

ВЕРТИКАЛЬНИЙ ТА ЛАТЕРАЛЬНИЙ РОЗПОДІЛ МАГНІТНОЇ СПРИЙНЯТЛИВОСТІ ВІЗЕЙСЬКИХ ВІДКЛАДІВ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОЇ ЧАСТИНИ ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОЇ ЗАПАДИНИ

І.Г.Крива, В.Ю.Максимчук

Карпатське відділення Інституту геофізики ім.С.І.Субботіна НАН України,
79060, м.Львів, вул.Наукова,3б, тел.(0322) 648563; e-mail: depart10@cb-igph.lviv.ua

Исследованы особенности пространственного распределения магнитной восприимчивости осадочных пород визейских отложений северо-западной части ДДВ. По интенсивности и характеру статистического распределения χ выделено литомагнитные комплексы. Использовано χ -метрию для вертикального и латерального расчленения разреза, а также корреляции визейских отложений Днепровско-Донецкой впадины.

Peculiarities of spatial distribution for Visean sediments magnetic susceptibility in the NW part of the Dniepr-Donets'k Depression were investigated. On the base of intensity and statistic distribution of χ features litho-magnetic complexes were determined. For vertical and lateral partition of a cross-section and Visean sediments correlation in the Dniepr-Donets'k Depression was used χ -metering.

Магнітна сприйнятливість χ є однією із петрофізичних характеристик гірських порід, інформативність якої при вивченні осадового чохла ще повністю не розкрита. Капаметрія, яка ґрунтується на вивченні магнітної сприйнятливості порід застосовується переважно для вивчення намагнічених вулканогенних утворень, виявлення включень і пропластів залізистих, туфогенних порід.

Дослідження магнітної сприйнятливості осадових порід, виконані за останні роки в різних нафтогазоносних басейнах, дозволили виявити досить високі можливості капаметрії для розв'язання широкого кола геологічних задач нафтопошукового спрямування: кореляції стратиграфічних горизонтів, визначення вмісту в породі заліза, границь розповсюдження процесів сидементації і оцінки ступеню окисно-відновних процесів, виділення фаціальних різновидів порід, що дає змогу вивчати палеогеографічні умови утворення і тектонічні режими басейнів.

При проведенні нафтопошукових робіт особливо важливою є задача розчленування осадової товщі за літотипами для визначення зон розповсюдження потенційних колекторів і флюїдоупорів, яка в сприятливих умовах може успішно розв'язуватись з використанням даних про магнітні властивості осадових порід [1]. Обнадійливі результати із застосування капаметрії при вивченні і кореляції флішових розрізів, теригенних і карбонатних товщ Північного Кавказу [2].

Метою нашої роботи є дослідження магнітної сприйнятливості осадових порід та можливостей застосування цих даних для кореляції візейських відкладів північно-західної частини ДДЗ.

Основним об'єктом досліджень є нижньокам'яновугільні відклади ДДЗ. В них встановлено три регіональних рівні нафтогазоагромадження: турнейсько-нижньовізейський, верхньовізейський та серпухівський. Предметом дослі-

джень є магнітні властивості осадових порід нафтоносних відкладів візейського віку (кам'яновугільна система) Дніпровсько-Донецької западини, з якими пов'язана значна частина нафтогазоносних родовищ.

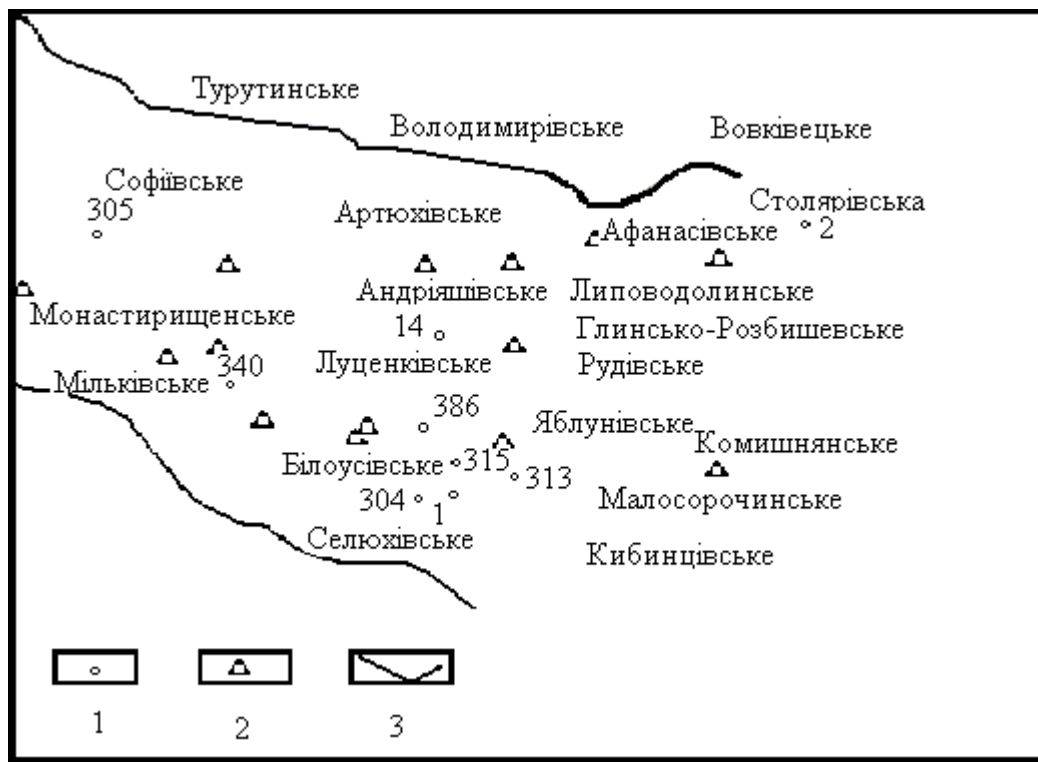
У структурному відношенні ДДЗ по кристалічному фундаменту являє собою складний грабен, який вивпунений відкладами палеозойського, мезозойського і кайнозойського віку. Осадкові породи характеризуються широкою різноманітністю літологічного складу та фаціальних обстановок – від відкритого моря до лагунних (вапняки, сіль, крейда, ангідрити) та континентальних (вугілля, строкатобарвні породи). Ця різнофаціальна товща не містить повсюдно витриманих пачок і змінюється від повністю піщаних до повністю карбонатних розрізів. Дана обставина дуже ускладнює кореляцію цих відкладів, а нерідко і їх виділення в свердловинах.

Візейський ярус підрозділяється на два під'яруси – нижній, який складається з XIV і XIII мікрофауністичних горизонтів (МФГ) і верхній, що об'єднує XIIa, XII, XI і X горизонти. Візейські відклади поширені скрізь, хоча не повсюдно в повному об'ємі і залягають незгідно на турнейських, девонських і докембрійських утвореннях (табл. 1). Характерною рисою візейських відкладів, особливо їх верхньої частини, є багаторазове перешарування та чергування морських, континентальних і перехідних між ними типів розрізів.

Нижньовізейський під'ярус складений відкладами морського походження, що відображено у двочленній будові, яка зумовлена двома фазами морської трансгресії. На південному сході Дніпровсько-Донецької западини відклади представлені в нижній частині сірою глинистою товщею з прошарками вапняків, а вище – карбонатною, складаючи, відповідно, пісківську (XIV МФГ і приурочені до нього В-27, В-26н, В-26в продуктивні горизонти) та яблунівську світи. На північний захід і до бортів западини

Таблиця 1 — Фрагмент схеми стратиграфії нижньокам'яновугільних відкладів ДДЗ.
(Г.І.Вакарчук. 2000 р.)

Система	Відділ	Ярус	Під'ярус	Горизонт	Підгоризонт	Зона	Світа	Мікрофауністичний горизонт	Продуктивний горизонт	Глинисті перемички	Маркуючі репери						
Кам'яновугільна	візейський	верхній	єфремівський	середній межевський		C ₁ ^{vg}	василівська	X	 B-14	в-14	RV ₁₄ ¹⁴						
				нижній донецький	C ₁ ^{vg1}	перекопівська	XI	 B-15	в-15	RV ₁₅ ¹⁵							
								 B-16	в-16	RV ₁₆ ¹⁶							
								 B-17	в-17	RV ₁₇ ¹⁷							
					C ₁ ^{vf}	андріяшівська	XII	 B-18	в-18	RV ₁₈ ¹⁸							
								 B-19	в-19	RV ₁₉ ¹⁹							
								 B-20	в-20	RV ₂₀ ²⁰							
				 B-21				в-21	RV ₂₁ ²¹								
				C ₁ ^{vf1}				солохівська	XIIa	 B-22в	в-22в	RV ₂₂ ²²					
										 B-22н	в-22н	RV ₂₂ ²²					
					 B-23	в-23	RV ₂₃ ²³										
				верхній стильський		C ₁ ^{vi2}	рудівські шари		 B-24	в-24	RV ₂₄ ²⁴						
				нижній	єленівський	C ₁ ^{vi1}	середній сухинський	XIII	 B-24в	в-24	RV ₂₄ ²⁴						
									 B-24н		RV ₂₄ ²⁴						
									 B-25		в-25	RV ₂₅ ²⁵					
	нижній глибоківський	C ₁ ^{vd2}	артюхівська			XIII	 B-25	в-25	RV ₂₅ ²⁵								
							 B-26в		в-26в	RV ₂₆ ²⁶							
							 B-26н		в-26н	RV ₂₆ ²⁶							
	песківська	C ₁ ^{vc1} C ₁ ^{vc} C ₁ ^{vb}	верхня		XIV	 B-27	в-27	RV ₂₇ ²⁷									
						середня		 B-27	в-27	RV ₂₇ ²⁷							
								нижня	 B-27	в-27	RV ₂₇ ²⁷						
	турнейський	верхній	шуринський	середній карповський	C ₁ ^{td}	леляківська	поби-ванська		XVd	 T-1	m-1	RT ₁ ¹					
								нижній волновлянський		C ₁ ^{tc}			славківська	XVc	 T-2	m-2	RT ₁ ¹ RT ₂ ¹ RT ₂ ¹
															 T-3	m-3	RT ₃ ¹
		нижній	бугаївський	верхній каракубський	C ₁ ^{tb2}	зорківська нижня верхня підсвіта	юрківська	нижня верхня	XVb	 T-4	m-4	RT ₃ ¹ RT ₄ ¹ RT ₄ ¹					
										 T-4	m-4	RT ₄ ¹					
				нижній базолівський	C ₁ ^{tb1}												
Девонська система						C ₁ ^{ta}		XVa	 T-5	m-5	RT ₅						



1 – параметричні та досліджувані свердловини; 2 – родовища; 3 – крайові регіональні розломи

Рисунок 1 — Схема оглядової карти району робіт

ці відклади заміщуються субконтинентальними і континентальними теригенними вуглисто-глинистими та піщаними утвореннями, складаючи артюхівську світу. Залежно від розрізу XIII мікрофауністичний горизонт з відповідними йому В-25, В-24н та В-24в складає яблунівську чи артюхівську світи. Представлені відклади XIV МФГ, в основному двома типами розрізів: карбонатно-глинистим морським (песківська світа) і теригенним субконтинентальним і континентальним (артюхівська світа), а також перехідними між ними різновидностями. Відклади песківської світи характерні, переважно, для розрізів свердловин, що пробурені в приосьовій частині ДДЗ. Відклади XIII мікрофауністичного горизонту розповсюджені на досліджуваній території найбільш широко. На утвореннях XIV МФГ ці відклади залягають незгідно. XIII МФГ розчленований на дві частини. Залежно від регіонального та локального факторів відклади нижньої частини XIII МФГ представлені різнофаціальними відкладами від карбонатних і теригенно-карбонатних морських на південному сході досліджуваної території та в центральній частині Срібненської депресії до теригенних субконтинентальних при просуванні на північний захід території та до прибортових частин западини. Згідно цьому вони, відповідно, відносяться до яблунівської (морський тип) і артюхівської, її верхньої підсвіти (субконтинентальний тип) світ. Потужність відкладів – 100-700 м. Породи верхньовізейського під'ярусу відкладались, головним чином, в мілкоморських і лагунно-заливних умовах і складені двома товщами. Нижня карбонатна товща від-

повідає XIIа мікрофауністичному горизонту (солохівська світа) і представлена чергуванням вапняків, мергелів й аргілітів. До XIIа мікрофауністичного горизонту приурочені такі продуктивні горизонти: В-23 (рудівські шари), В-22н, В-22в, В-21.

Верхня піщано-глинистата товща, що вповнює XII (продуктивні горизонти В-20, В-19, В-18, В-17), XI (В-16, В-15) і X (В-14) мікрофауністичні горизонти (відповідно андріяшівська, перекопівська та василівська світи). Представлені утворення XII МФГ чергуванням аргілітів, алевролітів, пісковиками з пластами та прошарками вапняків. XI МФГ складений переважаними з прошарками і пачками алевролітів та вапняків і пластами та пачками пісковиків з лінзами кам'яного вугілля, що зустрічаються спорадично. Утвореннями X МФГ завершується візейський ярус, проте в певних розрізах нижня частина його віднесена до візейського ярусу, а верхня за літологічними ознаками – до серпухівського ярусу (хоча за даними вивчення форамініфер вона повинна належати X МФГ). Візейська частина X МФГ складає васильківську світу, а серпухівська частина X МФГ, спільно з IX МФГ – луценківську світу. Потужність під'ярусу перевищує 1000 м.

Виміри магнітної сприйнятливості порід проводились для керну, відібраного з нижньокам'яновугільної товщі візейського віку північно-західної частини Дніпровсько-Донецької западини. Досліджувався керн із свердловин як центральної, так і прибортових зон западини (рис. 1). Магнітна сприйнятливість χ гірських порід вимірювалась за допомогою капаметра

Таблиця 2 — Значення магнітної сприйнятливості та частота зустрічності для глинистих порід окремих свердловин північно-західної частини ДДЗ

Свердловини	V ₂		V ₁	
	χ, 10 ⁻⁵	Част.,%	χ, 10 ⁻⁵	Част.,%
Селюхівська-304	11-15	23	0-5	88
Луценківська-3	6-10	22	0-5	60
Вовківецька-1	11-15	29	0-5	73

Кт-5 (чутливість $1 \cdot 10^{-5}$ од. СІ). Експериментальні виміри магнітної сприйнятливості проводились в керносовищі підприємства “Чернігівнафтогазгеологія”. Частота вимірів складає приблизно 3-5 вимірів на 1 метр досліджуваної кернової породи. Вагомою перевагою методу є те, що виміри магнітної сприйнятливості керну проводяться на місці його зберігання. На жаль, при бурінні відбір керну зі свердловин здійснювався нерівномірно, лише з нижньої частини розрізу, а власне, з девонських і кам'яновугільних відкладів, з якими в ДДЗ пов'язуються перспективи відкриття нафтогазових покладів. Окрім того, що у кожній свердловині ступінь відбору керну різна і він охоплює різні частини розрізу. Руйнування керну в процесі його довготривалого зберігання також ускладнює, а часом взагалі виключає можливість проведення замірів.

У результаті проведених досліджень встановлено, що магнітна сприйнятливість осадових порід досліджуваного інтервалу характеризується загалом невисокими значеннями χ , які коливаються в межах від 0 до $50 \cdot 10^{-5}$ од. СІ. При цьому спостерігається певна диференціація за магнітною сприйнятливістю залежно від віку, умов утворення та типу порід.

Показовим для району робіт є характер розподілу χ , який отримано для св. Селюхівська-304 (рис. 2). Відклади візейського ярусу в ДДЗ за значеннями χ можна розділити на два літомагнітні комплекси:

- нижній комплекс з характерними значеннями χ $0-10 \cdot 10^{-5}$ од. СІ;
- верхній — який характеризується значеннями χ , що коливаються в межах $1-50 \cdot 10^{-5}$ од. СІ.

Нижньовізейський літомагнітний комплекс представлено піщано-глинистою та глинисто-піщаною товщами, потужністю 220 м з розмивом та кутовою незгідністю перекривають турнейський ярус. Верхньовізейський літомагнітний комплекс представлено карбонатно-глинистою та глинисто-алевролітовою товщами. Зазначені літомагнітні комплекси співпадають відповідно з нижньовізейськими та верхньовізейськими під'ярусами. Досить помітним є стрибок у значеннях χ між цими комплексами, який тут сягає близько $15 \cdot 10^{-5}$ од. СІ. Аналогічний характер розподілу χ спостерігався в свердловинах центральної осової та північної прибортової зон. Окрім виділених крупних літомагнітних нижньо- та верхньовізейських

комплексів, за величиною χ можна виділити окремі світи та горизонти [3, 4, 5].

Так, в нижньовізейській товщі (рис. 2) при невеликих значеннях χ досить впевнено виділяється артюхівська та яблунівська світи, які тут ототожнюються з XIV і XIII мікрофауністичними горизонтами. У верхньовізейському комплексі при майже однаковому літологічному складі досить виразно за значеннями χ виділяються В-17в і В-17н продуктивні горизонти.

Для подальшого аналізу всі дані було розподілено на групи за типами порід: вапняки, пісковики та глинисті породи. У групу глинистих порід було занесено аргіліти, алевроліти та глинисті різновиди. Значення χ глинистих порід по досліджуваних свердловинах наведено в таблиці 2.

Верхньовізейська і нижньовізейська товщі відрізняються не лише за величиною магнітної сприйнятливості, але також і характером статистичного розподілу (рис. 3). Важливою особливістю цих гістограм є яскраво виражені відмінності в законі розподілу χ між верхньо- і нижньовізейськими комплексами, які спостерігаються для всіх досліджених тектонічних зон.

Для верхньовізейського комплексу розподіл χ близький до нормального. Значення магнітної сприйнятливості охоплюють діапазон від 0 до $50-60 \cdot 10^{-5}$ од. СІ. Максимальні значення χ не виходять за межі $10-20 \cdot 10^{-5}$ од. СІ. Для порід південної та північної прибортових зон максимум χ знаходиться в інтервалі $10-15 \cdot 10^{-5}$ од. СІ при частоті зустрічності 22-29%. Дещо меншим χ характеризується відклади центральної частини ДДЗ (св. Луценківська – 3), для яких максимум χ знаходиться в межах $6-10 \cdot 10^{-5}$ СІ при частоті зустрічності 22%.

Породи нижньовізейського віку характеризуються значно вужчим діапазоном χ $(0-20) \cdot 10^{-5}$ СІ, та яскраво вираженим логнормальним законом їх розподілу (рис. 3). Максимум в частоті зустрічності для порід нижньовізейського під'ярусу, який для досліджуваних зон знаходиться в межах 60-88% (рис. 3). Причому для південної та північної прибортових зон максимальна частота 73% і 88% відповідно припадає на інтервал $(11-15) \cdot 10^{-5}$ СІ. Для центральної зони максимум χ зміщений в інтервал $(6-10) \cdot 10^{-5}$ СІ.

Відмінності у величинах значень магнітної сприйнятливості осадових порід досліджуваних зон для одновікових інтервалів, пов'язані, очевидно, з фаціальними умовами їх утворення. Однак, питання виділення за даними капаметрії

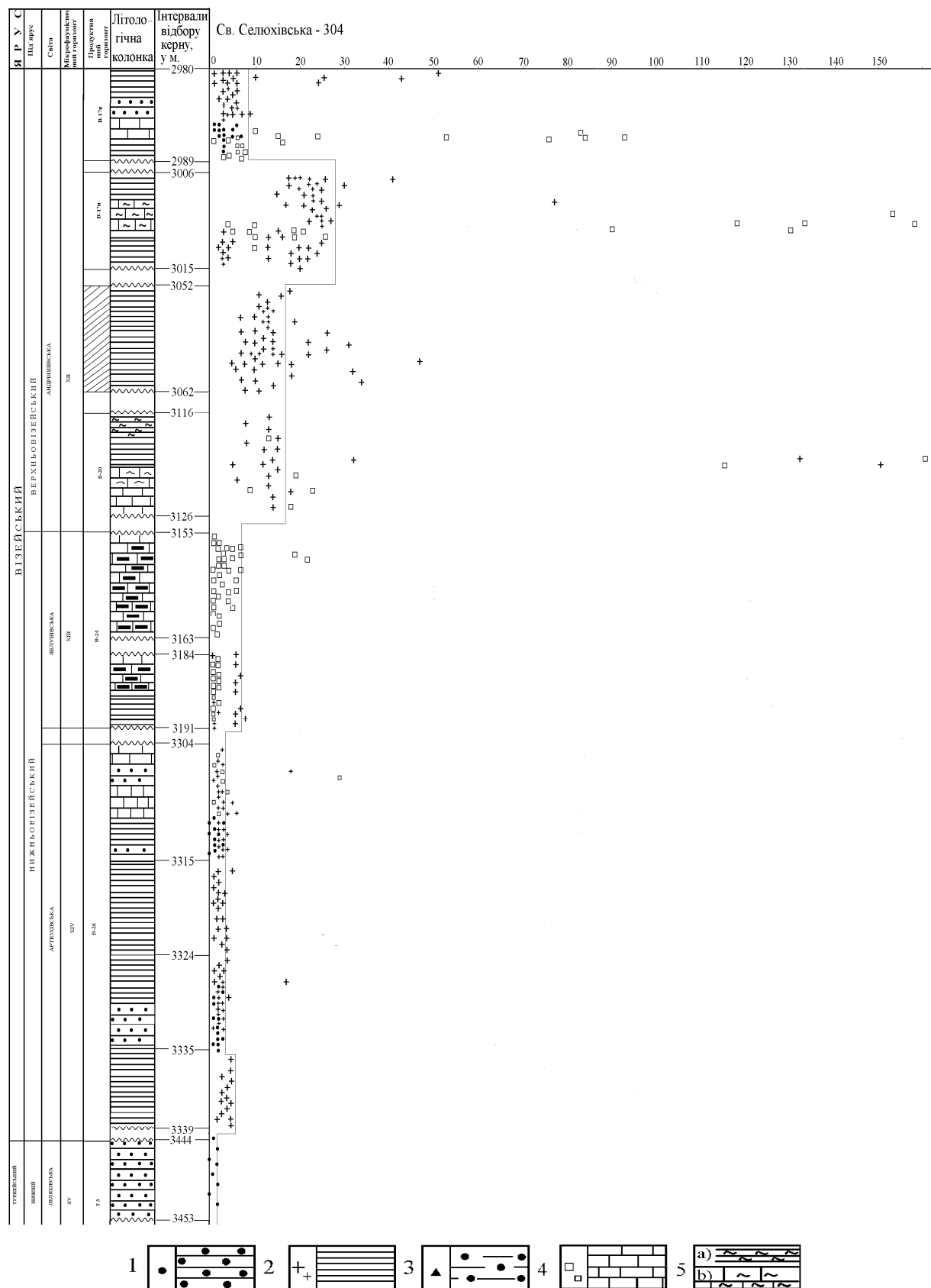


Рисунок 2 — Розподіл магнітної сприйнятливості χ у свердловині Селюхівська-304

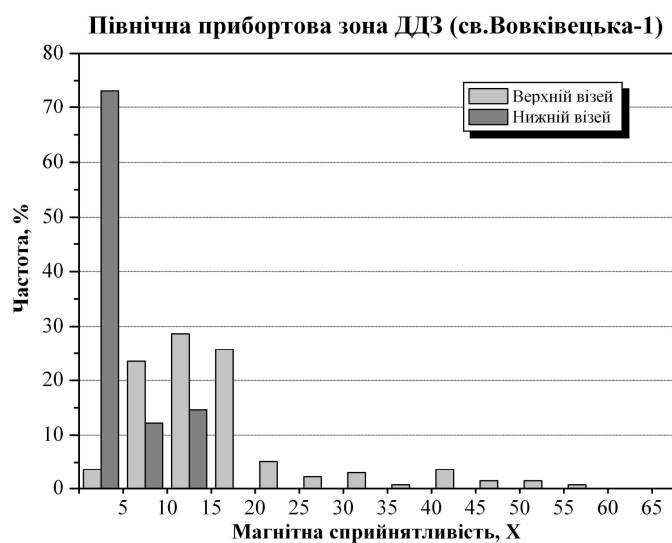
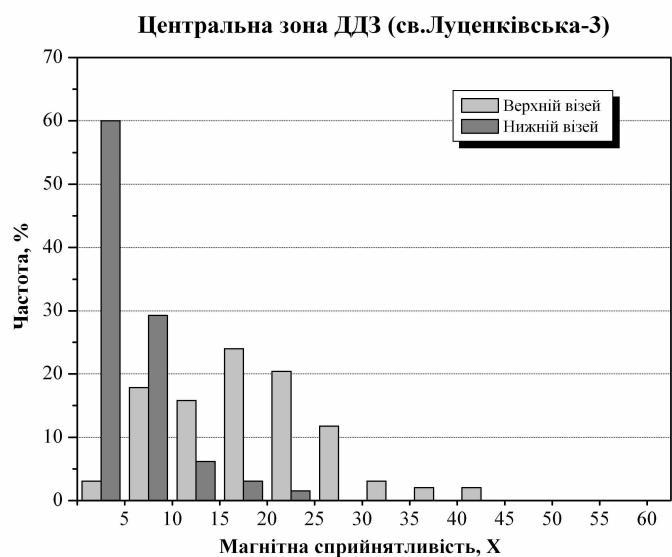
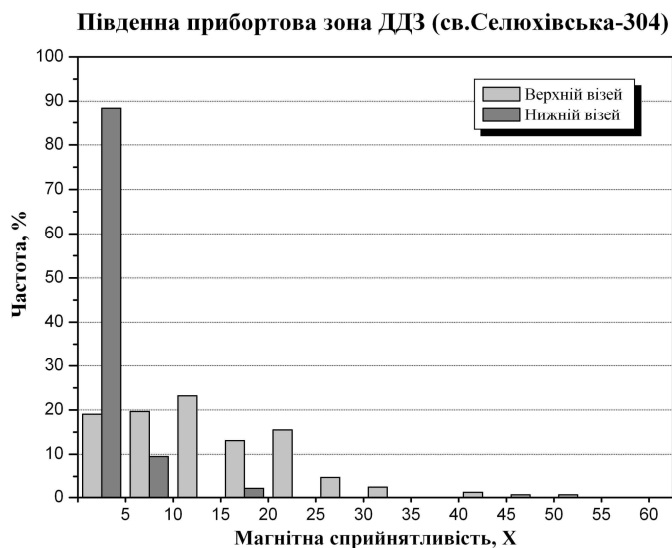


Рисунок 3 — Гістограми магнітної сприйнятливості глинистих порід візейського віку північно-західної частини ДДЗ

окремих світ чи горизонтів і особливо їх кореляції, потребує детальніших досліджень. Труднощі таких досліджень пов'язані з необхідністю детального, з високою дискретністю, відбору ядерного матеріалу з різних стратиграфічних горизонтів. Як вихід із ситуації можна запропонувати проведення каратажу з використанням високочутливих капаметрів (10^{-5} – 10^{-6} од. СІ).

Отже, проведені дослідження магнітної сприйнятливості візейського ярусу в ДДЗ дали змогу визначити закономірності їх просторового розподілу. Встановлено, що загалом за невисоких значень χ за величиною її характеру розподілу магнітної сприйнятливості вся візейська товща поділяється на два літомагнітні комплекси — нижньо- і верхньовізейський. Виділені комплекси досить впевнено простежуються на всій досліджуваній території: північній і південній прибортових зонах та в центральній частині ДДЗ. Отримані дані свідчать, що капаметрія може успішно використовуватись для розчленування осадової товщі по вертикалі, кореляції окремих стратиграфічних одиниць в умовах ДДЗ.

Література

1 Русских М.В., Карасева Т.В., Горбачев В.И. Информативность магнитной восприимчивости пород при исследовании осадочных отложений // Геологическое изучение и использование недр: Информационный сборник. – 2003. – Выпуск 2, 3. – С. 13-17.

2 Любимова Т.В., Бондаренко Н.А. Использование магнитной восприимчивости пород для корреляции флишевых разрезов // Пятое геофизические чтения имени В.В.Федынского: Тез. докл. – М., 2003. – 86 с.

3 Крива І.Г. Використання капаметрії для уточнення фаціальних границь літомагнітних комплексів північного борту ДДЗ // Зб. доп. конф. молодих вчених і спеціалістів (1-2 листопада 2005). – Львів: ЛВ УкрДГРІ, 2005. – С. 86-88.

4 Макимчук В.Ю., Крива І.Г., Кудеравец Р.С. Застосування капаметрії для розчленування та кореляції візейських відкладів Дніпровсько-Донецької западини // Нафта і газ України. Матеріали 8-ої Міжнародної науково-практичної конференції. – Судак: Українська нафтова академія, 2004. – С. 336-337.

5 Крива І. Застосування капаметрії для уточнення фаціальних границь XIII і XIV мікрофауністичних горизонтів нижнього візею північного борту ДДЗ // Зб. тез доп. наукової конференції „Проблемні питання геологічної освіти та науки на порозі XXI століття, присвяченої 60-річчю геологічного факультету національного університету ім. І.Франка. – Львів: ЛНУ, 2005. – С. 58.

УДК 552.578.33/7:553.98(477)

ОЦІНКА ЯКОСТІ ПОРІД-ПОКРИШОК XIIa МІКРОФАУНІСТИЧНОГО ГОРИЗОНТУ ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОЇ ЗАПАДИНИ

Я.Г.Лазарук

Львівське відділення Українського державного геологорозвідувального інституту,
79038, Львів, вул. Пасічна, 38а, тел. (0322) 440618, e-mail: lv_ukrdgri@polynet.lviv.ua

По результатам экспериментальных исследований перепадов давлений прорыва газа через образцы аргиллитов обоснована высокая способность пород-покрышек XIIa микрофаунистического горизонта к экранированию газоконденсатных залежей как в антиклинальных, так и в литологически экранированных ловушках углеводородов Днепровско-Донецкой впадины.

As a result of experimental study of gas breakthrough pressure drops through argillites samples the high ability of the XIIa microfaunal horizon reservoir rocks to gas-condensate pools screening both in anticlinal and lithologic-screened hydrocarbon traps of Dni-pro-Donets depression is substantiated.

Постановка проблеми та її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями. Обов'язковим елементом пасток вуглеводнів є породи-покришки. Від ступеня їхньої герметичності залежить можливість існування покладів нафти і газу. Більшість вуглеводневих скупчень у ДДЗ утримуються пластами аргілітів морського генезису, менша їх кіль-

кість – товщами пермської солі і в небагатьох випадках – карбонатно-глинистими утвореннями з різним вмістом глинистих компонентів. Найкращі покришки складені пластами кам'яної солі, які на порівняно невеликих глибинах за тиску понад 20–35 МПа і температури 300 К практично непроникні для пластових флюїдів (усне повідомлення М.М.Багнюка, В.А.Дані-