

УДК 551.8+624.131.1

ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЕСОВО-ГРУНТОВОЇ СЕРІЇ ОПОРНОГО РОЗРІЗУ ВАНЖУЛІВ (ПОДІЛЬСЬКА ВИСОЧИНА)

А. Богуцький, П. Волошин

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

Розріз Ванжулів якнайповніше репрезентує лесово-грунтову серію північної частини Подільської височини, у будові якої ще значна потужність верхньоплейстоценових лесів, однак уже наростає потужність лесів середнього плейстоцену.

Наведено детальний опис розрізу та інженерно-геологічні властивості порід усіх виділених горизонтів і підгоризонтів, а також результати вивчення впливу великої палеомерзлотної структури на властивості лесів. Це зроблено на прикладі псевдоморфози лановецького палеокріогенного етапу.

Ключові слова: леси, поховані ґрунти, інженерно-геологічні властивості, просадочність, палеокріогенез, Поділля.

Розріз Ванжулів – опорний, розташований поблизу с. Ванжулів Лановецького р-ну Тернопільської обл., на вододільній рівнині Тернопільського плато, на лівому березі р. Буглівка у кар'єрі цегельного заводу. Він якнайповніше репрезентує лесово-грунтову серію північної частини Подільської височини, будова якої є перехідною між власне волинськими і подільськими розрізами. Тут ще значна потужність верхньоплейстоценових лесів, вони ще добре стратифіковані, проте наростає потужність московських (киснево-ізоотопна стадія VI) і дніпровських (киснево-ізоотопна стадія VIII) лесів, розділених коршівським викопним ґрунтовим комплексом (киснево-ізоотопна стадія VII). Дуже розвинені на Північному Поділлі палеокріогенні процеси як аструктурні (головно соліфлюкційні), так і структурні (низка різновікових псевдоморфоз по полігонально-жильних льодах) верхньо- і середньоплейстоценового віку. Розріз Ванжулів стратотиповий для лановецького палеокріогенного етапу – одного із палеокріогенних етапів у межах відкладів киснево-ізоотопної стадії VI.

Геоморфологічно – це Хмельницьке плато Поділля [7], по суті, відроги Авратинської височини, що високо піднята, з розчленованим рельєфом, дуже цікавої геологічної будови, на що звернув увагу В. Ласкарев [4, 5], виділивши тут *буглівські шари*.

І нарешті, у районі сіл Ванжулів, Буглів, Огризківці відкрито низку верхньо- і середньопалеолітичних пам'яток [6]. Детальне вивчення опорного розрізу допоможе відтворити палеогеографічні і стратиграфічні умови проживання давньої людини.

Наведемо детальний опис розрізу Ванжулів опорний (див. рис. 1).

Сучасний чорноземоподібний ґрунт (1)¹ інтенсивно порушений кар'єрними роботами. Ділянками гумусовий горизонт знятий повністю. Має добре диференційований профіль.

Глибина, м
0,0–1,0

¹ Стратиграфічні горизонти і підгоризонти згідно зі стратиграфічною схемою [1, 2].

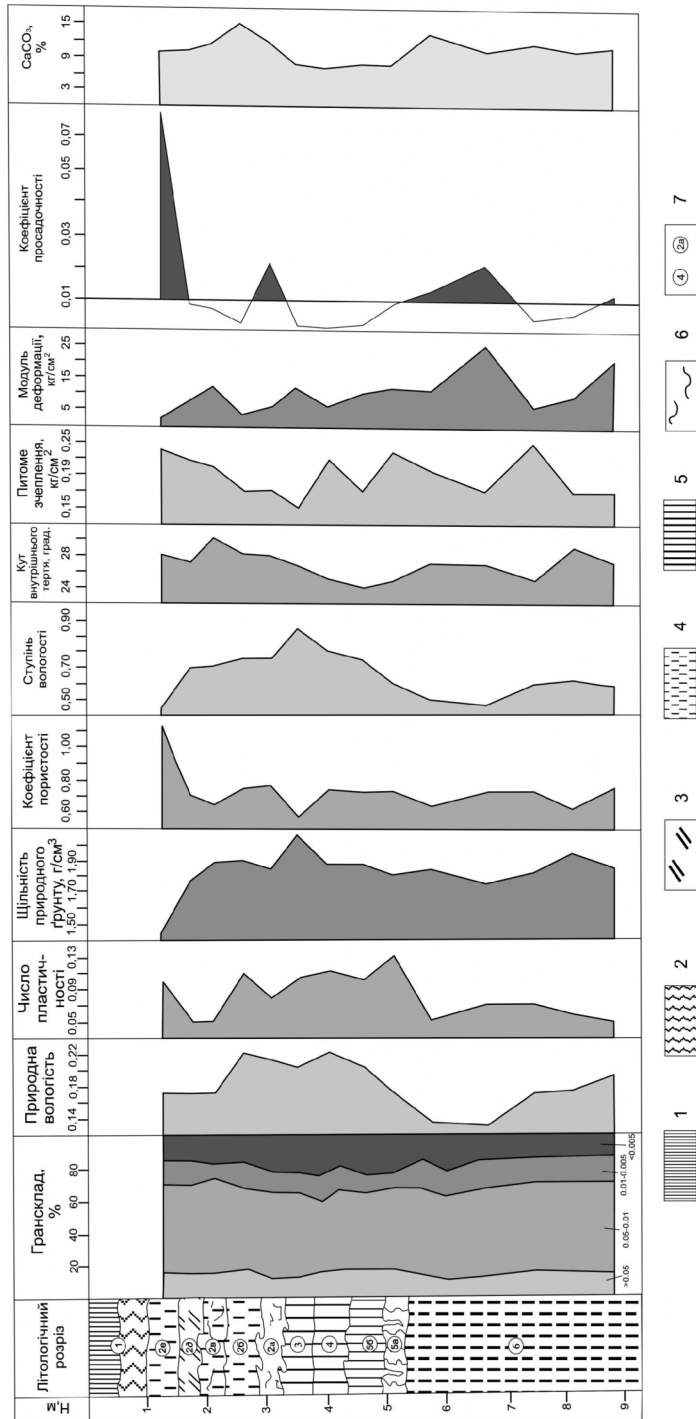


Рис. 1. Інженерно-геологічні властивості порід опорного розрізу Ванжулів: 1 – горизонти *H* сучасних і викопних ґрунтів; 2 – горизонти *I* сучасних і викопних ґрунтів; 3 – горизонти оглеєння; 4 – леся супіщані; 5 – леся суглинністі; 6 – соліфлюкційні шари; 7 – номер стратиграфічного горизонту, підгоризонту.

Горизонт *H* потужністю до 0,5 м складений суглинками темно-сірими, щільними, проте з великою кількістю макропор і навіть невеликих (до 0,5 см у діаметрі) каверн. Уміщує велику кількість коріння рослин, червоточин (до 2 см діаметром). Перехід поступовий, за кольором.

Горизонт *I* карб., кротовинний має потужність до 0,5 м. Складений пухкими суглинками, карбонатними, з великою кількістю кротовин (до 10 см у діаметрі), заповнених головно матеріалом гор. *H*. Суглинки сірі та жовтувато-сірі. Від нижнього контакту горизонту у підстильні породи регулярно (через 0,5–0,7 м) відходять глибокі (до 1 м і більше) тріщини, вкриті білими карбонатними кірками.

Підгоризонт 2e – материнська порода сучасного ґрунтоутворення. Це легкі суглинки, карбонатні, палеві, з окремими кротовинами, невеликою кількістю червоточин, вапняковими дутиками (до 5 см діаметром), поодинокими смугами бурого озалізнення, що відображають неповносітчасту посткріогенну текстуру порід. Висота сітки – до 1,0 см. Перехід поступовий, за зростанням щільності порід. 1,0–1,5

Красилівський підгоризонт (2д). Суглинки легкі, до супісків, сірі, голубувато-сірі, з добре вираженою неповносітчастою посткріогенною текстурою (висота сітки – до 1,0 см, ширина – до 2 см). Посткріогенна текстура відображена плівками бурого озалізнення. Смуги і плівки бурого озалізнення зафіксовані й по нижньому контактному шару. В шарі велика кількість карбонатних дутиків (до 5,0 см у діаметрі), їх особливо багато біля нижнього контакту шару. 1,5–1,9

Рівненський підгоризонт (2в). Складений суглинками легкими, щільними, сірими, голубувато-сірими, неповносітчастими (висота сітки – до 1,5 см, ширина – до 2 см). У шарі багато плям озалізнення, рідше трапляються плями оглеєння, немало карбонатних дутиків. Від верхнього контакту шару часто відходять тріщини, інкрустовані CaCO_3 . Нижній контакт складнохвилястий, виділений смугами бурого озалізнення. 1,9–2,3

Нижній підгоризонт верхнього горизонту верхньоплейстоценових лесів (2б). Складений суглинками палевими, з плямами оглеєння і озалізнення, щільними, проте макропористими, з численими тріщинами, інкрустованими CaCO_3 . Нижній контакт нерівний, проводимо по поверхні грив дубнівського ґрунту. 2,3–2,9

Підгоризонт наддубнівської соліфлюкції (2а). Потужність шару мінлива, з відхиленнями $\pm 0,2$ м. Будова пачки гривиста. В гривах переважає матеріал дубнівського викопного ґрунту (голубувато-сірі суглинки) і лес, який уміщує ці гриви. Потужність грив – до 0,1 м. Вони незвично вигнуті, по периметрах інтенсивно озалізнені. В шарі трапляються еліпсоподібні включення (по довгій осі еліпса – до 0,3 м, по короткій – 0,2 м) пухкого, просякнутаго псевдоміцелієм лесу. Нижній контакт складнохвилястий, підкреслений смугами бурого озалізнення. 2,9–3,3

- Дубнівський викопний ґрунт (3)*. Складений важкими суглинками (до глин), твердо-пластичними, сірими, голубувато-сірими, щільними, плікативно деформованими. В нижній частині шару простежуються складнохвилясті лінзи потужністю до 5,0 см, складені сильно гумусованим матеріалом, сірим, темно-сірим (до гітії). У шарі багато включень пухкого карбонатного лесу, найчастіше дуже різноманітної форми, з максимальними розмірами до 0,3 м та інтенсивним озалізненням по периметрах. У шарі немало крапкових залізо-манганових примазок і тріщин з патьоками CaCO_3 по стінках. По нижньому контактowi ортзанд до 3,0 см товщиною. 3,3–3,8
- Нижній горизонт верхньоплейстоценових лесів (4)*. Має дуже мінливу (0,2–0,6 м) потужність. Складений суглинками ясно-сірими, світло-коричневими, з плямами озалізнення до 5,0 см у діаметрі і численними крапковими залізо-мангановими примазками. Подекуди у шарі трапляється неповносітчаста посткриогенна текстура (висота сітки – до 1,0 см, ширина – до 2 см), виділена плівками бурого озалізнення. В шарі численні лінзи і гриви гумусованих суглинків гор. *Н* горохівського викопного ґрунтового комплексу, що залягає нижче, товщиною до 0,15 м. Практично на всю потужність (включаючи максимальні її значення) нижній горизонт верхньоплейстоценових лесів розрізу Ванжулів порушений соліфлюкційними процесами. Гриви суглинків гор. *Н* горохівського викопного ґрунтового комплексу виразно “просвічуються” і в дубнівському ґрунті, тобто над добре вираженим нижнім ортзандом дубно. 3,8–4,0
- Горохівський викопний ґрунтовий комплекс (5)*. Автоморфний варіант, має добре виражений генетичний профіль. Горизонт *Н* потужністю до 0,6 м і більше. Складений суглинками темно-коричневими (шоколадними), щільними, проте макропористими. Верхня частина, а місцями і на всю потужність, порушений соліфлюкцією, унаслідок чого нерідко набуває рис чіткої хвилястої шаруватості і вміщує лінзочки (1,0–1,5 см товщиною) жовтувато-коричневих суглинків гор. *І*. Від нижнього контакту шару відходять добре виражені язички-косми, найчастіше нахилені по палеорельєфу. Вертикальна потужність косм – до 1,0 м, горизонтальна – до 0,1 м, а відстань між ними – до 1,0 м, зрідка більше. 4,0–4,8
- Горизонт *І* потужністю 0,4 м і більше складений суглинками жовтими, жовтувато-коричневими, щільними, інтенсивно біогенно переробленими (по всьому шару велика кількість червоточин і кротовин із наповнювачем з гор. *Н* горохівського комплексу). Суглинки відмиті від карбонатів, з інтенсивними патьоками гумусу. Нижній контакт чіткий, хвилястий, за зміною кольору і появою закипання з HCl , зменшується також щільність порід. 4,8–9,3
- Верхній горизонт середньоплейстоценових лесів (6)*. Складений супісками палевими, з ледве помітним зеленкуватим відтін-

ком, сильно карбонатний (дутики, пилюваті карбонати, псевдоміцелій, нальоти по тріщинах). Верх шару переповнений червоточинами (діаметром до 2,0 см), спальними камерами землерийв (до 15,0 см), кротовинами (до 7,0 см). У наповнювачі червоточин, спальних камер, кротовин головно матеріал гор. Н, рідше – гор. I горохівського викопного ґрунтового комплексу. Біогенна переробленість фіксована здебільшого до глибини 1,0 м від поверхні шару. Ділянками тут чітка шаруватість, що зумовлена тонкими (1–2 мм, зрідка більше) прошарками і лінзочками пісків. У нижній частині шару велика кількість крапкових залізисто-манганових примазок, зрідка трапляються плями оглеєння.

У східній частині кар'єру в цьому шарі виявлено і досліджено середньоплейстоценову псевдоморфозу по полігонально-жильних льодах (рис. 2).

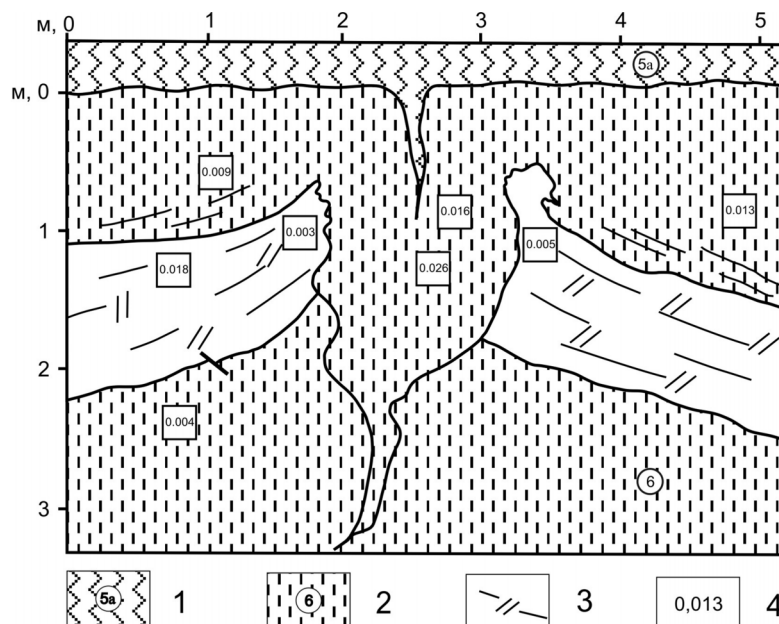


Рис. 2. Псевдоморфоза по полігонально-жильних льодах лановецького палеокріогенного етапу: 1 – горизонт I горохівського викопного ґрунтового комплексу; 2 – леси верхнього горизонту середньоплейстоценових лесів; 3 – похований діяльний шар; 4 – відносна просадочність за вертикального навантаження 0,3 МПа.

Її вертикальна потужність досягає 2,5 м, а максимальна ширина – 1,2 м. За умовний нуль у ході опису й опробування прийнято підшву гор. I горохівського комплексу. Псевдоморфоза замикається на соліфлюкційно деформованій пачці (лановецький підгоризонт). Це суцільно оглеєні, голубувато-сірі, щільні, з хвилястими смугами бурого озалізнення, розбиті тріщинами. На окремих ділянках зафіксовано посткріогенну текстуру з висотою і шириною сітки 1–2 см. Тектурні окремоті виразно виділені бурим озалізненням.

Над псевдоморфозою залягає шар середньоплейстоценового лесу. Він палевий, з кротовинами і червоточинами, біля нижнього контакту більше оглеєний і озалізнений, розшарований, соліфлюкційно деформований, з дутиками. По нижньому контактowi чітка смуга озалізнення. Лес розбитий тріщинами, інкрустованими CaCO_3 . Під лановецьким підгоризонтом залягає достатньо однорідний, менше оглеєний лес, зеленкувато-сірий, супіщаний, вологий. Над псевдоморфозою горохівська косма і патьоки гумусу по тріщинах. Вміщені леси сильно деформовані, підігнуті вгору. Наповнювач псевдоморфози однорідний, компактний, достатньо пухкий, місцями із субгоризонтальною шаруватістю.

Лабораторні дослідження порід, виділених у лесово-грунтовій товщі горизонтів і підгоризонтів, засвідчили, що вони відрізняються не лише за морфологічними особливостями, а й за складом та фізико-механічними властивостями (див. рис. 1).

За гранулометричним складом, як і в опорних розрізах Волинської височини, ґрунти² лесових і палеоґрунтових горизонтів суттєво відрізняються від викопних ґрунтів за вмістом усіх фракцій. Кількість тонкого піску (0,1–0,05 мм) у лесах змінюється від 6 до 15 %, у викопних ґрунтах досягає 18 %. Найбільший вміст піску зафіксовано в гумусовому горизонті горохівського викопного ґрунтового комплексу.

Концентрація власне пилюватих частинок (0,05–0,01 мм) у лесових горизонтах змінюється від 37 до 54 % і пересічно становить 45 %. З глибиною їхній вміст дещо зменшується. За вмістом цієї фракції викопні ґрунти відрізняються від лесів менш суттєво. Контрастніші відмінності є за концентрацією глинистих (< 0,001 мм) частинок. У лесових горизонтах їхній вміст змінюється від 16 до 24 %, у викопних ґрунтах – від 21 до 27 %. Найвища їхня кількість зафіксована у ґрунтах горохівського викопного ґрунтового комплексу, найнижча – у середньоплейстоценових лесах.

Діапазон зміни значень природної вологості в межах лесово-грунтової пачки досить великий. Її абсолютні значення змінюються від 0,13 до 0,22. Загалом простежується тенденція до збільшення вологості від подошви сучасного ґрунту і горохівського викопного ґрунтового комплексу. Під сучасним ґрунтом вологість лесів становить 0,17 і зростає до 0,22, під горохівським комплексом підвищується від 0,13 до 0,19. Це пояснюють як різницею у вмісті глинистих частинок у самих лесах, так і екранувальними та водоутримувальними властивостями ґрунтових горизонтів. Найвологішими (0,22) є породи нижнього підгоризонту верхнього горизонту верхньоплейстоценових лесів та нижнього горизонту верхньоплейстоценових лесів, що сформовані над викопними ґрунтами. Загалом леси верхнього плейстоцену мають значно вищу вологість порівняно з середньоплейстоценовими.

За числом пластичності лесова товща чітко розділена на три частини: верхню – породи верхнього і нижнього горизонтів верхньоплейстоценових лесів з числом пластичності 0,05–0,12; середню – дубнівський і горохівський викопні ґрунти з числом пластичності 0,08–0,13; нижню – леси середнього плейстоцену з числом пластичності 0,05–0,07.

² В інженерній геології під ґрунтами розуміють усі породи, які є середовищем або основою споруд.

Щільність ґрунтів коливається від 1,47 до 2,07 г/см³, що може свідчити про складну внутрішню будову лесової товщі. Найменше значення цього показника має найпухкіша частина верхнього горизонту верхньоплейстоценових лесів, яка залягає безпосередньо під сучасним ґрунтом і частково змінена процесами сучасного ґрунтоутворення. Дещо вища щільність підгоризонтів оглеєння і соліфлюкції (красилівський і рівненський підгоризонти). Найвищі (2,07 г/см³) значення щільності притаманні дубнівському викопному ґрунту. Зазначимо, що щільність лесових “пирогів”, які трапляються в дубнівському ґрунті та наддубнівській соліфлюкційній пачці, становить 1,82–1,84 г/см³ і менше. Аналогічні закономірності властиві й коефіцієнту пористості, який за абсолютним значенням змінюється від 1,15 для лесів верхнього підгоризонту верхнього горизонту верхньоплейстоценових лесів до 0,57 для дубнівського викопного ґрунту.

Просадочність ґрунтів, значення якої залежить від щільності, вологості та глинистості, змінюється від 0 до 7 %. Виявляється вона фрагментарно у найпухкіших і найменш вологих ґрунтових відмінах лесів верхнього та середнього плейстоцену. Щільніші і вологіші ґрунти підгоризонтів оглеєння і соліфлюкції та викопні ґрунти просадочних властивостей не мають. Такі закономірності характерні й для інших районів Волино-Поділля [3].

Показники кута внутрішнього тертя змінюються від 24 до 30°. Їхні максимальні значення характерні для найщільніших і маловологих лесових підгоризонтів. У викопних ґрунтах значення кута внутрішнього тертя менші, їхні мінімальні значення (24°) властиві породам гумусового горизонту горохівського викопного комплексу.

Питоме зчеплення коливається від 0,15 до 0,23 кг/см². У межах лесово-ґрунтової товщі воно змінюється незакономірно. Мінімальні значення цього показника, на відміну від багатьох лесових розрізів Волинської височини, зафіксовано у дубнівському викопному ґрунті. Натомість найвищі значення притаманні лесовим горизонтам. Певну деструктивну роль тут може відігравати наявність посткриогенної текстури, яка знижує міцність ґрунту.

Модуль загальної деформації тісно корелює зі складом та водно-фізичними властивостями ґрунтів. Найнижчі його значення (17–50 кг/см²) характерні для найпухкіших відмін лесів. Найщільніші та сильно озалізнені ґрунти рівненського підгоризонту, дубнівського викопного ґрунту, горизонту Н горохівського викопного ґрунтового комплексу та лесів середнього плейстоцену мають підвищений модуль деформації, який коливається від 100 до 150 кг/см².

За даними кальциметричних досліджень, вміст карбонатів кальцію у лесах верхнього горизонту верхньоплейстоценових лесів становить 10–15 %. У дубнівському викопному ґрунті, лесах нижнього горизонту верхньоплейстоценових лесів та горохівському викопному ґрунтовому комплексі їхня кількість зменшується до 8 %, зростаючи до 10–15 % у лесах середнього плейстоцену.

Аналіз розподілу показників складу і властивостей лесових, палеоґрунтових і палеокриогенних горизонтів свідчить про суттєву їхню відмінність, зумовлену особливостями палеогеографічних умов їхнього формування та діагенетичного перетворення.

Для оцінки впливу однієї з криогенних структурних деформацій (див. рис. 2) на фізико-механічні властивості ґрунтів відібрано і досліджено вісім зразків ґрунтів непорушеної структури (монолітів).

Проведені дослідження засвідчили, що наповнювач структури має невисоку природну вологість (0,10–0,12), він недоущільнений (коефіцієнт пористості пересічно становить 0,75), ступінь вологості змінюється в межах 0,36–0,44. Завдяки високій пористості

та незначній вологості, високому вмісту крупнопилюватих частинок (понад 53 %) ґрунти наповнювача мають просадочні властивості в разі їхнього зволоження. Коефіцієнт просадочності становить 0,016–0,026 за вертикального навантаження 0,3 МПа. Ці ґрунти мають здатність просідати також і за природного тиску ґрунтів, що залягають вище. Коефіцієнт зменшення модуля деформації в разі зволоження ґрунту становить 2,5. Натомість ґрунти, що містяться у приконтатовій зоні псевдоморфози і зазнали її ущільнювального впливу, мають підвищену щільність (коефіцієнт пористості пересічно становить 0,67). Вони непросадочні не лише за природного, а й за додаткового навантаження. Коефіцієнт зменшення модуля деформації в разі насичення ґрунтів водою становить 1,8.

Отримані результати дають змогу стверджувати, що формування полігонально-жильних структур призводило до ущільнення вміщених порід, яке за значенням коефіцієнта пористості перевищує 10 %. Тобто морозобійні тріщини великого розміру є своєрідними аномальними зонами у лесовій товщі (зонами підвищеної неоднорідності), у межах яких ґрунти мають низькі значення механічних характеристик та здатність до просідання, а на прилеглих ділянках навпаки – вищі показники несучої здатності. Окрім того, наповнювач псевдоморфоз завдяки недоущільненості утворює фільтраційні вікна – зони підвищеної проникності для забруднених інфільтраційних вод.

1. *Богущий А.Б.* Основные палеокриогенные этапы плейстоцена юго-запада Восточно-Европейской платформы / А.Б. Богущий // Четвертичный период : методы исследования, стратиграфия и экология. Тез. VII Всесоюз. совещ. – Таллинн, 1990. – Т. 1. – С. 65–66.
2. *Богущий А.Б.* Лесовий покрив Волинської височини / А.Б. Богущий, О.А. Богущий, П.К. Волошин // Українське Полісся : вчора, сьогодні, завтра : зб. наук. праць. – Луцьк : Надстир'я, 1998. – С. 105–107.
3. *Богущий А.Б.* Цикличность лессовой толщи юго-запада Восточно-Европейской платформы и инженерная стратиграфия / А.Б. Богущий, П.К. Волошин // Теория цикличности лессов и практике инж.-геол. изысканий. – М. : Наука, 1985. – С. 111–120.
4. *Ласкарев В.* Фауна бугловских слоев Волыни / В. Ласкарев // Тр. Геол. ком. Новая серия. – СПб., 1903. – Вып. 5. – 142 с.
5. *Ласкарев В.Д.* Геологические исследования в Юго-Западной России (Общая геологическая карта Европейской России, лист 17-й) / В.Д. Ласкарев // Тр. Геол. ком. Новая серия. – 1914. – Вып. 77. – 710 с.
6. *Ситник О.* Середній палеоліт Поділля / О. Ситник. – Львів, 2000. – 372 с.
7. *Цись П.М.* Геоморфологія УРСР / П.М. Цись. – Львів : Вид-во Львів. ун-ту, 1962. – 224 с.

*Стаття: надійшла до редколегії 08.11.2011
прийнята до друку 22.11.2011*

**ENGINEERING-GEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE LOESS-SOIL SERIES
ROCKS AT THE KEY PROFILE VANZHULIV (PODILLIA UPLAND)****A. Bogucki, P. Voloshyn***Ivan Franko National University of Lviv,
P. Doroshenko St., 41, UA – 79000 Lviv, Ukraine*

In the section Vanzhuliv, the loess-soil series of the northern part of the Podillia Upland is exposed. In this section, the thickness of the Upper Pleistocene loess deposits is still relatively considerable, whereas the thickness of the Middle Pleistocene loess deposits increases.

The detailed description of the section and of the engineering-geological properties of all the distinguished horizons and sub-horizons is given. Besides that, the influence of the large-scale fossil permafrost structure on the properties of loess is described, basing on the example of the pseudomorphic structure of the Lanivtsi paleocriogenic stage.

Key words: loess, paleosoils, engineering-geological properties, subsidence, paleocriogenesis, Podillia.

**ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОРОД ЛЕССОВО-
ПОЧВЕННОЙ СЕРИИ ОПОРНОГО РАЗРЕЗА ВАНЖУЛОВ
(ПОДОЛЬСКАЯ ВОЗВЫШЕННОСТЬ)****А. Богуцкий, П. Волошин***Львовский национальный университет имени Ивана Франко,
ул. П. Дорошенко, 41, г. Львов, 79000, Украина*

Разрез Ванжулов представляет лессово-почвенную серию северной части Подольской возвышенности, в строении которой еще значительная мощность верхнеплейстоценовых лессов, но уже нарастает мощность лессов среднего плейстоцена.

Приведено подробное описание разреза и инженерно-геологические свойства пород всех выделенных горизонтов и подгоризонтов, а также результаты изучения влияния крупной палеомерзлотной структуры на свойства лессов. Это сделано на примере псевдоморфозы лановецкого палеокриогенного этапа.

Ключевые слова: лессы, ископаемые почвы, инженерно-геологические свойства, просадочность, палеокриогенез, Подолия.