форми нахиленої, в східні румби, усіченої піраміди площею 5364 м² і підпирається стовпом шириною 25–37 м, вісь якого проходить по профілю XXXIV, нижній контур стовпа не встановлений, тому що стовп уходить на глибину, за межі глибини розвідки (глибше 300 м від поверхні).

Основні запаси промислових руд рудного тіла № 2 локалізовані в блоках між профілями XX–XXX. Геометризовані контури підрахункових блоків рудного тіла № 2 спираються на 52 свердловинні перетини, виділено 9 блоків густовкраплених (прожилкуватих) руд з вмістом Cr₂O₃ 20–35 %, що легко збагачуються гравітаційним методом; 28 блоків вкраплених руд з вмістом Cr₂O₃ 10–20 %, що збагачуються гравітаційно-магнітним методом. Виділено 15 блоків рідковкраплених руд з вмістом Cr₂O₃ 6–10 %, що збагачуються гравітаційно-магнітно-флотаційним методом. Дійсна потужність рудного тіла № 2 коливається від 0,3 м до 12 м, середня рівна 2,9 м. Загальні запаси рудного тіла № 2 складають: руди 976584 т, в тому числі густовкраплених руд 176346 т, вкраплених руд 539490 т, рідковкраплених руд 260748 т; запаси Cr₂O₃ відповідно складають (т): 41970; 76554; і 21720; разом Cr₂O₃ 140244 т.

Рудне тіло № 3 простягається східніше рудного тіла № 2 і паралельно до нього у вигляді лінзуючої жили потужністю від 0,4 м до 11,9 м, середня потужність 2,5 м (рис. 3). Між профілями XX–XXX, на відрізок в 400 м, жила № 3 ускладнена безрудними вікнами: на профілі XXII безрудне вікно висотою 60 м і шириною 40 м; на профілі XXVIII бузрудне вікно за формою прямокутного трикутника і розмірами катетів 55 м і 35 м. На горизонті –60 м безрудне вікно довжиною 120 м і шириною 40 м. Між профілями XXVII–XXX і між горизонтами –10 м і –75 м безрудне вікно форми трапеції висотою 35 м і довжиною середньої лінії 60 м і зливається з безрудним пережимом жили № 3 в межах профіля XXX шириною 40–55 м, за яким жила № 3 простягається на південний схід ще на 150 м у вигляді форми подібної до гачка, який між профілями XXX–XXIV і глибше горизонту –100 м просліджується на глибину.

Геометризовані контури рудного тіла № 3 проведені на вертикальній проєкції з розподілом руд на природні типи за вмістом Cr₂O₃. Виділено 16 блоків природних типів руд, що включають 52 рудних свердловинних перетини, в тому числі 2 блоки (2 рудних перетини, св. 3524, пр. XXVIII і св. 3536, пр. XXX–II) масивних (суцільних) руд, вміст Cr₂O₃ 37,88 % і 35,21 %, руди не потребують збагачення; 1 блок (1 рудний перетин, св. 3534 пр. XXXII) густо вкраплених руд, вміст Cr₂O₃ 25,09 %, руди легко збагачуються гравітаційним методом; 5 блоків (24 рудних перетини) вкраплених руд, що збагачуються гравітаційно-магнітним методом і 8 блоків (25 рудних перетинів) рідко вкраплених руд з вмістом Cr₂O₃ 6–10. Загальні запаси рудного тіла № 3 складають: руди 857036 т, в тому числі масивних руд 17343 т, густо вкраплених 7005 т, вкраплених 365364 т і рідко вкраплених руд 467324 т; Cr₂O₃ 98847 т і відповідно по типах руд 6330 т, 1758 т, 51224 т і 39536 т.

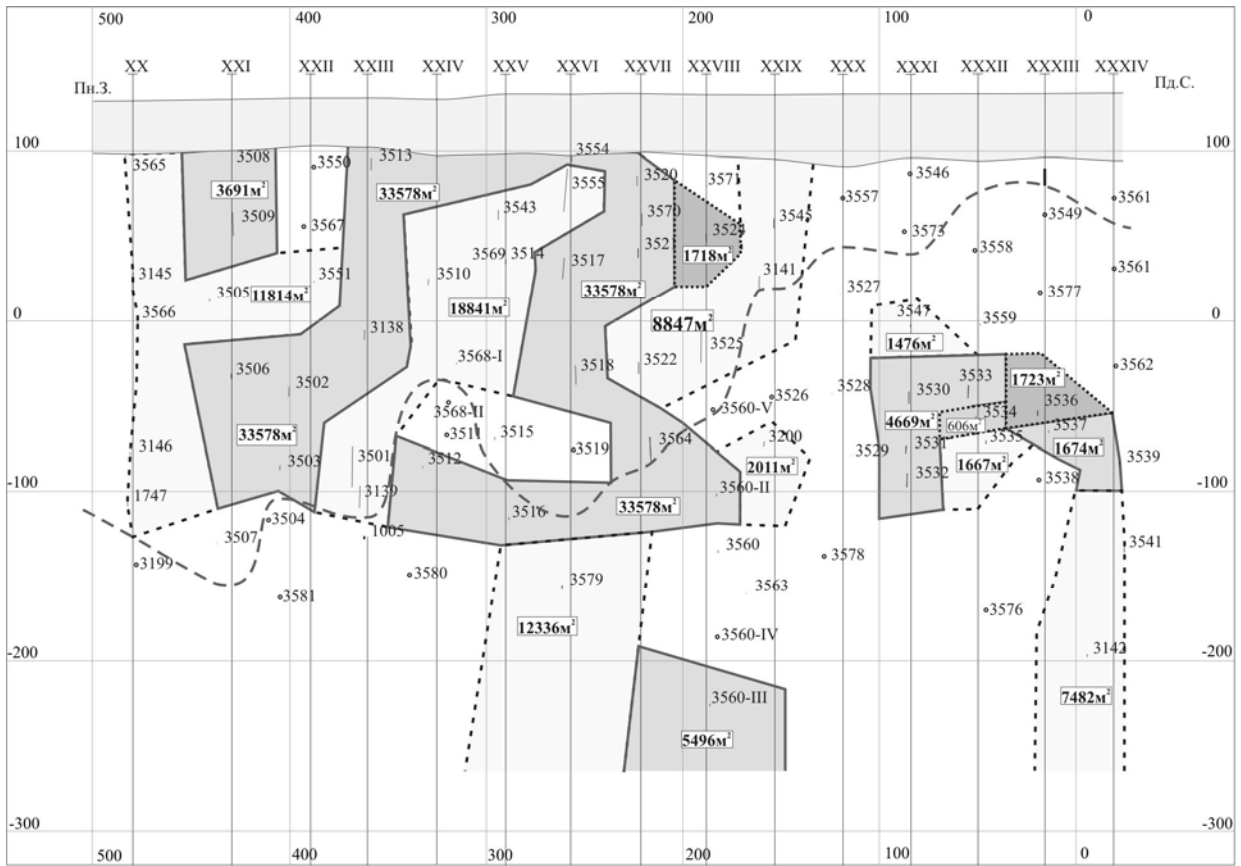


Рис. 3. Вертикальна проекція рудного тіла № 3 з розподілом геометризованого контуру хромових руд на блоки природних різновидів за вмістом Cr_2O_3

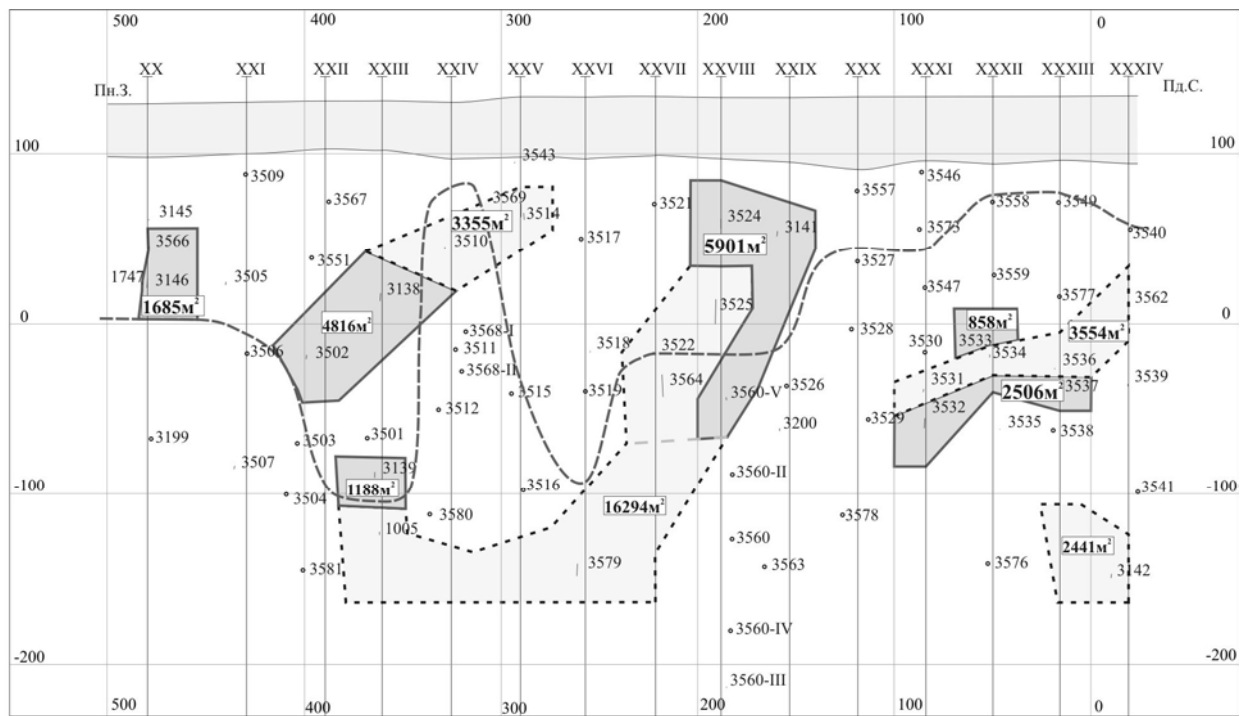


Рис. 4. Вертикальна проекція рудного тіла № 4 з розподілом геометризованого контуру хромових руд на блоки природних різновидів за вмістом Cr_2O_3 .

Рудне тіло № 4 просліджується східніше рудного тіла № 3 у вигляді складної переривчасто-лінзовидної жили з невитриманою потужністю (від 0,4 м до 7,4 м, середня потужність 1,8 м) і не витриманим вмістом Cr_2O_3 (від 6,15 %, св. 3142 пр. XXXIV до 33,32 %, св. 3533 пр. XXXII).

Геометризовані контури рудного тіла № 4 проведені на вертикальній проєкції з розподілом руд на природні типи за вмістом Cr_2O_3 (рис. 4). Виділено 10 блоків природних типів руд, що включають 25 рудних перетинів, в тому числі 6 блоків вкраплених руд (12 рудних перетинів і 4 блоки (13 рудних перетинів) рідко вкраплених руд з вмістом Cr_2O_3 6–10 %.

Загальні запаси рудного тіла № 4 складають: руди 233569 т, в тому числі по типах руд – вкраплених 89348 т, рідковкраплених 144222 т. Бурова розвідка не завірена гірничими виробками, а тому запаси хромових руд, до глибини 300 м від денної поверхні, класифіковані за категорією C_1 , а глибше – за категорією C_2 .

Висновки. Загальні запаси по 4-х рудних тілах хрому складають: руди 3269422 т в перерахунку на Cr_2O_3 458476 т, при середньому вмісті Cr_2O_3 в руді 14,02 %. В підрахунок запасів включена 1297 ядерних проб, по яких порашовані коефіцієнти варіації потужності (36 %) і вмісту Cr_2O_3 (73 %). У цілому по Середньому Побужжю ресурси хромітових руд оцінюються різними дослідниками від 23 до 175 млн. т. Отримані нами нещодавно нові дані по розвідці та запасах Східно-Липовеньківського родовища дозволяє схилитися в сторону збільшення мінімальних ресурсів хромітових руд мінімум в 2,4 рази та прийняти їх на рівні 55 млн. т. Встановлені середні сумарні значення платиноїдів 0,4 г/т дає змогу більш повно оцінити геохімічні ресурси платиноїдів в хромітових рудах Середнього Побужжя.

Список літератури

1. Лепігов Г.Д. Капітанівське родовище нікелевих і хромітових руд / Лепігов Г.Д., Василенко А.П. // Мінер. ресурси України. –1996. –№4. С. 36–42.
2. Фомин А.Б. Платина и палладий в ультраосновных породах среднего Побужья / Фомин А.Б., Каневский А.Я. // – К.: ИГФМ АН Украины. – 1974. 50 с.
3. Юшин А.А. Платиновые металлы в золоторудных месторождениях и рудопроявлениях Украинского щита / Юшин А.А. // 3б. наук. праць "Геохімія та екологія". – К.: Вип. 5/6. – 2002. С. 208–217.
4. Загнітко В.М. Рудоносність та геохімічні властивості карбонатитів Українського щита. Аспекти геології металевих і неметалевих корисних копалин / Загнітко В.М., Матвійчук М.В. // Т.1. – К.: ІГН НАНУ. – 2002, С. 172–181.

*Рекомендовано до публікації д.г.-м.н. Додатком О.Д.
Надійшла до редакції 14.03.2013*