

ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ШАРУВАТОЇ БУДОВИ ОСАДОВИХ ТОВЩ

THEORETICAL ASPECTS OF THE STUDY OF THE SEDIMENTARY STRATA BEDDING

А. М. Баран
Andrii M. Baran

Institute of Geological Sciences, NAS of Ukraine, 55-в О. Honchara Str., Kyiv, 01601, Ukraine
(baranandr9@gmail.com)

Шарувата будова осадових товщ є найбільш помітною і поширеною літологічною властивістю. В узагальнюючій геологічній літературі часто трапляється лише констатація її наявності і глобальності розповсюдження, але відсутнє будь-яке пояснення її виникнення або ж воно істотно відрізняється. При аналізі попередніх досліджень з'ясовано, що в її утворенні задіяна велика кількість чинників. Показано, що такі фізичні чинники, як сила тяжіння і динаміка середовища перенесення осаду, мають більш глобальний характер і проявляються в усіх обстановках седиментації, на відміну від решти геологічних чинників. Вони також відіграють значну роль в утворенні шаруватості, як і взагалі седиментогенезу, але мають підпорядковане значення і проявляються не завжди. При вивченні літогенезу спостерігається певна неузгодженість, коли при описі седиментогенезу використовуються переважно загальногеологічні чинники, а діагенезу і катагенезу – тільки фізичні та хімічні. Ще однією неузгодженістю є те, що при теоретичних і практичних геологічних дослідженнях значно більше уваги приділяється кількісному вивченню потужностей осадів, а не площ їх поширення. Поза увагою залишається вивчення залежностей між цими геометричними величинами, що кількісно характеризують осадовий шар. Показано, що такі залежності присутні, щонайменше, в осадовій товщі, яка покриває північну частину Українського щита. Вивчення таких залежностей на всіляких територіях може сприяти кількісній оцінці чинників впливу на седиментогенез, а також мати істотне практичне значення.
Ключові слова: осадовий шар; шаруватість; сила тяжіння; динаміка середовища; седиментогенез.

The bedding of sedimentary strata is the most noticeable and widespread sedimentological feature. In a general geological literature, often there is only a statement of its presence and distribution globally, but often there is no explanation for its occurrence, or it differs significantly. An analysis of previous studies has established that a large number of factors are involved in its formation. It is shown that such physical factors as gravity and the dynamics of the sediment transport environment are more global in nature and manifest themselves in all sedimentation environments, in contrast to geological factors. The last factors also play a significant role in the formation of bedding, as well as sedimentogenesis in general, but they have a subordinate significance, since they do not always appear. In the study of lithogenesis is observed some inconsistency, when mainly geological factors are used in the description of sedimentogenesis, and physical and chemical factors are used at different stages of diagenesis. Another inconsistency is much more attention given, in theoretical and practical geological studies, to a quantitative study of the thickness of sediment compared to the area of their distribution. Almost no attention is paid to the study of dependencies between these geometrical quantities, quantitatively characterizes the sedimentary bed. However, such dependencies are present at least in the sedimentary strata, which covers the northern part of the Ukrainian shield. The study of such dependencies in any territories can contribute to a quantitative assessment of factors influencing sedimentogenesis, and also have significant practical significance.
Keywords: sedimentary bed; bedding; gravity; environment dynamics; sedimentogenesis.

ВСТУП

Від початку зародження геології як окремої галузі пізнання дослідниками земної кори була помічена загальна особливість осадових відкладів – це їх шарувате залягання. Ця закономірність проявлена на всіх континентах, океанах і морях. Звісно, є деякі утворення, що не мають шаруватої (верстуватої) будови, – це рифи, кластогенні дайки та деякі інші. Але вони складають лише незначну частину від загального об'єму осадових порід.

Будь-яке практичне дослідження земної кори починається з її поверхневої частини; відповідно, кожен геолог-практик насамперед спостерігає переважно саме цю особливість геологічних об'єктів. Таким чином, на даний час можна вважати, що це найбільш очевидна і поширена закономірність земної кори. Дещо парадоксально, але причини її розповсюженості і чинники, що зумовлюють її походження, недостатньо висвітлені або ж не знаходять пояснення в узагальнюючій

Цитування: Баран А. М. Теоретичні аспекти дослідження шаруватої будови осадових товщ. Збірник наукових праць Інституту геологічних наук НАН України. 2020. Том 13. С. 113–121. <https://doi.org/10.30836/igs.2522-9753.2020.217890>

Citation: Baran A. M., 2020. Theoretical aspects of the study of the sedimentary strata bedding. Collection of scientific works of the Institute of Geological Sciences NAS of Ukraine, Vol. 13. Pp. 113–121. <https://doi.org/10.30836/igs.2522-9753.2020.217890>

геологічній літературі як у більш давній, так і сучасній, незважаючи на дуже тривалий час відтоді, як вона була помічена. Часто відбувається проста констатація шаруватої будови без пояснення її причини. Це зумовлено, імовірно, її очевидністю та зрозумілістю для, щонайменше, більшості дослідників земної кори. Втім, ця особливість осадових утворень потребує додаткового обговорення. Тим більше, що її вивчення, а також інших закономірностей, з нею пов'язаних, може мати не тільки теоретичне, але й практичне значення.

Метою статті є теоретичний розгляд чинників шароутворення і виділення найбільш важливих із них. Показати недостатню вивченість цієї найбільш розповсюдженої геологічної властивості, а також можливість і необхідність її кількісного вивчення. Оскільки існує певна неузгодженість, коли при описі різних стадій літогенезу використовуються переважно різні групи чинників, то завданням даного дослідження є встановлення таких неузгодженостей з метою вироблення максимально об'єктивного погляду на утворення верств гірських порід.

АНАЛІЗ ПОПЕРЕДНІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ
Літологія (sedimentology) виокремилась в окрему галузь геології на початку ХХ ст. Але ще раніше осадові породи висвітлювались у багатьох геологічних публікаціях. І протягом ХІХ ст., на який припав основний період формування геології як науки, шарувата будова поверхневих утворень відмічалась численними дослідниками. В одній із небагатьох ранніх узагальнюючих робіт цього періоду (Мушкетов, 1899) вказано, що головні форми залягання і відокремленості порід обумовлюються, так само як їх структура і склад, їх походженням. Горизонтальні розміри пластів визначаються розміром седиментаційного басейну, а товщина або їх потужність залежить від інтенсивності і тривалості періоду неперервного відкладення. Автор відмічав вплив сили тяжіння, але не на седиментогенез, а на характер рельєфу, оскільки вона, за його словами, зумовлює індивідуальність рельєфу для кожної планети окремо, порівнюючи при цьому рельєфи Землі та Місяця. Л. Н. Ботвинкіна (Ботвинкина, 1962), роблячи огляд досліджень, посилається на (Naumann, 1858), який висловлював думку, що шаруватість зобов'язана своєю появою паузі, перериву в осадонакопиченні. Й. Вальтер (1891–1894, 1919) стверджував, що шаруватість походить з відмінності в матеріалі породи, яка є результатом відмін-

ності фацій. Найменша зміна умов седиментації спричиняє зміну властивостей осаду; відповідно, виражена шаруватість вказує на безпосередню зміну літологічних умов.

У класичних працях по літології першої половини ХХ ст. ця закономірність також висвітлена. Наприклад, автор праці (Твенхофел, 1936) відмічає, що напластування являє собою безсумніву, найбільш характерну ознаку осадових порід. На його думку, воно утворюється внаслідок: 1) сезонних змін; 2) перемін погоди; 3) змін течії; 4) змін клімату; 5) підняття рівня моря; 6) відкладення колоїдних осадів; 7) росту організмів. Силі тяжіння приділяється лише роль одного із агентів перенесення осадів.

Ю. А. Жемчужников (Жемчужников, 1950) розмежовує поняття шаро- і пластоутворення. Останнє пов'язує з геотектонічними причинами, а шароутворення — з сезонними, кліматичними і динамічними коливаннями. Резюмуючи, називає явище шаруватості чисто седиментаційним для утворення шару і седиментаційно-тектонічним — для формування пласта. Натомість, М. Б. Вассоевич (Вассоевич, 1950) вважав, що різноманітні види шаруватості залежать від складу та умов накопичення осадових порід.

Автор праці (Белоусов, 1953) відмічає, що шаруватий розподіл матеріалу є правилом для осадових порід, і висловлює припущення, що повинен існувати певний загальний механізм, який призводить до формування шаруватої текстури, але не називає, що це за механізм. Лише розрізняє два явища, які супроводжують процес шароутворення, — це зміна літологічного складу порід по вертикалі та утворення розділів між ними. Головною причиною утворення розділів між шарами і взагалі утворення шаруватості, на його думку, є тектонічний фактор. Утім, в інших місцях праці автор вказує, що деталі процесу можуть обумовлюватись й іншими чинниками, такими як зміни температури і солоності води, випадіння вулканічного попелу, склад вихідних порід.

В працях (Дмитриев, 1960а, 1960б) роль головного фізичного чинника утворення шарів осадів відіграє сила гравітації. Підкреслюється, що завдяки наявності гравітаційного поля Земля має досить чітку шарувату будову; її мають також водна і повітряна оболонки. Автор однієї з класичних робіт по літології (Рухин, 1961) відмічає, що найбільш характерною особливістю більшості осадових порід є пластова форма залягання, але вважає проблему утворення шарів складною

і до кінця не вирішеною. На його думку, в утворенні крупних рис шаруватої будови осадових товщ головна роль належить тектонічним рухам, а у міру переходу до більш дрібних її елементів безперервно зростає вплив фізико-географічних чинників, які цілком обумовлюють появу тонких верствочок. Інший автор (Ботвинкіна, 1962), як і (Жемчужников, 1950), виділяє пласто- і шароутворення. Серед причин виокремлює зовнішні, внутрішні, фізико-механічні. Зовнішні чинники такі: міграція фацій (берегової лінії), різкі кліматичні зміни, зміни морфології суші, зміна живлення водойми. Внутрішні причини: зміна динамічного середовища осадження всередині однієї фації, зміна ступеня солоності води, поява біогенних скупчень, різка зміна осаду, перерва процесу седиментації, розмивання і розчинення раніше відкладеного осаду та ін. Головними фізико-механічними чинниками, що зумовлюють шароутворення, називає силу тяжіння осідаючого матеріалу, який намагається розподілитись по площі рівномірно і горизонтально (постійно діючий чинник), і рух середовища відкладення, що порушує цей горизонтальний розподіл матеріалу на поверхні відкладення шляхом переміщення його по дну (тимчасовий). На важливості цього динамічного чинника і взагалі фізичних законів у седиментогенезі наголошує також С. Selley (Selley, 2000). Також він підкреслює, що сила тяжіння є невід'ємною частиною всіх осадових процесів.

Автор роботи (Хиллс, 1967) не пояснює причин глобальної текстурної особливості осадових порід, але відмічає, що сила тяжіння в зв'язку з її повсюдним поширенням і безперервною дією є однією із найбільш важливих об'ємних сил, що задіяні в геологічних явищах на Землі.

У працях (McKee, 1953; Campbell, 1967) запропоновано термінологію різних типів верствуватості та їх класифікацію. На важливості вивчення шаруватості наголошував другий з цих авторів. У більш пізній роботі, яка стала класичною (Петиджон, 1981), відмічається, що характерною первинною текстурою осадових порід є шаруватість, або стратифікованість, але автор не наводить причин цього явища. Інший автор в узагальнюючій праці цього періоду (Рейнек, 1981) також вказує, що шаруватість є найбільш важливою особливістю порід осадового походження, але наводить лише причини латерального виклинювання шарів. У праці (Романовський, 1988) наголошується, що в основі шароутворення повинен лежати якийсь

єдиний механізм, що визначає проходження цього процесу і в морських, і в континентальних умовах. Автор зазначає, що якщо вивчати тільки механізм процесу без його прив'язки до конкретних палеогеографічних обстановок, то можна неодмінно прийти до висновку, по суті агеологічного, що основним рушійним фактором шароутворення є гравітація. Далі називає її головним зовнішнім чинником шароутворення.

В праці (Кузнецов, 2007) підкреслюється, що шаруватість є однією із найбільш характерних властивостей осадових утворень. Її утворення пов'язується зі зміною умов седиментації або паузами в седиментації. В роботі (Boggs, 2009) лише перераховуються чинники, які контролюють або впливають на процеси осадження та отримані характеристики осаду. Взагалі, в ряді узагальнюючих праць (Страхов, 1960; Лидер, 1986; Фролов, 1992, 1993 та ін.) не виокремлюється головна текстурна особливість будови осадових товщ і, відповідно, відсутні пояснення її причин, що, певна річ, не зменшує значення для літології цих робіт.

Пошук у наукометричній базі Web of Science Core Collection за період 1970–2020 рр. за запитом «bedding», як англійському еквіваленті поняття «шаруватість», у лютому 2020 р. дав такі результати: пошук за темою — всього 11 354 праць, з них у категорії GEOLOGY 1195 праць. Втім, у жодній з них не розглядаються чинники утворення шаруватості осадових товщ в цілому. Лише деякі опосередковано стосуються цього питання.

У роботі (Douillet, 2019) розглядаються механізми і фізичні чинники формування осадових форм пірокластичного матеріалу, особливості динаміки середовища осадоутворення. Деякі чинники висвітлюються у праці (Scotti, 2019), зокрема ті, що впливають на осадову будову еолових лінійних форм. У поодинокій за близькістю до теми дослідження роботі (Laferriere, 1987) розглядаються кліматичні та тектонічні чинники в зв'язку з їх впливом на циклічність у формації Ніобрара. Досліджуються варіації товщини осадових порід, зокрема вапняків і вапнякових сланців. У праці (Anderson, 1998) наведені фізичні чинники, такі як рівень енергії, швидкість і характер осідання, що контролюють зміни геометричних параметрів, але не шарів, а слідів діяльності живих організмів.

Всі зазначені вище публікації є далеко не повним переліком, що описують чи повинні були б пояснювати найбільш характерну рису

осадових порід, але вони, на наш погляд, цілком відображають стан питання і ту увагу, що приділялась і продовжує приділятися головній літологічній закономірності. Варто наголосити, що в ряді ключових узагальнюючих праць мало уваги приділено поясненню причини шаруватості осадових товщ. Протягом останніх десятиліть до теперішнього часу певної еволюції в розумінні причини загальної шаруватості осадових порід не відбулось. Існують різні погляди щодо її причин. Крім того, окремим видам шаруватості, наприклад косій, присвячена незліченна кількість публікацій, але сучасний дослідник може пояснити так само небагато, як і 50–100 років тому, причину загальної шаруватості осадів. Тому метою даної статті є спроба вирішення цього питання.

ОСНОВНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ УТВОРЕННЯ ОСАДОВИХ ТОВЩ

Із загальної геології відомо, що Земля має концентричну будову. Вона складається із ядра, мантії та земної кори, які, у свою чергу, за різними даними, поділяються на 2–3 менш крупних шаруватих сегменти. Ще однією планетарною сферою є гідросфера, яка у поперечному перерізі також має шароподібну форму. Атмосфера також має концентричну будову, складаючись при цьому із кількох шароподібних сфер. Таким чином, головні агенти перенесення осадів — вода і повітря — постійно перебувають у сфері впливу сили тяжіння та утримуються на поверхні планети завдяки їй.

Стратисфера, або осадова оболонка Землі, в концентричній будові планети утворює самий верхній твердий шар, складений шаруватими неметаморфізованими осадовими і вулканічними породами. Цей шар не є суцільним і виклинюється у напрямку до древніх щитів і серединних океанічних хребтів. За даними (Ронов, 1993), із 149 млн. км² площі материків і островів осадовий чохол покриває 119 млн. км², тобто 80% загальної площі суші. Загальна площа пелагіалі океану становить 297 млн. км². З них 226 припадає на осаді першого сейсмічного шару, котрі поширені у межах океанічних плит і глибоководних западин, що займають 76% загальної площі пелагіалі океанів. Середня потужність стратисфери на континентах і в океанах сягає відповідно 5 і 0,4 км. Таким чином, і стратисфера, незважаючи на нерівномірну потужність, у поперечних перерізах має форму шару. Для стратисфери в цілому, як і для всієї земної кори, характерна диференціація за густиною і щільністю. Більш

глибокозалегаючі утворення, що зазнали діагенетичних і катагенетичних перетворень, загалом є більш щільними і менш пористими. Ключовим чинником цього явища є сила тяжіння, завдяки якій відбувається тиск вищезалегаючих осадових товщ на нижні, а потім їх ущільнення.

Головною рисою внутрішньої будови стратисфери також є її шарувата будова. Більшість осадових тіл, що її складають, мають форму шарів (верств, пластів) або ж подібних до них лінз. Більше того, часто і всередині окремих верств спостерігається внутрішня шарувата текстура. В опублікованій літературі існують різні пояснення цього явища.

Серед загальногеологічних чинників виділені такі: зміна умов седиментації (Вальтер, 1891–1894, 1919) (Ботвинкина, 1962), зміни погоди і клімату, течії, підняття рівня моря, відкладення колоїдних осадів і росту організмів (Твенхофел, 1936), переважно тектонічні рухи, а також зміна температури і солоності води, випадіння вулканічного попелу, склад вихідних порід (Белосов, 1953), тектонічні рухи, а у міру переходу до більш дрібних елементів шаруватості безперервне зростання впливу фізико-географічних чинників (Рухин, 1961), міграція фацій (берегової лінії), різкі кліматичні зміни, зміни морфології суші, зміна живлення водойми, зміна динамічного середовища осадження всередині однієї фації, зміна ступеня солоності води, поява біогенних скупчень, різка зміна осаду, перерва процесу седиментації, розмивання і розчинення раніше відкладеного осаду та ін. (Ботвинкина, 1962), зміна умов седиментації або паузи в седиментації (Кузнецов, 2007).

Серед великої групи геологічних чинників виділені також фізичні: сила гравітації (Дмитриев, 1960а, 1960б), сила тяжіння осідаючого матеріалу, який намагається розподілитись по площі рівномірно і горизонтально (постійно діючий фактор), і рух середовища відкладення, що порушує цей горизонтальний розподіл матеріалу на поверхні відкладення шляхом переміщення його по дну (тимчасовий) (Ботвинкина, 1962; Selley, 2000), гравітація (Романовский, 1988).

Незважаючи на різноманітність поглядів на природу утворення шарів порід, не можна сказати, що якесь із перерахованих вище тверджень є неправильним, кожне з них є цілком обґрунтованим. Справді, всі ці чинники є важливими в процесі седиментогенезу загалом і в утворенні шарів осадових порід зокрема. Тоді, які ж чинники слід вважати найбільш важливими?

Можна стверджувати, що чинники шароутворення являють собою дуже різноманітну групу і погляди різних авторів у ній збігаються не так часто, як це повинно було б бути при достеменно вивченому процесі. Кількість геологічних чинників можна ще збільшувати, тому що майже завжди в результаті седиментогенезу утворюються шари (пласти) осадів, а тому практично кожен чинник седиментогенезу (рельєф, клімат, тектонічний режим та ін. (Твенхофел, 1936; Рухин, 1961; Рейнек, 1981; Voggs, 2009)) можна вважати чинником шароутворення. Але чи завжди доцільно це робити? Адже шари осадів можуть утворюватись і без вертикальних тектонічних рухів (Дмитриев, 1960а), наприклад у результаті цунамі. В такому разі роль тектоніки в кращому випадку опосередкована. Шари осадів можуть утворюватись без зміни солоності води, наприклад, в річках; без кліматичних змін; без різкої зміни осаду або ж перерви в седиментації, наприклад, при відкладеннях турбідитових потоків і т.д. Цілком очевидним є те, що чинники, які викликають шарувату форму осадових порід, мають більш глобальну природу, ніж тільки що перераховані. І такими чинниками є вказані вище фізичні. Насамперед сила тяжіння Землі. Ця сила діє на будь-який осад під час перенесення (за винятком істинних і колоїдних розчинів) і відкладення, у будь-який часовий проміжок. Всіляка седиментація відбувається у полі тяжіння Землі, і цей агент так чи інакше задіяний у всіх осадових процесах (Чистяков, 1989). Тому гравітаційними, у решті решт, є практично всі осади, а не тільки обвали, осипи та подібні утворення, як прийнято вважати. Відмінністю утворення останніх є те, що гравітація є одним головним чинником. В інших випадках присутні інші фізичні чинники. Відкладення ж хемогенних відкладів також відбувається внаслідок гравітації. Так відбувається із колоїдними розчинами, коли в результаті надлишкової коагуляції згустки речовини збільшують масу і починають зазнавати впливу сили тяжіння і як наслідок відкладаються на дно басейну. Тому твердження (Романовский, 1988) про агеологічність гравітаційного чинника звучить алогічно. Геологічність фізичних чинників літогенезу підтверджена в незліченній кількості публікацій, про що буде сказано нижче. Глобальність ролі сили тяжіння в геологічних процесах підкреслена (Хиллс, 1967) і, зокрема, в седиментогенезі (Пустовалов, 1940).

Сила тяжіння є векторною величиною, а результатом седиментації є тривимірні осадові

тіла. Тому повинен бути й інший фізичний чинник. Гравітація не єдиний чинник також тому, що в начебто чисто гравітаційних процесах (обвали, осипи і т.д.) саме шаруватість, як відмічається в праці (Пустовалов, 1940), майже не проявляється. Автори (Ботвинкина, 1962; Selley, 2000) крім сили тяжіння виділяють також рух середовища відкладення. З цим важко не погодитись, адже саме динаміка середовища перенесення і відкладення, його переважаючий інші сили динамічний тиск є тим чинником, що забезпечує розподіл осаду по площі осадо накопичення. Вода і повітря завдяки своїй рухливості та силі тяжіння не тільки утворюють окремі пластоподібні планетарні сфери, але й являють собою середовище перенесення і відкладення пластів осадів. Таким чином, при будь-яких геологічних процесах залишаються дієвими ті самі фізичні чинники і шари осадів утворюються завжди за присутності фізичних чинників, але не обов'язково за присутності решти геологічних чинників. Це також стосується органогенних відкладів, що утворювались після відмирання організмів механічним шляхом. Інші біогенні тіла утворювались за іншими законами. Тому, очевидно, серед геологічних чинників слід виділити особливо важливу групу фізичних чинників. Наприклад, тектонічний режим також важливий в процесі шароутворення, він визначає глибину осадових басейнів і окремих товщ, але все ж таки має підпорядковане значення, оскільки проявляється не завжди.

Очевидно, що для того, щоб кількісно описати будь-який природний процес, необхідно розкласти його на складові, наприклад фізичні, хімічні або біологічні. Якщо розглядати седиментогенез, діагенез і катагенез як складові літогенезу, то можна помітити, що при описі седиментогенезу в геологічних працях найчастіше мова йде про переважно такі геологічні чинники, як клімат, вертикальні тектонічні рухи, рельєф та ін. Тільки в поодиноких роботах (Selley, 2000) лаконічно підкреслюється обумовленість седиментогенезу фізичними законами. Хоча неможливо не погодитись із очевидністю і необхідністю виділення і зазначених вище чинників. Але коли мова йде про діагенез і катагенез, то починають використовуватись переважно фізичні чинники. В класичній праці (Страхов, 1960) викладено таке визначення діагенезу. Це процес фізико-хімічного врівноваження складної і багатокомпонентної системи реакційноздатних речовин у термодинамічних умовах поверхні земної кори. Рівновага ж дося-

гається внаслідок серії фізико-хімічних процесів. Катагенез — це стадія глибинного перетворення осадових порід під впливом підвищених температур, тиску і підземних мінералізованих вод (Фролов, 1992). Таким чином, на сучасній стадії пізнання літогенезу, на жаль, спостерігається деякий методичний розрив при вивченні різних його стадій, коли при описі початкових його стадій використовується досить різноманітна група чинників, а при наступних — тільки фізичні та хімічні. Але ж досить очевидним є те, що, щоб описати, і при тому кількісно, крупне явище, при описі всіх його стадій необхідно оперувати, щонайменше, категоріями одного типу. Усунення такого розриву може позитивно вплинути і на практичну сторону геологічної діяльності.

Спроби кількісно описати процес седиментації зроблені багаторазово. Цьому присвячена величезна кількість робіт з гідрології та гідравліки, навіть ключові з яких неможливо назвати в обмеженій публікації. Але всі напрацювання в цих галузях, на жаль, не вносять нового в розуміння результату седиментації — глобальності явища процесу утворення шаруватої будови осадових порід. Насправді ж це завдання не гідрології чи гідравліки, а геології. В геології ж зроблено дуже мало. З одного боку досить багато уваги приділено потужностям окремих шарів і осадових товщ (метод аналізу потужностей, об'ємний метод, карти ізопакіт і т.д.). З іншого — мало уваги приділено кількісним вимірюванням поширення осадових порід — переважно такі обрахунки виконуються тільки щодо пластів, які є перспективними як корисні копалини. На літологічних картах рисуються лише обриси поширення порід без вимірювання площ їх поширення. Але ж утворення пластів корисних копалин не може бути не пов'язаним з оточуючими пластами. Для поліпшення наукового прогнозування необхідне кількісне вивчення всієї сукупності осадових порід. Найкраще це починати чи продовжувати з головної літологічної закономірності або ж закономірностей, які тісно з нею пов'язані.

Осадовий шар є тривимірним геометричним тілом. Отже, його кількісно можна описати, наприклад, такими величинами: довжина, ширина, потужність. Враховуючи, що деякі шари осадових порід мають вкрай нерівну у плані форму, можна використовувати тільки дві величини: площа і потужність. Тобто всі шари осадових відкладів завжди утворюються під впливом тих самих фізичних чинників — гравітації та динаміки середо-

вища і описуються тими самими геометричними параметрами — площею поширення і потужністю. В такому разі виникає цілком логічне припущення, що всі ці чинники і параметри, або ж частина з них, повинні виражатись кількісними залежностями між собою. І такі залежності встановлені у роботі (Баран, 2018), в якій показано наявність кореляційних залежностей між потужністю і поширеністю осадових порід на прикладі поверхневих утворень північної частини Українського щита (УЩ). Вони коливаються від слабких до вельми тісних. Але ця праця виглядає досить поодиноким в намірі кількісно дослідити параметри, що характеризують найбільш поширену і явну літологічну закономірність.

Встановлення таких чи подібних залежностей на інших територіях може мати й практичне значення. Вони можуть позначатись на літологічних або літолого-фаціальних картах. В такому разі ці карти можуть стати більш інформативними, адже за поширеністю породи на тій чи іншій карті (території) можна щонайменше якісно оцінювати її середню потужність. За наявності сильної кореляційної залежності між потужністю і поширеністю осадів певної території можна наближено оцінювати не тільки розповсюдження, але й об'єм кожного різновиду, тобто його ресурси або, як мінімум, мінерагенічний потенціал на будь-яких територіях. Особливо важливо це може бути стосовно тих порід, які являють собою потенційну цінність як корисні копалини у зв'язку з потребою оптимізації прогнозування.

ВИСНОВКИ

Розмаїтість поглядів на природу шаруватої будови осадових товщ серед дослідників різних поколінь вказує на недостатню вивченість цього явища. На сучасній стадії літологічних досліджень дуже мало уваги приділяється кількісному вивченню цієї головної літологічної властивості. Серед великої групи чинників, які її викликають, варто виділити фізичні. Вони мають більш глобальний характер і проявляються в усіх обстановках седиментації. Решта чинників також відіграють значну роль в утворенні такої будови, але вони мають підпорядковане значення, оскільки проявляються не завжди. При вивченні літогенезу часто спостерігається певна неузгодженість, коли при описі седиментогенезу використовується переважно досить різноманітна група чинників, а діагенезу і катагенезу — тільки фізичні та хімічні. Ще однією неузгодженістю є те, що значно

більше уваги приділяється кількісному вивченню потужностей осадових товщ, ніж площам їх поширення. Поза увагою залишається вивчення залежностей між цими геометричними величинами. Вивчення таких залежностей може сприяти кількісній оцінці чинників впливу на седиментогенез, а також мати істотне практичне значення. Існують численні

генетичні типи шаруватості, але однотипність будови осадових товщ незалежно від їх генезису вказує на те, що повинні існувати спільні фізичні чинники шароутворення, які діють за всіх чи за наявності більшості умов. У подальшому перспективним може бути продовження дослідження таких чинників.

REFERENCES

Baran A. M., 2018. Correlation analysis of the thickness of sediments in the northern part of the Ukrainian Shield. Collection of scientific works of the Institute of Geological Sciences NAS of Ukraine. Vol. 11. Pp. 115–122. (In Ukrainian). <https://doi.org/10.30836/igs.2522-9753.2018.153016>

Belousov V. V., 1954. Key Geotectonics issues. Moscow: Gosgeoltekhizdat. 606 p. (In Russian).

Botvinkina L. N., 1962. Sloistost osadochnykh porod. Trudy geologicheskogo instituta AN SSSR. Vol. 59. 542 p. (In Russian).

Vassoevich N. B., 1959. Sloistost v svete ucheniia ob osadochnoj differenciacii. Izvestiia AN SSSR. Serija geologicheskaja. № 5. Pp. 96–115. (In Russian).

Dmitriev G. A., 1960. Gravitatsiia i sloeobrazovanie. Trudy BKNII SO AN SSSR. Serija geologo-geograficheskaja. Vol. 2. Ulan-Ude. Pp. 75–78. (In Russian).

Dmitriev G. A., 1960. Gravitatsiia kak osnovnoi faktor sloeobrazovaniia. Geologija i geokhimiia. Sbornik. Leningrad: Izdatelstvo nefjanoi i gorno-toplivnoi literatury. Vol. 3 (IX). Pp. 279–290. (In Russian).

Zhemchuzhnikov Ju. A., 1950. Sloj i plast. Izvestiia AN SSSR. Serija geologicheskaja. No. 5. Pp. 116–124. (In Russian).

Kuznetsov V. G., 2007. Lithology. Litologija. Osadochnye gornye породы i ih izuchenie. Uchebnoe posobie dlja vuzov. [Sedimentary rocks and their study] Moscow: Nedra-Biznescentr Publ., 511 p. (In Russian).

Leeder M. R., 1986. Sedimentology. Process and Product. Transl. from engl. Moscow: Mir, 439 p. (In Russian).

Mushketov I. V., 1899. Fizicheskaia geologija. Tom 1. Obshchie svoistva i sostav Zemli. Tektonicheskie protsessy. Sankt-Peterburg: Tipografija Iu. N. Erlikh, 784 p. (In Russian).

Pettijohn F. J., 1981. Sedimentary rocks. Moscow: Nedra, 751 p. (In Russian).

Pustovalov L. V., 1940. Petrografija osadochnykh porod. Osnovy litologii (petrologii) osadochnykh porod. Moscow, Leningrad: Izdatelstvo nefjanoi i gorno-toplivnoi literatury, 476 p. (In Russian).

Reineck H.-E., 1981. Singh I. B. Depositional sedimentary environments. Moscow: Nedra, 439 p. (In Russian).

Romanovskii S. I., 1988. Fizicheskaia sedimentologija. Leningrad: Nedra, 240 p. (In Russian).

Баран А. М. Кореляційний аналіз потужностей осадових північної частини Українського щита. *Збірник наукових праць Інституту геологічних наук НАН України*. 2018. Т. 11. С. 115–122. <https://doi.org/10.30836/igs.2522-9753.2018.153016>

Белоусов В. В. Основные вопросы геотектоники. Москва: Госгеолтехиздат, 1953. 606 с.

Ботвинкина Л. Н. Слоистость осадочных пород. *Труды Геологического института АН СССР*. Вып. 59. Москва: Издательство Академии наук СССР, 1962. 542 с.

Вассоевич Н. Б. Слоистость в свете учения об осадочной дифференциации. *Известия АН СССР. Серия геологическая*. 1950. № 5. С. 96–115.

Дмитриев Г. А. Гравитация и слообразование. *Труды БКНИИ СО АН СССР. Серия геолого-географическая*. 1960а. Вып. 2. С. 75–78.

Дмитриев Г. А. Гравитация как основной фактор слообразования. *Геология и геохимия*. Сб. Ленинград: Издательство нефтяной и горно-топливной литературы. 1960б. Вып. 3 (IX). С. 279–290.

Жемчужников Ю. А. Слой и пласт. *Известия АН СССР. Серия геологическая*. 1950. № 5. С. 116–124.

Кузнецов В. Г. Литология. Осадочные горные породы и их изучение: учебное пособие для вузов. Москва: ООО Недра-Бизнесцентр, 2007. 511 с.

Лидер М. Р. Седиментология. Процессы и продукты: пер. с англ. Москва: Мир, 1986. 439 с.

Мушкетов И. В. Физическая геология. Т. 1. Общие свойства и состав Земли. Тектонические процессы. Санкт-Петербург: Типография Ю. Н. Эрлих, 1899. 784 с.

Петиджон Ф. Дж. Осадочные породы. Москва: Недра, 1981. 751 с.

Пустовалов Л. В. Петрография осадочных пород. Основы литологии (петрологии) осадочных пород. Москва-Ленинград: Государственное научно-техническое издательство нефтяной и горно-топливной литературы, 1940. 476 с.

Рейнек Г.-Э., Сингх И. Б. Обстановки терригенного осадконакопления (с рассмотрением терригенных кластических осадков): пер. с англ. Москва: Недра, 1981. 439 с. Пер. изд.: ФРГ, США, 1975.

Романовский С. И. Физическая седиментология. Ленинград: Недра, 1988. 240 с.

- Ronov A. B., 1993. Stratisfera, ili osadochnaia obolochka Zemli (kolichestvennoe issledovanie). Moscow: Nauka, 144 p. (In Russian).
- Rukhin L. B., 1961. Osnovy litologii. Uchenie ob osadochnykh porodakh. Leningrad: Izdatelstvo neftianoi i gorno-toplivnoiliteratury, 779 p. (In Russian).
- Strakhov N. M., 1960. Osnovy teorii litogeneza. Tom 1. Tipy litogeneza i ikh razmeshchenie na poverkhnosti Zemli. Moscow: Izdatelstvo AN SSSR, 212 p. (In Russian).
- Twenhofel W. H., 1936. Treatise on sedimentation. Moscow-Leningrad: Izdatelstvo NKTP SSSR, 916 p. (In Russian).
- Frolov V. T., 1992. Litologiya. Kniga 1: Uchebnoe posobie. Moscow: Izdatelstvo MGU, 336 p. (In Russian).
- Frolov V. T., 1993. Litologiya. Kniga 2: Uchebnoe posobie. Moscow: Izdatelstvo MGU, 432 p. (In Russian).
- Khills E. Sh., 1967. Elementy strukturnoi geologii. Moscow, Nedra, 479 p. (In Russian).
- Chistiakov A. A., 1989. Shcherbakov F. A. Problemy dinamicheskoi sedimentologii. Itogi nauki i tekhniki. Seriya Obshchaya geologiya. Moscow, Vol. 26. Pp. 1–110 (In Russian).
- Anderson B. G., Droser M. L., 1998. Ichnofabrics and geometric configurations of Ophiomorpha within a sequence stratigraphic framework: an example from the Upper Cretaceous US western interior. *Sedimentology*. Vol. 45. Iss. 2. Pp. 379–396. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3091.1998.0161f>.
- Boggs Jr. S., 2009. *Petrology of Sedimentary Rocks: 2nd Edition*. Cambridge University Press, New York, 600 p. <http://dx.doi.org/10.1017/cbo9780511626487>
- Campbell C. V., 1967. Lamina, laminaset, bed and bedset. *Sedimentology*. Vol. 8. Iss. 1. Pp. 7–26. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3091.1967.tb01301.x>
- Douillet G. A., Bernard B., Bouysson M., Chaffaut Q., Dingwell D. B., Gegg L., Hoelscher I., Kueppers U., Mato C., Ritz V. A., Schlunegger F., Witting P., 2019. Pyroclastic dune bedforms: macroscale structures and lateral variations. Examples from the 2006 pyroclastic currents at Tungurahua (Ecuador). *Sedimentology*. Vol. 66. Iss. 5. Pp. 1531–1559. <https://doi.org/10.1111/sed.12542>
- Laferriere A. P., Hattin D. E., Archer A. W., 1987. Effects of climate, tectonics, and sea-level changes on rhythmic bedding patterns in the Niobrara formation (Upper Cretaceous), U.S. Western Interior. *Geology*. Vol. 15. Iss. 3. Pp. 233–236. [https://doi.org/10.1130/0091-7613\(1987\)15<233:EOCTAS>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0091-7613(1987)15<233:EOCTAS>2.0.CO;2)
- McKee E. D., Weir G. W., 1953. Terminology for Stratification and Cross-Stratification in Sedimentary Rocks. *Geological Society of America Bulletin*. Vol. 64. Pp. 381–390. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1953\)64\[381:TFSACI\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1953)64[381:TFSACI]2.0.CO;2)
- Scotti A. A., Veiga G. D., 2019. Sedimentary architecture of an ancient linear megadune (Barremian, Neuquén Basin): Insights into the long-term development and evolution of aeolian linear bedforms. *Sedimentology*. Vol. 66. Iss. 6. Pp. 2191–2213. <https://doi.org/10.1111/sed.12597>
- Selley R. C., 2000. *Applied Sedimentology: 2nd ed.* San Diego, San Francisco, New York, Boston, London, Sydney, Tokyo:
- Ронов А. Б. Стратисфера, или осадочная оболочка Земли (количественное исследование). Москва: Наука, 1993. 144 с.
- Рухин Л. Б. Основы литологии. Учение об осадочных породах. Ленинград: Государственное научно-техническое издательство нефтяной и горно-топливной литературы, 1961. 779 с.
- Страхов Н. М. Основы теории литогенеза. Т. 1. Типы литогенеза и их размещение на поверхности Земли. Москва: Издательство АН СССР, 1960. 212 с.
- Твенхофел У. Х. Учение об образовании осадков. Москва-Ленинград: Издательство ОНТИ НКТП СССР, 1936. 916 с.
- Фролов В. Т. Литология. Кн. 1: Учебное пособие. Москва: Издательство МГУ, 1992. 336 с.
- Фролов В. Т. Литология. Кн. 2: Учебное пособие. Москва: Издательство МГУ, 1993. 432 с.
- Хиллс Е. Ш. Элементы структурной геологии. Москва: Недра, 1967. 479 с.
- Чистяков А. А., Щербаков Ф. А. Проблемы динамической седиментологии. *Итоги науки и техники. Серия Общая геология*. Москва, 1989. Т. 26. С. 1–110.
- Anderson B. G., Droser M. L. Ichnofabrics and geometric configurations of Ophiomorpha within a sequence stratigraphic framework: an example from the Upper Cretaceous US western interior. *Sedimentology*. 1998. Vol. 45. Iss. 2. P. 379–396. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3091.1998.0161f.x>
- Boggs Jr. S. *Petrology of Sedimentary Rocks: 2nd Edition*. Cambridge University Press, New York, 2009. 600 p. <http://dx.doi.org/10.1017/cbo9780511626487>
- Campbell C. V. Lamina, laminaset, bed and bedset. *Sedimentology*. 1967. Vol. 8. Iss. 1. P. 7–26. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3091.1967.tb01301.x>
- Douillet G. A., Bernard B., Bouysson M., Chaffaut Q., Dingwell D. B., Gegg L., Hoelscher I., Kueppers U., Mato C., Ritz V. A., Schlunegger F., Witting P. Pyroclastic dune bedforms: macroscale structures and lateral variations. Examples from the 2006 pyroclastic currents at Tungurahua (Ecuador). *Sedimentology*. 2019. Vol. 66. Iss. 5. P. 1531–1559. <https://doi.org/10.1111/sed.12542>
- Laferriere A. P., Hattin D. E., Archer A. W. Effects of climate, tectonics, and sea-level changes on rhythmic bedding patterns in the Niobrara formation (upper cretaceous), United-States western interior. *Geology*. 1987. Vol. 15, Is. 3. P. 233–236. [https://doi.org/10.1130/0091-7613\(1987\)15<233:EOCTAS>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0091-7613(1987)15<233:EOCTAS>2.0.CO;2)
- McKee E. D., Weir G. W. Terminology for stratification and cross-stratification. *Geological Society of America Bulletin*. 1953. Vol. 64. P. 381–390. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1953\)64\[381:TFSACI\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1953)64[381:TFSACI]2.0.CO;2)
- Scotti A. A., Veiga G. D. Sedimentary architecture of an ancient linear megadune (Barremian, Neuquen Basin): Insights into the long-term development and evolution of aeolian linear bedforms. *Sedimentology*. 2019. Vol. 66. Iss. 6. P. 2191–2213. <https://doi.org/10.1111/sed.12597>
- Selley R. C. *Applied Sedimentology: 2nd ed.* San Diego, San Francisco, New York, Boston, London, Sydney, Tokyo:

Academic Press. 523 p. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-636375-3.X5001-0>

Academic Press. 2000. 523 p. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-636375-3.X5001-0>

Manuscript received January 28, 2020;
revision accepted August 10, 2020.

Інститут геологічних наук НАН України,
Київ, Україна

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СЛОИСТОГО СТРОЕНИЯ ОСАДОЧНЫХ ТОЛЩ

А. Н. Баран

Слоистое строение осадочных толщ является наиболее заметным и распространенным литологическим свойством. В обобщающей геологической литературе часто случается лишь констатация ее наличия и глобальности распространения, но отсутствует хоть какое-то объяснение ее возникновения или же оно существенно отличается. При анализе предыдущих исследований установлено, что в ее образовании задействовано большое количество факторов. Показано, что такие физические факторы, как сила притяжения и динамика среды переноса осадка, имеют более глобальный характер и проявляются во всех обстановках седиментации, в отличие от остальных геологических факторов. Они также играют значительную роль в образовании слоистости, как и вообще седиментогенеза, но имеют подчиненное значение и проявляются не всегда. При изучении литогенеза наблюдается некоторая несогласованность, когда при описании седиментогенеза используются преимущественно общегеологические факторы, а диагенеза и катагенеза — только физические и химические. Еще одной несогласованностью является то, что при теоретических и практических геологических исследованиях значительно больше внимания уделяется количественному изучению мощностей осадков, а не площадей их распространения. Без внимания остается изучение зависимостей между этими геометрическими величинами, которые количественно характеризуют осадочный слой. Показано, что такие зависимости присутствуют, по крайней мере, в осадочной толще, которая покрывает северную часть Украинского щита. Изучение таких зависимостей на всяких территориях может благоприятствовать количественной оценке факторов влияния на седиментогенез, а также иметь существенное практическое значение.

Ключевые слова: осадочный слой; слоистость; сила притяжения; динамика среды; седиментогенез.