

УДК 511/477/

DOI: <http://doi.org/10.17721/1728-2713.101.10>О. Комлев, д-р геогр. наук, проф.
e-mail: morpha2007@ukr.netКиївський національний університет імені Тараса Шевченка,
географічний факультет, просп. Академіка Глушкова, 2, м. Київ, 03680, Україна

ПРО ЗОНАЛЬНІСТЬ ІЛЬМЕНІТОВИХ РОЗСИПІВ ІРШАНСЬКОГО РОЗСИПНОГО ПОЛЯ УКРАЇНСЬКОЇ СУБПРОВІНЦІЇ РОЗСИПНОЇ ПРОВІНЦІЇ СХІДНОЇ ЄВРОПИ

(Представлено членом редакційної колегії д-ром геол. наук, проф. В.А. Михайловим)

На території України розташовані титанові і титан-цирконієві розсипні родовища світового рівня. Разом вони утворюють Українську субпровінцію розсипної провінції Східної Європи. Сюди входить і Іршанське розсипне поле розвитку ільменітових розсипів ближнього зносу. У статті наведено результати дослідження просторового співвідношення розсипів і корінних джерел, вертикальної і горизонтальної зональності речовинного складу розсипів на 9 детальних ділянках. Це дозволило виявити додаткові критерії для встановлення генезису розсипів, що важливо для проведення палеогеографічних і палеогеоморфологічних робіт. Корінними джерелами титанових розсипів Іршанського розсипного поля були переважно пластові тіла різної товщини, які представляли самостійні структури або були елементами нині зруйнованих куполоподібних структур фундаменту. Корінні тіла і розсипи в плані збігаються цілком, частково або не збігаються. Критерій збігу корінних і розсипних тіл указує, що корисний компонент від корінних тіл до розсипних переміщувався на відстань до кількох сотень метрів. Розсипні родовища, що містяться у відкладах полтавської світи пізньоолігоцен-середньоміоценового віку, за генезисом елювіальні, елювіально-делювіальні, делювіальні, делювіально-алювіальні, пролювіальні, алювіальні. Рельєф того часу сприяв збереженню в розсипах концентрацій корисного компонента корінних джерел і їх збагаченню. Ільменітові розсипи формувались на всіх гіпсометричних рівнях давнього рельєфу, але найбільш значні – на нижньому рівні (днища і схили давніх долин). Результати аналізу гранулометричного і хімічного складу розсипів ільменіту, гранулометричного і речовинного складу відкладів, що вміщують розсипи, вивчалися з урахуванням структурно-тектонічних, палеогеоморфологічних умов території. Аналізи відбирались методом інтервального опробування розрізів. За результатами їх статистичної обробки вираховувались кількісні показники, які характеризують гранулометричний і хімічний склад ільменіту. Вивчення їх дозволило у відкладах полтавської світи виявити різні типи розрізів (8 – за гранулометрією і 10 – за змінністю хімічного складу ільменіту), вертикальної і горизонтальної зональності. Отримані результати важливі для розвитку геоінформаційного моделювання розсипних родовищ і дозволяють вирішувати традиційні завдання (палеогеоморфологічні реконструкції, вплив палеорельєфу на вміст і якісний склад ільменіту, виявляти давні конседиментаційні структури, місця тектонічних інверсій).

Ключові слова: ільменіт, ільменітові розсипи, корінні джерела, зональність розсипів, палеорельєф.

Актуальність теми дослідження. На території України розташовані великі титанові і титан-цирконієві розсипні родовища світового рівня. Вони утворюють Українську розсипну субпровінцію, яка є частиною розсипної провінції Східної Європи. Вивчення цих розсипних родовищ, крім практичного, має важливе наукове і методичне значення для палеогеографії, палеогеоморфології, геоморфосистемного і неотектонічного аналізу. Дані щодо їх вивчення дозволяють проводити палеорекострукції генетичного, динамічного, історичного характеру, вивчати циклічність розвитку геоморфосистем, неотектонічні структури та їхню динаміку.

Стан вивчення і мета дослідження. Титанові і титан-цирконієві розсипні родовища Української розсипної субпровінції досліджуються давно. У різні роки вийшли праці С. Бельського, М. Вадимова, С. Василенка, М. Веклича, Л. Галецького, А. Додатка, Є. Дудровича, М. Дядченко, П. Заморія, В. Кондрачука, О. Комлева, Ю. Кошика, Ю. Мухіна, В. Овчаренка, Ю. Полканова, Г. Проскуріна, О. Ремезової, І. Романова, Т. Свівальневої, В. Тарасенка, В. Тимофєєва, А. Хатунцевої, С. Цимбала, С. Швайберова, О. Яременко та ін. (Додатко, 1976; Дудрович, Мухін, 1977; Комлев, Жилкін, 2022; Полканов, Цымбал, 1987; Проскурин, 1984; Проскурин *и др.*, 1987; Свівальнева, 2014; Тарасенко, Бойко, 1983; Швайберов, 1987; Яременко, 2020), які були присвячені вивченню корінних джерел, палеогеографічних, палеогеоморфологічних, структурно-тектонічних чинників утворення титанових і титан-цирконієвих розсипів, їх речовинного складу і осадових порід, які вміщують розсипи, фізичним і хімічним особливостям мінералів розсипів, підготовці виявлених розсипних родовищ до промислової експлуатації (М. Рубан, В. Макаров, В. Лунько, Г. Проскурін, С. Швайберов, Л. Токарська, Л. Фещенко, Ю. Баранов, Л. Бочай, Д. Гурський, Г. Веселовський, О. Лазніков, О. Лисенко, Т. Поддубна).

В останні роки інтенсивно розвивається напрям геоінформаційного моделювання розсипних родовищ. Питаннями цифрового структурно-літологічного і геологодинамічного моделювання титанових розсипів в Україні займаються О. Ремезова, Д. Хрущов, С. Василенко, О. Кравченко, Т. Охоліпа, О. Ковалевич (Василенко, 2015; Кравченко, 2016; Лисенко, 2017; Ремезова, 2011). Роботи з геоінформаційного моделювання розсипів спираються на сучасні технологічні можливості, вони зазвичай заформалізовані, недостатньо враховують закономірності морфогенезу, літогенезу і рудогенезу (які є елементами єдиного процесу – морфоліторудогенезу) розсипних родовищ. Конкретні дані, що розкривають різні просторово-часові особливості морфоліторудогенезу на окремих ділянках розвитку розсипних родовищ становлять особливий інтерес. Вони дозволяють проводити геоінформаційне моделювання утворення розсипних родовищ більш точно і ефективніше вести пошукові роботи. Важливими питаннями тут є виявлення корінних джерел і їх просторове зіставлення з розсипними тілами, вивчення їх вертикальної і горизонтальної зональності розсипів.

На наш погляд, особливо інформативними для розгляду цих питань є розсипи ближнього зносу. До них належать, зокрема, титанові (ільменітові) розсипи Іршанського розсипного поля, які розташовані в межах Української субпровінції титанових і титан-цирконієвих розсипних родовищ. Ці родовища детально досліджені, для них створено значну інформаційну основу. Використана певною мірою вона дозволить вирішувати вищезазначені практичні питання пошуків і розробки розсипних родовищ, а також теоретичного і методичного характеру, які важливі для палеогеоморфології, палеогеографії, неотектоніки.

Виклад основного матеріалу дослідження. Іршанське розсипне поле утворює ряд великих і більш дрібних титанових (переважно ільменітових) розсипних родовищ.

© Комлев О., 2023

За схемою районування (Геологія..., 2001), вони належать до Волинського розсипного району Української субпроvincії розсипної проvincії Східної Європи.

Ми проводили спеціальні дослідження на 16 розсипних ділянках, які розробляються або належать до категорії перспективних. У статті наведено результати, отримані на 9 ділянках (у дужках їхні номери в тексті): Шершнівський (1), Злобичський (2), Паромівський (3), Правобережний (4), Березівський (5), Валки-Гацківський (6), Катеринівський (7), Лівобережний (8), Ісаківський (9). Основні продуктивні пласти розсипів тут розташовані у відкладах полтавської світи пізньоолігоцен-середньоміоценового віку. Місцями, у заглибленнях похованого рельєфу, тут також зберігаються залишки середньоруських, ранньокрейдових, середньоеоценових розсипів. Розсипи розташовані: у структурно-тектонічному відношенні – у межах Коростенської блокової структури 3 порядку Українського щита; у геоморфосистемному відношенні – у Малинській історико-динамічній басейновій геоморфосистемі (Комлев, 2005); у сучасному рельєфі – у верхів'ї басейна р. Ірша.

Титанові (ільменітові) розсипи на досліджених ділянках просторово і генетично пов'язані з основними і ультраосновними породами Коростенського плутону кристалічного фундаменту щита. Корінні тіла розсипів у них часто розташовані прямо під ними. Ці тіла відрізняються розмірами, формою, умовами залягання, товщиною, вмістом ільменіту. Нерідко вони являють собою майже суцільну руду. Просторове взаєморозташування рудних тіл і розсипів – один із критеріїв установлення генезису розсипів, вивчення вертикальної і горизонтальної

зональності розсипів, що важливо для проведення палеогеографічних і палеогеоморфологічних робіт.

Просторові співвідношення розсипів і корінних тіл вивчалися на всіх 9 досліджених розсипних ділянках. В їхніх межах відбувалось накопичення відкладів полтавської світи і континентальних розсипів різного генезису. Найбільше в палеодолинах – їх руслах, розширених ділянках (часто зайнятих озерами), схилах.

Найбільші розсипні тіла генетично пов'язані з корінними джерелами, які найчастіше являють собою пластів тіла, товщина яких становить від перших сантиметрів і до кількох десятків метрів. Пласти часто вигнуті, оскільки вони могли бути елементами куполоподібних структур фундаменту. Вони мали різний радіус кривизни і нині частково зберігаються в похованому стані. Куполоподібні структури тоді виходили на рівень денудаційного зрізу і тому залишилися тільки різною мірою їх зруйновані ядра. Куполоподібні структури продовжуються на різну глибину. Іншим типом корінних рудних структур є окремі пласти та їхні серії. Вони субпаралельні, направлені назустріч і під кутом до поверхні. У плані корінні тіла *вузькі видовжені, ізометричні, неправильні (підково-, чотко-, кулісоподібні)*. Корінні тіла експонувались на всіх рівнях давнього рельєфу.

Були встановлені основні типи просторового співвідношення корінних тіл і пов'язаних з ними розсипів, які в плані: 1) *повністю збігаються*, площа розсипного тіла більша і менша за корінне (рис. 1а); 2) корінне і розсипне тіла *частково збігаються* (рис. 1б); 3) розсипне і корінне тіла *не збігаються* (рис. 1в).

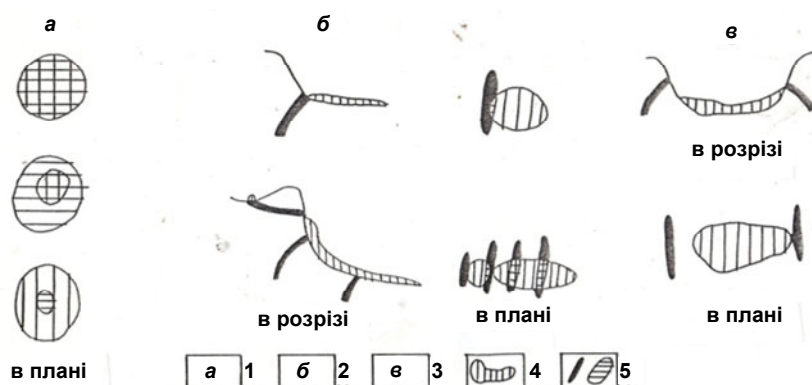


Рис. 1. Просторове положення джерел і розсипів:

1 – повний збіг, 2 – частковий збіг, 3 – незбіг, 4 – розсипи, 5 – корінні джерела

Вивчення просторового співвідношення розсипних і корінних тіл свідчать, що ільменіт від останніх до місць утворення розсипних тіл міг переміщуватись на відстань від кількох метрів до кількох сотень метрів. На це значною мірою впливав давній рельєф – характер поверхні, її нахил, морфологія і густота ерозійних форм.

Палеогеоморфологічні карти пізньоолігоцен-середньоміоценового часу, з винесеними на них виявленими корінними і розсипними тілами, та інші дані свідчать про їх елювіальне, елювіально-делювіальне, делювіальне, делювіально-алювіальне, пролювіальне, алювіальне походження. У розсипах первинної концентрації ільменіту з корінних тіл і кори вивітрювання кристалічних порід зберігались і збагачувались.

Ільменітові розсипи Іршанського рудного поля у відкладах полтавської світи утворювались на всіх гіпсометричних рівнях давнього рельєфу, а найбільші з них – на нижньому (днища і схили давніх долин). Тут часто зберігаються

досить повні розрізи відкладів полтавської світи, потужність яких 1,5–16,5 м (у середньому 5,0–14,0 м) (Комлев, 1988).

Методика вивчення зональності ільменітових розсипів. Зональність будови ільменітових розсипів виявляється під час вивчення гранулометричного і речовинного складу монофракції ільменіту. Основну інформацію тут дають результати обробки їх аналізів. Найефективнішим виявляється їх використання в комплексі з іншими методами, передусім крупномасштабних палеогеоморфологічних реконструкцій цих ділянок. Зональність ільменітових розсипів вивчалась на основі використання монофракції ільменіту. Це 1998 гранулометричних аналізів і 1883 аналізів хімічного складу ільменіту, а також 150 аналізів повного і 524 аналізів полімінерального складу розсиповмісних порід. Їх було відібрано у 68 точках перетинів давніх долин на 9 ділянках розсипних родовищ. Також було враховано дані приблизно 5 тис. грануло-

метричних і 10 тис. мінералогічних аналізів осадових порід з-за меж детальних ділянок.

Гранулометричні аналізи виконувались як вагові. За спеціальною програмою вони переводились у кількісні. Для вагової і кількісної форм представлення результатів графічним і аналітичним способами підраховувались гранулометричні коефіцієнти і статистичні показники. Вони часто корелюються і з різною контрастністю відображають природні явища. Ці коефіцієнти і показники характеризують емпіричний полігон розподілу (ЕПР) відкладів, такі його міри як: 1) розподіл (середнє); 2) сортованість (стандартне відхилення, коефіцієнти варіації, ентропійна міра відсортваності); 3) відхилення від нормального закону розподілу (коефіцієнти ексцесу і асиметрії). Враховувались також суми піщаних, гравійних і глинистих фракцій. Далі всі ці кількісні дані переводились у генетичні, динамогенетичні і представницькі діаграми. На основі всіх цих підрахунків виводився узагальнювальний *синтетичний гранулометричний коефіцієнт* (СГК) на основі середнього розміру, сортованості, аномальних відхилень, який дозволяє якісно інтерпретувати гранулометричну структуру відкладів. На підсумкових картах СГК враховується побічно і може додатково показуватися значками.

Мінеральний склад відкладів дає важливу інформацію про стадії літогенезу, епігенез і гіпергенез. Вибір найбільш інформативних розмірних фракцій для цього не є однотайним. Тут важливо враховувати, що на стадіях переносу і відкладення субстрату на осадову диференціацію в потоці впливають розмір і питома вага зерен. Тому для реконструкції умов осадконакопичення в минулому рекомендується використовувати вихід важкої фракції, її окремі мінерали та їх співвідношення. В узагальненому вигляді на підсумкових картах використовувалася *модифікований палеогеографічний коефіцієнт* (МПК), який показує відношення стійких мінералів до суми нестійких і діагенетичних. Під час оцінювання ефективності різних мінералогічних коефіцієнтів було виявлено досить високий зворотний кореляційний зв'язок МПК з коефіцієнтом лейкоксен/ільменіт, який відображає процес руйнації ільменіту при вивітрюванні і механічному переносі.

Процес руйнації ільменіту відображають коефіцієнти окиснення, збереження, вилугування, тiorизації, гідратації ільменіту, які разом відображають і кількісно описують дві його стадії. На першій стадії в основному відбувається окиснення "свіжого" ільменіту, який надходить з магматичних порід (теоретичний склад: TiO_2 – 52,7 %, FeO – 47,3 %), часткове вилугування, руйнація кристалічної ґратки, утворення вільних оксидів титану і заліза, повне зникнення "ільменітової" фази. Результатом цієї стадії є лейкоксенований ільменіт. На другій стадії відбувається вилугування заліза, розкристалізація гідроксидів титану, яка завершується утворенням лейкоксену, а за повного вилугування заліза – псевдорутилом (Цымбал, Полканов, 1975; Цымбал і др., 1977). Під час виконання роботи більшість цих коефіцієнтів вираховувалася за використанням різних методик. Але на завершальному етапі ми використовували коефіцієнти: окиснення ($\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}_{\text{зар.}}$), вилугування ($\text{Fe}_{\text{зар.}}/\text{TiO}_2$), тiorизації ($\text{TiO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3$). Недоліком цих коефіцієнтів вважається неможливість з їх допомогою оцінювати ступінь змінності ільменіту відносно його теоретичного складу. Тому для подолання цього недоліку рекомендується використовувати (для першої

стадії) коефіцієнт збереженості, який вираховується за формулою $C_{\text{зб.}} = 114,4 \text{ FeO}/\text{TiO}_2$ (Комлев, 1988).

Вертикальна зональність ільменітових розсіпів давніх долин. Вертикальна зональність ільменітових розсіпів Іршанського розсіпного поля вивчалася за результатами інтервального опробування гранулометричного складу монофракції ільменіту і хімічного складу ільменіту по всьому розрізу долинних відкладів у 68 точках. Використовувались вищеописані кількісні показники гранулометричного і хімічного складу ільменіту. На заключному етапі обирались найбільш показові з них.

Використання *середнього розміру* (Md) дозволило виділити в долинних відкладах полтавської світи вісім типів розрізів: 1) закономірне збільшення Md зверху вниз (давні русла); 2) закономірне збільшення Md зверху вниз, але з незначними відхиленнями (давні русла); 3) циклічні зміни Md (давні русла); 4) з нечіткими циклічними змінами Md (давні русла); 5) закономірне зменшення Md зверху вниз (давні русла, схили); 6) однакові значення Md по всьому розрізу (днища палеодолин); 7) Md змінюються по всьому розрізу і зменшуються в нижній частині розрізу (всі елементи палеодолин); 8) незакономірні зміни Md по всьому розрізу (давні русла) (рис. 2).

За показниками *сортваності* (So) відкладів також виділяються вісім типів розрізів: 1) So закономірно погіршується знизу вверх (всі елементи палеодолин); 2) So закономірно погіршується знизу вверх з незначними відхиленнями (давні русла); 3) So закономірно погіршується зверху вниз (давні русла); 4) So закономірно погіршується зверху вниз із незначними відхиленнями (давні русла, схили); 5) So витримана по всьому розрізу (розширення русел); 6) So циклічно змінюється (давні русла); 7) So циклічно змінюється, але цикли неповні (давні русла); 8) незакономірні зміни So по всьому розрізу (днища долин).

Використання коефіцієнтів *змінності хімічного складу ільменіту* дозволило виділити десять типів розрізів, які характеризуються: 1) закономірним зростанням коефіцієнту змінності знизу вверх (давні русла); 2) закономірним зростанням коефіцієнта змінності знизу вверх з відхиленнями (прируслові підняття, схили палеодолин); 3) закономірним зростанням коефіцієнта змінності зверху вниз (схили палеодолин); 4) закономірним зростанням коефіцієнта змінності зверху вниз з деякими відхиленнями (давні русла); 5) витриманими значеннями коефіцієнта змінності по всьому розрізу з незначними відхиленнями (давні русла); 6) витриманими значеннями коефіцієнта змінності по всьому розрізу, з різким його зростанням або зменшенням на контакт з корою вивітрювання (днища палеодолин); 7) циклічними змінами коефіцієнта змінності (давні русла); 8) циклічними змінами коефіцієнта змінності, цикли неповні, які по-різному між собою "стикуються" (днища і схили палеодолин); 9) закономірними циклічними змінами коефіцієнта змінності, цикли неповні (днища і менше схили палеодолин); 10) незакономірними змінами коефіцієнта змінності по всьому розрізу (давні русла).

За особливостями вмісту корисного компонента в розрізах древніх долинних відкладів виділяються типи зональності, які розділені на дві великі групи: 1) з однотипною будовою – зростанням вмісту в одному напрямку (рис. 2, а, б, г, д, л); 2) з чергуванням 2 і 3 пачок порід з певними напрямками змін у них вмісту корисного компонента, які утворюють різні їх просторові поєднання (рис. 2 е-к, м, н) (Комлев, 1988).

а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к	л	м	н
↓	↑	↓	↑	↓	↓	↑	↓	↑	↓	↓	↓	↑
р, т	р, м	м, с р, т	р	р	р, т	с, р	т	р	р	р	с, р	р

р 1
 т 2
 с 3
 м 4
 ↓ 5

Рис. 2. Вертикальна зональність вмісту корисного компонента розсіпів у розрізах давніх долин:
1 – русло, 2 – тераса, 3 – схил, 4 – межириччя, 5 – напрямок зміни

Горизонтальна зональність речовинного складу давніх долин. У відкладах, які виповнюють або перекривають давні форми рельєфу, у багатьох випадках проявляється і горизонтальна зональність літологічного, гранулометричного, речовинного складу. Це проявляється в давніх долинних відкладах, що виповнюють днища і схили давніх долин. Вивчаючи горизонтальну зональність, необхідно враховувати циклічність процесів долинного морфо- і літогенезу, що проявляються у вертикальній зональності давніх долинних відкладів. Тому правильно вивчати горизонтальну зональність з поправкою на циклічність накопичення відкладів. Використовувались ті ж кількісні показники речовинного складу, що і при вивченні вертикальної зональності розсіпів. На їх основі проводились палеогеоморфологічні реконструкції пізньоолігоцен-середньоміоценових річкових долин на 1–8 ділянках. На рис. 3–5 схематично показано реконструйовані елементи палеорельєфу Злобицької ділянки на основі використання кількісних гранулометричних

(Md, So) показників монофракції ільменіту і змінності хімічного складу ільменіту.

Використання Md дозволяє загалом ефективно проводити зонування давнього рельєфу і його окремих форм, особливо, якщо він змінений пізнішими тектонічними рухами. На досліджених ділянках первинний рельєф різною мірою перетворений. Використання Md дозволяє чітко виділяти схили і елементи днищ палеодолин. Md дозволяє чітко оконтурити також давні конседиментаційні структури ізометричної і витягнутої форми в пізньоолігоцен-середньоміоценових палеодолинах на Злобицькій, Паромівській, Правобережній, Березівській, Катеринівській і Лівобережній ділянках. У межах Злобицької ділянки різними методами реконструюються давні озерні басейни, берегова лінія яких збігалась з Md 0,3 мм. Просторовий розподіл значень Md дозволив виявити також місця тектонічних інверсій у долинах сучасних річок (Злобицька і Валки-Гацківська ділянки) (рис. 3).

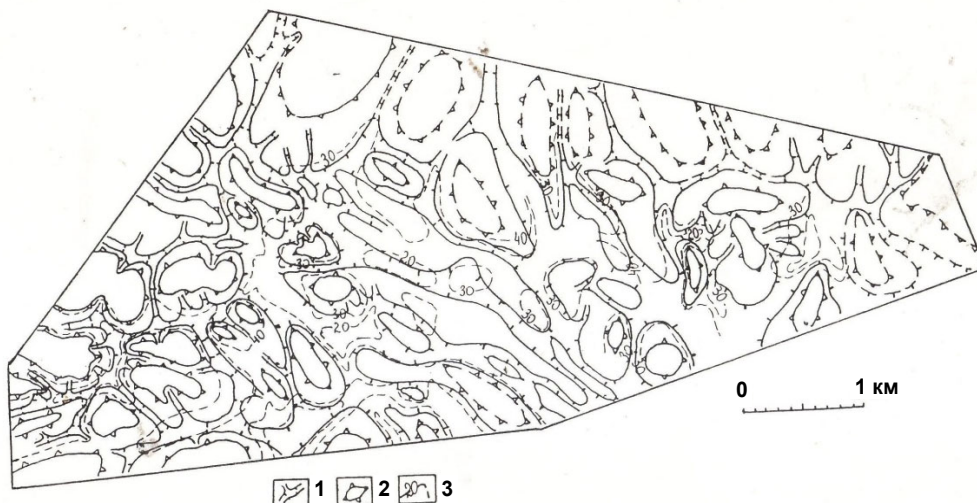


Рис. 3. Розподіл середнього розміру (Md) монофракції ільменіту в межах Злобицької розсіпної ділянки:
1 – контури палеодолин, 2 – підвищення ділянки на давніх межириччях, 3 – ізолінії середнього розміру ільменіту

Однакові значення *сортованості* спостерігаються в уламкових частинок різної гранулометричної крупності у стадію седиментогенезу. Це відбувається з різних, інколи протилежних, причин. На досліджених ділянках гранулометричний склад осадових утворень часто успадковується з кори вивітрювання кристалічних порід. За коефіцієнтом сортованості гранулометрична структура показує "зрілість" пізньоолігоцен-середньоміоценових відкладів. Особливості зміни сортованості не завжди виявляють їхній зв'язок з палеорельєфом. Показники сортованості виявляються ефективними при реконструкції

давніх озерних басейнів, розширень у палеодолинах, особливо, якщо вони використовуються в комплексі з іншими даними (гранулометричними, літологічними, палеогеоморфологічними). Встановлено, що погіршення сортованості спостерігається на підняттях і схилах палеодолин. Тут ізолінії коефіцієнта сортованості часто корелюються з особливостями палеорельєфу. На Злобицькій ділянці сортованість дозволяє виявляти древні конседиментаційні структури (рис. 4).

Палеорельєф впливав на зональний розподіл ільменіту за рівнем його *змінності* в гіпергенних умовах за

контрастного рельєфу. За умов вирівняної поверхні чинник "рельєфу" менше впливав на якісний склад ільменіту. Привертає увагу, що найбільш вивітрілий ільменіт

накопичувався в межах ізометричних і витягнутих ділянок, приурочених до давніх озерних басейнів або центральних частин розширень палеодолин (рис. 5).

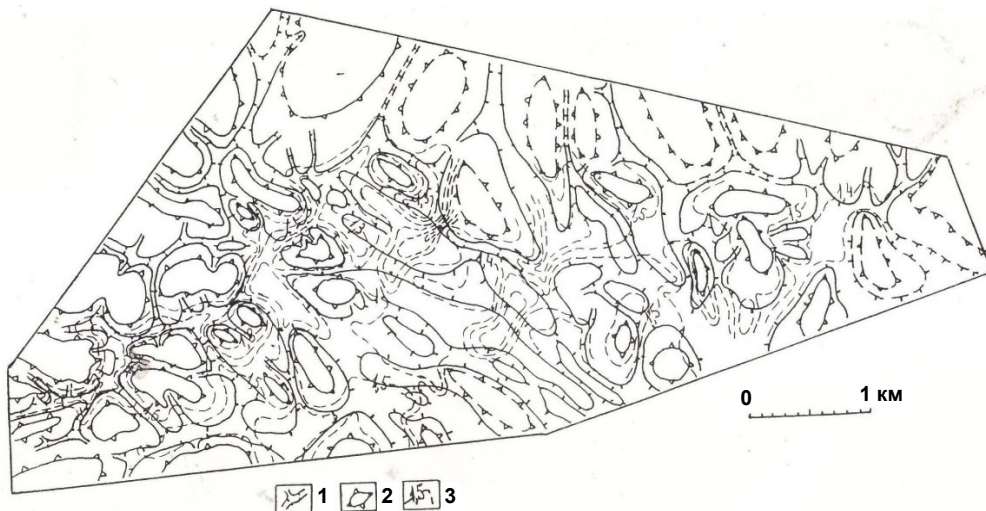


Рис. 4. Розподіл сортованості (S_o) монофракції ільменіту в межах Злобицької розсипної ділянки:
1 – контури палеодолин, 2 – підвищення ділянки на давніх межиріччях, 3 – ізолінії сортованості монофракції ільменіту

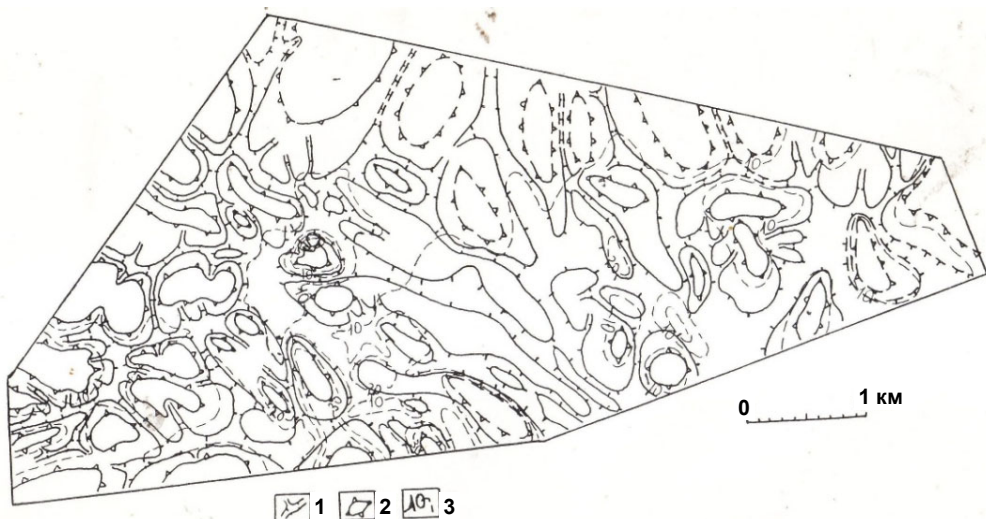


Рис. 5. Розподіл ільменіту за коефіцієнтом збереженості у межах Злобицької розсипної ділянки:
1 – контури палеодолин, 2 – підвищення ділянки на давніх межиріччях, 3 – ізолінії значень коефіцієнта збереженості ільменіту

Коефіцієнт *лейкоксен/ільменіт* вказує на значну вивітрілість розсипів пізньоолігоцен-середньоміоценового віку. Інколи його значення не корелюються з коефіцієнтом змінності ільменіту. У давніх долинних відкладах часто спостерігається зменшення значень мінералогічного коефіцієнта, що пов'язано з виносом лейкоксену з них. У той же час лейкоксен і ільменіт накопичувалися переважно на підвищеннях в давніх долинах і на давніх межиріччях. Мінералогічні коефіцієнти визначають такі ділянки розсипів як сильно вивітрілі.

У межах досліджених ділянок на горизонтальний розподіл вмісту корисного компонента впливали корінні джерела. Палеорельєф у цьому випадку проявлявся незначно. Між вмістом корисного компонента в розсипах і Md спостерігаються суттєві кореляційні зв'язки позитивного знаку. Але на горизонтальний зональний розподіл Md ільменіту у долинних відкладах, що вміщують розсипи, палеорельєф впливав більше. Мало контрастний, з численними морфологічними "пастками", він сприяв незначному переміщенню корисного компонента майже

без його розсіювання. Більшою мірою він контролював накопичення корисного компонента у дрібних фракціях.

Висновки. У межах Іршанського розсипного поля упродовж мезозою-кайнозою формувались великі і дрібніші ільменітові розсипні родовища переважно ближнього зносу. Вони мають просторовий і генетичний зв'язок з основними і ультраосновними породами кристалічного фундаменту Українського щита.

Корінні джерела розсипів, розташовані в них, являють собою пластові тіла різної товщини, які часто були елементами нині значно зруйнованих куполоподібних структур фундаменту. На експонованій поверхні корінні тіла розсипів займають різні площі, мають різну форму, умови залягання, вміст ільменіту. Корінні і розсипні тіла в плані збігаються повністю, збігаються частково, не збігаються. Ільменіт корінних тіл у розсипні переміщувався на відстань від кількох метрів до кількох сотень метрів.

Просторове взаєморозташування корінних і розсипних тіл – це важливий критерій встановлення генезису розсипів, використання якого, в комплексі з іншими,

дозволяють ідентифікувати основні продуктивні пізньо-олігоцен-середньоміоценові розсипи полтавської світи за генезисом як елювіальні, елювіально-делювіальні, делювіальні, делювіально-алювіальні, пролювіальні і алювіальні.

Давній рельєф того часу сприяв збереженню в розсипах первинних концентрацій корисного компонента з корінних тіл та їх збагаченню. Ільменітові розсипи Іршанського рудного поля утворювалися на всіх гіпсометричних рівнях давнього рельєфу, але найбільше на нижньому (днища і схили давніх долин).

Зональність ільменітових розсипів вивчалась за даними гранулометричного складу монофракції ільменіту і змінності хімічного складу ільменіту в комплексі зі структурно-тектонічними і палеогеоморфологічними даними.

Вертикальна зональність в ільменітових розсипах вивчалась на прикладі максимально повних розрізів долинних відкладів, які збереглися. Методом поінтервального опробування розрізів відбирались аналізи монофракції ільменіту – для вивчення їх гранулометричного складу і хімічного складу ільменіту. За даними обробки відібраних аналізів різними методами (графічними, аналітичними) вираховувались кількісні показники (коефіцієнти) гранулометричного і хімічного складу монофракції ільменіту, визначалась їх придатність для вирішення різних завдань.

Використання коефіцієнтів середнього розміру (Md) і сортованості (So) дозволили встановити ритмічність і цикли накопичення в долинних відкладах полтавської світи, які показують вісім різних типів розрізів. Натомість коефіцієнт змінності хімічного складу ільменіту тих же розрізів дозволяє виділити десять типів розрізів.

Ритмічність і циклічність накопичення, встановлені різні типи розрізів в долинних відкладах полтавської світи найбільше підтверджують вертикальну зональність ільменітових розсипів і враховуються під час вивчення горизонтальної зональності розсипів.

Використання Md дозволяє загалом ефективно проводити зонування давнього рельєфу і його окремих форм, особливо – деформованих пізнішими тектонічними рухами. На досліджених ділянках, первинний рельєф перетворений ними різною мірою. Аналіз горизонтального поля розподілу Md дозволяє чітко виділяти схили та елементи днища палеодолин, місця тектонічних інверсій у долинах сучасних річок.

Коефіцієнти сортованості бувають однакові у фракціях різної гранулометричної крупності, які утворюються в процесі осадової диференціації. Гранулометричний склад осадових утворень Іршанського розсипного поля часто упадає з кори вивітрювання кристалічних порід. Гранулометрична структура полтавських відкладів, що вміщують розсипи, показує їхню "зрілість". Сортованість відкладів не завжди узгоджується з палеорельєфом.

Показники сортованості можуть ефективно використовуватись під час реконструкцій давніх озерних басейнів, розширень у палеодолинах. На підняттях і схилах палеодолин відзначається погіршення сортованості. Тут за ізолініями коефіцієнта сортованості добре встановлюються форми давнього рельєфу, а також давні конседиментаційні структури.

Палеорельєф впливав на розподіл ільменіту за показниками його змінності, особливо за умов його контрастності. Вирівняний рельєф менше впливав на якісний склад ільменіту. Найбільш вивітрілий ільменіт накопичувався на ізометричних і видовжених ділянках давніх озерних басейнів, у центральних розширених частинах палеодолин.

Коефіцієнт *лейкоксен/ільменіт* показує значну вивітрілість пізньоолігоцен-середньоміоценових розсипів.

У давніх долинних відкладах часто спостерігається зменшення мінералогічного коефіцієнта, що спричинено винесенням лейкоксену. Разом лейкоксен та ільменіт накопичувалися на підвищеннях у давніх долинах і на давніх межиріччях. Мінералогічні коефіцієнти вказують на сильну вивітрілість відкладів.

На горизонтальну зональність розподілу корисного компонента більше впливали виходи на поверхню корінних тіл розсипів. Палеорельєф у цьому випадку проявлявся менше. Але у давніх долинах палеорельєф впливав на горизонтальний розподіл Md ільменіту більше. Неконтрастний, але з численними морфологічними "пастками", палеорельєф сприяв незначному переміщенню ільменіту практично без його розубожування і контролював накопичення його дрібних фракцій.

Зональність – це важлива особливість будови ільменітових розсипних родовищ близького зносу, до яких належать Іршанське розсипне поле Української розсипної субпровінції. Алгоритм вивчення зональності починається з вивчення співвідношення в просторі корінних і розсипних тіл. Вивчення монофракції ільменіту (її гранулометрії, хімічного складу) дозволяє дослідити вертикальну зональність у розсипах і виявити її типи. Винесені на карту палеорельєфу узагальнені показники вертикальної зональності і виходи корінних джерел дозволяють вивчати горизонтальну зональність ільменітових розсипів.

Вивчення зональності ільменітових розсипів мають наукове і практичне значення. Отримані результати використовуються в палеогеографії, палеогеоморфології, неотектоніці, геоінформаційному моделюванні.

Список використаних джерел

- Геологія і корисні копалини України. (2001). Атлас. Київ.
- Василенко, С.П. (2015) Геологічна будова, умови утворення та рудоносність Мотронівсько-Аннівського титан-цирконієвого розсипного родовища (Середнє Придніпров'я). Автореф. дис. ... канд. геол. наук. Київ.
- Додатко, А.Д. (1976). Кори вивітрювання Українського щита: Автореф. дис. ... д-ра геол.-мінералог. наук. ИГФМ АН УССР. Киев.
- Дудрович, Е.Ю., Мухин, Ю.М. (1977). Закономерности изменения химического состава ильменита из россыпей севера Украины. Древние и погребенные россыпи СССР. Т. 1. Киев.
- Комлев, А.А. (1988). Мезокайнозойский долинный морфолитогенез северо-западной части Украинского щита и его влияние на образование россыпей. Автореф. дис. ... канд. геогр. наук: 11.00.04. Киев.
- Комлев О.О. (2005). Історико-динамічні басейнові геоморфосистеми геоморфологічних формацій Українського щита. Автореф. дис. ... д-ра. геогр. наук: 11.00.04. Киев.
- Комлев, О.О., Жилкін, С.В. (2022). Мезозой-кайнозойський морфолито-генез Українського щита (в межах Іршанського розсипного поля). *Український географічний журнал*, 1 (117).
- Кравченко, О.А. (2016). Структурно-літологічна геолого-генетична модель Красновутського родовища титано-цирконієвих руд. Автореф. дис. ... канд. геол. наук. Київ.
- Лисенко, О.А. (2017). Розсипні родовища України. Стан освоєння та перспективи нагромадження їхнього потенціалу. *Збірник наук. праць УкрДГРІ*, 3.
- Полканов, Ю.А., Цымбал, С.Н. (1987). Особенности вещественного состава титановых и титан-циркониевых россыпей Украины. *VIII Всесоюзное совещание по геологии россыпей. Тезисы докладов*. Киев.
- Проскурин, Г.П. (1984). Геологическое строение и вещественный состав руд апатит-ильменитового месторождения Чеповичского массива. Автореф. дис. ... канд. геол.-мінералог. наук. ИГФМ АН УССР. Киев.
- Проскурин, Г.П., Кононов, Ю.В., Лукиных, А.Д. (1987). Россыпеобразующие ильменитосодержащие формации коростенского комплекса Украинского щита. *VIII Всесоюзное совещание по геологии россыпей. тезисы докладов*. Киев.
- Ремезова, О.О. (2011). Розшаровані титанові інтрузивні габро Коростенського плутону (північно-західна частина Українського щита). Автореф. дис. ... д-ра геол. наук. Київ.
- Свівальнева, Т.В. (2014). Геологія та рудоносність Злобичського розсипного родовища ільменіту: Автореф. дис. ... канд. геол. наук. Київ.
- Тарасенко, В.С., Бойко, Д.Д. (1983). Минералогические особенности титановых руд Коростенского плутона (Украинский щит). *Минер. журн.*, 5 (4).
- Цымбал, С.Н., Полканов, Ю.А. (1975). Минералогия титан-циркониевых россыпей Украины. Киев.
- Цымбал, С.Н. и др. (1977). Закономерности размещения и источники питания титановых и титан-циркониевых россыпей Украины. Древние и погребенные россыпи. Т. 1. Киев.

Швайберов, С.К. (1987). Титановые россыпи северо-западной части Украинского щита. *VIII Всесоюзное совещание по геологии россыпей. Тезисы докладов*. Киев.

Яременко, О.В. (2020). Геологічні умови формування та розробки Торчинського родовища апатит-ільменітових руд Українського щита. *Авто-реф. дис. ... канд. геол. наук*. Київ.

References

- Geology and minerals of Ukraine. (2001). Atlas. Kyiv. [in Ukrainian]
- Vasylenko, S.P. (2015) Geological structure, conditions of formation and ore content of Motronivsko-Anivske titanium-zircon placer deposit (Middle Prydniprovya). *Extended abstract of Candidate's thesis (Geol.)*. Kyiv. [in Ukrainian]
- Dodopko A.D. (1976). Weathering crusts of the Ukrainian shield. *Extended abstract of Doctor's thesis (Geol.)*. Kyiv. [in Russian]
- Dudrovich, E.Y., Mukhin, Y.M. (1977). Patterns of change in the chemical composition of ilmenite from placers of the North of Ukraine. Ancient and buried placers of the USSR. Kyiv. [in Russian]
- Komliev, O.O. (1988). Historical and dynamic basin geomorphosystems of geomorphological formations of the Ukrainian shield. *Extended abstract of Candidate's thesis (Geogr.):11.00.04*. Kyiv. [in Russian]
- Komliev O.O. (2005). Mesocainozoic valley morpholithogenesis and its influence on placer formation. *Extended abstract of Doctor's thesis (Geogr.):11.00.04*. Kyiv. [in Ukrainian]
- Komliev, O.O., Zhilkin, S.V. (2022). Mesozoic-Cenozoic morpholithogenesis of the Ukrainian Shield (within the Irshanskoye placer field). *Ukrainian Geographical Journal*, 1 (117).
- Kravchenko, O.A. (2016). Structural and lithological geological and genetic model of the Krasnovutskoye deposit of titanium-zircon ores. *Extended abstract of Candidate's thesis (Geol.)*. Kyiv. [in Ukrainian]
- Lysenko, O.A. (2017). Placer deposits of Ukraine. The state of development and prospects for increasing their potential. *Collection of scientific works of UkrGRI*, 3. [in Ukrainian]

Polkanov, Yu.A., Tsymbal, S.N. (1987). Features of the material composition of titanium and titanium-zirconium placers of Ukraine. *Abstracts of VIII All-Union meeting on geology of placers*. Kyiv. [in Russian]

Proskurin, G.P. (1984). Geological structure and material composition of ores of the apatite-ilmenite deposit of the Chepovychi massif. *Extended abstract of Candidate's thesis (Geol.-Min.)*. IGFM of the USSR Academy of Sciences. Kyiv. [in Russian]

Proskurin, G.P., Kononov, Y.V., Lukinikh, A.D. (1987). Placer-forming ilmenite-bearing formations of the Korosten complex of the Ukrainian Shield. *Abstracts of VIII All-Union meeting on geology of placers*. Kyiv. [in Russian]

Remezova, O.O. (2011). Stratified titanium-bearing intrusives of the Korosten gabbro (northwestern part of the Ukrainian Shield). *Extended abstract of Doctor's thesis (Geol.)*. Kyiv. [in Ukrainian]

Svivalneva, T.V. (2014). Geology and ore content of the Zlobyske alluvial ilmenite deposit. *Extended abstract of Candidate's thesis (Geol.)*. Kyiv. [in Ukrainian]

Tarasenko, V.S., Boyko, D.D. (1983). Mineralogical features of titanium ores of the Korosten pluton (Ukrainian Shield). *Mineralogy*, 5 (4). [in Russian]

Tsymbal, S.N., Polkanov, Yu.A. (1975). Mineralogy of titanium-zirconium placers in Ukraine. Kiev. [in Russian]

Tsymbal, S.N. et al. (1977). Patterns of distribution and sources of power for titanium and titanium-zirconium placers in Ukraine. Ancient and buried placers. Vol. 1. Kiev. [in Russian]

Schweiberov, S.K. (1987). Titanium placers of the northwestern part of the Ukrainian shield. *Abstracts of VIII All-Union meeting on geology of placers*. Kyiv. [in Russian]

Yaremenko, O.V. (2020). Geological conditions of formation and development of the Torchynske deposit of apatite-ilmenite ores of the Ukrainian Shield. *Extended abstract of Candidate's thesis (Geol.)*. Kyiv. [in Ukrainian]

Надійшла до редколегії 26.10.22

O. Komliev, Dr. Sci. (Geogr.), Prof.
e-mail: morpha2007@ukr.net
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Faculty of Geography,
2 Ak. Glushkova Ave., Kyiv, 03680, Ukraine

THE ZONALITY OF ILMENITE BATTERIES WITHIN THE BOUNDARIES OF THE IRSHAN BATTLE FIELD OF THE UKRAINIAN SHIELD

World-class titanium and titanium-zirconium placer deposits are located on the territory of Ukraine. They form Ukrainian sub-province of the placer province of Eastern Europe. It also includes the Irshansky placer field for the development of short-lived ilmenite placers. The article presents the results of research of the spatial ratio of placers and root sources, vertical and horizontal zonation of the material composition of placers on 9 detailed sections. This allows us to identify additional criteria for establishing the genesis of placers, which is important when conducting paleogeographic and paleogeomorphological work. The main sources of placers were mainly stratum bodies of various thicknesses, which were independent structures or were elements of the now destroyed domed structures of the foundation. The indigenous bodies and placers in the plan coincide completely, partially, or do not coincide. The criterion of coincidence of root and placer bodies indicates that the useful component from the root bodies to placers moved a distance of several hundred meters. Loose deposits contained in the sediments of the Poltava suite formation of the Late oligocene-Middle miocene age were eluvial, eluvial-deluvial, deluvial, deluvial-alluvial, proluvial and alluvial by genesis. Paleorelief was then favorable for the preservation of placers as the primary concentrations of the useful component of indigenous sources, and their enrichment. Ilmenite placers were then formed on all hypsometric levels of ancient relief, but the most significant of them are at the lower level (in the bottoms and on the slopes of ancient valleys). The results of analyzes of granulometric and chemical composition of monofraction of ilmenite placers, granulometric and material composition of sediment-containing placers, were studied in combination with other data (structural-tectonic, paleogeomorphological). Analyses of the material composition of placers and sediments were selected by interval testing of sections. Based on the results of their processing, quantitative indicators characterizing the particle size distribution and chemical composition of ilmenite were calculated. Their study made it possible to identify different types of sections in the deposits of the contribution of the Poltava suite formation (8 – according to granulometry, 10 – according to the change in the chemical composition of ilmenite), vertical and horizontal zonation, allowing solving various problems (paleogeomorphological reconstructions, to identify consedimentary structures, location detection tectonic inversions).

Keywords: ilmenite, ilmenite placers, root springs, zonation of placers, paleorelief.