

УДК 551.438; DOI [10.30970/gpc.2023.1.3957](https://doi.org/10.30970/gpc.2023.1.3957)

ОСОБЛИВОСТІ ГЕОМОРФОЛОГІЧНОЇ БУДОВИ ГНІВАНЬСЬКОГО ГРАНІТНОГО КАР'ЄРУ (ВІННИЦЬКА ОБЛАСТЬ)

Анастасія Павельчук

*Львівський національний університет імені Івана Франка,
anastasiiia.pavelchuk@lnu.edu.ua*

Анотація. Гніванський гранітний кар'єр розташований у Вінницькому районі Вінницької області. Геоморфологічно територія належить до західної окраїни Придніпровської височини. У геоструктурному плані кар'єр знаходиться на західній окраїні Українського щита, в межах Подільського мегаблоку. Від початку розробки повністю розкрито 7 горизонтів порід. Станом на сьогодні розробляють 8-й, у подальшому планують розробку 9-го горизонту.

Гніванський кар'єр є глибоким багатокутної форми у плані трапецієвидним багатоуступним у профілі кар'єром. Морфометричні характеристики Гніванського кар'єрно-відвального комплексу: максимальна довжина з півночі на південь (включаючи відвали розкривних товщ) – 1 800 м; максимальна довжина кар'єрної виїмки з півночі на південь – 1 400 м; максимальна ширина із заходу на схід – 900 м. Абсолютні висоти в межах гірничого відводу – 230–255 м, абсолютна висота днища кар'єру – 130 м. Глибина кар'єру наразі становить близько 105 м. Днище кар'єру знаходиться на 97 метрів нижче від рівня річки Південний Буг.

Форми рельєфу кар'єру поділяють на: вироблені, зумовлені антропогенною денудацією; насипні, створені внаслідок антропогенної акумуляції. Вироблений рельєф Гніванського кар'єру представлений днищем та стінками. Днище має складну геометричну форму витягнутого з півночі на південь багатокутника. Його складають підшва сьомого відпрацьованого горизонту та восьмий горизонт, де на сучасному етапі проводять видобувні роботи. Між цими горизонтами є уступ висотою 15 м. Поверхня днища плоска, внутрішні відвали відсутні. Стінки кар'єру характеризуються багатоуступною формою у профілі. Вони приблизно однакові за висотою, крутістю та характером процесів. Відрізняється будова стінок у верхніх частинах, представлених уступами розкривних горизонтів. Давні уступи стінок значно порушені вивітрюванням, водною ерозією та гравітаційними процесами. Насипний рельєф кар'єру репрезентований відвалами розкривних товщ та відвалами переробних заводів. Усі вони розміщені за межами кар'єру і, відповідно, є зовнішніми відвалами. Відвали розкривних товщ рекультивовані – стійкі та штучно заліснені. Цей приклад здійснення рекультиваційних робіт частини кар'єрно-відвального комплексу можна вважати взірцем для відновлення антропогенно порушених територій.

Ключові слова: гранітні кар'єри; геоморфологічна будова; вироблений рельєф; насипний рельєф; Гнівань.

FEATURES OF GEOMORPHOLOGY STRUCTURE OF THE GNIVAN GRANITE QUARRY (VINNYTSIA REGION)

Anastasiia Pavelchuk,

Ivan Franko National University of Lviv, Ukraine

Abstract. The Hnivan granite quarry is located in Vinnytsia district of Vinnytsia region. Geomorphologically, territory belongs to the western edge of the Dnieper Upland. Geostatically, the quarry is located on the western edge of the Ukrainian shield, within the Podilsky megablock. Since the beginning of development, 7 rock horizons have been fully

opened. As of today, the 8th horizon is being developed, and the development of the 9th horizon is planned in the future.

The Hnivan quarry is a deep polygonal trapezoidal quarry in plan with many steps in profile. Morphometric characteristics of the Hnivan quarry and dump complex: the maximum length from north to south (including dumps of overburden strata) is 1 800 m; the maximum length of the quarry pit from north to south is 1 400 m, the maximum width from west to east is 900 m. The absolute heights within the mining are 230–255 m, the absolute height of the mine floor is 130 m. The depth of the quarry pit is currently about 105 m. The bottom is 97 meters below the level of the Southern Buh river.

Quarry landforms are divided into produced relief forms, caused by anthropogenic denudation and bulked relief forms, created as a result of anthropogenic accumulation. The produced relief of the Hnivan quarry is represented by the bottom and walls. The bottom has a complex geometric shape of an elongated polygon from north to south. It consists of the bottom of the seventh developed horizon and the eighth horizon, where mining operations are carried out. Between these horizons, there is a step 15 m high. The surface of the bottom is flat, there are no internal dumps. The walls of the quarry are characterized by a multi-step shape in profile. They are approximately the same in height, steepness and nature of the processes. The structure of the walls in the upper parts, which are represented by ledges of overburden horizons, is different. The ancient steps of the mine walls are significantly disturbed by weathering, water erosion and gravitational processes. The produced relief forms of the quarry are represented by overburden dumps and processing plant dumps. All of them are located outside the quarry and are external dumps. Dumps of overburden strata are recultivated - stable and artificially forested. This example of carrying out reclamation works of a part of the quarry and dump complex can be a model for the improvement of anthropogenically disturbed territories.

Key words: granite quarries; geomorphological structure; excavated relief; heaped relief; Hnivan.

Вступ. Геоморфологічні дослідження кар'єрів полягають у вивченні форм антропогенного рельєфу, що передбачає встановлення їхнього генезису, віку, морфології та динаміки в процесі розвитку кар'єрно-відвального комплексу та після його відпрацювання, а також геоморфологічне картографування. Прямими антропогенними процесами, що впливають на зміну природного рельєфу є антропогенна денудація та антропогенна акумуляція, що утворюють, відповідно, вироблені та насипні форми рельєфу. Антропогенно зумовленими процесами, що виникають унаслідок прямого антропогенного впливу на рельєф, у гранітних кар'єрах можуть бути обвали, осипи, зсуви, водна ерозія, вивітрювання. Внаслідок антропогенно зумовлених процесів виникають окремі дрібні форми рельєфу: обвальні-осипні конуси і шлейфи, осипні стінки, зсувні тіла, вимойни, борозни, конуси винесення, делювіальні шлейфи тощо.

Гранітні кар'єри мають такі характерні геоморфологічні особливості: практично прямовисні багатоуступні стінки, блокова розробка родовища, плоске днище; відсутність внутрішніх відвалів; наявність відвалів розкривних товщ, переробних заводів та дробильно-сортувальних установок за межами кар'єрної виїмки.

Освоєння родовищ граніту з відповідним утворенням кар'єрно-відвальних комплексів в околицях міста Гнівань сягає початку XIX ст. Однак ґрунтового вивчення цих комплексів у геоморфологічному плані не проводили. Сьогодні геоморфологічне вивчення гранітних кар'єрів є актуальним питанням, яке частково висвітлено у працях П. М. Горішного (Горішний, 2018; Горішний і

Павельчук, 2019) та власних (Павельчук, 2015; 2021; 2023). Також гранітні кар'єри є об'єктами вивчення у суміжних ландшафтознавчих науках та представлені у працях Г. І. Денисика і Г. М. Задорожньої (2013); власне про Гніванський кар'єр згадано у працях Г. І. Денисика (Денисик, 2011; Денисик і Война, 2013); геоморфологічні особливості кар'єрів висвітлюють П. М. Горішний (2010; 2016), Lóránt Dávid (Lóránt Dávid, 2008; 2012; József, Lóránt & Dénes, 2010); ландшафти гірничопромислових територій описано у працях Є. А. Іванова (2007; 2017).

Наукова новизна полягає у вивченні особливостей геоморфологічної будови гранітних кар'єрів західної частини Українського щита на прикладі найбільшого з них – Гніванського кар'єру.

Практичне значення проведених досліджень спрямоване на мінімізацію впливу розробок родовищ гранітів на навколишнє середовище. Тому, сьогодні актуальним питанням є рекультивация відпрацьованих гранітних кар'єрів та давніх відвалів. З власних спостережень можна зробити висновки, що заходи з рекультиваци не є системними і добре спланованими та потребують вдосконалення і впровадження світової практики з цього питання.

Мета роботи – охарактеризувати особливості геоморфологічної будови Гніванського гранітного кар'єру.

У статті використані матеріали, зібрані під час власних польових досліджень, космозображення Google Earth Pro, фондові матеріали маркшейдерського відділу кар'єру (Бондаренко і Майбоженко, 1975; Великін, Петліченко і Кіліжєвський, 1977; Пейкре, 1984; Сивак і Коваль, 2015), а також електронні картографічні матеріали ВАТ “Гніванський кар'єр” (План підрахунку запасів..., 2015) та геологічні розрізи Гніванського кар'єру.

Методика досліджень включає комплекс методів: загальногеографічні (польові дослідження – фотозйомка, опис елементів і форм кар'єру, картографування; камеральні – робота з тематичною літературою, фондовими матеріалами та опрацювання матеріалів польових досліджень; дистанційний – аналіз різночасових космозображень Гніванського кар'єру) та геоморфологічні (морфологічний, геоморфологічного картографування, морфодинамічний).

Геоморфологічна карта досліджуваного кар'єру виконана з використанням плану підрахунку запасів, нанесеного на топооснову (масштаб 1:5 000) Гніванського кар'єру. Топографічна основа виконана у програмі DigitalXE (файли з розширенням DMF) (План..., 2015). Картографування здійснено за допомогою програми CoreDRAWX4 з нанесенням необхідних шарів. Геоморфологічну карту складено за морфогенетичним принципом. Головними складовими рельєфу є морфологічні елементи: стінки, днище, схили уступів, берми кар'єру, відвали розкривних товщ та інші, які згруповані за генетичним принципом у денудаційні та акумулятивні форми техногенного рельєфу. Нанесено антропогенно зумовлені екзодинамічні процеси: зсуви, осипання, площинний змив.

Історія освоєння родовищ твердих кристалічних порід в околицях міста Гнівань. На початку XIX ст. поблизу міста Гнівань виявлено поклади кристалічних порід. Під час будівництва залізниці Київ – Одеса 1870 року почали розробку родовищ. Саме тоді відкрито перший кар'єр, з сировини якого виробляли тесані колони, пам'ятники, сходи тощо. Всі роботи, у тім числі бурові, проводили вручну. Через відсутність відповідної техніки продуктивність кар'єру була

низькою: річне виробництво каменю і щебеню становило близько 20 тис. м³. З часом на цій території з'являлися нові кар'єри та поступово збільшувалася їхня площа. Видобуток сировини зростає, почали виробляти моноліти складної форми.

Експлуатація кар'єрів у таких порівняно невеликих розмірах тривала до 1914 р., тобто до початку Першої світової війни. Її відновили 1925 р. на кар'єрах № 2 та № 3. Каменедробильний агрегат з потужністю виробництва 7 м³ щебеню за годину встановили 1926 р. Загалом 1926 року, випуск продукції становив: бутового каменю – 20 тис. м³; щебеню – 14 тис. м³; штучної продукції – 6 тис. м³.

З 1927 р. підприємство суттєво збільшилося, що зумовлено високою якістю продукції. На той час розробляли 4 кар'єри. Створили власну енергобазу, розширили компресорне господарство, збудували бункерні споруди, що дало змогу механізувати навантаження щебеню у вагони.

Під час Другої світової війни німецько-фашистські загарбники зруйнували виробничі потужності кар'єрів, а на цій території розгорнули концентраційний табір. Після звільнення Гнівані розпочали відбудовчі роботи. Уже 1957 року закінчили будівництво і ввели в експлуатацію дробильно-сортувальний цех (ДСЦ) № 1 продуктивністю 650 тис. м³ каменю та щебеню на рік.

Новий Витавський (сьогодні Гніванський) кар'єр відкрили 1959 р. Цього ж року розпочали будівництво ДСЦ № 2, який ввели в експлуатацію 1966 р. Загальна потужність з випуску каменю та щебеню досягала 1 170 тис. м³ на рік. Наприкінці 1996 р. завершили приватизацію підприємства: його перетворили у відкрите акціонерне товариство "Гніванський кар'єр". Уже 1998 р. випустили 641 тис. м³ продукції, що майже втричі більше, ніж 1996 р. У квітні 2008 року створили товариство з обмеженою відповідальністю "Гніванський гранітний кар'єр" (Історія підприємства..., 2016).

Загальна характеристика Гніванського кар'єру. Витавське родовище кристалічних порід детально розвідане 1957 року, через два роки на базі родовища розпочали розробку Гніванського кар'єру. Кар'єр розташований на лівому березі річки Південний Буг, 3 км на південь від залізничної станції Гнівань, 0,5 км на захід від міста Гнівань Вінницького району Вінницької області. Геоморфологічно територія належить до західної окраїни Придніпровської височини, характеризується рівнинним рельєфом, розчленованим долинами рік і балок, який слабо нахилений з північного заходу на південний схід. Уздовж берегів річки Південний Буг рельєф набуває горбистого характеру, що пов'язано з нерівною поверхнею неглибоко залягаючих кристалічних порід. Гніванський кар'єр розташований на давній ерозійно-аккумулятивній надзаплавній терасі долини річки Південний Буг. Геоструктурно кар'єр знаходиться на західній окраїні Українського щита, в межах Подільського мегаблоку.

Граніти Витавського родовища видобувають для виробництва фракційного щебеню, використовують у промисловому, цивільному і дорожньому будівництві. Корисною копалиною є мігматити гранато-біотитові частково зачеплені вивітрюванням, а також незмінні мігматити і граніти, що відповідають вимогам ДСТУ Б. А. 1.1.-56-94 "Гірські породи для виробництва нерудних будівельних матеріалів".

Площа занята кар'єром та пов'язаними з ним структурами (межі закладення реперних точок, відвали розкривних товщ, ґрунтові дороги тощо) становить близько 4,5 км². Протягом 64 років повністю розкрито 7 горизонтів, сьогодні

розробляють 8-й, у подальшому планують розробку 9-го горизонту. Повне відпрацювання кар'єру, за прогнозами фахівців, відбудеться через 25 років (рис. 1).

Розміри Гніванського кар'єрно-відвального комплексу: максимальна довжина з півночі на південь (включаючи відвали розкривних товщ) – 1 800 м; максимальна довжина кар'єрної виїмки з півночі на південь – 1 400 м; максимальна ширина із заходу на схід – 900 м. Абсолютні висоти в межах гірничого відводу набувають значень 230–255 м, абсолютна висота днища кар'єру – 130 м. Глибина кар'єру наразі становить близько 105 м. Днище кар'єру знаходиться на 97 метрів нижче від рівня річки Південний Буг.



Рис. 1. Космозображення Гніванського кар'єрно-відвального комплексу (дані Google Earth Pro, 2020)

Fig. 1. Satellite image of the Hnivan quarry and dump complex (data of Google Earth Pro, 2020)

Покривна порода представлена двома відпрацьованими уступами: верхній, висотою 5–10 м, розкривали способом гідромеханізації, а нижній, висотою 10–13 м, – екскаватором.

Верхній покривний горизонт складений такими породами:

- Грунгово-рослинний шар, потужність до 0,3 м.
- Суглинки палево-жовті і бурі, потужність 3,5–6,5 м.
- Піски сірого кольору з жовтуватим відтінком різнозернисті, частково глинисті. Видима потужність пісків в уступах кар'єру до 3,5–4,0 м.

Нижній уступ покривних порід складений зміненими породами кори вивітрювання кристалічних порід: каоліном, каолінг-гідроксидною породою й інколи, каолінізованою жорствою (Бондаренко і Майбоженко, 1975).

Усі інші уступи кар'єру (6 добувних) закладені у кристалічній породі, висота кожного – 15 м (табл.). У Гніванському кар'єрі застосовують поуступну транспортну систему розробки родовища з паралельним просуванням уступів і зовнішнім відвалоутворенням (Сивак і Коваль, 2015).

У масиві кристалічних порід родовища спостерігається широкорозвинена тріщинуватість, яку умовно можна поділити на три групи:

- 1) ділянки з системною тріщинуватістю;
- 2) ділянки сильно тріщинуватих порід;
- 3) ділянки дрібнення (Пейкре, 1984).

Таблиця. Морфометричні параметри рельєфу Гніванського кар'єру
(Сивак і Коваль, 2015)

Table. Morphometric parameters of relief of the Hnivan quarry
(Syvak & Koval, 2015)

Назва параметрів	Одиниця вимір.	Видобувні уступи по кожному горизонту						Розкривні уступи	
		I	II	III	IV	V	VI	Покрівля	
								пужка	скельна
Висота уступу	м	15	15	15	15	15	15	5,8	10,5
Відмітка підшви уступу	м	205	190	175	160	145	130	230	220
Ширина робочих майданчиків	м	60	60	60	60	60	60	36	60
Ширина транспортної берми	м	18	18	18	18	18	18	18	18
Ширина охоронної берми	м	5	5	5	5	5	5	5	5
Кути відкосів уступу: – робочий уступ; – неробочий уступ	град.	80	80	80	80	80	80	50	80
	град.	70	70	70	70	70	70	40	70

У Витавському родовищі виявлено два водоносні горизонти. Перший належить до пісків четвертинного віку, другий – до тріщин докембрійських кристалічних порід і продуктів їхнього руйнування. Водоносний горизонт у четвертинних алювіальних пісках має вільний рівень ґрунтових вод і знаходиться на глибині від 1,2 до 13,9 м від денної поверхні. Водоносний горизонт отримує живлення від атмосферних опадів і тріщинних вод, самостійного значення не має. Водоносний горизонт, розташований у тріщинній зоні кристалічних порід і продуктах їхнього руйнування, сягає глибини 100–120 м. Він отримує живлення завдяки інфільтрації атмосферних опадів, а також фільтрування вод із річки Південний Буг. Сумарний водопритік у кар'єр з урахуванням атмосферних опадів, за повного його розвитку і поглиблення до позначки +115 м, сягатиме 9 528 м³/добу, або 397 м³/год.

Роботи в кар'єрі проводять з постійним водовідводом. Для збору підземних вод, що надходять у кар'єр, і атмосферних опадів на горизонті +145 м споруджений водозбірний зумпф ємністю 600 м³, воду з якого після відстоювання

за допомогою насосних установок по сталевому водопроводу діаметром 200 мм і довжиною 280 м скидають у річку Південний Буг. Середній притік води в кар'єр 130 м³/год.

Для запобігання потрапляння поверхневих вод у кар'єр уздовж його північно-східної стінки прокладений нагріний рів. З заходу кар'єр відгороджений від річки Південний Буг дамбою. На півдні рельєф понижується від кар'єру, отож потреби для прокладання нагріного рову немає.

Притік підземних вод у кар'єр відбувається, здебільшого, з горизонту тріщинних вод, що міститься в товщі граніту. Водопроникність граніту низька. Це засвідчують незначний об'єм підземних вод, що надходять у кар'єр, і високе положення їхнього рівня в розвідувальних свердловинах (Сивак і Коваль, 2015).

Потрапляння підземних вод у кар'єр, здебільшого, відбувається через його дно. На стінках кар'єру підземні води проявляються у вигляді слабких потічків і промочин, які простежують лише у західній і північно-західній частинах кар'єру, тобто з боку річки Південний Буг. На інших ділянках стінки кар'єру сухі.

Геологічні особливості Гніванського кар'єру. Геологічну будову Витавського родовища визначає його розташування у зоні розвитку складного комплексу кристалічних порід Українського щита. В його будові беруть участь докембрійські утворення, породи кори вивітрювання і відклади четвертинного віку. Кристалічні породи, слабо зачеплені вивітрюванням і свіжі, є корисними копалинами. Вище залягають продукти кори вивітрювання, представлені первинними каолінами, гідролудистою породою, жорствою і вивітряними кристалічними породами. Ці породи належать до скельної покрівлі. Четвертинні відклади представлені суглинками, глинами і пісками, трапляються на всій площі і складають породи м'якої покрівлі (Сивак і Коваль, 2015).

Корисні копалини, видобуті у Гніванському кар'єрі, представлені серією архейських гнейсів та породами подільського чарнокітового комплексу (Бондаренко і Майбоженко, 1975).

Серія архейських гнейсів. Серед порід гнейсової серії вирізняють: піроксенові, піроксено-плагіоклазові, амфіболо-піроксено-плагіоклазові, біотито-амфіболо-плагіоклазові, біотито-гранатові гнейси і кристалічні вапняки. Гнейси піроксенові, піроксено-плагіоклазові, амфіболо-піроксено-плагіоклазові завжди трапляються разом і розділити їх макроскопічно при описі неможливо. Гнейси цієї групи зазвичай представляють темно-сіру, інколи сіру дрібнозернисту масивну міцну породу, що має гранобластову структуру і складається, здебільшого, з піроксена і плагіоклаза. Їхньою характерною особливістю є безпосередній зв'язок з чарнокітами. Вони утворюють серед чарнокітів ксеноліти, смуги і пачки розміром від сантиметрів до десятків і сотень метрів. Трапляються у місті Гнівань, селі Соколець та інших у Вінницькій області. Гнейси біотито-гранатові – це сірі, інколи рожевувато-сірі макроскопічні породи з добре вираженою смугастістю. Головні породоутворюючі мінерали: плагіоклаз, біотит, кварц і гранат. Останній сягає 5–20 %. У цих гнейсах міститься графіт від поодиноких зерен до 5 %. Трапляються у селах Пилява, Соколинці та смт Тиврів Вінницької області. Протягання шаруватості цих гнейсів здебільшого північно-західне. Провести чітку межу між біотито-гранатовими і піроксено-плагіоклазовими гнейсами в районі Гнівані і Вінниці неможливо. Кристалічні вапняки малопоширені, простежуються у вигляді ксенолітів і пачок, а також своєрідних тіл серед чарнокітів і мігматитів. Питання

щодо їхнього генезису доволі складне. Крім карбонатів, кристалічні вапняки містять силікатні мінерали – піроксен, олівін і флогопіт. Часто спостерігається груба смугастість породи, зумовлена чергуванням ділянок, що містять різну кількість силікатних мінералів. Порівняно велике тіло кристалічних вапняків знаходиться північно-західніше від мікрорайону Сабарів міста Вінниці, на правому березі річки Південний Буг.

Подільський чарнокітовий комплекс об'єднує всі породи, які за своїм складом, структурою і генезисом близькі до чарнокітів. Різке коливання у вмісті одних і тих самих мінералів у чарнокітах, інколи чітко виражена смугастість, а також нерівномірний вміст кремнекислоти дали змогу вирізнити серед них рожеві апліто-пегматоїдні граніти, чарнокіти, окварцовані чарнокіти. Також до комплексу належать біотитороговообманкові гранодіорити і гранато-біотитові мігматити (вінніцити – за М. І. Безбородьком). Чарнокіти (гранодіорити, діорити, граніти) – це середньозернисті, зрідка крупнозернисті темно-сірі із зеленуватим відтінком породи, що складені із плагіоклазу, піроксену, кварцу, часто простежуються гранат, біотит, амфібол. Чарнокіти утворюють невеликі за розміром тіла серед мігматитів і гранітів. Їхній склад неоднорідний: іноді вони близькі за складом до гранодіритів або діоритів, іноді – до гранітів. У Гніванських кар'єрах, де поширені чарнокіти типові, спостерігаються чітко виражені взаємопереходи між чарнокітами і гранатовими породами. Простягання чарнокітових тіл найчастіше північно-східне, падіння – круте. В Гнівані чарнокіти найбільше вивчені, оскільки переважають над іншими різновидами порід. Мігматити гранато-біотитові і граніти гранато-біотитові з кордієритом широко розвинені і слугують сполучною породою між чарнокітами і чудново-бердичівськими гранітами. У відслоненнях на річці Південний Буг спостерігається поступовий перехід чарнокіту в гранато-біотитовий мігматит. Макроскопічно – це середньозерниста порфіровидна порода смугастої текстури. Залежно від переважання гранату або біотиту колір породи змінюється від сірого до рожевого. Простягання шарів північно-східне. Мінералогічний склад дуже непостійний: плагіоклаз (40–45 %), кварц (31 %), біотит (6–12 %), мікроклін (10–35 %). Наявний також гранат, кордієрит, апатит, циркон та ін.

Кора вивітрювання кристалічних порід представлена первинними каолінами і порушеною слабкокаолінізованою жорствою. За забарвленням, структурою і мінералогічним складом материнської породи кору вивітрювання поділяють на 3 групи: давніх гнейсів, основних порід і гранітів, мігматитів і чарнокітів. Найчастіше трапляється остання. Це білі каоліни з чіткою структурою материнської породи. Їхня потужність коливається від 2–3 м до 46 м.

Породи неогенової системи широко розвинені й представлені строкатими глинами нерозчленованого середньо- і верхньосарматського під'ярусів і породами балтійської свіги. Верхній міоцен середньосарматський під'ярус: відклади під'ярусу – глини, піски і вапняки, максимальна потужність яких становить 95 м. Коливання їхньої потужності залежить від рельєфу кристалічного фундаменту. У літологічній будові вирізняють три товщі: піщано-глинисту, вапнякову і глинисту. Горизонт строкатих глин середньо- і верхньосарматського під'ярусів – це глини зеленувато-сірі з охристо-жовтими, вишнево-червоними і червоними плямами; щільні, в'язкі, гіроскопічні. У верхній частині порода вміщує карбонатні і марганцево-залістисті включення. Внизу глина збагачена великими

невідшліфованими зернами кварцу. Фауна і флора не знайдена. Потужність строкатих глин середньо- і верхньосарматського під'ярусів зазвичай змінюється від 2 м до 15 м, максимальна – 25 м (у с. Хижинці). Генезис цих глин – лагунні відклади. Міоцен-пліоцен балтійська світа – товща піщано-глинистих відкладів – є широко розвиненою. Для цих відкладів характерна грубозернистість піщаного матеріалу, значне його озалізнення, погана відсортованість. Літологічно світа представлена пісками, глинами, пісковиками і суглинками. Характерною особливістю пісків балтійської світи є коса смугастість різних напрямів і присутність “карпатської гальки”, що вказує на алювіальне походження порід. Потужність сягає 45 м.

Четвертинна система. Відклади четвертинного віку покривають майже всю територію. В їхньому складі виокремлюють флювіогляціальні, алювіальні, еолові, делювіальні й елювіальні утворення нижнього, середнього, верхнього і сучасного відділів; літологічно представлені суглинками, глинами, пісками. Їхня потужність коливається від 1–3 м до 10–15 м (Бондаренко і Майбоженко, 1975).

Проаналізуємо геолого-геоморфологічні профілі кар'єру. На фрагменті карти Гніванського кар'єру (рис. 2) позначені лінії геологічних розрізів 5–5 та 10–10, по яких побудовані геолого-геоморфологічні профілі (рис. 3; 4) (Сивак і Коваль, 2015).

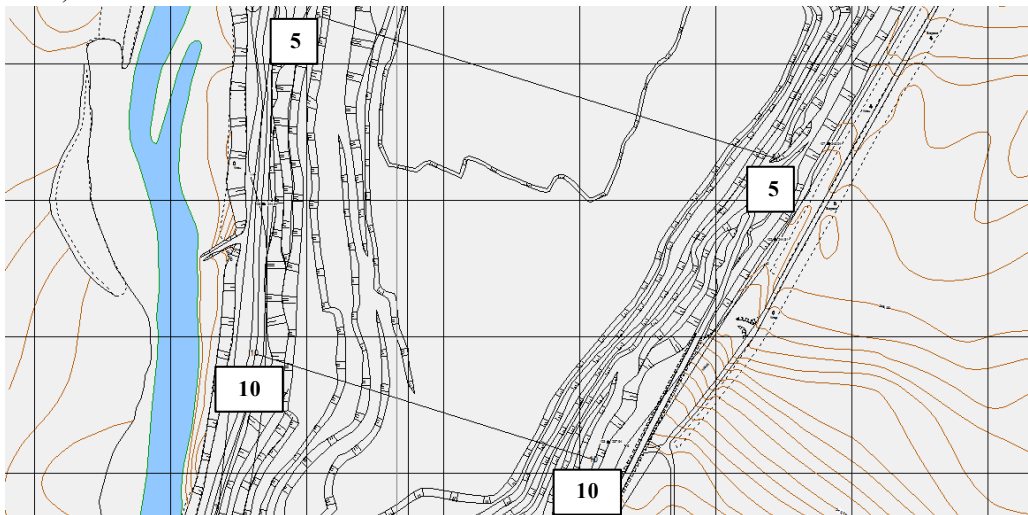


Рис. 2. Фрагмент карти Гніванського кар'єру (з нанесеними лініями геологічних розрізів 5–5 та 10–10) (Сивак і Коваль, 2015)

Fig. 2. Fragment of map of the Hnivan quarry (with lines of geological sections 5–5 and 10–10) (Syvak & Koval, 2015)

Обидві лінії профілів простягаються з північного заходу на південний схід. Розріз 5–5 розташований у центральній частині Гніванського кар'єру і перетинає днище 8-го робочого горизонту. Розріз 10–10 розташований у південній частині Гніванського кар'єру. Лінії профілів не охоплюють усіх уступів кар'єру (отож уступи покривних товщ відсутні) проте відображають загальну ситуацію виробки та наочно демонструють форму кар'єру у профілі. Дані профілів станом на 01.10.2015 року поновлено.

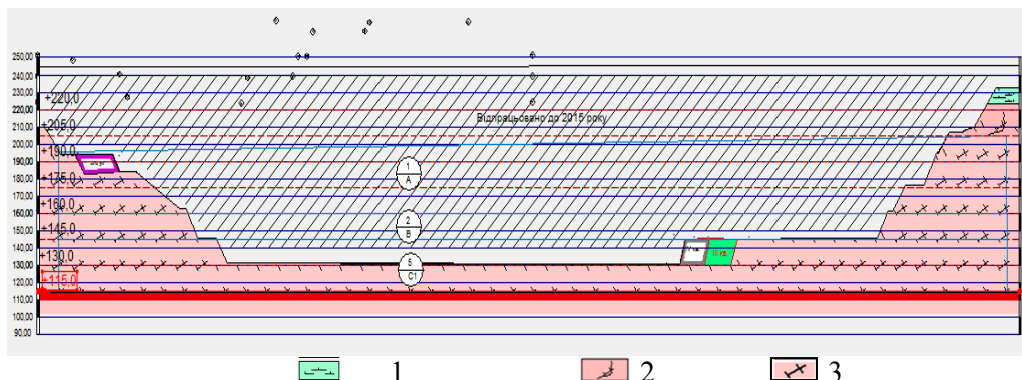


Рис. 3. Геологічний профіль Гніванського кар'єру по лінії 5–5 (Сивак і Коваль, 2015):

1 – суглинок; 2 – мігмігіт звірений; 3 – мігматит

Fig. 3. Geological profile of the Hnivan quarry along line 5–5 (Syvak & Koval, 2015)

1 – loam; 2 – weathered migmatite; 3 – migmatite

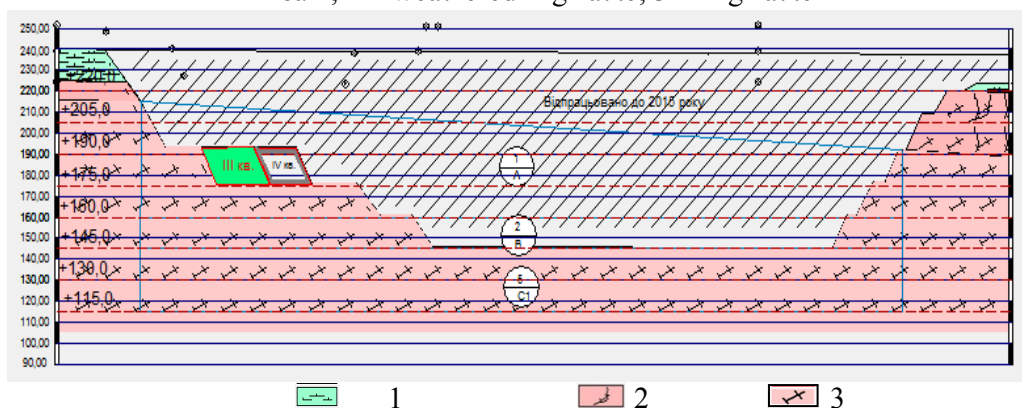


Рис. 4. Геологічний профіль Гніванського кар'єру по лінії 10–10 (Сивак і Коваль, 2015):

1 – суглинок; 2 – мігмігіт звірений; 3 – мігматит

Fig. 4. Geological profile of the Hnivan quarry along line 10–10 (Syvak & Koval, 2015)

1 – loam; 2 – weathered migmatite; 3 – migmatite

На профілях (див. рис. 3; 4) відображено по сім горизонтів, які розробляли (1–6) та розроблятимуть (6–7). Не продемонстровані у повному обсязі горизонти розкривних товщ. Лише у верхніх частинах профілів спостерігається суглинок та звірені мігматити. Позначення основних товщ корисних копалин як мігматит – узагальнене, висновок про це можна зробити з наведеного вище опису геологічної будови кар'єру.

Геоморфологічна будова кар'єру складається з вироблених (стілки, днище) та насипних (відвали розкривних порід, відвали переробних заводів) елементів і форм рельєфу. За генезисом усі вони є антропогенними. Абсолютний вік рельєфу кар'єру починається від початку розробки родовища, хоча найдавніших форм практично не збереглося. Усі вони певною мірою змінилися у процесі розвитку

кар'єру. Уступи стінок кар'єру та відвали поділяють на давні та сучасні. Згідно з геоморфологічною класифікацією гранітних кар'єрів (Павельчук, 2021) Гніванський кар'єр є глибоким, багатокутної форми у плані, трапецієподібним багатоуступним у профілі кар'єром.

Зауважимо, що під час розробки у кар'єрі утворюються круті багатоуступні стінки та плоске днище (див. рис. 3; 4). Значення висот підшови нижнього робочого уступу становлять 130 м. Нижче на профілях зображено ще один горизонт корисної копалини з відмітками абсолютних висот 115 м. Уверх розташовані відпрацьовані уступи твердих кристалічних корисних копалин, кожний висотою по 15 м. У різних частинах Гніванського кар'єру уступи, як і стінки, мають свої особливості. Наприклад, на профілі по лінії 10-10 (див. рис. 4) у південній частині західної стінки кар'єру берми мають різну ширину, а між уступом I та II видобувного горизонту берма взагалі відсутня. У південній частині східної стінки на профілі по лінії 10-10 (див. рис. 4) спостерігаємо п'ять практично однакових сходинок-уступів. Також на профілях зазначені блоки породи, які видобували після 2015 року. Виходячи з цього, ми можемо зробити висновок, що ріст кар'єру відбувається не лише у глибину, а й у ширину на раніше розроблених горизонтах.

Масштаби антропогенної трансформації рельєфу можна простежити завдяки аналізу різночасових фотозображень (рис. 5; 6) та геоморфологічної карти кар'єру (рис. 7). За 40-річний період відбулася значна антропогенна зміна рельєфу: поглиблення виїмки (від 3-х уступів видобутку корисної копалини до 6-ти), перепрокладання під'їзних доріг, трансформація та задернування відвалів розкривних порід, зміна схилів під впливом антропогенно зумовлених процесів та бERM уступів давніх відпрацьованих горизонтів (їхнє часткове руйнування та задернування).



Рис. 5. Загальний вигляд Гніванського кар'єру, Вінницька область, 1974 (Бондаренко і Майбоженко, 1975)

Fig. 5. General view of the Hnivan quarry, Vinnytsia region, 1974 (Bondarenko & Maibozhenko, 1975)

За планом розвитку гірничих робіт Гніванського кар'єру на 1975 рік (Бондаренко і Майбоженко, 1975) можна зробити висновок, що зміна виїмки кар'єру (стінок, бERM та днища) відбувалася в різний час та в різних напрямках. Тобто відбулося не лише поглиблення кар'єрної виїмки, а й розширення її у південному та південно-західному напрямі. Станом на 1975 рік видобуток корисних копалин здійснювали у північній частині родовища, тобто стінки відпрацьованих горизонтів у цій частині кар'єру є давнішими за віком, що в

подальшому спричинило їхнє значне порушення антропогенно зумовленими процесами та більше задернування порівняно з іншими стінками кар'єру.



Рис. 6. Загальний вигляд Гніванського кар'єру, Вінницька область, 2014

Fig. 6. General view of the Hnivan quarry, Vinnytsia region, 2014

Вироблений рельєф Гніванського кар'єру. Днище кар'єру має складну геометричну форму (див. рис. 7) витягнутого з півночі на південь багатокутника. Його складають: підшва сьомого відпрацьованого горизонту та восьмий горизонт, де на сучасному етапі здійснюють видобувні роботи. Між цими горизонтами є уступ висотою 15 м. Розміри днища по сьомому горизонту станом на 2020 рік такі: максимальна довжина – 1 100 м; максимальна ширина – 600 м. Днище восьмого горизонту має порівняно правильну геометричну форму прямокутника. Його довжина становить 750 м, а ширина – 500 м. Восьмий горизонт поки що відкритий приблизно на 3/4 від загальної запланованої нарізки. Форма поверхні днища загалом вирівняна, без жодних насипних форм. Сьомий горизонт дещо задернований, трапляються поодинокі кущі; восьмий горизонт не задернований. Оскільки днище восьмого горизонту знаходиться на 97 м нижче від рівня річки Південний Буг, то на дні спостерігаються прояви підземних вод, а на стінках восьмого горизонту чітко простежуються промочини. У днищі кар'єру видно під'звні дороги, що ведуть до місць сучасного видобутку корисної копалини.

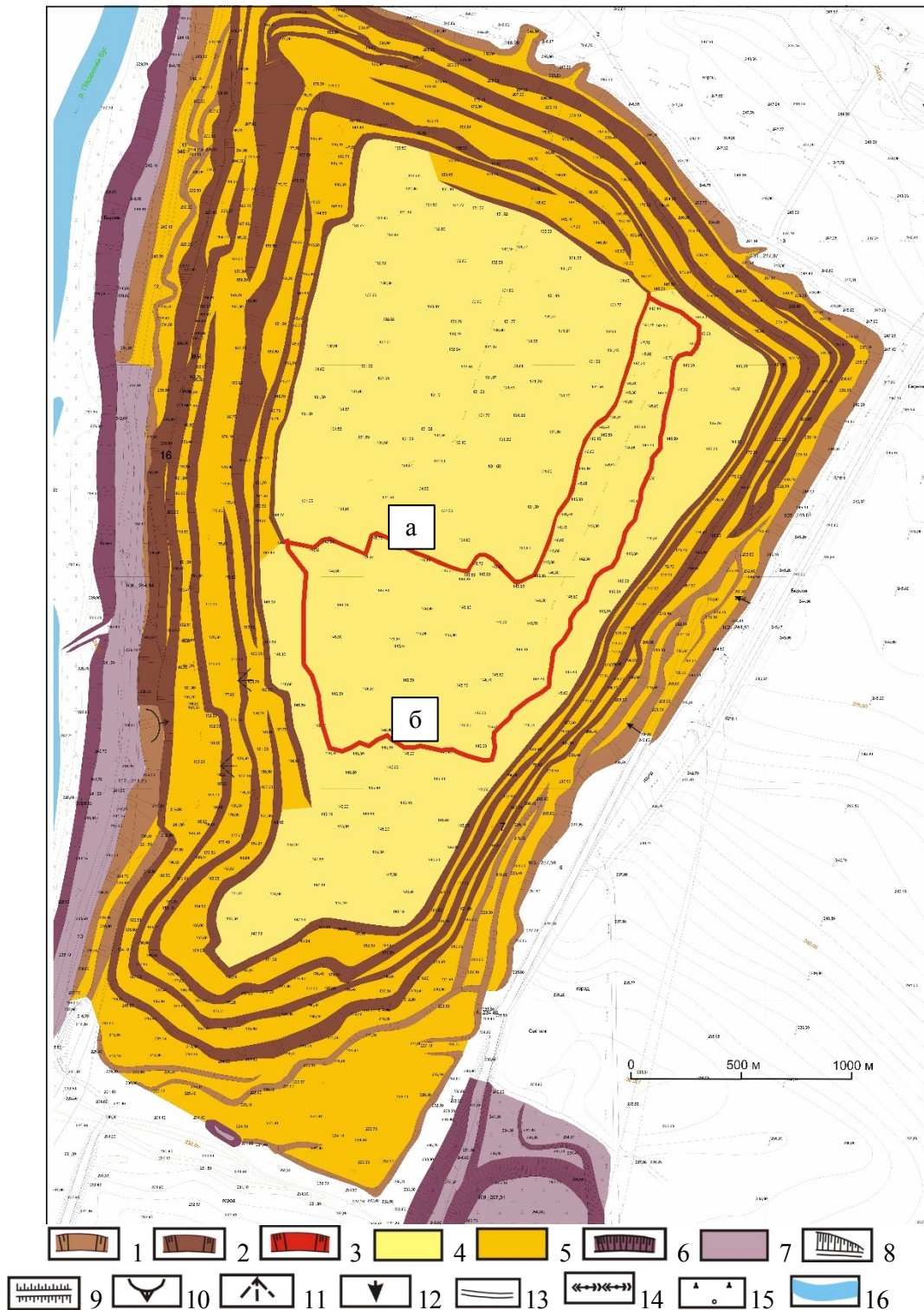


Рис. 7. Геоморфологічна карта Гніванського кар'єру

Вироблений рельєф: 1 – схили уступів розкривних товщ; 2 – схили давніх уступів кристалічних порід; 3 – схил сучасного уступу кристалічних порід (а – станом на 2017 рік, б – станом на 2020 рік); 4 – днище кар'єру; 5 – берми.

Насипний рельєф: 6 – схили насипів розкривних порід; 7 – поверхні насипів розкривних порід.

Окремі елементи і форми рельєфу: 8 – врізи доріг; 9 – насипи доріг.

Сучасні екзогенні процеси: 10 – зсуви; 11 – осипання; 12 – площинний змив.

Інші позначення: 13 – дороги; 14 – лінії електропередач; 15 – залісені території; 16 – русло р. Південний Буг

Fig. 7. Geomorphological map of the Hnivan quarry

Excavated relief: 1 – slopes of overburden ledges; 2 - slopes of ancient ledges of crystalline rocks; 3 – slope of modern ledge of crystalline rocks (a – as of 2017, b – as of 2020); 4 – bottom of quarry; 5 – berms.

Heaped relief: 6 - slopes of overburden embankments; 7 – surfaces of overburden embankments.

Individual elements and forms of relief: 8 – road cuts; 9 – road embankments.

Modern exogenous processes: 10 – landslides; 11 – shedding; 12 – plane wash.

Other designations: 13 – roads; 14 – power lines; 15 – forested areas; 16 – bed of the Southern Buh river

Стінки кар'єру. До днища прилягають малозмінені відпрацьовані північно-східна, південно-східна та південна стінки кар'єру і суттєво змінена західна стінка. Контакт днища і стінок загалом є чітким. Стінки Гніванського кар'єру приблизно однакові за висотою, кругістю та характером процесів (див. рис. 7). У структурі кристалічної породи спостерігається значна тріщинуватість. Тріщини вузькі, глибокі, вертикального і горизонтального простягання. Дещо відрізняється будова стінок у верхніх частинах представлених уступами розкривних горизонтів. Усі стінки мають ступінчасту будову. Кути нахилу уступів близькі до 90°. Стінки давніх відпрацьованих горизонтів значною мірою порушені гравітаційними процесами (осипанням), вивітрюванням і водною ерозією. Стінки сьомого та восьмого горизонтів менше зруйновані сучасними екзодинамічними антропогенно зумовленими процесами у зв'язку з їхнім незначним віком.

Північно-східна стінка кар'єру відпрацьована (рис. 8). Її західна частина повністю змінена. Ця поверхня виконує роль дороги, якою просуваються вантажні автомобілі марок “Белаз” і “Краз-256” до основних місць видобутку породи. Верхні уступи північно-східної стінки повністю задерновані трав'янистою рослинністю. Нижче доволі чітко простежуються п'ять уступів кристалічної породи. Їхні схили іноді прямовисні, або ж набувають увігнутої форми, значно порушені осипанням, не задерновані. Берми уступів задерновані, значно залісені чагарниками та деревами. Поблизу підніжжя стінки дорога серпантинном спускається до восьмого (робочого) горизонту.

Особливістю південно-східної стінки кар'єру є наявність у її середній частині, у горизонтах покривних порід, відкладів каолінів (рис. 9). Їхня потужність становить від 10 до 15 м. Для них характерне значне розмивання. Нижче каоліни виклинюються піщаними відкладами, що майже повністю задерновані. Нижні горизонти давніх добувних уступів значно порушені гравітаційними процесами,

сходинки уступів практично не простежуються. Берми – вузькі, фрагментарні, з незначним задернуванням.



Рис. 8. Північно-східна стінка Гніванського кар'єру
Fig. 8. North-eastern wall of the Hnivan quarry



Рис. 9. Південно-східна стінка Гніванського кар'єру
Fig. 9. South-eastern wall of the Hnivan quarry

Західна стінка кар'єру доволі змінена. По бермах прокладені дороги, що ведуть до основних місць видобутку порід. Характерною особливістю є видобуток пісків у верхньому горизонті (поблизу південної стінки). Піски сірого кольору з жовтуватим відтінком, різнозернисті, частково глинисті. Об'єми розробки незначні. Далі, на північ від місця видобутку пісків, розташоване складене піском і глиною зсувне тіло, яке було рухливим упродовж декількох років. Наразі рух призупинений, спостерігається часткова задернованість (рис. 10). Північніше простягається прямовисний уступ, складений кристалічними породами висотою близько 30 м. Найявні берми – чіткі, широкі, незадерновані. Значно задернованими, своєю чергою, є схили давніх відпрацьованих уступів кристалічної породи, здебільшого у північній частині західної стінки (рис. 11).



Рис. 10. Розробка та зсувне тіло у верхніх горизонтах західної стінки кар'єру
Fig. 10. A place of mining and a landslide body in the upper horizons of the western wall of the quarry



Рис. 11. Задерновані схили давніх уступів (західна стінка)
Fig. 11. Sod slopes of old steps (western wall)

Південна стінка за структурою подібна до західної. На ній добре простежуються чотири уступи кристалічної породи, перший з яких вміщує в собі два горизонти висотою близько 30 м. Особливістю цієї стінки є широкі берми видобувних уступів з незначною задернованістю.

Значно зміненіми є західна частина північно-східної стінки та західна частина південної стінки у верхніх горизонтах (до виробки пісків), їх використовують як дороги. Кар'єрні дороги призначені для вивезення гірничої маси з кар'єру до дробильно-сортувальних заводів (ДСЗ). Дороги мають тверде покриття товщиною 0,5 м та шириною проїзної частини 13,0 м. Ширина земляного полотна становить 14,0 м. На вигинах автодороги ширина проїзної частини збільшується на 1 м. При розширенні проїзної частини дороги розширюється і земляне полотно. Кар'єрні дороги прокладені за межами призм обвалу уступів і мають зі сторони уступів запобіжний вал висотою 1,0 м (Сивак і Коваль, 2015).

Насипний рельєф Гніванського кар'єру представлений відвалами розкривних товщ та відвалами перебних заводів. Усі вони розміщені за межами кар'єру і, відповідно, є зовнішніми відвалами.

Відвали розкривних товщ розміщуються за південною та західною межею Гніванського кар'єру. Суттєвою різноманітністю відзначається форма відвалів. Давні гідровідвали, які лежать в основі сухого відвалу, мають плоску форму (розташовані за південною межею кар'єру) (рис. 12).



Рис. 12. Фрагмент карти Гніванського кар'єрно-відвального комплексу, 2015 (відвали розкривних товщ за південною межею кар'єрної виїмки) (План..., 2015)

Fig. 12. Fragment of map of the Hnivan quarry and dump complex, 2015 (dumps of overburden strata beyond the southern border of the quarry excavation) (Plan..., 2015)

Сухі відвали розкривних товщ здебільшого мають платоподібну форму. Абсолютні відмітки висот відвалів розкривних товщ сягають значень 260,0–262,0 м. Відвал сухої розкривної товщі розміщений на породах гідровідвалу. Висота сухого відвалу становить 15–22 м. Його відкоси сформовані унаслідок вільного осипання порід одним ярусом. Форма відкосів у профілі близька до прямолінійної. Мінеральний склад розкривних товщ характеризується неоднорідністю (первинні каоліни, каолінізована жорства і щебінь, вивітрений

граніт, суглинки і глини). Будова відвалу шарувата. Відкоси відвалу внаслідок вільного осипання мають кути нахилу $35\text{--}38^\circ$, а в місцях, де в масі відвалу переважають щебінь, жорства й уламки вивітреного граніту, сягають $40\text{--}43^\circ$.

Особливою (валоподібною) формою відрізняється відвал, витягнутий уздовж річки Південний Буг (розташований за західною межею кар'єру) (Велікін, Петліченко і Кіліжевський, 1977).

Також звернемо увагу на зміну морфології насипних антропогенних форм зокрема відвалів розкривних товщ, розміщених за південною межею кар'єрної виїмки (див. рис. 12). З часом відбувалося ускладнення їхньої будови: на давньому гідровідвалі та між ним і західною межею кар'єрної виїмки утворювалися новіші відвали зв'язної породи з плоскими поверхнями та чітко вираженими відкосами. На фрагменті карти Гніванського кар'єрно-відвального комплексу 2015 року відображено рекультивовані відвали розкривних товщ. Вони штучно задерновані, деревні породи представлені березою та кленом, поширені на усій площі відвалів. Поміж деревами простежується значна кількість уламків кристалічної породи різних фракцій (рис. 13).



Рис. 13. Рекультивовані відвали розкривних товщ Гніванського кар'єру

Fig. 13. Recultivated dumps of capping strata from the Hnivan quarry

Відвали переробних заводів займають значні площі територій поблизу ДСЗ, які розміщені на відстані близько 0,5 км на північний захід від Гніванського кар'єру. Один із заводів розташований поблизу відпрацьованого та затопленого у 1975–1980 роках кар'єру. Розміри цього кар'єру становлять 320/180 м. Останніми роками його повністю заповнили відходами від виробництва (до того була водойма). Схили відвалу зовсім не задерновані, розчленовані дрібними борознами, утвореними внаслідок лінійної ерозії та площинного змиву (рис. 14). Форма відвалів переробних заводів витягнута конусоподібна.

Рекультивация Гніванського кар'єрно-відвального комплексу. Розробка кар'єрів має значний негативний вплив на навколишнє середовище. Для зменшення шкідливого впливу Гніванський кар'єр розташований на малопродуктивних землях за межами населеного пункту. З метою зменшення

пилоутворення під час перевезення гірничої маси проводять полив доріг водою, а з метою зменшення здування пилу з оголеної поверхні відвалів здійснюють посів багаторічних трав та залісення. Рекультивація кар'єру також сприятиме зменшенню пилоутворення і захищенню відпрацьованих площ від водної ерозії та вивітрювання. Кар'єр після відпрацювання заповняють водою. Утворену водойму можна буде використовувати для розведення риби, а запаси води – для технічних потреб і поливу земель (Сивак і Коваль, 2015).



Рис. 14. Відпрацьований затоплений кар'єр (заповнений відвалами переробних заводів) та відвали переробних заводів (на задньому плані фото)
Fig. 14. The developed quarry has been flooded (filled with dumps from processing plants) and the dumps processing plants (in the background of the photo)

Відвали розкривних товщ Гніванського кар'єру, на поточний момент достатньо рекультивовані (стабільні та залісені). Цю територію, що займає площу близько 56 га, у подальшому можна використовувати з метою рекреації. Для створення такого вигляду відвалів розкривних товщ Гніванського кар'єру, який ми маємо станом на сьогодні, передувала значна науково та технічно обґрунтована робота. Цей приклад рекультивації частини кар'єрно-відвального комплексу Гніванського кар'єру, на наш погляд, може слугувати взірцем. Отож проаналізуємо дані фондових джерел, зокрема – висновку “Про інженерно-геологічні умови рекультивації відвалів розкривних порід Витавського родовища кристалічних порід у Тиврівському районі Вінницької області” від 1977 року (Велікін та ін., 1977).

Інженерно-геологічні заходи на площах відвалів розкривних порід, гідровідвалів і на прилеглих до них територіях у Гніванському кар'єрно-відвальному комплексі виконувала експедиція “Укргеолбудм”. Мета експедиційних робіт:

1. Вивчення фізико-механічних властивостей порід відвалів розкривних товщ з метою рекультивації зайнятих ними площ.
2. Вивчення фізико-механічних властивостей порід старих гідровідвалів з метою розробки заходів із пришвидшення рекультивації зайнятих ними площ.
3. Вивчення фізико-механічних властивостей порід територій, прилягаючих до відвалів, із західного боку (в межах гірничого відвалу кар'єру) і з південного

боку (між відвалами і межею проектного кар'єру) з метою розміщення на цих площах відвалів розкривних товщ.

Завдяки дослідним роботам встановлено фізико-механічні властивості порід відвалів розкривних товщ.

Давні гідровідвали розміщені на надзаплавній терасі річки Південний Буг на 100–120 м південніше від межі кар'єру. Зайнята гідровідвалом площа має вигляд прямокутника зі сторонами 800/400 м. Поверхня природного рельєфу полого-хвиляста із загальним нахилом на північ і північний захід. Абсолютні відмітки природної поверхні рельєфу становлять 232,0–239,5 м, а відмітки поверхні гідровідвалу – 238,0–239,5 м. Потужність намивних порід коливається в межах від 0,5–1,0 м до 4,0–6,0 м. Намив гідровідвалів відбувався протягом 1959–1964 рр. і 1976 р. Середня кількість складованої породи у гідровідвалі, становила 150–400 тис. м³ на рік. Намив 1976 року укладений у північно-східній частині майданчика поблизу дамби обвалування. Гідровідвали складені супісками, пісками, суглинками і глинами. Переважають у гідровідвалах пилюваті легкі і важкі супіски, які становлять 32 % від усієї маси відвалу; 28 % становлять дрібні і пилюваті піски і по 20 % – суглинки і глини. Породи гідровідвалу мають лінзоподібне залягання і чітко виражену тонкошарову структуру.

Дамба обвалування. На момент вивчення порід старих гідровідвалів навколо них була частково наявна огорожуюча дамба, яка зведена з метою збільшення їхньої приймаючої здатності. Дамба сягала до відміток 243,0–245,0 м. Ширина дамби вгорі становила 25–40 м, внизу сягала 40–60 м; кути зовнішніх відкосів становили 30–40°. Дамба обвалування зведена сухим способом – бульдозерами. У нижніх частинах (до висоти 2–5 м) дамба складена породами намиву 1959–1964 років із супісків, суглинків, глини і пісків. У верхніх частинах дамба відсипана привезеним ґрунтом та розкривними породами – суглинками, жорствою, щебенем жорствяного каоліну й уламками звіреного граніту. Консистенція порід, які складають дамбу обвалування, тверда, напівтверда, місцями тугопластична.

Відвал сухої розкривної товщі розташований на надзаплавній терасі річки Південний Буг. В основі відвалу залягають четвертинні відклади – суглинки, супіски, піски і породи старих гідровідвалів. Мінеральний склад відвалу сухої розкривної товщі Гніванського кар'єру характеризується доволі неоднорідним складом. Тут складували різні за літологічним складом породи: первинні каоліни, каолінізовану жорству і щебінь, звірені граніти, суглинки і глини. Консистенція порід тверда і напівтверда, структура грудкувата. Великою різновидністю характеризуються каоліни. Неоднорідність порід у відвалах визначається також результатом природного перешарування в процесі їхнього відсипання та самоущільнення, коли більші фракції зосереджуються в нижній частині насипу і виникає лінзоподібне чергування літологічно різнірідних шарів, у верхній частині переважають суглинки, глини, м'які каоліни, жорства, щебінь, у нижній – уламки звіреного граніту і твердого каоліну (рис. 15 а, б).

У звіті за 1977 р. (Велікін та ін., 1977) наведені такі пропозиції щодо рекультивациі акумулятивного рельєфу Гніванського кар'єрно-відвального комплексу:

- У випадку появи фільтраційних деформацій на дамбі первинного обвалування гідровідвалу ефективним засобом боротьби з ними може бути присипка дамби щебенем чи уламками вивіреного граніту.

- За рекультивації площ, зайнятих відвалом, кути відкосів відвальних мас мають становити не більше 25° .
- Для забезпечення стійкості відвалу сухої розкривної товщі, що розташовується на заплаві річки Південний Буг, від розмиву в періоди паводків і від обводнення відвальних мас в основі відвалу рекомендовано вкласти до відмітки 233,0 м подушку зі щебеню, жорстви, звіреного граніту, негабариту.
- Не допускати укладання в заплавної частині річки в основі відвалу нижче відмітки 233,0 м каолінів і каолінізованих порід.
- Відсипання відвалу на заплаві річки Південний Буг рекомендовано двоярусне.



a *б*
Рис. 15. Ділянки відвалів розкривних товщ:
a – західна частина; *б* – південна частина

Fig. 15. Areas dumps of capping strata:
a – western site ; *b* – southern site

Рекомендації, наведені вище, в повному обсязі виконали. Станом на сьогодні можемо спостерігати рекультивовані відвали різної фракційності з порівняно незначними кутами відкосів, розташовані, здебільшого, за південною межею кар'єрної виїмки. Очевидно, що відвали розкривних товщ Гніванського кар'єру є, наскільки це можливо, задернованими. Також спостерігається значна кількість кущів і деревної рослинності, що насаджується та природно відновлюється.

На рис. 16 зображені валоподібні відвали розташовані на заплаві річки Південний Буг за західною межею сучасної кар'єрної виїмки. Звернемо увагу, що в основі відвалів, як і рекомендували, укладено подушку зі щебеню, жорстви, звіреного граніту, негабариту, яка місцями виходить на денну поверхню. Над нею другим ярусом відсипані породи меншої фракційності. Відвали частково задерновані.

Наведене вище є прикладом динаміки рекультиваційних робіт. Від початку розробки і досі робота з цією частиною кар'єрно-відвального комплексу, а саме – відвалами розкривних товщ Гніванського кар'єру, передбачала рекультиваційну мету – забезпечення та відновлення господарської та естетичної цінності порушених земель. Для досягнення результату виконано ґрунтовну довготривалу роботу. Подібні заходи мають лягати в основу рекультиваційних робіт усіх елементів кар'єрно-відвальних комплексів. Водночас рекультиваційні заходи

повинні бути плановими та системними, а в жодному разі не фрагментарними чи хаотичними.



Рис. 16. Валоподібні відвали на заплаві річки Південний Буг
Fig. 16. Shaft-shaped dumps on the floodplain of the Southern Buh river

Висновки. Гніванський гранітний кар'єр – один з найбільших кар'єрів з видобутку кристалічних корисних копалин в Україні. Він перебуває в активній стадії розвитку, відбувається формування елементів гірничопромислового рельєфу (збільшення висоти стінок, утворення нових бERM, зміна форми та розмірів днища, переформування відвалів переробних заводів). Сьогодні розроблено 8 горизонтів порід, заплановано розробку 9-го горизонту. Глибина кар'єрної виїмки на момент відпрацювання становитиме понад 120 м.

У Гніванському кар'єрі використовують систему розробки, характерну для гранітних кар'єрів – з утворенням багатоуступних майже прямовисних стінок, плоского днища, зовнішніх відвалів.

У перспективі необхідно дослідити відпрацьовані гранітні кар'єри з метою вивчення їхнього функціонування в умовах закінчення експлуатації та динаміки антропогенно зумовлених процесів. Також важливим завданням має бути аналіз прикладів рекультивації кар'єрно-відвальних комплексів кристалічних порід в Україні та світі й зіставлення їх з можливостями впровадження рекультиваційних заходів у Гніванському кар'єрно-відвальному комплексі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Бондаренко Г. Ф., Майбоженко М. І. Про дорозвідку Витавського родовища кристалічних порід у Тиврівському районі Вінницької області УРСР : звіт / Міністерство промисловості будівельних матеріалів: комплексна геологічна експедиція “Укргеолбудм”. Київ, 1975. Кн. I.
- Велікін М., Петліченко Ю., Кіліжевський І. Висновок “Про інженерно-геологічні умови рекультивації відвалів розкривних порід Витавського родовища кристалічних порід в Тиврівському районі Вінницької області” / Міністерство промисловості будівельних матеріалів УРСР: комплексна геологічна еспедиція “Укргеолбудм”. Київ, 1977.

- Горішний П. Морфологія кар'єрних техноформ (на прикладі Львівської області) // Фізична географія і геоморфологія. 2010. Вип. 1(58). С. 164–170.
- Горішний П. Геоморфологічна будова Розвадівського кар'єру (Львівська область) // Проблеми геоморфології і палеогеографії Українських Карпат і прилеглих територій: збірник наукових праць. 2016. Вип. 1(6). С. 66–75.
- Горішний П. Геоморфологічне картографування кар'єрів // Вісник Львів. ун-ту. Сер. геогр. 2016. Вип. 50. С. 119–130.
- Горішний П. Класифікація рельєфу кар'єрів // Проблеми геоморфології і палеогеографії Українських Карпат і прилеглих територій: збірник наукових праць. 2018. Вип. 1 (08). С. 160–170.
- Горішний П., Павельчук А. Рельєф кар'єрів Середнього Побужжя (на прикладі Сабарівського кар'єру) // Проблеми геоморфології і палеогеографії Українських Карпат і прилеглих територій: збірник наукових праць. 2019. Вип. 1 (9). С. 101–116.
- Денисик Г. І. Природнича географія Поділля. Вінниця : ЕкоБізнесЦентр, 2011. 184 с.
- Денисик Г. І., Война І. М. Висотна диференціація та різноманіття антропогенних ландшафтів. Вінниця : Вінницька обласна друкарня, 2013. 188 с.
- Денисик Г. І., Задорожня Г. М. Похідні процеси та явища в ландшафтах зон техногенезу. Вінниця : Вінницька обласна друкарня, 2013. 220 с.
- Іванов Є. Ландшафти гірничопромислових територій : [монографія]. Львів : ВЦ ЛНУ імені Івана Франка, 2007. 334 с.
- Іванов Є. А. Природно-господарські системи гірничопромислових територій західного регіону України: функціонування, моделювання, оптимізація : дис. доктора геогр. наук: 11.00.11 / Іванов Євген Анатолійович. Київ, 2017. 578 с.
- Історія підприємства. ТОВ “Гніванський гранітний кар'єр” [10.2016]. URL : <https://kareer.biz/istoriya-pidpryyemstva>.
- Павельчук А. Рельєф Гніванського кар'єру (Вінницька область) // Реалії, проблеми та перспективи розвитку географії в Україні: матеріали студентської наукової конференції (28 квітня 2015 р.). Львів : ВЦ ЛНУ імені Івана Франка, 2015. С. 75–82.
- Павельчук А. Класифікація гранітних кар'єрів // Проблеми геоморфології і палеогеографії Українських Карпат і прилеглих територій : матеріали доповідей 12 науково-практичного семінару за міжнародної участі (25–26 листопада 2021 р.). Львів : ВЦ ЛНУ імені Івана Франка, 2021. С. 171–176.
- Павельчук А. Зміни рельєфу Новосинявського гранітного кар'єру (Хмельницька область) // Проблеми геоморфології і палеогеографії Українських Карпат і прилеглих територій : матеріали доповідей XIII науково-практичного семінару за міжнародної участі, присвяченого 85-річному ювілею проф. Я. Кравчука (2–3 березня 2023 р.). Львів : ГАЛИЧ ПРЕС, 2023. С. 157–161.
- Пейкре Р. О. Про дорозвідку Витавського родовища кристалічних порід в Тиврівському районі Вінницької області УРСР в 1981–1984 рр. : звіт / Міністерство промисловості будівельних матеріалів: комплексна геологічна експедиція “Укргеолбудм”. Київ, 1984. Том II.
- План підрахунку запасів, нанесений на топооснову 1:5 000. ВАТ “Гніванський кар'єр” Витавське родовище мігматитів. Вінниця, 2015.

- Сивак О. А. Коваль В. М. План розвитку гірничих робіт по ВАТ “Гніванський кар'єр” Витавське родовище на 2016 рік. Вінниця, 2015.
- Lóránt, D. Quarrying: an anthropogenic geomorphological approach. *Acta Montanistica Slovaca. Ročník 13, číslo, 2008, № 1. P. 66–74.*
- Lóránt D. Introduction to Anthropogenic Geomorphology, *Studies on Environmental and Applied Geomorphology*, Dr. Tommaso Piacentini (Ed.), 2012. ISBN: 978-953-51-0361-5.
- Szabó, J., Lóránt D., Lóczy, D. (Eds.). *Anthropogenic geomorphology: a guide to man-made landforms*. Springer Science & Business Media, 2010. 260 p. ISBN: 978-9048130573.

REFERENCES

- Bondarenko, H. F., Maibozhenko, M. I., 1975. About additional exploration of the Vytava deposit of crystalline rocks in the Tyvriv district, Vinnytsia region, Ukrainian SSR : the report / Ministry of Construction Materials Industry: complex geological expedition "Ukrgeolbudm". Kyiv. Book I. (In Ukrainian).
- Velikin, M., Petlichenko, Yu., Kilizhevskiy, I., 1977. The conclusion "About engineering and geological conditions of reclamation overburden rock dumps of the Vytava deposit of crystalline rocks in the Tyvriv district, Vinnytsia region" / Ministry of Construction Materials Industry of the Ukrainian SSR: complex geological expedition "Ukrgeolbudm". Kyiv. (In Ukrainian).
- Horishnyy, P., 2010. The morphology of quarry technoforms (on the example of Lviv region). In *Physical geography and geomorphology: collection of scientific papers*, 1(58), 164–170. (In Ukrainian).
- Horishnyy, P., 2016. Geomorphological structure of Rozvadiv quarry (Lviv region). In *Problems of geomorphology and paleogeography of the Ukrainian Carpathians and adjacent areas: collection of scientific papers*, 1(6), 66–75. (In Ukrainian).
- Horishnyy, P., 2016. Geomorphological mapping of quarries. In *Visnyk of Lviv Univ. Series Geography*, 50, 119-130. (In Ukrainian).
- Horishnyy, P., 2018. Classification of relief of quarries. In *Problems of geomorphology and paleogeography of the Ukrainian Carpathians and adjacent areas: collection of scientific papers*, 1 (08). 160–170. (In Ukrainian).
- Horishnyy, P., Pavelchuk, A., 2019. Relief of the quarries of the Middle Pobuzhzhia (on the example Sabariv quarry). In *Problems of geomorphology and paleogeography of the Ukrainian Carpathians and adjacent areas: collection of scientific papers*, 1 (09), 101–116. (In Ukrainian).
- Denysyk, G. I., 2011. Natural geography of Podillia. Vinnytsia : EkoBusinessTsentr, 184. (In Ukrainian).
- Denysyk, G. I., 2011, Voyna I. M., 2013. Altitude differentiation and diversity of anthropogenic landscapes. Vinnytsia : Vinnitsa Print House, 188. (In Ukrainian).
- Denysyk, G. I., Zadorozhnyy, A. M., 2013. Derivatives of processes and phenomena in landscapes zones technogenesis. Vinnytsia : Vinnitsa Print House, 220. (In Ukrainian).
- Ivanov, Ye. A., 2007. Landscapes of mining territories : Monograph. Lviv : Publishing centre of Ivan Franko National University of Lviv, 334. (In Ukrainian).
- Ivanov, Ye. A., 2017. Natural and economic systems of mining areas in Western Ukraine: functioning, modeling, optimization. The thesis for the degree of Doctor of Geographical Sciences, specialty 11.00.11. Kyiv, 578. (In Ukrainian).

- Company history. LLC “Hnivan granite quarry”. [10.2016] URL : <https://karer.biz/istoriya-pidpryyemstva>.
- Pavelchuk, A., 2015. Relief of the Hnivan quarry (Vinnytsia region). In *Realities, problems and perspectives of development of geography in Ukraine: materials of the student scientific conference (April 28, 2015)*. Lviv : Publishing centre of Ivan Franko National University of Lviv, 75–82. (In Ukrainian).
- Pavelchuk, A., 2021. Classification of granite quarries. In *Problems of geomorphology and paleogeography of the Ukrainian Carpathians and adjacent areas : materials of reports of the 12th scientific and practical seminar with international participation (November 25–26, 2021)*. Lviv : Publishing centre of Ivan Franko National University of Lviv, 171–176. (In Ukrainian).
- Pavelchuk, A., 2023. Changes in relief of Novosynavsky granite quarry (Khmelnyskyi region). In *Problems of geomorphology and paleogeography of the Ukrainian Carpathians and adjacent areas : materials of reports of the 13th scientific and practical seminar with international participation, dedicated to the 85th anniversary of prof. Ya. Kravchuk (March 2–3, 2023)*. Lviv : HALYCH PRES, 157–161. (In Ukrainian).
- Peikre, R. O., 1984. About additional exploration of the Vytava deposit of crystalline rocks in the Tyvriv district, Vinnytsia region, Ukrainian SSR in 1981–1984 : the report / Ministry of Construction Materials Industry: complex geological expedition "Ukrgeolbudm". Kyiv. Volume II. (In Ukrainian).
- Plan for calculating reserves applied to the topographic basis 1:5000, 2015. OJSC “Hnivan quarry”. Vytava migmatites deposit. Vinnytsia. (In Ukrainian).
- Syvak, O. A., Koval, V. M., 2015. Plan for development of mining works of OJSC “Hnivan quarry” for 2016 of Vytava deposit. Vinnytsia. (In Ukrainian).
- Lóránt, D., 2008. Quarrying: an anthropogenic geomorphological approach. In *Acta Montanistica Slovaca*. Ročník,13, číslo 1, 66–74.
- Lóránt, D., 2012. Introduction to Anthropogenic Geomorphology. In *Studies on Environmental and Applied Geomorphology*, Dr. Tommaso Piacentini (Ed.), ISBN: 978-953-51-0361-5.
- Szabó, J., Lóránt, D., Lóczy, D. (Eds.), 2010. *Anthropogenic geomorphology: a guide to man-made landforms*. Springer Science & Business Media. 260 p. ISBN: 978-9048130573.