

УДК 55.624.131.1

## ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПОРІД ОПОРНОГО ЛЕСОВОГО РОЗРІЗУ РІВНЕ (ВОЛИНСЬКА ВИСОЧИНА)

А. Богуцький, П. Волошин

*Львівський національний університет імені Івана Франка,  
вул. П. Дорошенка, 41, м. Львів, 79000, Україна*

Рівне – один з опорних розрізів перигляціальної лесово-грунтової серії Волинської височини. Тут добре розвинені всі горизонти та підгоризонти верхнього та частково середнього плейстоцену. Наведено інженерно-геологічні властивості всіх виділених стратиграфічних горизонтів і підгоризонтів, а також обґрунтовано їхню індивідуальність.

*Ключові слова:* лесово-грунтова серія, стратиграфія, палеокріогенез, інженерно-геологічні властивості лесів і викопних ґрунтів.

Опорний розріз Рівне (див. рисунок) репрезентує лесовий покрив Рівненської хвилясто-горбистої височини – одного з геоморфологічних районів геоморфологічної підобласті Волинська височина [6]. Цей розріз – стратотип *рівненського* підгоризонту верхнього плейстоцену, у якому описано низку різноманітних варіантів будови дубнівського ґрунту. Тут розвинені псевдоморфози по полігонально-жильних льодах усіх верхньоплейстоценових палеокріогенних етапів, а серед фінальноплейстоценових (красилівських) псевдоморфоз описано максимальну з усіх відомих на Волино-Поділлі, її вертикальна потужність близько 7 м. У Рівненському розрізі констатована одна із найбільших (понад 13 м) потужностей лесово-грунтової серії верхнього плейстоцену тощо. Не можна не звернути увагу на те, що поблизу розрізу проходить одна з широтних долин стоку талих льодовикових вод. Наявність таких долин на Волинській височині вперше зауважив В. Ласкарев [5]. Швидше за все, шарувата пачка розрізу Рівне може належати до відкладів, що формують ці долини.

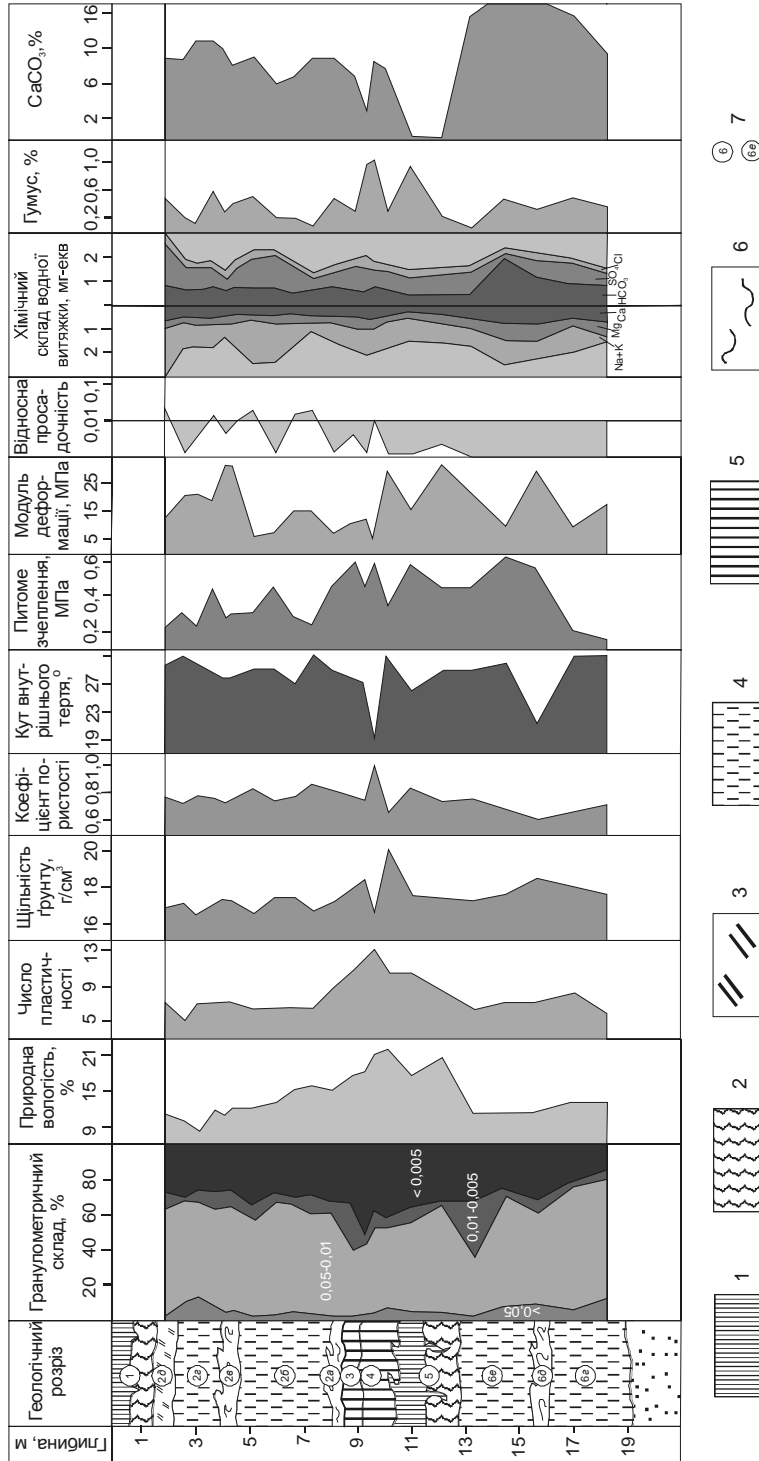
Розріз Рівне-опорний (1071) розташований у кар'єрі цегельного заводу м. Рівне, що на його північній околиці. Геоморфологічно це лесове плато, яке переходить у схил до р. Устя. Розріз ми вивчали впродовж багатьох років, що дало змогу нагромадити величезний фактичний матеріал.

Нижче наведено лише опис розрізу та результати його інженерно-геологічного вивчення.

*Сучасний чорноземоподібний ґрунт (1)\**. Має добре диференційований про- 0,0–1,5 м філь.

Горизонт *H* потужністю 0,5–0,7 м складений супісками темно-сірими, до чорних, що порушені кар'єрними роботами. Супіски зернисті, макропористі, ділянками кавернозні, інтенсивно біогенно перероблені (червоточини, кротовини, корені рослин). Перехід поступовий, за зміною кольору.

\*Тут і далі номер стратиграфічного горизонту чи підгоризонту [1, 4].



Інженерно-геологічні властивості лісового розрізу Рівне: 1 – горизонт *H*, сучасних і викопних ґрунтів; 2 – горизонт *I* сучасних і викопних ґрунтів; 3 – горизонти оглеєння; 4 – леся сушцані; 5 – соліфлюкційні шари; 6 – соліфлюкційні шари; 7 – номер стартиграфічного горизонту.

- Горизонт  $I_{\text{карб. кротов.}}$  потужністю 0,8–1,0 м складений карбонатними кротовинними супісками, сірими, жовтувато-сірими, що взаємодіють з соляною кислотою. В нижній половині шару чимало дутиків до 3 см у діаметрі та залізисто-манганових примазок. У шарі інтенсивна біогенна переробленість (кротовини до 10 см у діаметрі та червоточини до 1–2 см у діаметрі, наповнені матеріалом горизонту  $H$ ).
- Нижній контакт складнохвилястий, часто відділений смугами бурого озалізнєння. Водночас породи нижчого діяльного шару проникають у горизонт  $B$  на висоту до 0,2 м.
- Верхній горизонт верхньоплейстоценових лесів (2).* Морфологічно неоднорідний, розділений на низку підгоризонтів. 1,5–8,9 м
- Красилівський підгоризонт (2д).* Складений супісками жовтувато-сірими, з голубуватим відтінком, іноді бурими внаслідок озалізнєння. Супіски легкі, піщанисті, з великою кількістю щільних карбонатних дутиків до 3 см у діаметрі. Звичайними є смуги бурого озалізнєння, новоутворення типу кілець Лізеганга. В шарі добре виражена макропористість за значної щільності порід. Нижній контакт – за зменшенням щільності та численними смугами бурого озалізнєння, ясний. Від нього відходять вузькі тріщини з чіткими плівками бурого озалізнєння. Вертикальні розміри тріщин досягають 1,5 м і більше. Максимальна ширина тріщин зрідка перевищує 2–3 см. Поблизу тріщин породи дещо інтенсивніше оглеєні. В красилівському підгоризонті значна кількість сучасних кротовин до 10 см, наповнених найчастіше матеріалом горизонту  $H$  сучасного ґрунту. 1,5–2,3 м
- Верхній підгоризонт верхнього горизонту верхньоплейстоценових лесів (2є).* Леси палеві, складені легкими супісками, порівняно однорідними, з численними сколами. Лише нерегулярні смуги озалізнєння відображають складнішу внутрішню будову шару. Тут зрідка трапляються дутики до 3 см у діаметрі. Є також одиничні плями оглеєння, зрідка трапляються і залізисто-манганові новоутворення. Супіски інтенсивно закипають з соляною кислотою. Нижній контакт – за складнохвилястою, язичкуватою смугою бурого озалізнєння, ясний. 2,3–3,8 м
- Рівненський підгоризонт (2в).* Складений супісками щільними, макропористими, що інтенсивно взаємодіють з соляною кислотою. Супіски вміщують карбонатні дутики та трубочки. В них багато залізисто-манганових примазок і смуг бурого озалізнєння. Колір супісків складний, неоднорідний, що відображає його плікативну (соліфлюкційну) деформованість. Переважають сизі (голубувато-сірі), бурі (внаслідок озалізнєння) і жовтувато-коричневі відтінки. Забарвлення засвідчує широкий розвиток у шарі окремих лінз і “трив” з максимальною потужністю до 0,1 м, тобто лінзоподібно-язичкувату будову шару. Перехід поступовий, за збільшенням однорідності порід, зменшенням щільності. 3,8–4,4 м
- Нижній підгоризонт верхнього горизонту верхньоплейстоцено-* 4,8–8,1 м

*вих лесів (2б)*. Складений супісками, до легких і середніх суглинків жовтувато-коричневого кольору, рідше – сірого. Вони макропористі, вологі, оглеєні, інтенсивно взаємодіють з соляною кислотою. По всьому шару смуги та плями бурого озалізнєння, чимало залізисто-манганових новоутворень і плям гумусу до 10 см у діаметрі. Зазначимо, що щільність, оглеєність, вологість, гумусованість порід помітно збільшуються в напрямі подошви шару. Перехід за появою лінз і “грив” суглинків нижчого дубнівського ґрунту.

*Підгоризонт наддубнівської соліфлюкції (2а)*. Пачка складена головно з лесів підгоризонту 2б та включень (лінзи, “гриви”, “пироги”) потужністю до 0,4 м щільних сірих з коричневим відтінком суглинків нижчого дубнівського ґрунту. В шарі підвищена вологість, леси переповнені карбонатними трубочками до 1,5 мм у діаметрі. Нижній контакт складнохвилястий, зафіксований смугами бурого озалізнєння. Зазначимо, що за простяганням трапляються ділянки слабого розвитку соліфлюкційного зміщення порід. 8,1–8,9 м

*Дубнівський викопний ґрунт (3)*. Складений суглинками темно-сірими, з коричневим відтінком, щільними, інтенсивно пліквативно деформованими. По суті, ґрунт утворений з окремих складної конфігурації тіл потужністю до 0,5 м, протяжністю до 1,5 м, розділених лесом. 8,9–9,4 м

За простяганням дубнівський ґрунт має різну будову. Крім описаного вище, є ще три варіанти будови ґрунту. Один з них описаний у зачистці 1071 Б. Тут ґрунт має елементи генетичного профілю.

Горизонт *H* потужністю 0,3 м складений суглинками сірими, з коричнюватим відтінком, щільними, макропористими, що інтенсивно взаємодіють з соляною кислотою. Смуги бурого озалізнєння фіксують складну пліквативну деформованість шару. Зрідка трапляються залізисті та залізисто-манганові новоутворення типу кілець Лізеганга. Перехід поступовий, за зміною кольору.

Горизонт *I* потужністю до 0,4 м складений суглинками щільними, червонувато-коричневого кольору, однорідними, макропористими, з великою кількістю залізисто-манганових новоутворень, взаємодіють з соляною кислотою. Перехід поступовий.

Наступний варіант дубнівського ґрунту формувався, ймовірно, за умов заболочених западин. Він має підвищену (до 1,5 м і більше) потужність, складно пліквативно деформований та вміщує потужні (до 0,3 м і більше) лінзи гітії. У верхній частині цього варіанта дубнівського ґрунту суглинки зеленкувато-сірі, щільні, вологі, з великою кількістю залізистих новоутворень типу кілець Лізеганга. Їхня потужність – до 0,5 м. Нижче (у середній частині) залягають суглинки найбільш гумусовані, темно-коричневі, складно деформовані, які ділянками переходять у тонкодетритову гітію. Потужність гумусованих суглинків становить 0,5 м. І, нарешті, нижні 0,5 м дубнівського ґрунту складені суглинками сірими, зе-

ленкувато-сірими, із запахом сірководню, а також щільними жовтувато-сірими, з коричневим відтінком. По верхньому і нижньому контактах дубнівського ґрунту є потужні смуги бурого озалізнення, що переходять в ортзанд до 2 см потужністю. Контакти складно-хвилясті.

У розрізі Рівне розвинутий також гомогенно-глейовий варіант дубнівського ґрунту (зачистка 1071В). Ґрунт складений голубувато-сірими (сизими) щільними суглинками, з патьоками гумусу до 15 см по вертикалі й до 7 см у ширині. По нижньому і верхньому контактах дубнівського ґрунту часто трапляється потужний (до 2 см) ортзанд. Потужність гомогенно-глейового ґрунту зрідка перевищує 0,8 м.

*Нижній горизонт верхньоплейстоценових лесів (4).* Горизонт складений суглинками та суглинками макропористими, що інтенсивно взаємодіють з соляною кислотою. Вони червонувато-бурі у верхній частині, у центральній частині найбільш однорідні, жовтувато-коричневі та світло-сірі, з голубуватим відтінком – у нижній частині шару. Тут велика кількість карбонатних трубочок до 2 мм у діаметрі. Нижній контакт язиковатий. Від нього відходять вузькі (до 0,3 м) тріщини, наповнені лесом. Біля нижнього контакту добре видно також “гриви” та лінзи гумусованих суглинків горизонту *H* горохівського комплексу. Нижню частину цього шару є всі підстави трактувати як *підгоризонт соліфлюкції*, що відображено в колонці геологічного розрізу (див. рисунок).

9,4–10,0 м

*Горохівський викопний ґрунтовий комплекс (5).*

10,0–12,3 м

Горизонт *H* має потужність 0,9–1,0 м. Морфологічно неоднорідний та поділений на такі горизонти:

Горизонт *H'* потужністю до 0,3 м максимально. Він є найбільше діагенетично зміненою частиною гумусового горизонту, що порушена соліфлюкцією та іноді начебто відділена від основного тіла гумусового горизонту\*. Це сірі, темно-сірі суглинки, оглеєні, з великою кількістю залізо-манганових новоутворень (примазки, конкреції до 3 мм у діаметрі). В шарі велика кількість червоточин. У нижній частині забарвлення шару світліше. З цієї світлішої частини *H'* розпочинаються тріщини, що заходять у підстильні породи на глибину до 0,4 м і наповнені цим світлішим матеріалом.

Горизонт *H''* потужністю до 0,5 м складений суглинками сірими, темно-сірими, з шоколадним відтінком, макропористими, безструктурними, що не взаємодіють з соляною кислотою. В шарі інтенсивна біогенна переробленість (велика кількість червоточин і багато кротовин до 10 см у діаметрі, наповнених матеріалом горизонту *L*). До підшви шару забарвлення світлішає завдяки яскраво вираженому бурому відтінку. Перехід поступовий.

Горизонт *H/L* потужністю до 0,2 м складений суглинками сірими, з оранжевим відтінком. Вони інтенсивно біогенно перероблені (багато кротовин, червоточин, у наповнювачі матеріал горизонтів *I* і *H*).

\* Цю “відірвану” частину горохівського комплексу, з урахуванням найновіших досліджень, можна також розглядати як один зі стадіальних ґрунтів п'ятої киснево-ізотопної стадії.

Перехід язиковатий. Язики-косми, виповнені матеріалом горизонту *H*, проникають у підстильні породи на глибину 0,5–0,7 м.

Горизонт *I* горохівського комплексу також морфологічно неоднорідний та поділений.

Горизонт *I'* потужністю до 0,3 м складений супісками жовтувато-оранжевими, що найінтенсивніше зафарбовані гідроксидами заліза. Супіски однорідні, зернисті, з “леопардовістю” (на жовтувато-оранжевому фоні багато червоточин з матеріалом горизонту *H* в наповнювачі) і кротовинами до 10 см у діаметрі, також наповненими матеріалом горизонту *H*. Супіски щільні, з соляною кислотою не взаємодіють. Перехід за кольором і появою ясної шаруватості, поступовий.

Горизонт *I''* потужністю до 0,7–0,8 м складений супісками піщанистими, безструктурними, жовтувато-коричневими, з оранжевим відтінком. Супіски біогенно перероблені (вміщують кротовини та червоточини з наповнювачем горизонту *H*). Супіски шаруваті, шаруватість горизонтальна, зумовлена прошарками та лінзочками супісків коричневого кольору потужністю 2–4 см. З соляною кислотою не взаємодіють. Перехід ясний, різкий, за кольором, появою закипання з соляною кислотою.

*Верхній горизонт середньоплейстоценових лесів* (б).

12,3–19,2 м

За особливостями будови чітко поділений на дві частини.

(дно кар'єру)

12,3–15,7 м

Верхня частина (б<sub>е</sub>) складена супісками палевими, однорідними, що у верхній половині переповнені дутиками, вапняковистими трубочками; тут чимало кротовин (до 10 см у діаметрі), спальних камер (до 20 см) і червоточин, до 2 см наповнених матеріалом горизонту *H* горохівського комплексу. Супіски неясно-шаруваті, що виділено смугами бурого озалізнення. В шарі декілька чітко виражених смуг сизого оглеєння. Перехід ясний, відділений смугою бурого озалізнення потужністю до 2 см.

15,7–19,2 м

Нижня частина (б<sub>д</sub>, з) – це шарувата пачка голубувато-сірого кольору, переважно супіщана, з прошарками пісків. Потужність піщаних прошарків у верхній половині – 1–2 см, у нижній – 3–4 см. Ділянками в нижній частині шару переважають піски, головню, тонкозернисті, шаруваті, шаруватість горизонтальна, горизонтально-хвиляста. Ця частина порушена дрібними клиноподібними деформаціями, що розпочинаються з піщаних прошарків, мають максимальну ширину у верхній частині до 5 см, глибину до 0,5 м. Деформації типу “клин у клин”. За шаруватістю чітко виражені смуги бурого озалізнення, багато залізисто-манганових примазок, іноді бурих конкрецій до 3 мм у діаметрі. В шарі інтенсивне оглеєння, а його верхніх 0,5 м – практично суцільний глей. Тут і плями озалізнення, і новоутворення типу кілець Лізеганга діаметром до 2 см і більше, а також більша щільність порід. Отже, є всі підстави розглядати цей шар (б<sub>д</sub>) як *похований діяльний шар*.

Лабораторні дослідження порід, виділених у лесово-грунтовій товщі горизонтів і підгоризонтів, засвідчили, що вони відрізняються не лише за морфологічними особливостями, а й за складом, фізико-механічними та фізико-хімічними властивостями (див. рисунок).

За гранулометричним складом породи верхнього горизонту верхньоплейстоценових лесів (2) мають типовий лесовий вигляд. Найбільшу частку в них становлять пилюваті частинки – у середньому 64%. Кількість глинистих і піщаних фракцій, відповідно, – 26 і 10%. Вміст частинок різного розміру по окремих підгоризонтах дещо змінюється. Зокрема, простежено закономірне зменшення вмісту піщаних частинок від 11,4% у похованому діяльному шарі (підгоризонт 6d) до 7,5% у наддубнівській соліфлюкційній пачці (підгоризонт 2a). За кількістю глинистих частинок (<0,005 мм) простежена зворотна залежність. Їхній вміст у наддубнівській соліфлюкційній пачці становить 33%, а у рівненському (2e) та у верхньому підгоризонті верхнього горизонту верхньоплейстоценових лесів (2z) знижується до 26%.

Значення природної вологості також зростають з глибиною та змінюються від 0,12–0,13 у верхній частині шару (підгоризонти 2e–2d) до 0,15–0,17 у нижній (підгоризонти 2a, 2b).

Щільність ґрунтів верхнього горизонту верхньоплейстоценових лесів змінюється в широких межах, що також є ознакою його складної внутрішньої будови. Для підгоризонтів соліфлюкції та оглеєння (2a, 2e, 2d), формування яких відбувалось у вологіших умовах, характерна більша щільність. Середній коефіцієнт пористості ґрунтів похованого діяльного шару та рівненського підгоризонту становить, відповідно, 0,767 і 0,712, верхнього (2z) та нижнього (2b) підгоризонтів верхньоплейстоценових лесів, сформованих у сухіших умовах, – 0,796 і 0,768.

Кут внутрішнього тертя змінюється від 28° для ґрунтів похованого діяльного шару (2d) і верхнього підгоризонту (2z) до 27–25° для рівненського (2e), нижнього підгоризонту (2b) і наддубнівської соліфлюкційної пачки (2a). Питоме зчеплення закономірно підвищується від 0,026 МПа для ґрунтів підгоризонту 2d до 0,035–0,04 МПа для підгоризонтів 2a, 2b, 2e. Найбільше значення (27 МПа) модуля деформації мають ґрунти рівненського підгоризонту (2e).

Просадочні властивості притаманні, здебільшого, ґрунтам верхнього, менше – нижнього підгоризонтів верхнього горизонту верхньоплейстоценових лесів. Ґрунти наддубнівської соліфлюкційної пачки непросадочні. Абсолютні значення коефіцієнта просадочності, як звичайно, не перевищують 1–5%.

Вміст карбонатів кальцію для верхніх трьох підгоризонтів (2d, 2z, 2e) практично не змінюється і становить пересічно 12%. Їхня кількість дещо зменшується у ґрунтах нижнього підгоризонту (2b) (10,6%) та наддубнівській соліфлюкції (2a) (9%).

За даними водної витяжки, вміст водорозчинних солей у ґрунтах дуже низький. Водночас зафіксована тенденція до загального зменшення їхньої кількості з глибиною. Подібні закономірності характерні для змін вмісту гумусу і сульфатів.

Дубнівський викопний ґрунт за складом і властивостями суттєво відрізняється від горохівського викопного ґрунтового комплексу. Вміст глинистих частинок у ньому є найвищим для усього розрізу. За окремими пробами він досягає 58%. Для цього ґрунту характерна і найвища природна вологість та щільність. Середнє значення вологості становить 0,20, коефіцієнт пористості – 0,702. Кут внутрішнього тертя змінюється від 20 до 29°, питоме зчеплення – від 0,023 до 0,057 МПа, модуль деформації – від 7 до

55 МПа. Просадочності породи дубнівського ґрунту під час навантаження 0,3 МПа невиникає.

Вміст карбонатів кальцію в дубнівському ґрунті більш ніж удвічі перевищує його кількість у горохівському ґрунтовому комплексі та в середньому становить 7,4 %. Вміст гумусу пересічно становить 0,6%.

Нижній горизонт верхньоплейстоценових лесів за складом і властивостями суттєво відрізняється від верхнього горизонту верхньоплейстоценових лесів. У ньому значно більше глинистих частинок (34,8%), вища природна вологість (0,19), він набагато щільніший ( $e=0,500$ ). Середнє значення кута внутрішнього тертя становить  $25^\circ$ , питоме зчеплення 0,049 МПа, модуль деформації – 18 МПа. Вміст  $\text{CaCO}_3$  значно нижчий, ніж у лесах верхнього горизонту, – 7,5%.

Особливістю гранулометричного складу ґрунтів горохівського викопного ґрунтового комплексу є підвищена пилуватість та глинистість. Вміст частинок розміром 0,05–0,005 мм у середньому становить 54%, глинистих – 30%. Природна вологість змінюється від 0,15 до 0,23. Для ґрунтів степової фази вона, як звичайно, вища від вологості на межі розкочування, лісової – переважно нижче цієї межі. Пластичність ґрунтів степової фази пересічно становить 0,10, лісової – 0,08.

Ґрунти лісової фази щільніші ( $e=0,684$ ) та мають підвищені значення кута внутрішнього тертя ( $28^\circ$ ) і питомого зчеплення (0,050 МПа). Для ґрунтів степової фази коефіцієнт пористості становить 0,753, кут внутрішнього тертя –  $23^\circ$ , питоме зчеплення – 0,046 МПа. За модулем деформації ґрунти лісової та степової фаз практично не відрізняються.

Найпухкіші і найменш вологі відміни ґрунтів степової фази мають незначну просадочність, що пересічно не перевищує 1–2%. Ґрунти лісової фази належать до непрасадочних.

Середній вміст гумусу в породах степової фази – 1,2%, лісової – 0,5%. Ґрунтовий комплекс практично відмитий від карбонатів, середній вміст яких становить 3%.

Інженерно-геологічні властивості підгорохівської частини розрізу Рівне узагальнені на рисунку. Звернемо увагу на деякі зменшення глинистості порід, збільшення вмісту піщаних частинок, зростання карбонатності, а також певну індивідуальність властивостей похованого діяльного шару (6д).

Отже, аналіз розподілу показників складу та властивостей лесових, палеоґрунтових і палеокріогенних горизонтів засвідчує їхню суттєву відмінність, зумовлену особливостями палеогеографічних умов їхнього формування та діагенетичних перетворень. Це й зумовило необхідність розробки інженерно-стратиграфічної схеми лесово-ґрунтової серії [2, 3].

---

1. *Богуцький А. Б.* Антропогенные покровные отложения Вольно-Подолли // Антропогенные отложения Украины. – К.: Наук. думка, 1986. – С. 121–132.

2. *Богуцький А. Б., Волошин П. К.* Цикличность лёссовой толщи юго-запада Восточно-Европейской платформы и инженерная стратиграфия // Теория цикличности лёссов и практика инженерно-геологических изысканий. – М.: Наука, 1985. – С. 111–120.

3. *Богуцький А. Б., Волошин П. К.* Роль криогенных процессов в формировании инженерно-геологических свойств лёссов // Теория цикличности лёссов и практика инженерно-геологических изысканий. – М.: Наука, 1985. – С. 131–138.

4. *Богуцький А. Б., Богуцький О. А., Волошин П. К.* Лесовий покрив Волинської височини // Українське Полісся: вчора, сьогодні, завтра: Зб. наук. праць. – Луцьк: Надстир'я, 1998. – С. 105–107.



5. Ласкарев В. Д. Общая геологическая карта России. Лист 17 // Тр. Геол. комитета., 1914. – Вып. 77. – 586 с.
6. Цись П. М. Геоморфологія УРСР. – Львів: Вид-во Львів. ун-ту, 1962. – 224 с.

**ENGINEERING-GEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE DEPOSITS  
AT THE MARKER LOESS PROFILE “RIVNE” (VOLYN’ UPLAND)**

**A. Bogucki, P. Voloshyn**

*Ivan Franko National University of Lviv,  
P. Doroshenko St., 41, UA – 79000 Lviv, Ukraine*

Rivne is one of the marker profiles of the periglacial loess-soil series at the Volyn Upland. All the horizons and sub-horizons of the Upper and, partly, Middle Pleistocene are well developed here. The engineering-geological characteristics are given to all the stratigraphic horizons and sub-horizons, their individuality is substantiated.

*Key words:* loess-soil series, stratigraphy, palaeocryogenesis, engineering-geological properties of loess and fossil soils.

Стаття надійшла до редколегії 15.06.2007  
Прийнята до друку 20.09.2007