

УДК 553.532.

Я.М. Тузяк

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНИХ, ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ, ТЕХНІЧНИХ Й ЕСТЕТИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ БАЗАЛЬТОВОГО БРУКУ М. ЛЬВІВ ТА ІСТОРІЯ ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ

«Недооцінена вічна бруківка міста Львова» або «Де закінчується бруківка, там закінчується Львів...». Бруківка – це не лише звичайне вуличне чи дорожнє покриття міст. Вона стала невід’ємною частиною міста Львів і навіть його символом. Вона є у картинах художників, в поезії та прозових творах. Львівська бруківка живе своїм життям, і вона нероздільна із середовищем. Це не просто символ, а частина міста. Відділити ці речі неможливо. На сучасному етапі брукове покриття можна розглядати як одне з історичних надбань, яке приваблює мешканців і гостей міста Львів. Воно має давню історію, технічні особливості (виготовлення й укладання) і, як з’ясувалося, екологічні властивості.

У статті розглянуто історію видобутку базальту й оцінку його екологічних, фізико-хімічних, технічних й естетичних властивостей та значення для брукування вулиць урбанізованого простору з метою створення комфортного середовища проживання. На відміну від штучних аналогів та менш стійких природних різновидів базальтове брукове покриття не змінює своїх фізико-механічних та естетичних характеристик, є загально визнаним, найбільш екологічним твердим дорожнім покриттям для якого притаманні: 1) надзвичайно висока механічна міцність – перша категорія у шкалі М.М. Протодяконова: у вищій ступені міцна, щільна та в'язка гірська порода; 2) дуже низький коефіцієнт теплового розширення та стійкість до широкого діапазону коливань добових, сезонних чи річних температур; 3) практично повна відсутність порожнин і тріщин, або їхня незв'язаність між собою; 4) витримування сотень й тисяч циклів замерзання та розморожування; 5) відсутність водорозчинних мінералів у мінеральному складі; 6) стійкість до широкого спектру агресивності поверхневих та підземних вод; 7) екологічно чиста – властива повна відсутність токсичних газових еманцій та прісноводність водної витяжки; 8) радіаційна безпечність – притаманні низькі вмісти урану й торію (у порівнянні з гранітами), а також дуже низький радіаційний фон.

Ключові слова: базальт, брук, урбанізований простір, Львів.

Вступ.

Рим називають містом травертину (вапнякового туфу), Єреван – вулканічного туфу, Санкт-Петербург – пудостського каменю, а Львів – це місто пісковика, вапняку і базальту. Цей природний камінь століттями видобували у каменоломнях Львівщини, Рівненщини, Тернопільщини – знаменитих не лише на теренах Заходу України, але й Європи та Азії. Сьогодні більшість родовищ або вичерпані, або на межі вичерпання. Це кар’єри у Полянні, Демні, Добрянах

(околиці Миколаєва), Пронятині, Теробовлі, Івановій Долині.

Високоякісна чорна базальтова бруківка вулиць Львова, площ, пішохідних доріжок, тротуарів та елементів міського ландшафтного дизайну (Рис. 1) – найбільш екологічно-чисте та радіаційно-безпечне тверде дорожнє покриття. На неї мало хто звертає увагу, але вона була, є та буде неодмінним атрибутом міського ландшафту центральної частини міста Львова. З'явився чорний брук на вулицях міста Лева наприкінці ХІХ – на початку ХХ ст. і походить з Яново-Долинського родовища Волинських стовпчастих базальтів. Ним заощено левову частину центральних вулиць міста.

Коротка історична довідка.

Історія дослідження базальтових покладів на Поліссі сягає глибокої давнини. Є згадки про те, що ці поклади відомі людям ще з 1835 р. Відомий дослідник, перший директор Національного геологічного музею України, професор Київського університету, академік П. Тутковський вважав, що перші каменярні в Берестовці було закладено в 1858 р. У геологічній літературі ХІХ ст. поклади базальту над Горинню часто називали «Берестовецьким феноменом», тобто унікальним явищем природи. Рівненський базальт досліджували А. К. Тишецький (1862), В. І. Блюмель (1876), О. П. Карпінський (1917–1936), В. І. Вернадський (1919–1921), П. А. Тутковський (1912), Є. К. Лазаренко (1951–1963).

У 20–30-х роках ХХ ст. Рівненські базальти були в центрі уваги багатьох польських геологів – Чеслава Кужніяр, М. Каменського, Ю. Токарського, С. Малковського та ін. У геологічних часописах Польщі того періоду висвітлювалися різні аспекти вивчення базальтів.

Результати геологічних досліджень базальтів Полісся викладені у монографіях і науково-довідкових виданнях.

Історія експлуатації базальтів.

У праці П. Кононця зазначено: «З давніх-давен тут видобували базальт. У міжвоєнний період тут працювало найбільше підприємство Волинського воєводства і найбільший у тодішній Польщі базальтовий кар'єр. Залізничним сполученням Янова Долина-Костопіль щодня постачали продукцію до станції в Костополі, а далі – до Європи. Вулиці й площі Праги, Парижа, Варшави, Брюсселя, Кракова, Відня, Люксембурга, Лондона вимощено Рівненським базальтом».

Волинський камінь почав завойовувати європейський ринок. Польща відмовилася від поставок базальту зі Швеції і мала великі прибутки від власних копалень площею 250 гектарів. Як зазначали, це було одне з найбільших

родовищ, яке не мало аналогів в Європі. За місцевими переказами базальти Івано-Долинського родовища почали використовувати у будівництві ще з 1635 р. [2].

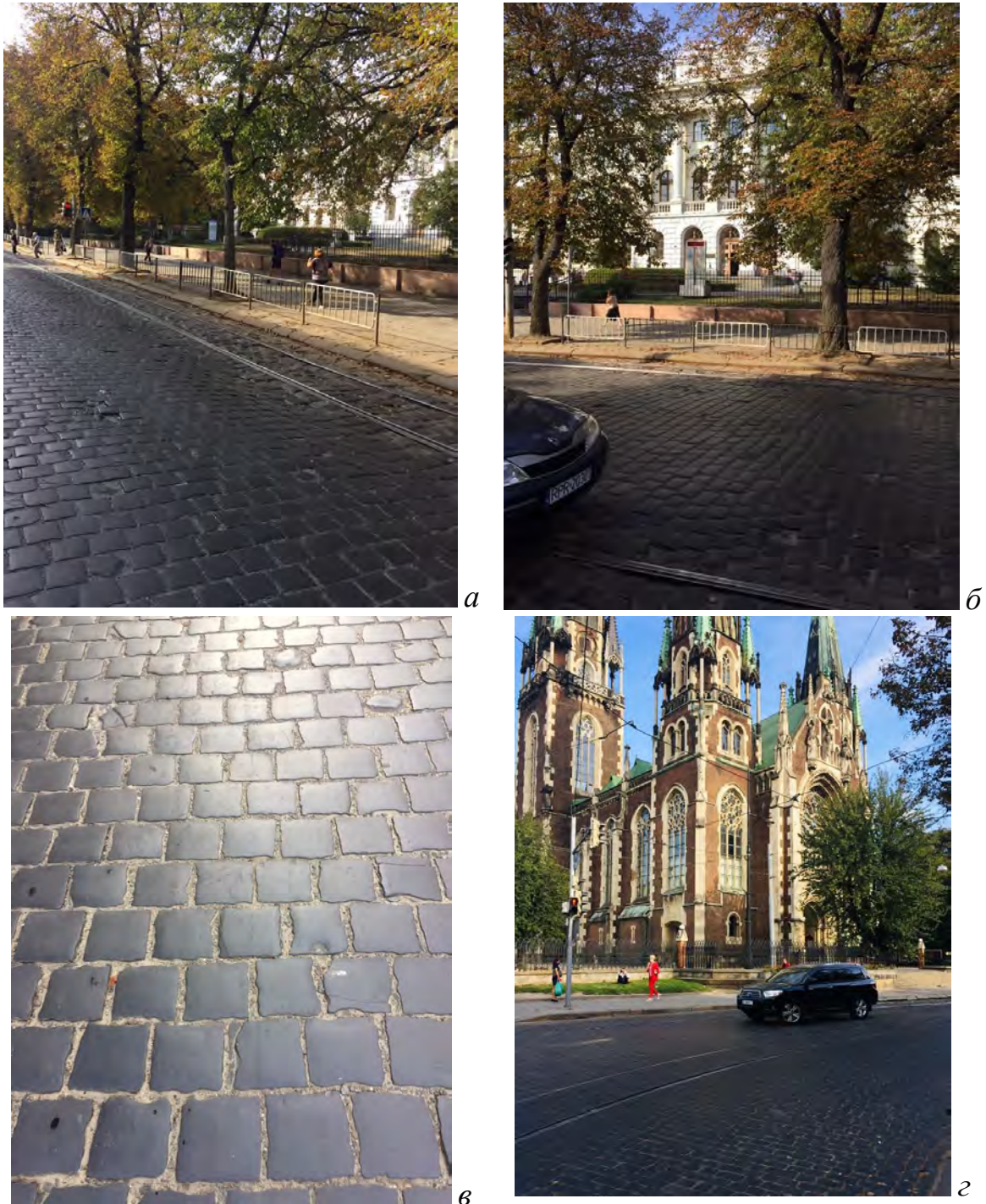


Рис. 1. Базальтова бруківка м. Львів (а-г – вул. Степана Бандери).

Подивитися на унікальне робітниче містечко Янова Долина і перейняти досвід приїжджали цілі делегації, про нього писала центральна польська преса. На міжвоєнній Рівненщині воно було взірцем організації праці, побуту і

відпочинку в східній Європі. «Газета Польська» називала Янову Долину матір'ю польських автострад (Рис. 2–4).



Рис. 2. Каменоломня базальту, Янова Долина, Рівне



Рис. 3. Видобуток базальту в каменоломні Янова Долина, Рівне

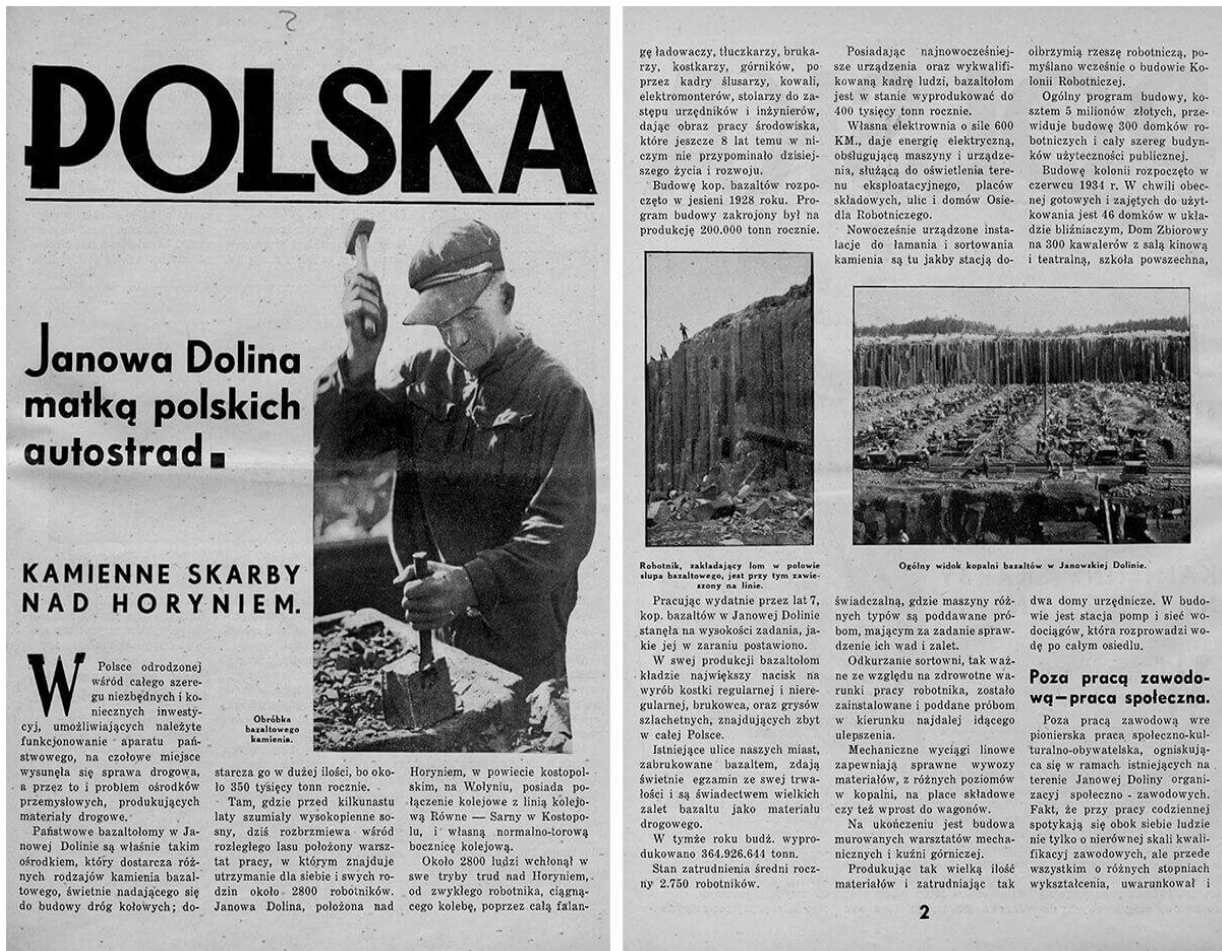


Рис. 4. Газета Польська, в якій розміщено статтю про Янову Долину – матір Польських автострад Джерела фото: wolyn.freehost.pl, NAC, kresowianie.info, wolhynia.pl

У Яновій Долині добували базальт і в часи Російської імперії, але тільки польський уряд у 1928 р. розгледів справжню цінність тамтешніх неродючих земель. Замість, як раніше, закуповувати базальт у Швеції, польська влада розгорнула широкомасштабний видобуток каменю на Рівненщині. До 1934 року в каменоломнях Янкової Долини працювали тисячі робітників.

Тоді виникла ідея збудувати там робітниче селище на площі 107 гектарів. За основу взяли креативну розробку австрійського архітектора Адольфа Лооса.

За іншими джерелами [5], наприкінці XVIII ст. перший поклад унікального каменю вулканічного походження – базальту, було виявлено у селі Берестовець на Костопільщині. В звіті геологорозвідувальних робіт за 1956 р. зазначено, що: «...відповідно до розповідей місцевих жителів, які були передані усно, першовідкривачем базальту був сільський житель на прізвище Корейчук, який вирішив викопати у своєму садку колодязь, але натрапив на незвичайний, дуже твердий камінь чорного кольору».

Перші, невеликі кам'яні копальні у Берестовці почали виникати з 1835 р. До 1882 р. промислового видобутку не проводили. У 1882–1884 рр. родовище почали експлуатувати кілька російських підприємців, а згодом до 1914 р. – підприємцем Вигасом.

1920 р., коли західні землі стали частиною Польщі, почалося активне вивчення, дослідження і розробка базальтів Берестовця і Янової долини. Після того, коли «Товариство експлуатації каменоломень» із Кракова придбало ділянки у землевласників Мадейських, було започатковано по-справжньому промислому розробку берестовецьких базальтів. 1929 р. з Берестовця до Костополя прокладено вузькоколіїку, завдяки цьому було створено ідеальні умови для експорту базальту.

1927 р. у кар'єрі працювало вже 400 робітників, які щомісяця видобували до 10 тис. тонн каменю. Основна його маса йшла на покриття доріг, брукування вулиць. З Польщі була привезена і змонтована дробарна установка для виготовлення щебеню.

Основною продукцією базальтових копалень була шашка грубоколота, шашка для покриття доріг, бруківка для вулиць і майданів, бутовий камінь для фундаментів і щєбінь. Також виготовляли мозаїку для брукування пішохідних доріжок біля адмінприміщень та панських маєтків. Берестовецьким каменем вимощені вулиці й майдани багатьох європейських столиць – Варшави, Парижа, Люксембурга, Женеви, Красна площа у Москві. У селі були побудовані адмінприміщення управління копальнями, допоміжні та житлові приміщення, стадіон.

Видобувати базальт прибували робітники з різних європейських країн – Франції, Нідерландів, Німеччини та ін. До Другої світової війни в Берестовці проживали люди кількох національностей. Неподалік села були дві німецькі колонії, а також польські поселення. З 1939 по 1941 роки розробку родовищ проводив Білоруський військовий округ. У період німецької окупації на виробництві базальту у переважній більшості використовувалася праця військовополонених. З 1944 р. кар'єри знову були підпорядковані Білоруському ВО, згодом Шосдору МВС СРСР. Видобувають камінь і нині.

У 1972 р. геологічний заказник «Базальтові стовпи» отримав природоохоронний статус (рис. 6). Це комплексна геологічна пам'ятка природи – стратиграфічна, мінералогічна, петрографічна, палеовулканічна, – розташована на території Івано-Долинського родовища базальтів, у віданні ПАТ «Івано-Долинський спецкар'єр».



а



б



в



г



д

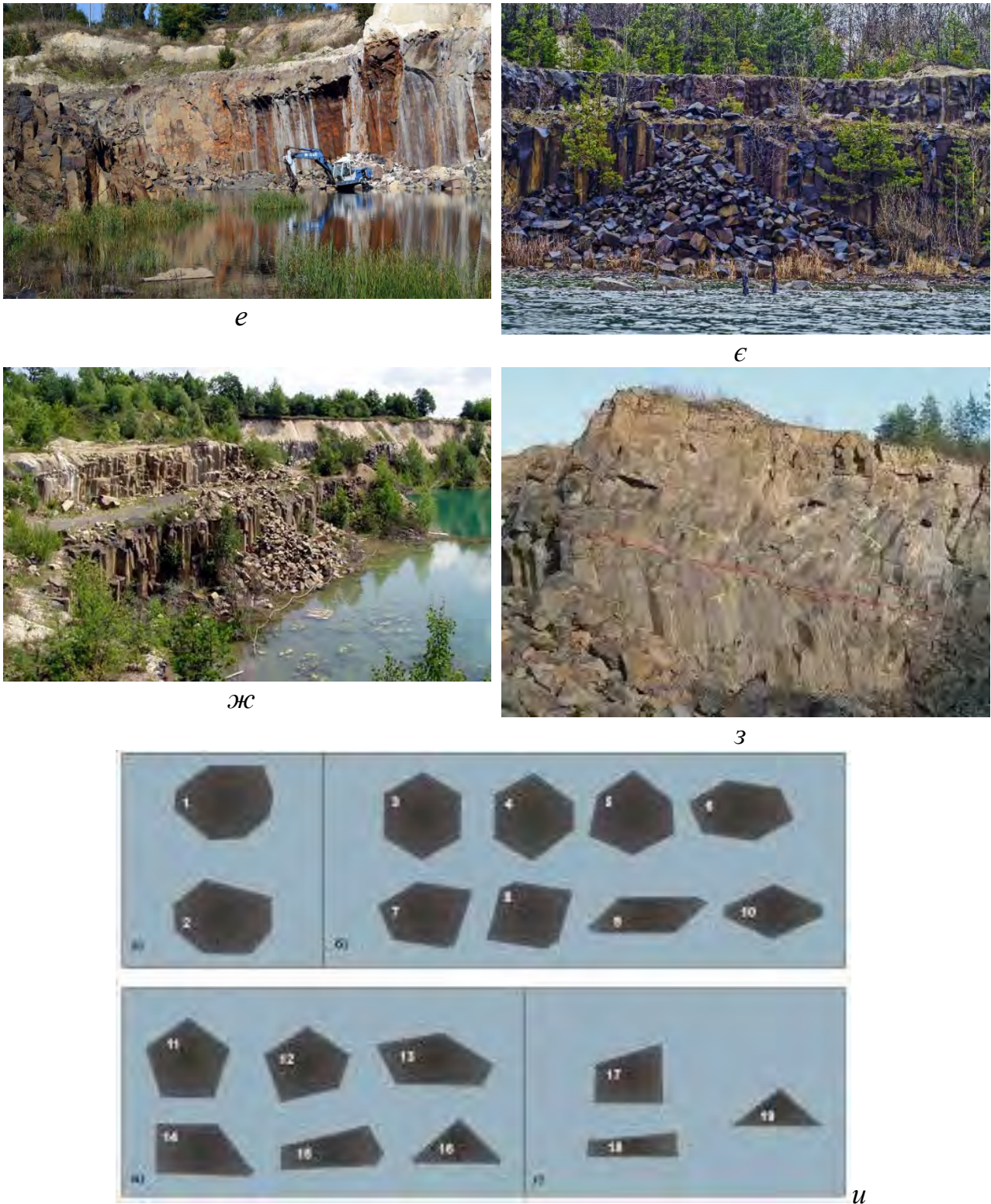


Рис. 5. Фотогалерея базальтових стовпів (Івано-Долинське родовище), Рівненська обл.

Легенда до рис. 5. а-в – панорама кар'єрів № 3–5 (джерело фото <https://rivne.media/news/zavorozhuyuchi-foto-bazaltovikh-stovpiv-na-rivnenshchini>); г-є – свіжа (чорна) і звітріла (бура) поверхні базальтів з чіткою стовпчастою окремістю; ж – стінка (борт) кар'єру, складений базальтами з чітко вираженою окремістю; з – тип границі між потоками у східній стінці кар'єру № 4. Нижній потік складений базальтами з грубостовпчастою окремістю, верхній –

неясностовпчастою, що переходить у брилову. Границю потоків показано штрих-пунктирною лінією, напрям падіння стовпів – стрілками за [3]; и – форма базальтових стовпів у поперечному перетині (а) 1 – сплющений восьмигранник, 2 – сплющений семигранник; б) 3 – правильний шестигранник, 4, 5 – неправильні шестигранники, 6 – сплющений шестигранник, 7 – неправильний шестигранник з однією редукованою гранню, 8 – неправильний шестигранник з двома редукованими гранями (наближений до паралелепіпеда), 10 – сплющений шестигранник з двома редукованими гранями (наближений до ромба); в) 11 – правильний п'ятигранник, 12 – неправильний п'ятигранник, 13, 14, 15 – сплющені п'ятигранники звичайно з однією редукованою гранню, 16 – п'ятигранник з двома редукованими гранями (наближений до трикутника), 17 – неправильний чотиригранник, 18 – сплющений чотиригранник, 19 – тригранник) за [3].

Оцінка екологічних властивостей базальту та його значення для брукування вулиць урбанізованого простору з метою створення комфортного середовища проживання.

З огляду на високий ступінь твердості базальт легко обробляється і піддається поліруванню. В період обмежених технічних засобів базальт був ідеальним каменем, який розколювався на куби чи паралелепіпеди з використанням підручних засобів. Стійкий в умовах впливу зовнішніх чинників середовища. Належить до антикорозійного покриття, яке є стійким до впливу хімічних речовин (кислот, лугів та інших агресивних середовищ), до різних механічних пошкоджень (стирання) та впливу атмосферних явищ або перепадів температур, володіє хорошими показниками теплоізоляції і звукопоглинання. Матеріал міцний, має високий ступінь експлуатації. Враховуючи те, що в процесі обробки базальт розплавляють під впливом температури до +1280°C, цей камінь також вирізняється високими показниками вогнестійкості. Також базальт є екологічно безпечним матеріалом (табл. 1): він не накопичує радіоактивних речовин та вирізняється високою діелектричною проникністю. Якщо цей камінь був використаний для внутрішнього облицювання приміщень, то його дуже легко очистити у процесі експлуатації. Також легкою буде й обробка поверхні каменю – шліфування, полірування та порізка. Базальт міцний і характеризується тривалим терміном експлуатації, тому стійкість до руйнування – це один з показників використання для вуличного покриття. Наглядним прикладом є базальтова бруківка м. Львова, яка використовується понад 150 років і вимощує вулиці, які піддавалися і піддаються високій транспортній експлуатації [4].

На сучасному етапі з базальту виготовляють такі елементи, як колони, сходинок, вуличні скульптури, мости і фонтани, цей камінь використовується для облицювання фасадів та мощення садових доріжок.

Внаслідок прояву у м. Львів процесів суфозії (фізичне (механічне) руйнування гірських порід із вимиванням фільтраційними водними потоками

часток мінеральної речовини різних розмірів і формуванням «механічного (фізичного) стоку») із утворенням провалля, що зумовлено особливостями геолого-геоморфологічної будови території, покриття вулиць базальтовим бруком є оптимальним варіантом. Оскільки провалля, які формуються внаслідок вимивання, впливають на естетичний вигляд вулиць, знижують рух транспорту, перешкоджають громадському пересуванню. У такому випадку це легко усунути при брукованому покритті, ніж при асфальто-бетонному. В місцях, які зазнали прояву процесів суфозії (наявність провалля) достатньо перестелити бруківку, а ніж ремонтувати цілу вулицю, так як фрагментарні ремонти асфальто-бетону зумовлюють втрату естетичного вигляду. Також брукована поверхня сприяє швидкій заміні чи ремонту (у разі прориву) теплових мереж (комунікацій), що дає можливість швидкого реагування і багаторазового використання бруківки.

Особливості асфальто-бетонного покриття. Нагрівається у літній період до прояву плавлення, виділення додаткового тепла і, відповідно, підвищення температури повітря. Замерзає узимку із утворенням крижаної кірки (ожеледиця). Утворення шкідливих випарів із неприємним запахом. Низький коефіцієнт стійкості до хімічних речовин, експлуатації (швидке руйнування), виключення повторного покриття (одноразове).

Таблиця 1

Екологічні і біологічні властивості базальтів

№ з/п	Найменування властивості	Характеристика
1.	Незаймистість	Належить до негорючого класу будматеріалів, екологічно безпечний і вогнетривкий (максимально безпечний при пожежах та спалахах), витримує температури понад 840 градусів без плавлення.
2.	Високі показники звуко- і теплоізоляції	Поглинає шум (від 43 дБ до 60 дБ) і мінімізує тепловтрату, підтримує комфортну температуру (взимку теплу, влітку прохолодну) – 0,039 Вт/ м ² *К. Для порівняння теплоізоляція асфальтобетону – 1,05 Вт/м ² *К.
3.	Паропроникність	Аналогічна паропроникності повітря, тобто ідеальна для житлових приміщень.
4.	Вологопоглинання	При 90% вологості поглинає 0,004% вологи від обсягу матеріалу
5.	Сорбційна вологість	Менше 0,5%
6.	Високі щільність і опір	Зберігають свої первинні властивості – стійкі до тертя, руйнування, просідання, розчинення (понад сотні років).

Порівняння брукованого й асфальто-бетонного покриття наведено у табл.

2.

Таблиця 2

Переваги використання брукованого покриття проти асфальто-бетонного

№ з/п	Особливості	Бруковане покриття	Асфальто-бетонне покриття
1.	Використання	Багаторазове	Одноразове
2.	Термічний опір	Не нагрівається	Нагрівається
3.	Запах	Не виділяє	Виділяє
4.	Стійкість до впливу навколишнього середовища	Не руйнується, стійке	Руйнується, плавиться, не стійке
5.	Вологопоглинання	Не поглинає	Поглинає
6.	Вогнестійкість	Стійке	Не стійке
7.	Екологічне значення	Екологічно безпечний	Екологічно небезпечний

Фізико-механічні властивості і хімічний склад базальту.

Базальти родовища характеризуються такими фізико-механічними показниками якості і хімічним складом (табл. 3, 4).

Таблиця 3

Хімічний склад базальтів за [1]

Найменування компонентів	Технічні вимоги				Вміст компонентів, %			
	за ТУ У 023.022-96 для штапельних волокон		за ТУ У 023.019-95 для неперервних волокон		по родовищу		у контурі підрахунку запасів петрургійної сировини	
	від	до	від	до	від	до	від	до
1	2	3	4	5	6	7	8	9
SiO ₂	43,0	51,0	47,5	55,0	45,97	53,0	45,97	51,1
Al ₂ O ₃	10,0	17,0	14,0	20,0	10,95	15,54	10,95	14,75
Fe ₂ O ₃ +FeO	10,0	18,0	7,0	13,5	12,73	15,39	13,5	15,39
TiO ₂	0,2	3,0	0,2	2,0	2,26	3,09	2,45	3,09
CaO	8,0	13,0	7,0	11,0	5,94	11,1	8,27	9,99
MgO	4,0	15,0	3,0	8,5	3,1	8,29	4,0	6,75
SO ₃	не більше 0,1		не більше 0,2		0,01	0,97	0,01	0,97
K ₂ O+Na ₂ O	2,0	5,0	2,5	7,5	2,0	3,77	2,06	3,47
MnO	не більше 0,4		не більше 0,25		0,02	0,69	0,04	0,43
в. п. п.	не більше 5,0		не більше 5,0		0,1	3,36	0,15	3,36

Висновки.

За оцінкою екологічних, фізико-хімічних, технічних, естетичних, властивостей базальтовий брук є ідеальним покриттям для урбанізованих систем і цінною історичною пам'яткою. За свою понад столітню історію, чорна базальтова бруківка пережила не одне переукладення, рух важкої військової техніки у роки

Характеристика технічних властивостей базальтів (Івано-Долинське родовище, Костопільський район, Рівненська область) за [1]

№ з/п	Назва технічних властивостей	Одиниці виміру
1.	Загальні запаси	Понад 10 млн м ³
2.	Різновиди сировини	Скелі (моноліти) 95 %, стовпи 5 %
3.	Форма поперечного перерізу стовпів	Від 4- до 7-гранних
4.	Товщина	0,6–1,2 м (переважають стовпи товщиною 0,8–1 м)
5.	Висота	3–22 м
6.	Дійсна густина	2,3–2,96 г/см ³
7.	Середня густина	2840–2939 кг/м ³
8.	Пористість (загальна)	0,71–2,51 %
9.	Коефіцієнт зменшення міцності при насиченні водою	0,9–0,97
10.	Водопоглинання	0,18–0,84 %
11.	Об'ємна питома вага	кг/м ³
12.	Щільність (BSEN 1936)	кг/м ³
13.	Межа міцності на стискання:	
14.	у повітряно-сухому стані	2582–4183 кгс/см ²
15.	у водонасиченому стані	2327–4049 кгс/см ²
16.	Марка породи за міцністю у водонасиченому стані	1400 (за ТУ У 21-10-69-89 «Камінь бутовий. Технічні умови»)
17.	Теплопровідність	0,032–0,048 Вт/(м ² *К)
18.	Радіоактивність	низька природна 250,0–370,0 Бк/к., що належить до I класу будівельних матеріалів і підходить для всіх видів будівництва без обмежень
19.	Супутні корисні копалини, мінерали	Гірський кришталі, малахіт, лазурит, яшма та ін.

першої та другої світових воєн, інтенсивний рух сучасного транспорту, про який перші ініціатори брукування та укладачі бруківки не могли навіть здогадуватися, але не зважаючи на це, на відміну від штучних аналогів та менш стійких природних різновидів – не змінює своїх фізико-механічних та естетичних характеристик, є загальноновизнаним, найбільш екологічним твердим і надійним дорожнім покриттям.

В багатьох історичних містах країн Європи бруковані вулиці мають статус історичної пам'ятки, зокрема у Варшаві, 60 вимощених вулиць занесені до реєстру пам'яток, що дає покриттю цих вулиць додаткову охорону й підкреслює їхню цінність.

Слід зазначити, що центральна історична частина Львова перебуває під охороною держави та ЮНЕСКО, головною метою яких є збереження

автентичних історичних й архітектурних пам'яток міста, до яких також належить і брукове покриття.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Звіт з оцінки впливу на довкілля планованої діяльності Івано-Долинського родовища базальтів в Костопільському районі Рівненської 2019743996 (реєстраційний номер справи про оцінку впливу на довкілля планованої діяльності) області. Рівне, 2020. – 273 с.
2. Кононець П. Туристичні маршрути Костопільщини. Історія музейництва, пам'яткоохоронної справи, краєзнавства і туризму в Острозі та на Волині. 2011. С. 349–356.
3. Лисенко О. А., Меркушин І. Є. Геологічні пам'ятки «Базальтові стовпи» Іванової Долини. *Зб. наук. пр. УкрДГПІ. № 3/13. К., 2013. С. 98–111.*
4. Тузяк Я. Декоративний камінь як окрема категорія геотуристичних об'єктів: наукові підходи, прикладні засоби оцінки кам'яних ресурсів і їх родовищ для визначення статусу Глобального (Світового) надбання – світова і вітчизняна практика. *Екологічні науки. 2021. № 3 (36). С. 21–33. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.3-36.4>*
5. Янова Долина між розквітом і трагедією. URL: <http://retrorivne.com.ua/janova-dolina-mizh-rozkvitom-i-tragediieju-mistechko-jakomu-divuvalisja-navit-u-ievropi/>

REFERENCES

1. Report on Environmental Impact Assessment of the Planned Activities of the Ivano-Dolinsky Basalt Field in the Kostopol District of Rivne 2019743996 (registration number of the case on environmental impact assessment of the planned activities) of the region. Exactly, 2020. 273 p. – in Ukrainian
2. Kononets P. 2011. Tourist routes of Kostopolshchina. History of museum work, memorial protection, local history and tourism in Ostrog and Volyn. P. 349–356. – in Ukrainian
3. Lysenko A. A., Merkushin I. E. 2013. Geological sights "Basalt pillars" Ivanova Valley. *Sat. sciences. art. UkrGGRI. № 3/13. K. P. 98–111.* – in Ukrainian
4. Tuzyak Ya. 2021. Decorative stone as a separate category of geoturistic objects: scientific approaches, applied means of assessing stone resources and their deposits to determine the status of the Global (World) heritage – world and domestic practice. *Environmental sciences. № 3 (36).* – P. 21–33. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.3-36.4> – in Ukrainian
5. Yanova Valley between its heyday and tragedy. URL: <http://retrorivne.com.ua/janova-dolina-mizh-rozkvitom-i-tragediieju-mistechko-jakomu-divuvalisja-navit-u-ievropi/> – in Ukrainian

Ya.M. Tuzyak

ASSESSMENT OF ECOLOGICAL, PHYSICOCHEMICAL, TECHNICAL AND AESTHETIC PROPERTIES OF BASALT PAVING OF L'VIV AND HISTORY OF ITS USE

“Underrated eternal paving stones of the city of L'viv” or “Where the paving stones end, L'viv ends there...” Paving stones are not only the usual street or road surface of cities. It has become an integral part of the city of L'viv and even its symbol. It is in paintings by artists, in poetry and prose works. L'viv paving stones already live their lives and it is inseparable from the environment. This is not just a symbol, but part of the city. It is impossible to separate these things. At the modern stage, paving can be

considered as one of the historic properties that attract residents and guests of the city of L'viv. It has a long history, technical features (manufacture and laying) and, as it turned out, environmental properties.

The article considers the history of basalt mining and the assessment of its environmental, physical and chemical, technical and aesthetic properties and the importance of urbanized space for paving streets in order to create a comfortable habitat. Unlike artificial analogues and less stable natural varieties, basalt paving does not change its physical, mechanical and aesthetic characteristics, it is below the generally recognized, most environmentally friendly, hard road surface for which is inherent: 1) extremely high mechanical strength – the first category in the M. M. Protodyakonov's scale: extremely strong, dense and viscous rock; 2) a very low coefficient of thermal expansion and resistance to a wide range of fluctuations in daily, seasonal or annual temperatures; 3) almost complete absence of cavities and cracks, or their disjoint to each other; 4) maintenance of hundreds and thousands of cycles of freezing and defrosting; 5) absence of water-soluble minerals in mineral composition; 6) resistance to a wide range of aggressiveness of surface and underground waters; 7) environmentally friendly – characterization of the complete absence of toxic gas emanations and freshwater of the water extract; 8) radiation safety – inherent low contents of uranium and thorium (compared to granites), as well as a very low radiation background.

Key words: basalt, cobblestone, urbanized space, L'viv.

Я.М. Тузяк

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ, ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ, ТЕХНИЧЕСКИХ И ЭСТЕТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БАЗАЛЬТОВОГО БРУКА г. ЛЬВОВ И ИСТОРИЯ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

«Недооцененная вечная брусчатка города Львова» или «Где заканчивается брусчатка, там заканчивается Львов...» Брусчатка - это не только обычное уличное или дорожное покрытие городов. Она стала неотъемлемой частью города Львов и даже его символом. Она есть в картинах художников, в поэзии и прозаических произведениях. Львовская брусчатка живет своей жизнью и она неразделима со средой. Это не просто символ, а часть города. Отделить эти вещи невозможно. На современном этапе брусчатое покрытие можно рассматривать как одно из исторических достояний, которое привлекает жителей и гостей города Львов. Оно имеет давнюю историю, технические особенности (изготовление и укладка) и, как выяснилось, экологические свойства.

В статье рассмотрена история добычи базальта и оценка его экологических, физико-химических, технических и эстетических свойств и значение для покрытия брусчаткой улиц урбанизированного пространства с целью создания комфортной среды обитания. В отличие от искусственных аналогов и менее устойчивых природных разновидностей базальтовое брусчатое покрытие не меняет своих физико-механических и эстетических характеристик,

является общепризнанным, наиболее экологичным твердым дорожным покрытием для которого присущи: 1) чрезвычайно высокая механическая прочность - первая категория в шкале М. М. Протодьяконова: в высшей степени прочная, плотная и вязкая горная порода; 2) очень низкий коэффициент теплового расширения и устойчивость к широкому диапазону колебаний суточных, сезонных или годовых температур; 3) практически полное отсутствие полостей и трещин, или их несвязанность между собой; 4) выдерживание сотен и тысяч циклов замерзания и размораживания; 5) отсутствие водорастворимых минералов в минеральном составе; 6) устойчивость к широкому спектру агрессивности поверхностных и подземных вод; 7) экологически чистая - свойственное полное отсутствие токсичных газовых эманаций и пресноводность водной вытяжки; 8) радиационная безопасность - присутствие низкие содержимые урана и тория (по сравнению с гранитами), а также очень низкий радиационный фон.

Ключевые слова: базальт, брук, урбанизированное пространство, Львов.

Львівський національний університет імені Івана Франка, 75005, м. Львів, вул.

Грушевського, 4. Україна

Ярина Тузяк

кандидат геологічних наук

e-mail: yaryna.tuzyak@lnu.edu.ua

<https://orcid.org/0000-0002-5749-3235>

Стаття надіслана: 21.02.2022