

УДК 551.4

ГЕОМОРФОЛОГІЧНЕ КАРТОГРАФУВАННЯ КАР'ЄРІВ

Павло Горішний

*Львівський національний університет імені Івана Франка,
вул. П. Дорошенка, 41, 79007, м. Львів, Україна,
e-mail: pavlo_horishnyu@ukr.net*

Розглянуто головні питання, пов'язані з геоморфологічним картографуванням кар'єрів. Схарактеризовано етапи побудови таких геоморфологічних карт. Перший етап – аналіз вихідних матеріалів та передпольове картографування. На топопланах і маркшейдерських планах гірничих виробок (масштаб 1:500–1:5 000) зображають рельєф у вигляді ізоліній з достатньо невеликим значенням перетину горизонталей (до 2 м). За топопланами і планами гірничих виробок можна досить легко виділити межі головних елементів рельєфу, а деколи і з'ясувати їхній генезис. За космозображеннями можна ідентифікувати не лише головні, а й другорядні (дрібні) елементи і форми рельєфу, а також мікрорельєф поверхонь (плоский, горбистий тощо). Унаслідок підготовчих (передпольових) робіт складають геоморфологічну карту-гіпотезу (попередню геоморфологічну карту), де виділено, наскільки це можливо, головні морфологічні елементи рельєфу.

Другий, найважливіший, етап – польове картографування. Головне завдання полягає у цілковитій та остаточній ідентифікації елементів і форм рельєфу.

Проаналізовано чотири головні складові рельєфу кар'єрів, які зображають на геоморфологічних картах (його морфологія, генезис, вік і динаміка). Морфологія рельєфу є найсуттєвішою частиною змісту геоморфологічних карт кар'єрів. За морфологічними критеріями визначають межі елементів і форм рельєфу, а також підтверджують або заперечують раніше виділені межі, їх уточнюють (зокрема, унаслідок змін рельєфу, які відбулись останнім часом) і деталізують. Генезис рельєфу кар'єрів загалом є суто антропогенний. Залежно від рельєфотвірного чинника (антропогенна денудація чи акумуляція) виділяють такі основні генетичні категорії рельєфу: вироблений (або денудаційний) і акумулятивний. Вік рельєфу визначають за фондовими і літературними джерелами, топопланами і маркшейдерськими планами, дистанційними матеріалами. Також використовують додаткові критерії, які можна виявити у польових дослідженнях: 1) трав'яний покрив (задернованість); 2) залісненість (приблизний вік дерев); 3) морфологічна виразність форм. Сучасні геоморфологічні процеси у кар'єрах – це природно-антропогенні процеси, які виникають на антропогенних елементах рельєфу, проте діють як природні. З досвіду власних досліджень до найпоширеніших процесів належать обвальсько-осипні процеси, лінійна і площинна ерозія, зсуви, суфозія.

До інших характеристик, що зображають на геоморфологічних картах належать геологічна будова, рослинний покрив, гідрологічні особливості. Головною геологічною характеристикою є літологія відкладів, передусім літологія уступів кар'єру (суглинки, піски, мергелі, вапняки, пісковики тощо). Рослинний покрив на геоморфологічних картах кар'єрів має допоміжне значення. Його наявність свідчить про відносну зрілість антропогенного рельєфу, незначну активність сучасних екзогенних процесів. Гідрологічні особливості кар'єрів, зазвичай, полягають в обводненості окремих ділянок (днищ кар'єрів) та заболоченості.

Останній етап – складання легенди і картографічне оформлення геоморфологічної карти. Легенду до геоморфологічної карти складають з таких частин: 1) типи антропогенного рельєфу, які поділяють на головні елементи (зрідка форми) рельєфу; 2) дрібні (другорядні) елементи і форми рельєфу; 3) сучасні геоморфологічні процеси (сучасна морфодинаміка); 4) інші

позначення. Найсуттєвішою у легенді є перша частина, яка власне характеризує головні елементи і форми рельєфу кар'єру, згруповані за генетичною ознакою і далі розділені за морфологією і віком рельєфу, геологічними і гідрологічними характеристиками, рослинністю. Картографічне оформлення геоморфологічної карти не має певних стандартів. Існують чорно-білий і кольоровий варіанти карт.

Ключові слова: кар'єр, антропогенний рельєф, геоморфологічне картографування, етапи побудови геоморфологічної карти, сучасна морфодинаміка.

Геоморфологічні карти кар'єрів – один з видів прикладних геоморфологічних (або інженерно-геоморфологічних) карт [7]. За іншим поділом такі карти можна зачислити до окремих геоморфологічних карт, а саме – карт антропогенного (техногенного) рельєфу [8, 10]. На геоморфологічних картах кар'єрів зображені майже винятково антропогенні елементи рельєфу. Визначальними рисами рельєфу кар'єрів є його швидка змінюваність і великий масштаб досліджень.

Геоморфологічне картографування кар'єрів почалось у 70-х роках ХХ ст. Таких досліджень є досить мало [1, 3–6, 11]. Є. Азбукіна [1] пропонує легенду до геоморфологічної карти у масштабах 1:25 000–1:100 000. У цьому масштабі зображені кар'єри і відвали лише як окремі форми без поділу на складові частини (способом якісного фону).

Дуже важливими для вирішення цієї проблеми були праці Є. Рубіної і В. Фірсенкової. Є. Рубіна [6] виділила основні етапи і стадії формування техногенного рельєфу кар'єрів, визначила особливості геоморфологічного картографування техногенного рельєфу, зокрема, окреслила завдання геоморфологічного картографування. До найголовніших з них належать такі: 1) констатація техногенних форм і процесів, що їх перетворюють; 2) оцінка з позиції завданої шкоди активізацією небажаних процесів; 3) визначення стану і подальшого розвитку техногенного рельєфу та можливості його рекультивациї і використання. Автор вважає, що описи у легендах карт техногенних форм необхідно доповнювати основними характеристиками гірничої маси, що їх складає: назви гірських порід, що входять у ґрунтосуміш, гранулометричний склад, щільність будови, наявність ущільнених шарів тощо.

Є. Рубіна для побудови легенди геоморфологічної карти техногенного рельєфу пропонує використовувати такі класифікаційні ознаки: провідний рельєфотвірний процес, стадійність розвитку і парагенезис форм. Детально описує принципи побудови констатаційно-оціночних карт. Умовні позначення до них поділяють на основні – для зображення рельєфу і процесів, та додаткові – літологічного складу і фізико-хімічних властивостей порід техногенних ґрунтосумішей. Інтенсивність динаміки новоутворених форм вища, ніж у природному рельєфі, тому їх треба виділяти яскравішим тоном або чітким штрихуванням. Вік техногенних форм визначають як давність утворення ґрунтосумішей. Специфічним, на думку Є. Рубіної є рельєф рекультивований і той, що перебуває на стадії відновлення. Їх можна вважати вторинними техногенними. Тому рекультивований і первинний техногенний рельєф потрібно зображати різними способами.

В. Фірсенкова [11] запропонувала два типи карт антропогенного рельєфу гірничодобувних підприємств у масштабі 1: 25 000: 1) морфогенетичних типів антропогенного рельєфу; 2) змін рельєфу в процесі розробки родовища. На картах цього масштабу форми антропогенного рельєфу зображають лінійними знаками. Також вона побудувала морфодинамічні карти для окремих ділянок кар'єрів у масштабі 1:5 000. На них позначено окремі елементи рельєфу (площинними знаками) і типи мікрорельєфу. У легендах геоморфологічних карт форми антропогенного рельєфу розділені за віком.

Виділено типи мікрорельєфу терасоподібних поверхонь, морфологія яких зумовлена видом транспорту, який використовують у ході відвалоутворення (автомобільного, залізничного, конвеєрного складування та їхніх поєднань). Детально схарактеризовано процеси, які відбуваються у кар'єрах. Виділено стадії інтенсивності зсувних і ерозійних процесів. Зазначено, що на перших стадіях існування кар'єрно-відвального комплексу розвиток відбувається в бік аридизації з властивим аридному морфогенезу набором геоморфологічних процесів і створених ними форм рельєфу. В. Фірсенкова зазначила, що значна густина первинного розчленування призводить до великої кількості місцевих базисів ерозії. Складна антропогенна поверхня у процесі перетворення природно-антропогенними процесами ще більше ускладнюється.

У геоморфологічному картографуванні кар'єрів досі не цілком вирішені такі проблеми: 1) генетичної і вікової ідентифікації елементів і форм кар'єрів; 2) створення універсальної легенди до геоморфологічних карт кар'єрів великих масштабів; 3) класифікації типів рельєфу кар'єрно-відвальних комплексів.

Наша мета – на підставі власного досвіду узагальнити основні принципи побудови геоморфологічних карт кар'єрів.

Основні завдання: 1) проаналізувати вихідні матеріали для створення карт; 2) розкрити зміст передпольового і польового картографування, головних і другорядних картованих характеристик; 3) запропонувати загальні принципи побудови легенди до геоморфологічних карт кар'єрів.

Об'єктами картографування є окремі кар'єри і кар'єрні (кар'єрно-відвальні) комплекси, які займають площу від декількох гектарів до 10 км² і більше. Вони можуть містити, крім антропогенного рельєфу, окремі ділянки природного рельєфу як усередині кар'єрно-відвальних комплексів, так і по їхній периферії.

Матеріал зібраний в ході геоморфологічного картографування кар'єрів протягом 1991–2015 рр. За цей час складено вісім геоморфологічних карт для семи кар'єрів і кар'єрних комплексів Львівської області (Знесіння, Ясницька, Пустомити, Кривчиці, Яворівські сірчані кар'єри, Розвадів, Виннички). Для території Пустомитівського кар'єру карти побудовано у 2005 і 2015 рр.

Побудова геоморфологічної карти передбачає певну послідовність етапів. Загалом, виділяють такі етапи картографування: 1) передпольове картографування, яке виконують на вихідних матеріалах; 2) польове картографування кар'єрів; 3) складання легенди карти та її картографічне оформлення.

Аналіз вихідних матеріалів для побудови карти. Передпольове картографування. До вихідних матеріалів належать топографічні плани і маркшейдерські плани гірничих виробок, великомасштабні аеро- і космозображення.

На *топопланах і маркшейдерських планах гірничих виробок* (масштаб 1:500–1:5 000) зображають рельєф у вигляді ізоліній з достатньо невеликим значенням перерізу рельєфу (до 2 м). Вони мають велику кількість висотних відміток. Стінки (уступи) кар'єрів та схили насипів переважно позначають у вигляді ліній брівки, нижньої брівки (тобто лінії підніжжя уступу) і поперечних штрихів з проміжками між групами (у рідкісних випадках, наприклад, топоплани масштабу 1:500, уступу позначають горизонталями). На планах гірничих виробок вирізняють уступу розкривної товщі (можуть бути різного часу і характеру видобувної сировини) і робочі уступу (давні і сучасні). У такому ж вигляді (штрихів) позначають врізи і насипи доріг (їхні відкоси). За топопланами і планами

гірничих виробок можна досить легко виділити межі головних елементів рельєфу, а деколи і визначити їхній генезис.

Також на планах позначають елементи інженерної інфраструктури кар'єрів, які часто є важливими для картографування: дороги, лінії електропередач, межі земельного відводу та інші технологічні межі, споруди, пов'язані з кар'єром, точки свердловин і лінії геологічних профілів.

Космозображення високої роздільної здатності (зокрема, з джерел GoogleEarth) стали останнім часом непоганою і часто єдиною картографічною основою для зображення рельєфу кар'єрів (див. рисунок). Ці кольорові зображення земної поверхні мають, як на фото, реальні кольори об'єктів. У цих комп'ютерних програмах є можливість збільшення (зменшення), повертання, нахилу (кута огляду) зображення, а також стереоефект (об'ємне зображення).

Стереоефект дуже важливий з погляду морфологічної ідентифікації елементів і форм рельєфу, зокрема, поділу елементів за нахиленістю і розміщенням по вертикалі (верхні, проміжні, нижні), виділення додатних і від'ємних форм рельєфу.

За космозображеннями можна ідентифікувати не лише головні, а й другорядні (дрібні) елементи і форми рельєфу, а також мікрорельєф поверхонь (плоский, горбистий тощо). Кольори і відтінки космозображень є індикаторами задернованості й залісненості. Окремі дешифрувальні ознаки стосуються віку стінок кар'єру (світлого кольору – свіжі стінки, темнішого – давні). Важливе значення мають різночасові космознімки: для уточнення, ліпшої ідентифікації (підтвердження розміщення) елементів і форм рельєфу та визначення тенденцій розвитку кар'єру.

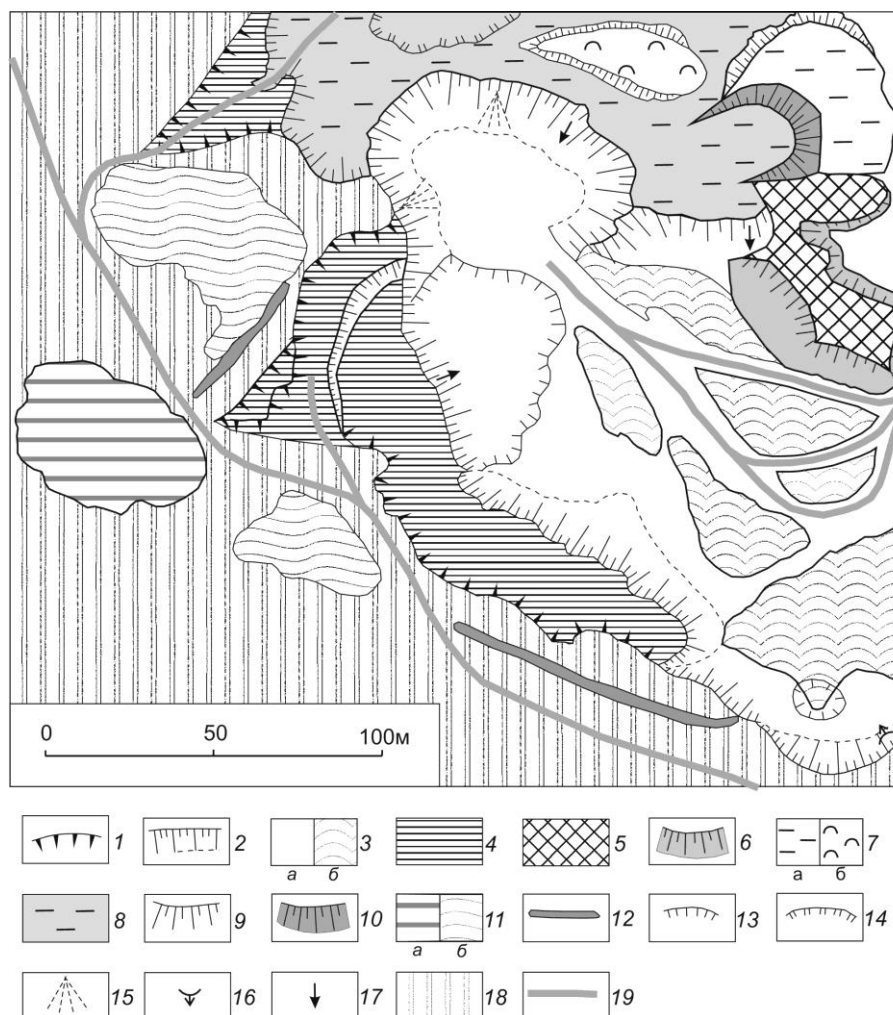
Унаслідок підготовчих (передпольових) робіт, використовуючи наявні вихідні матеріали, складають геоморфологічну карту-гіпотезу (попередню геоморфологічну карту), де виділено, наскільки це можливо, головні морфологічні елементи рельєфу.

Польове картографування виконують на паперовій картографічній основі (топоплану, аеро- чи космознімку). Без польових досліджень побудова геоморфологічної карти буде неточною, неповною і часто неможливою, особливо це стосується генезису і віку поверхонь. У процесі побудови карти кар'єру, як і будь-якої геоморфологічної карти, доцільно використовувати стабільні (реперні) об'єкти для географічної прив'язки. Це має особливе значення, бо такий рельєф є швидкозмінним. Стабільними об'єктами можуть бути автодороги (ліпше за межами кар'єру), лінії електропередач, споруди, елементи природного рельєфу або давно сформовані елементи антропогенного рельєфу.

Головне завдання картографування полягає у повній та остаточній ідентифікації елементів і форм рельєфу (їхньої морфології, генезису і віку).

У картографуванні кар'єрів використовують послідовно, а деколи й одночасно, морфологічний, генетичний (морфогенетичний) і віковий принципи виділення елементів і форм рельєфу, що відповідають головними напрямом складання геоморфологічних карт [8]. Морфологія рельєфу є першим (вихідним) принципом картографування. Далі відбувається ідентифікація за генетичним принципом (виділення денудаційних, денудаційно-аккумулятивних і аккумулятивних форм антропогенного рельєфу). Останній використовуваний деколи принцип – віковий.

Морфологія рельєфу є найсуттєвішою частиною змісту геоморфологічних карт кар'єрів. За морфологічними критеріями визначають межі елементів і форм рельєфу, а також підтверджують або заперечують раніше виділені межі, їх уточнюють (зокрема, унаслідок змін рельєфу, які відбулись останнім часом) і деталізують.



Фрагмент геоморфологічної карти Винничківського кар'єру,
побудованої на основі космозображень
A fragment of the Vynnychy quarry geomorphological map plotted based on space images

Вироблений рельєф: 1 – уступи розкривної товщі; 2 – робочі уступи давні; 3 – днище кар'єру (*a* – плоске, *б* – погорбковане); 4 – берми; 5 – поверхні антропогенних останців; 6 – схили антропогенних останців.

Насипний рельєф. Внутрішні відвали: 7 – поверхні відвалів давні (*a* – плоскі, *б* – погорбковані); 8 – поверхні відвалів молоді; 9 – схили відвалів давні; 10 – схили відвалів молоді; 11 – зовнішні відвали (*a* – порівняно плоскі, *б* – горбисті).

Окремі елементи і форми рельєфу: 12 – насипні вали; 13 – уступи у днищі кар'єру; 14 – уступи на насипах.

Сучасні екзогенні процеси: 15 – осипні процеси; 16 – зсуви; 17 – площинний змив.

Інші позначення: 18 – природний рельєф; 19 – дороги.

Морфологічні межі – це лінійні елементи рельєфу (як прийнято у морфологічному аналізі рельєфу [2, 9]): випуклі й увігнуті перегини, рідше тальвеги і гребені. У ході картографування елементів рельєфу кар'єрів використовують різні морфологічні критерії виділення. Головними є нахиленість і розміщення по вертикалі, менш використовуваними – форма у профілі і плані. Певні морфографічні і морфометричні характеристики визначають у ході польових досліджень (форма схилів у профілі, кути нахилу уступів тощо).

Дрібні форми й елементи рельєфу, які ускладнюють головні елементи і форми рельєфу, наносять на картографічну основу, теж використовуючи морфологічні критерії. На вихідних матеріалах можна побачити частину таких форм. Кількість їх більша на космознімках, ніж на топопланах, проте чіткість ліпша на топопланах. Це можна пояснити тим, що на космознімках теоретично можливо побачити майже всі дрібні форми, однак частина з них – давніші, задерновані або частково заліснені та не завжди морфологічно виразні. На топопланах, навпаки, такі форми ідентифікують однозначно, то кількість їх обмежена (унаслідок топографічної генералізації). Також картують мікрорельєф поверхонь.

Генезис рельєфу кар'єрів загалом є суто антропогенний. Залежно від рельєфотвірного чинника (антропогенна денудація чи акумуляція) виділяють такі, основні генетичні категорії рельєфу: вироблений (або денудаційний) і акумулятивний. Між морфологією і генезисом форм рельєфу кар'єрів існує стійкий зв'язок: додатні форми – переважно акумулятивні, від'ємні – денудаційні (це стосується і кар'єру загалом). Бувають винятки з цього правила – це антропогенні останці, які є додатними денудаційними формами рельєфу. Акумулятивний рельєф поділяють на насипний і намивний. Намивний трапляється зрідка, утворений за допомогою гідромоніторів та інших подібних пристроїв (Яворівські сірчані кар'єри, Ясницький кар'єр).

Крім двох основних категорій рельєфу (виробленого й акумулятивного), виділяють форми рельєфу складного генезису – вироблено-насипного. Цей тип рельєфу можна розглядати у двох аспектах. По-перше, як акумулятивні форми, накладені на більші за розміром вироблені форми (наприклад, насипи доріг чи інші насипи у днищі кар'єру), по-друге, форми рельєфу, які мають складний генезис, тобто морфологічно однорідні цілісні утворення з різним генезисом своїх частин (наприклад, підрізано-насипні ділянки доріг, що йдуть з днища кар'єру за його межі, антропогенний останець з насипною частиною). Справжній вироблено-насипний рельєф буде у другому випадку.

Для з'ясування генезису форм, як і для природного рельєфу, першочергове значення має останній за часом дії рельєфотвірний чинник (денудаційний чи акумулятивний). У процесі експлуатації кар'єру та після її закінчення неодноразово змінюється антропогенна рельєфотвірна дія і відповідно, генезис його форм. Одні форми з'являються, інші щезають (їх знищують або перетворюють). Зміна генезису з денудаційного на акумулятивний, наприклад, відбувається у вироблених насипах, що розміщені у днищі кар'єру (вироблений–насипний–вироблений). Деколи виникають проблеми з визначенням генезису елементів і форм рельєфу (наприклад, це антропогенний останець чи насипний горб). Це можна зробити тільки в польових умовах за допомогою аналізу залягання відкладів.

Окремо зазначимо про генезис рекультивованих ділянок. Це цілком вторинно перетворений рельєф. Кінцевий генезис рекультивованих ділянок може бути і акумулятивним, і денудаційним. Рельєфотвірні дії полягають у такому:

1) виположуванні бортів кар'єру (скельних або нескельних порід), 2) плануванні відвалів та зменшення кута нахилу їхніх схилів, 3) засипанні знижень, навіть і всього кар'єру; 4) терасуванні.

Вік рельєфу кар'єрів – це час, що минув від утворення його елементів і форм. Вік рельєфу можна визначати в роках. Деколи це зробити дуже просто, бо відомо, коли відбувся рельєфотвірний процес (антропогенна денудація чи акумуляція). Час утворення форм рельєфу можна з'ясувати зі звітів гірничодобувних підприємств, літературних джерел. Іншим джерелом інформації є аеро- і космозображення, топоплани і плани гірничих виробок різного часу. Також для визначення віку можна використовувати інші критерії: 1) трав'яний покрив (задернованість); 2) залісненість (приблизний вік дерев); 3) морфологічна виразність форм. Третій критерій характеризує відносний вік рельєфу. Це означає, що одні форми (або їхні частини) молодші або давніші, ніж інші. Можна говорити і про певну стадійність розвитку рельєфу кар'єрів: свіжі (сучасні) – молоді – зрілі (давні) форми.

Морфологічна виразність визначена чіткістю геометричних обрисів форм (чіткість випуклих і увігнутих перегинів). У разі визначенні відносного віку в польових умовах враховують, зрозуміло, не лише морфологічні критерії, але й характер рослинного покриву (задернованість, залісненість). Ще одним критерієм для визначення віку форм є активність сучасних екзогенних процесів, перш за все обвально-осипних і водно-ерозійних. Загалом відносний вік форм характеризують комплексом ознак.

Оскільки територіальний розвиток кар'єру відбувається внаслідок цілеспрямованої діяльності людини, то його напрям є індикатором відносного віку форм рельєфу (молодості – зрілості). Це стосується переважно виробленого рельєфу. Напрямок розвитку кар'єру буває горизонтальний і вертикальний. Тобто, наприклад, розвиток кар'єру відбувається з півдня на північ і в цьому ж напрямі зменшується вік елементів і форм рельєфу. У випадку вертикального розвитку кар'єру наймолодші елементи рельєфу будуть розміщені у найнижчій частині його днища. Кар'єр може одночасно розвиватись і в горизонтальному напрямі, і у вертикальному.

На геоморфологічних картах вік рельєфу нечасто відображають. Практично можна виділяти дві категорії віку елементів і форм рельєфу: а) сучасні й молоді (приблизно до 3–5 років); б) давні (понад 3–5 років). Можна спробувати і три градації віку форм, наприклад: 0–5, 5–10 (15), понад 10 (15) років. Найдавніші ідентифіковані форми акумулятивного рельєфу ми спостерігали у Винничківському кар'єрі на Давидівському пасмі. На час польових досліджень вони мали близько 20 років.

Сучасна морфодинаміка є невід'ємною частиною геоморфологічного картографування. Усі сучасні процеси в кар'єрах – це природно-антропогенні процеси, тобто ті, які виникають на антропогенних елементах рельєфу, проте діють як природні, підлягаючи закону саморозвитку рельєфу. Антропогенні процеси (про що йшлося вище), які є безпосередньою причиною утворення елементів і форм рельєфу кар'єрів, не потребують, на нашу думку, окремого позначення на геоморфологічних картах, бо є суто технологічним процесом.

Екзогенні процеси фіксують на картографічній основі безпосередньо в польових умовах, використовуючи стандартні позначення (як для природного рельєфу). З досвіду власних досліджень до найпоширеніших процесів у кар'єрах належать обвальні-осипні процеси, лінійна і площинна ерозія, зсуви, суфозія тощо. Реально ми бачимо не процеси, а форми, створені процесом: окремі уламки обвалів, рови відсідання, осипні, делювіальні

і пролювіальні конуси і шлейфи, суфозійні просідання і колодязі, ерозійні борозни, вимоїни, яри, стінки відриву зсувів, зсувні тіла тощо.

Польове картографування передбачає позначення всіх (до найдрібніших) форм, створених процесами, з огляду на дуже великий масштаб досліджень. Ці форми характеризують за морфографією (форма у профілі і плані, розміщення у рельєфі) і морфометрією (довжина, ширина, висота (глибина), крутість, площа, об'єм тощо). Така характеристика є підставою для поділу форм за розмірами, що може бути відображено у легенді карти. На картах також позначають активність та інтенсивність процесів (наприклад, активність стінок кар'єру, інтенсивність площинного змиву).

До інших характеристик, що зображають на геоморфологічних картах, належать геологічна будова, рослинний покрив, гідрологічні особливості.

Геологічні особливості на геоморфологічних картах кар'єрів зображають нечасто. (Хоча від геологічної будови території залежить поділ кар'єрів за типом видобувної сировини на піщані, глинисті, кам'яні тощо). Головною геологічною характеристикою є літологія відкладів, передусім літологія уступів кар'єру (суглинки, піски, мергелі, вапняки, пісковики тощо). Часто на уступах кар'єру перешаровані різні типи відкладів, що характерне для порід міоцену. Скельні породи (вапняки, рідше пісковики), займаючи верхні частини схилів, мають бронювальне значення. У цих випадках вони утворюють майже вертикальний уступ. Нижче схил виположується, утворюючи загальну увігнуту форму. Якщо скельні породи виходять у середній і нижній частинах уступу кар'єру (характерне перешарування пісків і пісковиків), то це призводить до утворення складного профілю схилу з "карнизами" і "нішами", у цьому разі кути нахилу можуть перевищувати 90°.

Літологія відкладів є передумовою розвитку певних типів процесів у кар'єрах. Наприклад, обвальні процеси характерні на схилах, складених скельними породами (вапняки, пісковики). Осипні процеси виникають у випадку різної літології відкладів – крім вапняків і пісковиків, також мергелі і піски.

Окремо розглянемо відклади насипів. Для них характерна значна неуніформність, часто вони неоднорідні за складом, що створює сприятливі умови для активного розвитку зсувних, водно-ерозійних і суфозійних процесів. Наприклад, у західній частині Винничківського кар'єру на насипі, який складений четвертинними лесоподібними суглинками розкривної товщі, відбуваються зсувні процеси. На поверхні насипу простежуються тріщини, що простягаються порівняно паралельно до брівки насипу. Вони є першим етапом зсувного зміщення. На схилах цього ж відвалу бачимо окремі стінки відриву зсуву. На внутрішньому відвалі центрального кар'єру у с. Давидів активно діють процеси водної ерозії, які призводять до формування густої мережі ерозійних борозен на схилах і пролювіально-делювіального шлейфу у їхньому підніжжі.

Рослинний покрив на геоморфологічних картах кар'єрів має допоміжне значення. Його наявність свідчить про відносну зрілість (давність) антропогенного рельєфу, незначну активність сучасних екзогенних процесів. Основними характеристиками рослинного покриву є задернованість і залісненість території кар'єрних розробок. На геоморфологічних картах зображають ступінь задернування (задерновані, частково задерновані, незадерновані ділянки). Частково задернованими, наприклад, можуть бути стінки кар'єрів: верхня сильно нахилена частина не задернована, середня і нижня – з трав'яним покривом на осипних чи делювіальних шлейфах з меншою крутістю поверхні. Це властиво різним типам кар'єрів (вапнякових і піщаних уступів, а також

уступів розкритої товщі, складених лесоподібними суглинками). Такими є, наприклад, лесоподібні й піщані уступи у північній і південній частинах Винничківського кар'єру, уступи Пустомитівського кар'єру.

Залісненість можна схарактеризувати ареалами поширення, типом деревних порід, їхнім віком. Деревний покрив та його вік (як уже зазначено вище) свідчить про час утворення елементів антропогенного рельєфу. Деревна рослинність з'являється природним способом (самонасіювання) або внаслідок цілеспрямованої діяльності людини (біологічна рекультивация).

Гідрологічні особливості кар'єрів, зазвичай, полягають в обводненості окремих ділянок (днищ кар'єрів) та заболоченості. Обводнені ділянки днищ трапляються, переважно, у тому випадку, коли експлуатація кар'єру закінчена. Після припинення відкачування води, яка природно збирається в таких знижених формах рельєфу, вона заповнює днище кар'єру. Іншою, менше поширеною, причиною утворення водойм у кар'єрах є атмосферні опади. Переважно обидва чинники діють одночасно.

Обводненість днищ характерна для багатьох досліджених кар'єрів (Знесіння, Ясниська, Кривчиці, Виннички тощо). Деколи утворюються великі за розміром водойми, як, наприклад, у Яворівських сірчаних кар'єрах. Є випадки, коли обводненість простежується в діючих кар'єрах. Наприклад, у Ясниському кар'єрі (на час польових досліджень) за допомогою гідромоніторів випомпували піскосуміш з дна кар'єру. Головними морфологічними характеристиками водойм є їхня форма у плані, площа і глибина. Водойми у кар'єрах мають важливе рекреаційне й естетичне значення. Їх використовують як місця масового відпочинку людей. З водоймами пов'язана низка сучасних процесів, зокрема, абразійні, зсувні, заболочування.

Другою гідрологічною характеристикою є заболоченість. На карту наносять заболочені ділянки. Вони можуть бути пов'язані з водоймами, розміщені у замкнутих зниженнях, які утворилися внаслідок антропогенної денудації або акумуляції на породах, які є водонепроникними або слабо водопроникними.

Легенда до геоморфологічної карти та її картографічне оформлення є завершальним етапом побудови геоморфологічних карт кар'єрів. Легенда до геоморфологічної карти складається з таких частин: 1) типи антропогенного рельєфу, які поділяють на головні елементи (зрідка форми) рельєфу; 2) дрібні (другорядні) елементи і форми рельєфу; 3) сучасні геоморфологічні процеси (сучасна морфодинаміка); 4) інші позначення (див. рисунок). Найсуттєвішою в легенді є перша частина, яка власне характеризує головні елементи і форми рельєфу кар'єру, згруповані за генетичною ознакою і далі розділені за морфологією і віком рельєфу, геологічними і гідрологічними характеристиками, рослинністю. Звичайно, не всі ці складові наявні в конкретній легенді до геоморфологічної карти кар'єру.

Картографічне оформлення геоморфологічної карти не має певних стандартів. Існують чорно-білий і кольоровий варіанти карт. У чорно-білому варіанті для якісного фону застосовують різні типи штрихування та градієнтну заливку сірого кольору. Також використовують картографічну основу топографічних і маркшейдерських планів (особливо щодо уступів кар'єру і схилів відвалів).

Кольоровий варіант геоморфологічної карти також не регламентований. Загальні принципи кольорового наповнення аналогічні до загальних великомасштабних геоморфологічних карт: темніші кольори – для схилів, світліші – субгоризонтальних

поверхонь. Для головних елементів рельєфу кар'єрів пропонуємо використовувати такі кольори (див. таблицю).

Кольори головних елементів рельєфу кар'єрів на геоморфологічній карті

Елементи рельєфу	Колір
Уступи кар'єру (у тому числі схили антропогенних останців)	Коричневий
Днища кар'єру: сухі обводнені	Жовтий Блакитний
Берми	Оранжевий
Схили насипів і намивів	Темно-зелений
Поверхні насипів і намивів	Світло-зелений
Рекультивовані поверхні	Оливковий

Отже, геоморфологічні карти кар'єрів будують на основі маркшейдерських планів або топопланів, а також дистанційних матеріалів (переважно космозображень). Головний принцип побудови карт – морфогенетичний, що передбачає виділення типів рельєфу за генетичним принципом (вироблений, вироблено-аккумулятивний, аккумулятивний), які далі поділяють на елементи рельєфу за морфологією. Віковий принцип – допоміжний. Найсуттєвішою частиною змісту карт є морфологія рельєфу.

Геоморфологічні карти кар'єрів мають такі визначальні риси: 1) завжди великомасштабні (переважно 1: 2 000); 2) констатаційно-оцінні (за Є. Рубіною), тобто складені на певний момент; 3) аналітичні (виділені елементи і дрібні форми рельєфу); 4) переважно містять головні (морфологія, генезис, вік і динаміка рельєфу) та другорядні складові (геологічні та гідрологічні особливості, рослинний покрив).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. *Азбукина Е. Н.* Техногенез и современные изменения рельефа на северо-западе Русской равнины // Вестник Ленингр. ун-та. Сер. геол. и геогр. 1975. Вып. 2. № 12. С. 123–132.
2. *Горішний П. М.* Методика морфологічного картографування рельєфу у великих і середніх масштабах // Вісник Львів. ун-ту. Сер. геогр. 1998. Вип. 23. С. 296–301.
3. *Горішний П., Алексюк А.* Геоморфологія і сучасні екзогенні процеси Ясницького кар'єру // Наукові записки Терноп. пед. ун-ту. Серія: Географія. 2004. № 2, Ч. 1. С. 69–72.
4. *Горішний П.* Морфологія кар'єрних техноформ (на прикладі Львівської області) // Фіз. географія і геоморфологія. 2010. Вип. 1(58). С. 164–170.
5. *Горішний П.* Геоморфологічна будова Розвадівського кар'єру (Львівська область) // Проблеми геоморфології і палеогеографії Українських Карпат і прилеглих територій. 2016. Вип. 1(6). С. 66–75.
6. *Зайцев Г. А., Рубина Е. А.* Геоморфологическое картографирование территорий открытых разработок // Геоморфологическое картографирование для народно-хозяйственных целей. М. : Изд-во Моск. ун-та, 1987. С. 115–123.
7. *Кравчук Я. С.* Інженерно-геоморфологічне картографування. Львів : Світ, 1991. 144 с.

8. Кравчук Я. Геоморфологічне картографування. Львів : Видавн. центр ЛНУ імені Івана Франка, 2006. 176 с.
9. Ласточкин А.Н. Морфодинамический анализ. Л. : Недра, 1987. 271 с.
10. Спиридонов А.И. Геоморфологическое картографирование. М. : Недра, 1985. 183 с.
11. Фирсенкова В. М. Морфодинамика антропогенного рельефа. М. : Ин-т географии АН СССР, 1987. 200 с.

REFERENCES

1. Azbukina, E. N. (1975). Technogenesis and contemporary changes of the relief in the north-west of the Russian plain. *Vestnik of the Leningrad University. Series Geography and Geology*, 2(12), 123–132 (in Russian).
2. Horishnyy, P. (1998). Technique of the morphological mapping of relief on a moderate and on a large scale. *Visnyk of the Lviv University. Series Geography*, 23, 296–301 (in Ukrainian).
3. Horishnyy, P., & Aleksiuk, A. (2004). Geomorphology and contemporary exogene processes of Yasnys'kyi quarry. *Scientific Notes of Ternopil National Pedagogical University. Series Geography*, 2(1), 69–72 (in Ukrainian).
4. Horishnyy, P. (2010). The morphology of quarry technoforms (on the example of Lviv region). *Physical geography and geomorphology*, 1(58), 164–170 (in Ukrainian).
5. Horishnyy, P. (2016). Geomorphological structure of Rozvadiv quarry (Lviv region). *Problems of geomorphology and paleogeography of the Ukrainian Carpathians and adjacent areas*, 1(6). Lviv, 66–75 (in Ukrainian).
6. Zaycev, G. A., & Rubina, E. A. (1987). Geomorphological mapping of the surface mining territories. In *Geomorphological mapping for economic purposes* (pp. 115–123). Moscow, Moscow University Publ. (in Russian).
7. Kravchuk, Y. S. (1991). *Engineering-geomorphological mapping*. Lviv: Svit, 144 pp. (in Ukrainian).
8. Kravchuk, Y. (2006). *Geomorphological mapping*. Lviv, 176 pp. (in Ukrainian).
9. Lastochkin, A. N. (1987). *Morphodynamical analysis*. Leningrad: Nedra, 271 pp. (in Russian).
10. Spiridonov, A. I. (1985). *Geomorphological mapping*. Moscow: Nedra, 183 pp. (in Russian).
11. Firsenkova, V. M. (1987). *Morphodynamic of the anthropogenic relief*. Moscow: Institute of geography of the Academy of Sciences of USSR, 200 pp. (in Russian).

Стаття: надійшла до редакції 22.08.2016
доопрацьована 19.09.2016
прийнята до друку 22.09.2016

GEOMORPHOLOGICAL MAPPING OF QUARRIES

Pavlo Horishnyj

*Ivan Franko National University of Lviv,
P. Doroshenko St., 41, UA – 79007 Lviv, Ukraine,
e-mail: pavlo_horishnyj@ukr.net*

Main issues related to the geomorphological mapping of quarries are discussed. The stages of creating these maps are characterized. The first stage is the analysis of raw materials and prefield mapping. The relief in contours with a relatively small value of horizontal crossing (2 m) is depicted in surveying and topographic maps and plans of mines (scale 1:500–1:5000). According to topographic maps and plans of mining the boundaries of main elements of relief can be quite easy to distinguish, and sometimes their genesis can be set. Space photos help to identify not only the major but also the minor (small) elements and forms of relief and micro-relief surfaces (flat, hilly etc.). As a result of preparatory (prefield) the geomorphological map-hypothesis (preliminary geomorphological map) is worked out, the main morphological elements of relief are highlighted there to the most possible extent.

The second most important, phase is field mapping. The main task is to identify the complete and final elements and landforms.

Four major components of the quarry relief, which are represented on geomorphic maps (its morphology, genesis, age and dynamics) are analysed. The relief morphology is the most essential part of the content of geomorphologic maps of quarries. The morphological criteria define the boundaries of cells and landforms, and confirm or deny the previously allocated limits, specify them (including changes in the relief that have occurred in recent years) and circumstance them. The genesis of quarries relief, in general, is purely anthropogenic. Depending on the relief forming factor (anthropogenic denudation or accumulation) the main genetic categories of relief are distinguished respectively: excavated (or denudational) and accumulative. The age of the relief is determined by the fund and literary sources, topographic and surveying maps, remote materials. Additional criteria that can be found in field studies can also be used, such as: 1) herbage (amount of turf); 2) forestry (approximate age of trees); 3) the severity of morphological forms. Contemporary geomorphological processes in quarries are the natural and anthropogenic processes that occur in man-made terrain, but act as natural. From the experience of personal research, the most common processes include landfall-landslides processes, linear erosion, sheet erosion, upheaval, suffusion.

Some other characteristics that are represented on geomorphological maps include geological structure, vegetation, hydrological features. The main geological characteristic is the lithology of deposits, first and foremost the lithology of career ledges (loam, sand, marl, limestone, sandstone etc.). Vegetation on geomorphic maps of quarries is of secondary importance. Its presence indicates the relative maturity of the human terrain, insignificant activity of modern exogenous processes. Hydrological features of quarries usually consist in the amount of water on separate areas (bottoms of quarries) and waterlogging.

The last stage is drawing the legend and mapping of the geomorphological map. Legend to the geomorphological map consists of the following components: 1) the types of human terrain, which are divided into key elements (rarely forms) of relief; 2) small (minor) elements and landforms; 3) the contemporary geomorphological processes (contemporary morphodynamics); 4) other markings. The most essential in the legend is the first part that actually describes the main elements and landforms of quarry relief grouped according to genetics and further divided by age and morphology, topography, geological and hydrological characteristics, vegetation. There are no specific standards as to geomorphological maps mapping. There are black and white and colour versions of the maps.

Key words: quarry, anthropogenic relief, geomorphological mapping, geomorphological maps stages of construction, contemporary morphodynamics.