

ПАЛЕОЦЕНОВІ УТВОРЕННЯ ВИСОКОГУСТИННИХ ПОТОКІВ ПІВНІЧНОГО ЗАХОДУ СКИБОВОГО ПОКРИВУ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ

Лариса Генералова¹, Уляна Борняк¹, Антон Генералов¹,
Ігор Лавришин², Олександр Костюк¹

¹Львівський національний університет імені Івана Франка,
вул. Грушевського, 4, Львів, Україна, 79005

e-mail: larysa.heneralova@lnu.edu.ua; u.bornyak@ukr.net;
anton.heneralov@lnu.edu.ua; oleksandr.kostyuk@lnu.edu.ua

²Державний історико-культурний заповідник «Тустань»,
вул. Тустанська, Урич, Львівська область, Україна, 82612
e-mail: ihor.lavryshyn@gmail.com

Метою дослідження є з'ясування питань генезису утворень високогустинних палеопотоків у будові піщаного модуля палеоценової ямненської світи Скибового покриву Зовнішніх Українських Карпат. Методи. Досліджено природні відслонення басейнів річок Стрий і Дністер, де зверталась увага на літологічні, мінералогічні, петрографічні та структурно-текстурні особливості псамітових порід ямненської світи. Результати. За виконаними дослідженнями структурно-текстурних і речовинних особливостей уточнено та виокремлено літодинамічні типи псамітового модуля ямненської світи. Вони належать грубозернистим (та проксимальним) турбідитам, грейнітам, дебритам, утворенням розріджених і флюїдизованих потоків, підводно-осувним відкладам. У горішній частині турбідитів, грейнітів, відкладах розріджених та флюїдальних потоків зазначено сфероїдальні піщані стягіння трьох різновидів. Із грейнітами та дебритами пов'язані відокремлені кулеподібні тіла діаметром до 1,5–2,0 м зі спіралеподібними текстурами. Виявлені сферичні стягіння та тіла, вірогідно, належать до сейсмів. Окрім того, спостерігаються окремі олістоліти та дебрисного вигляду конгломератобрекчії, які тяжіють до підводно-осувних комплексів. Вивчені літодинамічні типи належать до утворень високогустинних теригенних потоків, зародження та транспортування яких несе ознаки високої сейсмічної активності. Потоки формували підводні канали дренажної системи на пасивній окраїні Зовнішньокарпатського палеогенового басейну досліджуваного регіону у вигляді підводного конус-виносу. Процеси, які породжували виокремлені літодинамічні типи, діяли майже одночасно та трансформувалися від щільнісних осувних явищ з поодинокими олістолітами до дебрисних, зернових, розріджених і флюїдних потоків і низькогустинних турбідитних течій із сейсмитами. Відклади потоків акумулювались у верхньому та середньому фенах, але траплялось, що досягали нижнього фену конусу виносу. Наукова новизна. Отримана інформація щодо утворень високогустинних палеопотоків ямненської світи Скибового покриву Зовнішніх Українських Карпат сприятиме подальшій деталізації палеоценової моделі тектоно-седиментологічного розвитку Зовнішньокарпатського палеобасейну Альпійського Тетису. Практичне значення. Псаміти ямненської світи за речовинними та текстурними ознаками є перспективними літологічними та структурними пастками на вугледні.

Ключові слова: Зовнішні Українські Карпати, седиментологічний аналіз, літодинамічні типи, гравітати.

Постановка проблеми. У Зовнішніх Карпатах широко розвинені нижньокрейдово-міоценові флішеві утворення. Важливим завданням дослідження цих комплексів є вивчення їх із застосуванням сучасних методик седиментологічного (генетичного, фаціального) аналізу, що сприятиме палеогеодинамічному відтворенню процесів тектоно-седиментаційного розвитку регіону й оптимізації прогнозування потенційних пасток вуглеводнів, зокрема псамітових гравітитів.

Огляд попередніх досліджень. Середньо-верхньопалеоценовий вік утворень ямненської світи встановлений за геологічними і палеонтологічними [5; 6] дослідженнями Українських Карпат як у стратотиповому розрізі (р. Прут, м. Яремче, Івано-Франківська обл.), так і в інших локаціях. Псамітовий комплекс ямненської світи вивчався з використанням методів мінералогічної, петрографічної та літологічної діагностики [1; 2; 5–7; 11]. Досліджувались текстурні особливості внутрішньої будови псамітових шарів ямненської світи. Зокрема детально описано склад конкрецій з околиць с. Урич [1; 2].

Питання регіональної геотектоніки вивчали видатні українські вчені О.С. Вялов (1949, 1961 рр.), М.А. Вуль (1977 р.), М.П. Габінет (1977 р.), Я.О. Кульчицький (1977 р.), О.І. Матковський (1977 р.), С.С. Круглов (1985 р.). Починаючи із другої половини ХХ ст. карпатський фліш почали вивчати з використанням «турбідитної» парадигми (Л.В. Лінецька, М.А. Беер, Я.О. Кульчицький, Ю.М. Сеньковський, А.С. Пилипчук та інші).

Послідовний системний аналіз седиментологічних і тектонічних рис будови та геодинамічної еволюції Українських Карпат (рис. 1) відтворено в моделі їхньої будови О.М. Гнилка [4–6].

Вивчення флішових утворень і розгляд седиментаційних процесів їх формування в Українських Карпатах активно розвивається. З'являються нові дані, які сприяють уточненню седиментаційних механізмів їх утворення та палеогеодинамічному аналізу.

Метою роботи є дослідження утворень високогустинних теригенних палеопотоків, які становлять псамітовий модуль палеоценової ямненської світи Скибового покриву. Завдання: виконати польові дослідження псамітових розрізів ямненської світи; за діагностичними структурно-текстурними рисами та речовинним складом визначити їхні літодинамічні типи; описати та типізувати піщані конкреційні утворення, які тяжіють до горішніх елементів секвенцій псамітів; розглянути механізми утворення псамітових літодинамічних типів у контексті регіонального розвитку Зовнішньокарпатського палеобасейну.

Матеріали. Матеріалом слугували польові спостереження та власноруч виконані описи природних і штучних відслонень, розрізів, точок спостережень і відібраних зразків із басейнів річок Стрий і Дністер та інших водотоків. Аналізувались дані геологічних робіт, виконаних попередниками. Літостратиграфічні підрозділи в районі досліджень розглядались згідно з геологічними картами, стратиграфічними схемами, стратотипами світ [4–6].

Методи. На відслоненнях акцентували увагу на вивченні літологічних, мінералогічних, петрографічних і структурно-текстурних особливостей і рис псамітових порід ямненської світи. Отримані польові дані заклали підвалини седиментаційного аналізу згідно з методичними прийомами, наведеними у працях [3; 9; 10; 12; 13; 15], за якими ідентифікувались літодинамічні (генетичні) типи відкладів. Виявлені літодинамічні типи сприятимуть реконструюванню процесів, які типові для глибоководних теригенних турбідитних систем. Варто підкреслити, що утворення турбідитних систем позашельфових океанічних областей складаються з подієвих гравітитів (зокрема, турбідитів), фонових відкладів, іноді вирізняють контурити (відклади придонних течій). Фонові відклади Зовнішніх Карпат – це пелагічні та геміпелагічні, часто строкатоколірні, аргіліти. Подієві утворення формуються епізодично залежно від палеодинамічної (зокрема, сейсмічної) активності

басейну седиментації та/або рівня океану. Вони характеризуються літодинамічними типами гравітаційно перевідкладених осадів. Серед них є турбідити (акумулятовані відклади турбідитних (суспензійних) потоків), грейніти (накопичення зернових потоків), дебрити (утворення мулисто-уламкових потоків). Речовинні особливості гравітитів уточнювались за допомогою оптичного літолого-мінералогічного та петрографічного опису порід.

Об’єкт дослідження і головні риси будови. Район досліджень приурочений до Скибового покриву Зовнішніх (Флішових Карпат). Детально досліджувались розрізи межиріччя басейнів річок Стрий і Дністер, серед яких велика увага приділялась вивченню скельного комплексу «Урицькі скелі». Деякі висновки ми змогли зробити, базуючись на спостереженнях ямненської світи в басейні р. Прут. Стратиграфічний розріз Скибового покриву в басейні р. Стрий у долішній частині починається головно сенон-палеоценовим сірим флішем стрийської світи, яка догори перекривається середньо-верхньопалеоценовими пісковиками ямненської світи (до 300–350 м) з яремчанським горизонтом строкатоколірних аргілітів (до 40 м) у підшві. Ямненська світа наросується нижньоєоценовим тонко-середньоритмічним зеленим або строкатоколірним флішем манявської світи (до 400 м) [6].

З позицій сучасних плитно-тектонічних побудов Скибовий покрив входить до складу неогенової акреційної призми, яка є частиною Карпатської флішово-моласової акреційної палеопризми, і наросує внутрішню крейдово-палеогенову призму та розвивається перед композиційним об’єднанням терейном Алькапа – Тися – Дакія (див. рис. 1). Окрім Скибового покриву, призма включає інші покриви. Усі вони сформувались завдяки субдуктивним процесам у напрямку до південного заходу під названий терейн [4–6].

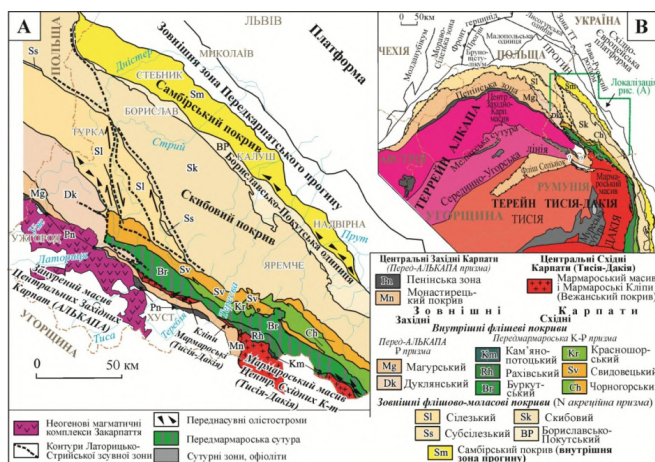


Рис. 1. Тектонічна схема Українських Карпат (О.М. Гнилко, 2011, 2016 рр.)

Отримані результати. У будові ямненської світи (потужність – перші сотні метрів) виокремлюють яремчанський горизонт, який розвивається в долішній частині стратону, та псамітовий модуль.

Яремчанський стратон є строкатоколірним горизонтом, для якого типове середньотонокритмічне перешарування строкатоколірних, вишнево-червоних і зеленкувато-сірих, аргілітів і алевропісковиків. Його потужність змінюється від перших метрів до перших десятків метрів. Алевропісковики мають головно елементи текстур А. Боума T_{dce} [5; 6; 9]. До покрівлі світи яремчанський горизонт наросується масивними пісковиками.

Детальне вивчення пісковиків скельних комплексів «Урицькі скелі», «Бубнище», «Княжі скелі», кар'єрів потоку Гребеновець (притоки р. Опір), розрізів р. Кам'янки й інших дають змогу схарактеризувати їх як світло-сірі, жовтувато-сірі, зеленкувато-сірі масивні середньо- та грубошаруваті псамітові утворення. Мінеральний склад каркаса пісковиків різнозернистий, кварцовий, цемент глинисто-кременистий, кременистий, іноді з домішками карбонатного матеріалу. Пісковики деінде містять лінзи та шари конгломератобрекчій, каркас яких складений із середньо- і дрібнопсефітових напівобкатаних і необкатаних, несорттованих, слабосорттованих різнозернистих уламків. Потужність конгломератобрекчій – від перших десятків до перших метрів.

Під час вивчення розрізів пісковиків у комплексі «Урицькі скелі» ми спостерігали шари потужністю понад 0,9–1,1 м. Деякі з них характеризуються тим, що в них виокремлюються елементами секвенції А. Боума типу T_a , T_{ab} та T_{abc} , що за седиментаційними ознаками дає підстави відносити їх до продуктів діяльності високогустинних турбідитних потоків, тобто утворень проксимальних турбідитів.

У природних відслоненнях «Урицькі скелі», у басейні р. Тисмениця в околиці м. Борислав, у скельному масиві «Бубнище» трапляються шари пісковиків, які характеризуються головню масивними текстурами. На тлі масивних псамітів рельєфно виділяються елементи пудінгової текстури. Іноді помітні елементи градаційної або паралельно-шаруватої текстур. Проте в цих шарах пісковиків не проявлена спрямованість текстур, типова для турбідитних поєднань текстур у секвенцію А. Боума. Псамітовий каркас пісковиків має погану відсортованість, яка підкреслюється наявністю крупних уламків порід і мінералів (до кількох сантиметрів) серед зерен піщаного розміру [3; 10]. Під час петрографічного вивчення порід між псамітовими кластолітами спостерігається майже цілковита відсутність алевропелітового матриксу (рис. 2). Нижні та верхні границі пісковиків із перекривними та підстілаючими вміщаючими породами є чіткими. Псамітові породи з охарактеризованими діагностичними рисами належать до літодинамічного (генетичного) типу грейнітів, що є продуктом зернистих потоків. Під час обстеження окремих локацій скельного комплексу «Урицькі скелі» та скелястих берегів р. Кам'янка складається враження, що кожен шар масивного пісковика – це продукт окремого зернистого потоку. Очевидно, потужні товщі псамітів, позбавлених тонкозернистого матриксу, акумулювались за умов багаторазового повторення потоків (шари, складені окремими зерновими потоками, малопотужні).

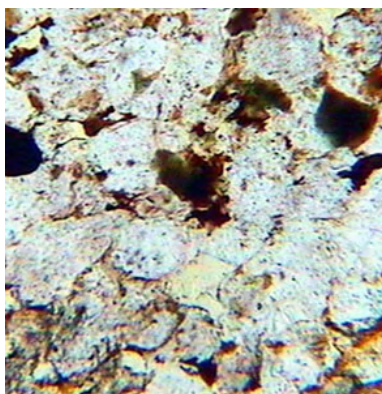


Рис. 2. Пісковик. Ямненська світа. Грейніт. Ширина поля – 2,5 мм, ніколі схрещені

У відслоненнях басейну р. Уричанка (наприклад, Великий Камінь), у басейні р. Кам'янка, окрім названих літодинамічних типів, представлених псамітами ямненської світи регіону, трапляються такі, які мають добре виражену еродовану підшову з кишнями розмиву, амплітуда яких коливається від 12 см до перших десятків сантиметрів.

У відслоненні Великий Камінь масиву «Урицькі скелі» підшва шару псамітів має ерозійні кишні амплітудою до 0,1 м. Нижній інтервал R_2 розрізу шару представлений псефіто-псамітовим матеріалом потужністю 0,2–0,3 м зі зворотною градаційною шаруватістю секвенції Д. Лау [13]. Структура породи інтервалу характеризується поганою відсортованістю кластичного матеріалу, наявністю пудингових кластолітів (крупних уламків порід серед псамітових зерен), відсутністю або незначною кількістю алевроглинистого матриксу. Уламки середньо- та дрібнопсефітової розмірності (від перших мм до 15–20 мм) займають більше 20% об'єму породи. Вони мають поліміктовий склад, складені зеленими та фіолетовими метаморфічними сланцями, молочно-білим кварцом, чорними кременями, кварцитами, польовими шпатами, білою слюдою (мусковітом), рудними мінералами (оточеними оксидами заліза), зеленкувато-сірими теригенними літоїдами (алевропсковиками), світло-рожевими та світло-сірими вапняками. Елемент R_2 секвенції до покрівлі поступово нарощується масивним інтервалом (0,1–0,2 м) R_3 , у якому домінують крупнозернисті пісковики. За детального обстеження помітні ознаки прямої градаційної шаруватості. Текстури R_2R_3 характерні для моделі Д. Лау. Це утворення зернових потоків – грейніти. Для них характерні найбільш високі значення ефективної щільності, тому потоки реалізуються не як пластичні, а як розріджені осуви, що переміщуються без зміни щільності лише на незначні відстані [10]. Зернові потоки діють самостійно, або супроводжують як нижній ламінарний шар турбулентні турбідитні течії.

Е наступному шарі виокремлюється стратифікований інтервал S_1 (0,1–0,12 м) секвенції Д. Лау, представлений різнозернистими псамітами. Вони містять хаотично розкидані псефітові кластоліти розміром 10–25 мм. На ньому фіксується інтервал із нормальною градаційною шаруватістю S_2 (0,4–0,5 м), який у покрівлі складений крупно-середньозернистими пісковиками. Вище можна спостерігати середньо-дрібнозернисті пісковики із блюдцеподібними (dish structures) і трубкоподібними (fluid-escape escape) текстурами витискання води (або гідротермального флюїду, рис. 3), які належать інтервалу S_3 .



Рис. 3. Текстури виходу рідини (гідротермального флюїду) – fluid-escape. Елемент секвенції Д. Лау S_3 . Басейн р. Прут, околиці с. Микуличин

За наявності інтервалу секвенція набуває модельного вигляду S_{123} , що трапляються у турбідитах, які утворились високощільнісними потоками. Її наявність дає змогу виділити шар, що належить літодинамічному типу грубозернистих турбідитів із секвенцією Д. Лау. Зазвичай верхній контакт секвенції грубозернистих турбідитів – різкий і плаский. Кореляція модельної секвенції А. Боума щодо секвенції Д. Лау допускає, що інтервал S_3 ідентичний елементу Ta [13].

Грубозерністі турбідити часто чергуються із зеленкувато-сірими аргілітами (геміпелагітами) та вишнево-червоними пелагітами потужністю перші сантиметри. Пелагіти збережені у відслоненнях погано, їх виявлення потребує ретельного обстеження. Проте на деяких локаціях прокладено туристичного маршруту (біля оглядового майданчика масиву «Тустанський Камінь» скельного комплексу «Урицькі скелі») вишнево-червоні пелагіти забарвлюють частину відслонення грубозернистих турбідитів – пісковиків.

Для відслонень ямненських пісковиків, представлених шарами потужних грубозернистих турбідитів названих вище точок спостереження, типовою є загальна масивність (до десятків метрів). Вона зумовлена тим, що непомітні прошарки аргілітів або глин між турбідитами. Це відбувається завдяки амальгамації (злиттю) шарів (рис. 4). За детального обстеження на контакті верст пісковиків можна помітити різку зміну у структурі псамітів або прошарок із кластами аргілітів, або виклинювання прошарку аргілітів.



Рис. 4. Амальгамація шарів пісковиків. Скельний масив «Тустанський Камінь»

У відслоненнях Великого Каменю та Малого Каменю масиву «Тустанський Камінь», які за структурно-текстурними ознаками належать грейнітам і верхнім інтервалам грубозернистих турбідитів і представлені середньо-дрібнозернистими пісковиками, спостерігаються сфероїдальні піщані стяжіння, у будові яких домінують пісковики й алевропісковики (рис. 5-А). Ці сфероїди концентричної, еліпсоїдної та спіралеподібної форми мають діаметр до 0,5–0,6 м за довгою віссю. Один із різновидів сфероїдів має виповнення жовтуватими кварцовими алевропісковиками. Жовтувато-вохристий колір зумовлено наявністю оксидів заліза. До периферії сфероїда контакт забарвлюється в інтенсивний темно-коричневий колір і набуває помітної твердості, яка на фігурах звітрювання формує позитивний оконтурюючий валик завширшки до 10–15 мм (рис. 5-В). Іноді на контакті спостерігаються тонкошаруваті пісковики, які щільно обволікають стяжіння та ніби різко зрізають його утворення у верхній частині. Водночас у нижній частині спіралеподібний характер стяжіння поступово затухає та переходить у шаруватий пісковик (рис. 5-С).



А



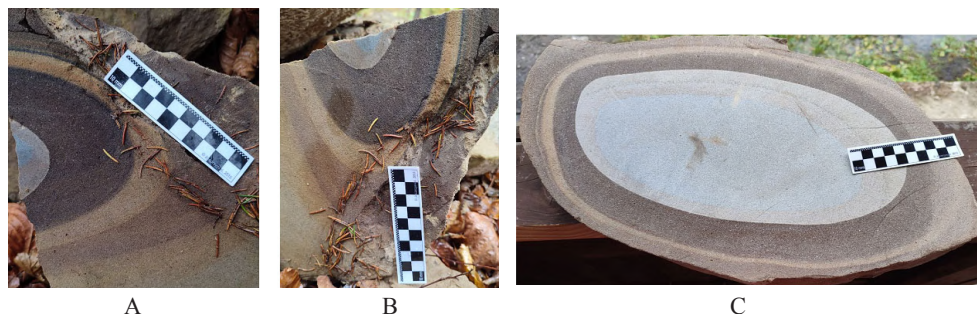
В



С

**Рис. 5. Сфероїдальні стяжіння першого типу в яменських пісковиках.
Скельний масив «Густанський Камінь». Умовні позначення: А – загальний вигляд
піщаного сферичного стяжіння; В – піщане стяжіння з периферійним валиком;
С – різкий контакт піщаного стяжіння із вмісними пісковицями**

Другий різновид стяжінь, які трапляються в околиці с. Ямельниця, має виразну концентричну або еліпсоїдну будову розміром до $0,7 \times 0,3 \times 0,4$ м. Центральна частина представлена міцним зеленкувато-сірим кварцовим пісковицом (радіусом $0,2-0,08$ м), за ним пояс темно-коричневого кварцового пісковица ($0,02-0,03$ м), після якого фіксується ділянка жовтуватого кварцового пісковица ($0,010-0,015$ м). Периферійне положення належить або тонкосмугастому пісковику ($0,05-0,06$ м) із жовтувато-сірими та темно-коричневими відтінками або зоні поступового переходу до зеленкувато-сірих вміщуючих псамітів (рис. 6).



**Рис. 6. Конкреційні стяжіння в яменських пісковиках. Басейн р. Уричанка.
А та В – зразки з копальні; С – зразок з Музею Тустані**

Третій різновид сфероїдальних стяжінь розміром 0,2–0,4 м головно представлений ядром діаметром 0,08–0,12 м, яке складене кварцовим пісковиком із темно-коричневим мангано-залізистим цементом (?). Серединна перехідна оболонка завширшки до 0,01 м характеризується жовтувато-коричневим пісковиком. Зовнішня оболонка, як і ядро, має темно-коричневий колір (0,02–0,03 м) (рис. 7).



Рис. 7. Піщане стяжіння в яменських пісковиках. Басейн р. Уричанка

Піщані стяжіння яменської світи за морфологічними рисами подібні до таких, що належать синтетектонічним деформаціям недіагенізованих відкладів (soft-sediment deformation) [8; 16; 17]. Вони несуть ознаки пластичних текстур, що сформувалися завдяки сейсмічним поштовхам. Ці поштовхи могли сприяти епізодичному розрідженню потоків, породжених підводними осувами та високогустинними течіями.

Розріджені потоки тяжіють до хвостової частини високо- та середньогустинних потоків і підводних осувних тіл. Тут вони часто сильно стоншені та змішані з навколишньою рідиною. Підводні осувні тіла в тилевій частині мають депресію розтягу. Сейсмічна активність може спричинити індивідуалізацію потоків розрідженої речовини, складеної алевритовим і дрібно-середнім псамітовим матеріалом, та його флюїдизацію. У результаті флюїдизований пісок, який має високу в'язкість, не просто тече вниз по крутому схилу ($>18^\circ$), а утворює текстури «снігової кулі». Надлишок тиску порового флюїду швидко дисипує і конкрецієподібні утворення «консервуються», утворюють складові парагенезиси утворень потоків високої щільності (турбідитів або осувів). Діаметр виявлених сфероїдів коливається від 0,2 до 0,7 м. У будові стяжінь домінує вохристій

матеріал із манганово-залізистою (!?) мінералізацією. Рудна речовина відіграє роль цементу для алевропсамітового матеріалу стяжінь. Генетична складова частина рудного матеріалу пов'язується нами з перманентним надходженням гідротерм у періоди тектонічної (та сейсмічної) активності Зовнішньокарпатського басейну седиментогенезу.

У ямненській світі трапляються шари дрібно-середньопсефітових утворень. Ці утворення не мають внутрішньої шаруватої упорядкованості та сортування уламків каркаса, який уміщує як класти псефітової, псамітової, так і пелітової розмірності. Уламки не обкатані або слабо обкатані, залежно від їхньої твердості. Часто в породах спостерігаються пудингові текстури. Ці відклади (дебрити) формуються грязьо-кам'яними, чи мулистого-уламковими (англ. debris-flow), потоками, які швидко переміщуються під дією гравітації вниз по підводних схилах у вигляді розрідженої суміші різнозернистого матеріалу.

У 100 м нижче гирла правого допливу р. Кам'янка потоку Лужки, на 50 м вище по правому схилу, у промоїні на старій дорозі розкрите тіло дрібногальково-жорствяних конгломератобрекчій. Неупорядковані погано обкатаними уламки псефітової, псамітової, алевритової розмірності представлені значною мірою екзотичними породами (рис. 8) – білим кварцем, зеленими та фіолетовими філітами рифею, чорними кременями, світло-рожевими вапняками юри. Матрикс – алевропсамітовий, цемент – карбонатно-глинистий, кременисто-глинистий.



Рис. 8. Дебрит. Ямненська світа. Уламки екзотичних порід. Р. Кам'янка

Виявлені дебрити розкривають гідродинамічний механізм формування середньо-верхньопалеоценових відкладів і демонструють діяльність високогустинних глибоководних грязьо-кам'яних (дебрисних) потоків, що виконували руйнівну ерозійну роботу (рис. 9) під час переміщення по схилу в руслі палеодолини. На наведеному рисунку, зліва, спостерігається фрагмент каналу стоку, виораний дебрисним потоком у декількох зближених секвенціях турбідитів з елементами Боума $T_{ав}$ та $T_{авс}$.

Уверх за течією р. Кам'янка на повороті русла до с. Кам'янка, у врізі нової дороги на хребет Ключ, спостерігається відслонення, де представлені різні літодинамічні типи утворень ямненської світи. Серед них чітко простежується межа літодинамічних типів. Контакт різкий, що вказує на миттєву зупинку («замерзання») потоку грейнітів (рис. 10). Очевидно, у процесі сходження високогустинний потік диференціювався на два потоки: гіпопікнальний (нижній) і гіперпікнальний (верхній). Нижньому потоку притаманні ламінарні швидкості за високої щільності, верхньому – турбулентні рухи за помірної щільності. Верхній потік, на відміну від нижнього, має середньо- та дрібнозернисту або алевропсамітову структуру [13].



Рис. 9. Лінза конгломератів у товщі масивних пісковиків ямненської світи. Р. Кам'янка. Літодинамічні типи високогустинних потоків: турбідити (у нижній частині) та дебрити (у верхній частині знімка). Фото В.О. Ващенко

За розшарування потоку (і помірної сейсмічної ситуації) на нижній дебритний і верхній зерновий псамітовий із верхнього акумулюються греїніти [10; 13; 14]. У разі активізації тектонічної напруженості та виразних сейсмічних поштовхів зернистий потік трансформується в розріджений, або флюїдизований. Відклади флюїдизованих потоків у відслоненнях масиву «Тустанський Камінь» і в кар'єрах потоку Гребеновець (права притока р. Опір) супроводжуються рудними покладами манганово-залізної мінералізації.

Цей потік швидко втрачає надлишок тиску порового флюїду, що сприяє швидкому осадонакопиченню. Рівний характер межі між нижнім і верхнім літодинамічними типами свідчить про швидкий характер осадження матеріалу. Сучасні спостереження за турбідитними системами мали змогу дослідити, що такий процес часто трапляється на прикінцевих стадіях відкладання матеріалу з течій значної щільності.



Рис. 10. Межа літодинамічних типів дебритів і греїнітів. Р. Кам'янка

Дебритні утворення супроводжують підводно-осувні явища, породні асоціації яких відомі як олістостроми. Осувні структури мають системи осувних тіл, що формують зони зім'яття, які конседиментарно напливали одна на одну. Остаточні сформовані осувні тіла за каскадною гравітаційною складчастістю вперше схарактеризовані Г. Байрак (2019, 2024 рр.) для відслонення в межах скельного масиву «Тустанський Камінь» (рис. 11). У разі осовання пластичних псамітових порід відбувається переміщення вже літфікованих або



**Рис. 11. Підводно-осувні структури у скельному масиві «Тустанський Камінь».
Фото Г.Р. Байрак**

слаболітифікованих утворень із формуванням опливних пластин, зім'ятих у нахилені складки та розмежовані горизонтами дебритів (безструктурних конгломератобрекчій) із брилами та валунами пісковиків –олістолітами.

На рис. 12 спостерігаємо підшову осувного комплексу. У його підшові – горизонт брекчій. На рис. 13 олістоліт пісковиків приурочений до контакту різних літодинамічних типів. На рис. 14 у підшові потужного шару підводно-осувних утворень крупно-середньозернистих псамітів ямненської світи спостерігаються фрагменти опливин, що захопили літифікований олістоліт пісковиків, і нахилені дисгармонійні складки розмірами перші метри у пластичному субстраті.

На узбіччі відрізка траси Урич – Східниця увагу дослідників привернули сфероїдальні концентричні тіла, які в діаметрі становлять перші метри. Вони складені псефіто-псамітовими породами, які за всіма ознаками належать палеоценовим ямненським пісковикам. Концентричність внутрішньої будови підкреслена верствами з регресивною або трансгресивною шаруватою текстурою, накладеною на пудінгову текстуру. Вони за текстурними рисами грубозернистих гравітитів відповідають інтервалам секвенції Д. Лау R_{12} та R_2S_{12} . Потужність шарів, які беруть участь у будові тіл, становить десятки сантиметрів, що можна розглядати як непряму ознаку поступового виположування крутизни схилу, яким переміщується потік, відділення його від шийки, призупинення та консервацію. Риси будови цих сфероїдальних тіл ми пов'язуємо з розвитком високогустинних

турбідитних і дебрісних потоків, ініційованих землетрусами, поштовхи яких супроводжували процеси седиментації [8; 16; 17]. Афтершоки землетрусів сприяли диференціації континентального схилу (і каналів стоку) Зовнішньокарпатського басейну за крутизною та морфологією, що вплинуло на характер руху потоків. Збільшення кута схилу каналу стоку у фронтальній частині потоку сприяло утворенню колоподібних вихорів, спрямованих угору на тлі потоншення потоку в області шийки (яка є межею з головним тілом), та відокремленню сфероїдальних тіл. Їх формування, вірогідно, завдячує часовим інтервалам інтенсифікації сейсмічної динамічності. З огляду на це сфероїдальні тіла варто розглядати як сейсміти [8; 16; 17].



Рис. 12. Грубозернисті турбідити зі структурами осування в долішній частині.
Р. Тисмениця, м. Борислав



Рис. 13. Олістоліт у долішній частині шару грубозернистих турбідитів.
Р. Тисмениця, м. Борислав



Рис. 14. Підводно-осувні утворення в підшві шару гравітів.
Сейсміти. Олістоліт. С. Бубнише. Басейн р. Сукіль

Дослідження утворень високогустинних гравітаційних потоків, які формували відклади яменської світи Скибового покриву, дають змогу виділити літодинамічні типи грубозернистих турбідитів, грейнітів, дебритів, утворення розріджених і флюїдизованих потоків. У них відзначають конкреційні піщані стяжіння трьох різновидів і відокремлені кулеподібні тіла, які належать сейсмітам. Окрім того, спостерігаються окремі олістоліти, фрагменти попередньо літифікованих порід, які тяжіють до систем підводно-осувних комплексів.

Обговорення. Виявлені літодинамічні типи псамітів перешаровуються в розрізах один з одним і з пелагічними аргілітами. За літодинамічними типами можна зазначити, що в будові псамітового модуля яменської світи важливу роль відіграють утворення потоків із високою концентрацією твердого уламкового матеріалу. Рідше трапляються утворення турбідитів. Турбідити яменської світи грубозернисті, що акумулювались із високощільнісних каламутних потоків.

Високощільнісні потоки реалізуються через різні механізми утримання уламків: завдяки висхідним струменям міжгранулярної рідини (потоки розрідженого осаду), дисперсному тиску, що є результатом зіштовхування зерен (зернові потоки), зіштовхуванню уламків і сил зчеплення (дебрисні потоки). Варто підкреслити, що високогустинні потоки пов'язані з іншими підводними гравітаційними процесами: обвалами, зміщенням (sliding) блоків порід і формуванням відокремлених осунених тіл у вигляді олістолітів (кластів), осувів за дезінтеграції осувних тіл з утворенням каскадів слабо літифікованих осувних потоків і опливин. Перелічені процеси є фактично частинами неперервності їхньої механічної поведінки, яка міняється від пружної через пластичну до в'язкої рідини й осадження. Перехід від ковзання до осадкових гравітаційних потоків спричиняє зміну фізичного стану осадкових мас у напрямі великої внутрішньої дезінтеграції завдяки розпаду метастабільної упаковки уламків і включенню в осад великої кількості речовини. Експериментально доведено, що різні процеси можуть діяти водночас або послідовно під час одного етапу переносу й акумуляції [10; 14; 15]. Ми вважаємо, що такі процеси зародження, перенесення й акумуляції могли діяти за формування утворень псамітового модуля

в північно-західній частині Зовнішньокарпатського палеобасейну. Проте перевагу мала акумуляція з високогустинних потоків і систем.

Самого факту наявності високогустинних потоків не досить для формування потужних товщ. Для їх акумуляції потрібні палеодинамічні умови, які б сприяли нагромадженню, а не розтіканню по дну потоків. Однією з головних умов для цього є безперервне поглиблення дренажної системи каналів від бровки шельфу до підніжжя континентального схилу. Інакше кажучи, локальні структурно-тектонічні умови басейну акумуляції потужних гравітитів характеризуються його поглибленням, яке супроводжується епізодами високої сейсмічності.

Комплекс мікрофауни з геміпелагічних прошарків крейдово-міоценових розрізів Зовнішньокарпатського басейну дає змогу спеціалістам стверджувати, що в палеоцені його глибина характеризувалась найбільшими океанськими глибинами [6].

Головним чинником підводних гравітаційних процесів є тектонічний. Важливу роль відіграє кліматичний. Відомо, що максимум нагромадження гравітитів (і турбідитів) збігається з низьким положенням рівня океану. За підвищення рівня океану нагромадження гравітитів більш активно проявляється в районах там, де амплітуда підйому рівня різко понижує перепад рельєфу, який існував. Не виключено, що такий розвиток подій спостерігався в Зовнішньокарпатському басейні в пізньому палеоцені.

У світовій літературі седиментаційна система з розвитком утворень гравітитів на добре розвинених пасивних окраїнах осадових басейнів відповідає підводним конусам виносу (далі – ПКВ) [6; 14]. З огляду на існуючі ПКВ, можна виконати реконструкцію подій формування утворень літодинамічних типів ямненської світи, які виявлені в розрізах північно-західних теренів Скибового покриву. Системи підводних осувів, породжені ними дебрісні та розріджені високогустинні потоки проникають до середнього фену ПКВ. Турбідитні потоки переміщуються транзитом від місця зародження ПКВ до його нижнього (дистального) фену й абісальної рівнини. Епізодично під час сейсмічної активізації виникають осуви з олістолітами, зернові, розріджені, флюїдальні потоки. У горішній частині потоків під час сейсмічних імпульсів консервуються кулеподібні піщані стяжіння (сейсміти) [16; 17].

Наукова новизна. Виявлені літодинамічні типи гравітитів псамітового модуля палеоценової ямненської світи Скибової світи дають змогу розшифрувати особливості будови її розрізу, процеси й умови утворення. Отримана інформація сприятиме деталізації палеоценової моделі тектоно-седиментологічного розвитку Зовнішньокарпатського палеобасейну Альпійського Тетису за субдукції океанічної літосфери під терейн Тися – Дакія.

Практичне значення. На сучасному етапі досліджень псаміти ямненської світи, що є утвореннями теригенних гравітитів, розглядаються як перспективні пастки на вугледодні.

Висновки. За виконаними дослідженнями структурно-текстурних і речовинних рис виокремлено літодинамічні типи псамітового модуля ямненської світи. Вони належать підводно-осувним відкладам, грейнітам, дебритам, грубозернистим турбідитам, утворенням розріджених і флюїдизованих потоків. У горішній частині турбідитів, грейнітів, утворень розріджених і флюїдальних потоків зазначено конкреційні піщані стяжіння трьох різновидів. Із грейнітами та дебритами пов'язані відокремлені кулеподібні тіла з текстурами снігової кулі з довжиною діаметра до 1,5–2,0 м. Виявлені кулеподібні стяжіння та тіла, вірогідно, входять до складу сейсмітів. Окрім того, спостерігаються окремі олістоліти, які тяжіють до систем підводно-осувних комплексів.

Літодинамічні типи належать до утворень високогустинних теригенних потоків. Їх зародження, розвиток і акумуляція контролюються високою тектонічною (сейсмічною) активністю. Потоки формували підводні канали дренажної системи на пасивній окраїні

Зовнішньокарпатського палеогенового палеобасейну досліджуваного регіону у вигляді підводного конус-виносу (або конусів). Процеси, які породжували виокремлені літодинамічні типи, діяли майже водночас і трансформувались від щільнісних осувних явищ із поодинокими олістолітами до дебрисних, зернових, розріджених і флюїдних потоків і низькогустинних турбідитних течій із сейсмітами. Відклади потоків акумулювались головню у верхньому та середньому фенах, але траплялось, вірогідно, що досягали нижнього фену.

Подальші дослідження яменської світи у структурі розрізу Скибового покриву та Бориславо-Покутського покриву пов'язані з комплексними мультисциплінарним вивченням мікрофауни, стратиграфічних, седиментологічних, структурно-тектонічних особливостей регіону для того, щоб поглибити уявлення про геологічний розвиток субдукційних процесів Зовнішньокарпатського палеобасейну й окреслити перспективність щодо корисних копалин.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гавришків Г.Я. Петрографія палеогенових відкладів «екзотичних скель» Скибового покриву Українських Карпат. *Сучасні проблеми літології та мінералогії осадових басейнів України та суміжних територій* : збірник наукових праць Інституту геологічних наук Національної академії наук України. Київ, 2008. С. 7–69.
2. Гавришків Г.Я., Жуков С. Мінералогія і геохімія піскуватих конкрецій яменської світи палеоцену Українських Карпат. *Мінералогічний збірник*. 2009. № 59. Вип. 1. С. 75–82.
3. Гнилко О.М. Про седиментаційні процеси формування флішевих відкладів Українських Карпат. *Збірник наукових праць Інституту геологічних наук Національної академії наук України*. Київ, 2010. Вип. 3. С. 32–37.
4. Гнилко О.М. Тектонічне районування Карпат у світлі терейнової тектоніки. Стаття 2. Флішові Карпати – давня акреційна призма. *Геодинаміка*. 2012. № 1 (12). С. 67–78.
5. Гнилко О.М. Геологічна будова та еволюція Українських Карпат : автореф. дис. ... докт. геол. наук: 04.00.01. Львів, 2016. 46 с.
6. Тектоно-седиментаційна еволюція передової частини насувної споруди Українських Карпат / О.М. Гнилко та ін. *Геологія і геохімія горючих копалин*. 2021. № № 1–2 (183–184). С. 45–59. <https://doi.org/10.15407/ggcm2021.01-02.045>.
7. Нові дані про перспективні нафтогазоносні об'єкти у пісковиках яменської світи палеоцену північного заходу Скибового покриву Українських Карпат / В.С. Шлапінський та ін. *Геологічний журнал*. 2021. № 2 (375). С. 90–110. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2021.2.225864>.
8. Berra F., Felletti F. Syndepositional tectonics recorded by soft-sediment deformation and liquefaction structures (continental Lower Permian sediments, Southern Alps, Northern Italy): Stratigraphic significance. *Sediment. Geol.* 2011. Vol. 235. P. 249–263. DOI: 10.1016/j.sedgeo.2010.08.006.
9. Bouma A.H. Sedimentology of some Flysch deposits. A Graphic Approach to Facies Interpretation. Elsevier, Amsterdam, 1962. 168 p.
10. Einsele G. Sedimentary Basins: evolution, facies and sediment budget. Berlin : Springer Verlag, 1992. 615 p.
11. Havryshkiv H., Radkovets N. Paleocene deposits of the Ukrainian Carpathians: geological and petrographic characteristics, reservoir properties. *Baltica*. 2020. Vol. 33 № 2. P. 109–127. <https://doi.org/10.5200/baltica,2020.2.1>.
12. Lowe D.R. Water escape structures in coarse-grained sediments. *Sedimentology*. 1975. Vol. 22. P. 157–204.
13. Lowe D.R. Sediment gravity flows; II, Depositional models with special reference to the deposits of high-density turbidity currents. *J. Sediment. Pet.* 1982. Vol. 52. P. 279–297. <https://doi.org/10.1306/212F7F31-2B24-11D7-8648000102C1865D>.

14. Mulder T., Alexander J. The physical character of subaqueous sedimentary density flows and their deposits. *Sedimentology*. 2001. № 48. P. 269–299.
15. Posamentier H.W., Walker R.G. Deep-Water Turbidites and Submarine Fans Facies Models Revisited / H.W. Posamentier (ed.). *SEPM Special Publication*. 2006. № 84. 122 p. <https://doi.org/10.2110/pec.06.84.0399>.
16. Roy S.K., Banerjee S. Soft Sediment Deformation Structures in the Andaman Flysch Group, Andaman Basin: Evidence for Palaeogene Seismic Activity in the Island Arc. *Berita Sedimentologi. Indonesion Journal of Sedimentary Geology*. 2016. Vol. 35. № 1. P. 55–74. <https://doi.org/10.51835/bsed.2016.35.1.103>.
17. Depositional Models of Deep-Water Gravity-Flow in Lacustrine Basin and Its Petroleum Geological Significance – A Case Study of Chang 6 Oil Group in Heshui Area, Ordos Basin, China / Y. Yang et al. *Front. Earth Sci.* 2022. № 9. P. 786403. DOI: 10.3389/feart.2021.786403.

REFERENCES

1. Havryshkiv, H.Ia. (2008). Petrografia paleohenovykh vidkladiv “ekzotychnykh skel” Skybovoho pokryvu Ukrainskykh Karpat [Petrography of the Paleogene deposits of “exotic rocks” of the Skiba nappe of the Ukrainian Carpathians]. *Suchasni problemy litologii ta mineralohii osadovykh baseiniv Ukrainy ta sumizhnykh terytorii*: Zb. nauk. pr. IHN NAN Ukrainy. Kyiv. pp. 7–69 [in Ukrainian].
2. Havryshkiv, H., Zhukov, S. (2009). Mineralohiia i heokhimiia piskuvatykh konkretnykh yamnenskoï svity paleotsenu Ukrainskykh Karpat [Mineralogy and geochemistry of sandstone concretions of the Yamna suite of Paleocene of the Ukrainian Carpathians]. *Mineralohichnyi zbirnyk*. № 59. Vol. 1. pp. 75–82 [in Ukrainian].
3. Hnylko, O.M. (2010). Pro sedimentatsiini protsesy formuvannia flishevyykh vidkladiv Ukrainskykh Karpat [About the sedimentation processes of formation of flysch deposits of the Ukrainian Carpathians]. *Zb. nauk. prats In-tu heolohichnykh nauk NAN Ukrainy*. Kyiv. V. 3. pp. 32–37 [in Ukrainian].
4. Hnylko, O. (2016). Heolohichna budova ta evoliutsiia Ukrainskykh Karpat [Geological structure and evolution of the Ukrainian Carpathians] Extended abstract of Doctor’s thesis. Lvivskiy natsionalnyi universytet imeni I. Franka. Lviv. 46 p. [in Ukrainian].
5. Hnylko, O.M. (2012). Tektonichne raionuvannia Karpat u svitli tereinovi tektoniky. Statia 2. Flishovi Karpaty – davnia akreysiina pryzma [Tectonic zoning of the Carpathians in term’s of the terrane tectonics, article 2. The Flysch Carpathian – ancient accretionary prism]. *Heodynamika*, № 1 (12). pp. 67–78. <https://doi.org/10.23939/jgd2012.01.067> [in Ukrainian].
6. Hnylko, O., Hnylko, S., Kulyanda, M., Marchenko, R. (2021). Tektono-sedimentatsiina evoliutsiia peredovoi chastyny nasuvnoi sporudy Ukrainskykh Karpat [Tectonic-sedimentary evolution of the frontal part of the Ukrainian Carpathian nappe structure]. *Heolohiia i heokhimiia horiuchykh kopalyn*. 1–2 (183–184), pp. 45–59. <https://doi.org/10.15407/ggcm2021.01-02.045> [in Ukrainian].
7. Shlapynskiy, V.Ie., Havryshkevych, H.Ia., Haievskaya, Yu.P. (2021). Novi dani pro perspektyvni naftohazonosni obiekty u piskovykakh yamnenskoï svity paleotsenu pivnichnoho zakhodu Skybovoho pokryvu Ukrainskykh Karpat [New data on promising oil and gas-bearing objects in the Paleocene Yamnenian sandstones of the northwestern Skiboy cover of the Ukrainian Carpathians]. *Heolohichnyi zhurnal*. 2 (375). pp. 90–110. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2021.2.225864>.
8. Berra, F., Felletti, F. (2011). Syndepositional tectonics recorded by soft-sediment deformation and liquefaction structures (continental Lower Permian sediments, Southern Alps, Northern Italy): Stratigraphic significance. *Sediment. Geol.* 235. pp. 249–263. DOI: 10.1016/j.sedgco.2010.08.006.
9. Bouma, A.H. (1962). Sedimentology of some Flysch deposits. A Graphic Approach to Facies Interpretation. Elsevier, Amsterdam. 168 p.

10. Einsele, G. (1992). *Sedimentary Basins: evolution, facies and sediment budget*. Berlin: Springer Verlag. 615 p.
11. Havryshkiv, H., Radkovets, N. (2020). Paleocene deposits of the Ukrainian Carpathians: geological and petrographic characteristics, reservoir properties. *Baltica*. 33 (2). pp. 109–127. <https://doi.org/10.5200/baltica,2020.2.1>.
12. Lowe, D.R., (1975). Water escape structures in coarse-grained sediments. *Sedimentology*. 22. pp. 157–204.
13. Lowe, D.R. (1982). Sediment gravity flows; II, Depositional models with special reference to the deposits of high-density turbidity currents. *J. Sediment. Pet.*, Vol. 52. P. 279–297. <https://doi.org/10.1306/212F7F31-2B24-11D7-8648000102C1865D>.
14. Mulder, T., Alexander, J. (2001). The physical character of subaqueous sedimentary density flows and their deposits; *Sedimentology*. 48. pp. 269–299.
15. Posamentier, H.W., Walker, R.G. (2006). Deep-Water Turbidites and Submarine Fans Facies Models Revisited: Posamentier H.W. (ed.). SEPM Special Publication. 2006. № 84. 122 p. <https://doi.org/10.2110/pec.06.84.0399>.
16. Roy, S.K., Banerjee, S. (2016). Soft Sediment Deformation Structures in the Andaman Flysch Group, Andaman Basin: Evidence for Palaeogene Seismic Activity in the Island Arc. *Berita Sedimentologi. Indonesion Journal of Sedimentary Geology*. 35 (1). pp. 55–74. <https://doi.org/10.51835/bsed.2016.35.1.103>.
17. Yang, Y., Peng, J., Chen, Z., Zhou, X., Zeng, Y., Wang, Y., and Wang, X. (2022). Depositional Models of Deep-Water Gravity-Flow in Lacustrine Basin and Its Petroleum Geological Significance – A Case Study of Chang 6 Oil Group in Heshui Area, Ordos Basin, China. *Front. Earth Sci.* 9: 786403. DOI: 10.3389/feart.2021.786403.

PALEOCENE FORMATIONS OF HIGH-DENSITY FLOWS OF THE NORTHWEST SKIBA NAPPE OF THE UKRAINIAN CARPATHIANS

**Larysa Heneralova¹, Ulyana Bornyak¹, Anton Heneralov¹,
Ihor Lavryshyn², Oleksandr Koctyuk¹**

*¹Ivan Franko National University of Lviv,
Hrushevsky str., 4, Lviv, Ukraine, 79005
e-mail: larysa.heneralova@lnu.edu.ua; u.bornyak@ukr.net;
anton.heneralov@lnu.edu.ua; oleksandr.kostyuk@lnu.edu.ua*

*²State Historical and Cultural Reserve “Tustan”,
Tustansky str., Urych, Lviv Region, Ukraine, 82612
e-mail: ihor.lavryshyn@gmail.com*

The aim of the study is to study the formations of high-density paleoflows in the structure of the sand module of the Paleocene Yamnen suite of the Skiba nappe of the Outer Ukrainian Carpathians. Methods. The natural outcrops of the Stryi river basin were studied, where attention was paid to the lithological, mineralogical, petrographic, structural and textural features of the psammite rocks of the Yamnen suite.

The results. According to the studies of structural, textural and material features, the lithodynamic types of the psamite module of the Yamnen suite were clarified and distinguished. They belong to coarse-grained (and proximal) turbidites, granites, debrites, formations of liquefied and fluidized flows, underwater landslide deposits. In the upper part of turbidites, granites, deposits of liquefied and fluid flows, spheroidal sand inclusions of three types were noted. Isolated spherical bodies up to 1,5–2,0 m in diameter with spiral-like textures are associated with granites and debrites. The identified spherical

inclusions and bodies probably belong to seismites. In addition, individual olistoliths and debris-like conglomerate breccia are observed, which tend towards submarine landslide complexes.

The studied lithodynamic types belong to the formations of high-density terrigenous flows, the genesis and transport of which bear signs of high seismic activity. The streams formed underwater channels of the drainage system on the passive edge of the Outer Carpathian Paleogene basin of the studied region in the form of an underwater cone of displacement. The processes that gave rise to isolated lithodynamic types acted almost simultaneously and transformed from dense landslide phenomena with isolated olistoliths to debris, grain, liquefied and fluid flows and low-density turbidite flows with seismites. Flow sediments accumulated in the upper and middle fans, but sometimes reached the lower fan of the drift cone

Scientific novelty. The obtained information about the formations of high-density paleoflows of the Yamna suite of the Skiba nappe of the Outer Ukrainian Carpathians will contribute to the further detailing of the Paleocene model of the tectonic-sedimentological development of the Outer Carpathian paleobasin of the Alpine Tethys.

Practical value. The psammites of the Yamna world are promising lithological and structural traps for hydrocarbons based on their material and textural features.

Key words: Outer Ukrainian Carpathians, sedimentological analysis, lithodynamic types, gravity.