ки акустичного текстурного аналізу повністю враховує пружну анізотропію геологічного середовища, базується на петроакустичних дослідженнях і обробці отриманих матеріалів за допомогою інверсії азимутальної залежності квазіповздовжніх і квазіпоперечних швидкостей у функцію розподілу орієнтації мікротріщин. Технологія дає можливість отримувати вичерпну інформацію про анізотропію пружних хвиль в гірських породах, пружну симетрію та текстуру порід, відтворює розвиток деформацій та тектонічну природу умов їх формування і перетворення, вирішує інші геологічні задачі.

1. Безродний, Д.А. Пружна анізотропія метаморфічних порід Кривбасу і її використання для вирішення задач тектонофаціального аналізу // Дис. на здобуття наукового ступеня канд. геолог. н. – 2008. – 250 с. 2. Бурмистров, А.А. Новое в изучении упругой анизотропии метаморфических пород кольской серии. / А.А.Бурмистров, Е.А.Жариков, К.В.Лобанов // Тези наук. конф. "Ломоносовские чтения". – 2004. – http://geo.web.ru/db/msg.html?mid=1170523. 3. Головатая, О. С. Изучение анизотропии упругих свойств и ее влияния на напряженное состояние пород верхней части земной коры на примере Кольской сверхглубокой скважины/ О. С.Головатая // дис. на здобуття наукового ступеня канд. техн. наук. – Аппатіти. – 2004. – 218 с. 4. Корчин, В.О. Регіональні діагностичні петрофізичні особливості порід антарктичного півострова (район станції Академік Вернадський) / В.О. Корчин, п.о.Буртний, О.Є. Карнаухова та інші // Український антарктичний журнал, 2010, № 9. – 2010. – С. 23–31. 5. Лукієнко О.І. Типи розломів за реологічними формами прояву та їх будова, умови та фактори утворення і еволюція / О.І.Лукієнко // Вісник Київськ. ун-ту, Геологія, 1998. – вип. 15. – С. 12–17. 6. Паталаха Е.И. Тектонофациальный анализ складчатых сооружений фанерозоя (обоснование, методика, приложение) / Е.И.Паталаха // – М.: Надра, 1985. – 168 с. 7. Продайвода, Г.Т. Акустичний текстурний аналіз тектонофацій метаморфічних порід Криворіжжя / Г.Т.Продайвода , С.А.Вижва, Д.А. Безродний, І.М.Безродна // ВПЦ "Київський університет". – 2012. – 368 с.

Надійшла до редколегії 08.02.12

УДК 550.834+550.34.016+550.34.013.4

І. Безродна, канд. геол. наук,
О. Демченко, студ.

ВИВЧЕННЯ АКУСТИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТЕРИГЕННИХ ПОРІД В УМОВАХ ЗМІННОГО ТИСКУ (НА ПРИКЛАДІ СВЕРДЛОВИН ВОЛИНО-ПОДІЛЬСЬКОГО РЕГІОНУ)

(Рекомендовано членом редакційної колегії д-ром геол. наук, проф. С.А. Вижвою)

Вивчено закономірності зміни акустичних властивостей кембрійських та девонських теригенних порід свердловин Волино-Поділля в залежності від прикладеного тиску. Розраховані значення швидкостей повздовжніх хвиль зразків для глибин їх відбору. Виділено окремі групи порід, що корелюються за акустичними, ємнісними та петрографічними параметрами. Якісно визначено структуру пустотного простору порід.

The regularities of changes in acoustic properties of the Carboniferous and Devonian terrigenous rocks wells Volyn-Podolia, depending on the applied pressure. The value of longitudinal wave velocities for the depth of selection calculated. There are separate groups of species that correlated with acoustic, emptiness and petrographic parameters. Qualitatively determined the structure of hollow space rocks.

В період, коли видобуток нафти і газу в світі з кожним днем зростає, необхідно приділити важливу увагу тим родовищам, на яких з тих чи інших причин, не було отримано продуктивних притоків флюїду.

Питання реалізації нерозвіданої частини ресурсів Волино-Поділля пов'язане насамперед з фондом нафтогазоперспективних об'єктів, зокрема його резервом – виявленими й підготовленими структурами. Для подальшого вивчення перспектив нафтогазоносності Волино-Поділля необхідно насамперед посилити геофізичні роботи з виявлення й підготовки об'єктів у різних перспективних комплексах даного регіону [6]. Саме тому постає проблема повторного дослідження властивостей порід, які можуть бути визнані продуктивними за допомогою сучасних петрофізичних методів дослідження, вимірювальної апаратури, методів інтерпретації геофізичних даних.

Метою даної роботи є вивчення закономірностей зміни акустичних властивостей кембрійських теригенних порід сьоми свердловин Волино-Поділля в залежності від прикладеного тиску для використання результатів досліджень при оцінці перспективності порід-колекторів.

Стан проблеми Відомо, що швидкість пружних хвиль в мінералах за високих тисків змінюється згідно з їх кристалічною структурою в особливих напрямках, якими є вісі симетрії або перпендикуляри до площини симетрії [1, 4].

Різке зростання швидкості в гірських породах за невеликих тисків обумовлено ліквідацією мікротріщинних дефектів. За тисків вище 200 МПа швидкість зростає повільно, в інтервалі від 200 до 1500 МПа вона зростає лише на 3–8 % [5, 7].

З ростом тиску здатність стискання пустот зменшується, тобто збільшується пружність породи, що призведе до зростання швидкості. Чим вища пористість порід, тим більша зміна пружності породи, що пов'язано зі зменшенням здатності пустот до стискання при збільшенні тиску.

Встановлено [7], що при впливі зовнішнього тиску до 250 МПа на зразок, швидкість поздовжніх хвиль, при збільшенні тиску, зростає, причому основна її зміна спостерігається в діапазоні зміни тиску від атмосферного до 50–100 МПа. При подальшому зростанні тиску градієнт збільшення швидкості зменшується, і графік швидкості часто прямує до асимптоти. Але вплив тиску на швидкість для порід з різною структурою та складом також є різним. При збільшенні тиску до 250 МПа швидкість в залежності від типу породи збільшується від 5–10 % до 80–100 % .

При вивченні пісковиків та їх більш мілкозернистих різновидів (алевролітів) важливе значення має мінеральний склад та структура цементу порід, оскільки ці фактори визначають поведінку в процесі деформації. Мінімальна зміна швидкості зі збільшенням тиску спостерігається в уламкових породах, зцементованих кварцовим або кременистим цементом, а найбільші – глинистим. Для уламкових порід, що зцементовані кварцовим або кременистим цементом, стискання пустот мінімальне, внаслідок чого зміна швидкості від тиску також повинна бути мінімальна. Пісковики та алевроліти, в яких цемент глинистий базального та контактового типу, мають більш високі значення стискання пустот та, відповідно, за однакової пористості з пісковиками, що зцементовані опаловим цементом, будуть мати менші значення V_p та більший діапазон зміни V_p в залежності від зміни тиску.

Серед домішок осадових порід найменшу швидкість мають глини. Причина полягає в тому, що зерна глинистих мінералів дуже тонкодисперсні і, як наслідок цього, глини мають високу пористість. Як відомо, кристалічна решітка глинистих мінералів складається із пакетів, зв'язки між якими слабкіші.

© Безродна І., Демченко О., 2012

Відомо, що зміна швидкості, обумовлена збільшенням тиску від атмосферного до 150 МПа, для осадових порід збільшується зі збільшенням пористості, причому пропорційна величині пористості [5].

Методика петрофізичних досліджень Для експериментальних петрофізичних досліджень використовувалась установка ультрависоких тисків, яку було сконструйовано на геологічному факультеті Київського національного університету імені Тараса Шевченка [1, 3]. Установка дає можливість при зміні тиску від 1 атм. до 600 атм. вимірювати швидкості пружних хвиль та електричний опір зразків.

Принцип знаходження швидкостей пружних хвиль полягає в тому, що в камеру установки поміщається зразок, що насичений моделлю пластової води, та затискається між двома ультразвуковими датчиками; через визначений інтервал часу, хвилин в установці змінюється тиск та вимірюється частота проходження пружної хвилі через зразок. Після цього, на основі наявних даних – довжина зразка та частота проходження пружної хвилі – визначаємо швидкість поздовжньої хвилі [1, 3].

Процес дослідження можна розділити на два етапи. Під час першого етапу тиск збільшується від 1 атм. на 50 атм. до 600 атм., а під час другого – зменшується від 600 до 1 атм.

Результати дослідження В процесі досліджень було проведено вимірювання 37 зразків-пісковиків, що датуються віком кембрію та девону, свердловин Волино-Поділля (табл. 1): визначено швидкості повздовжніх хвиль та коефіцієнт відкритої пористості при змінних тисках, а також розраховано ці параметри для певних глибин відбору зразків Володимирської, Великомостівської, Добротвірської, Лудинської, Ліщинської, Сокальської та Сушнівської площ.

Таблиця 1

Характеристика зразків, що було відібрано для аналізу досліджень пружних властивостей в умовах високого тиску

Площа	№ зразка	Глибина відбору, м	Вік	Літологія	Швидкість в атмосф. умовах, м/с	В пластових умовах			
						Температура, ^{0}C	Тиск, кГс/см^2	Швидкість, м/с	$K_п$, %
Володимирська	Вл_4	2525	Є	Пісковик дрібнозернистий	3899	71	304	4400	11,7
	Вл_25	2189–2200	Є	Пісковик	3952	61	261	4250	8,4
	Вл_28	2210–2219	Є	Пісковик дрібнозернистий	3661	62	264	4140	11,2
	Вл_30	2263–2268	Є	Пісковик дрібнозернистий	3466	63	270	4100	11,5
	Вл_32	2268–2272	Є	Пісковик білий, тонко-дрібнозернистий	4649	64	271	4820	5,6
	Вл_34	2296–2304	Є	Пісковик	4056	64	275	4680	9,1
	Вл_38	2296–2304	Є	Пісковик дрібнозернистий	3732	64	275	4150	10,4
Великомостівська	Вм_34	2242–2250	D	Пісковик тонкозернистий світло-сірий	4399	63	268	4660	5,25
Добротвірська	До_9	3236–3238	Є	Пісковик світло-сірий дрібно- середньозернистий	4564	91	395	5180	2,75
	До_10	3362–3365	Є	Пісковик світло-сірий, тонкозернистий	4146	94	411	5090	4,8
	До_12	3389–3390	Є	Пісковик дрібно- та середньозернистий	5355	95	414	5710	1,75
	До_17	3676–3679	Є	Пісковик дрібнозернистий, світло-сірий	5364	103	451	5620	2,4
Лудинська	Лу_8	2862	Є	Пісковик	4394	80	347	4820	6,5
	Лу_9	2866	Є	Пісковик дрібнозернистий	4707	80	347	5020	4,7
	Лу_11	2875	Є	Пісковик дрібнозернистий	4400	81	348	5040	3,5
	Лу_13	3005	Є	Пісковик	4065	84	365	4520	10
	Лу_15	3009	Є	Пісковик	4844	84	366	5220	3,9
	Лу_30	2954–2958	Є	Пісковик тонкозернистий	4017	83	359	4510	9,4
	Лу_33	3056–3062	Є	Пісковик тонкозернистий	4771	86	372	5160	6,8
	Лу_35	3081–3086	Є	Пісковик	4031	86	375	4690	9,2
	Лу_37	3102–3110	Є	Пісковик	4022	87	378	4580	10,3
	Лу_43	2760–2761,5	Є	Пісковик тонко-дрібнозернистий	4812	77	334	5210	5,7
Ліщинська	Лщ_15	3845–3850	D	Пісковик	5106	108	473	5470	1,9
Сокальська	Со_5	3113–3115	Є	Пісковик світлий бурувато-сірий	4664	87	379	5190	4
	Со_10	3308–3315	Є	Пісковик сірий, тонкозернистий	5247	93	404	5680	5,2
	Со_18	3406–3409	Є	Пісковик тонкозернистий, світло-сірий	5189	95	471	5590	1,45
	Со_19	3484–3506	Є	Пісковик сірий, тонкозернистий	4844	98	428	5220	3,1
	Со_20	3484–3506	Є	Пісковик сірий, тонкозернистий	4664	98	427	5210	4,05
Сушнівська	Су_8	2522–2525	Є	Пісковик дрібно- та середньозернистий	4043	70	303	4700	8,15
	Су_10	2529–2532	Є	Пісковик світло-сірий, дрібнозернистий	4609	70	304	5200	3,7
	Су_12	2537–2541	Є	Пісковик світло-сірий	4801	70	305	5220	3,75
	Су_15	2638–2641	Є	Пісковик світло-сірий	4871	75	318	5410	2,6
	Су_18	2545–2550	Є	Пісковик світло-сірий	4522	70	306	5010	4,4
	Су_19	2500–2502	Є	Пісковик тонкозернистий білий	4460	70	300	5200	5,4
	Су_21	2498–2502	Є	Пісковик тонкозернистий білий	4784	70	300	5440	5,25
	Су_22	2522–2525	Є	Пісковик тонкозернистий	4598	70	303	5000	4,45
	Су_23	2559–2562	Є	Пісковик світло-сірий, тонкозернистий	4803	70	308	5190	6,15

Авторами встановлено, що при збільшенні тиску швидкості повздовжніх хвиль зростають, але нелінійно і неоднаково (з різною інтенсивністю та криві $V_p = f(P)$ мають різний вигляд. Швидкості в них при атмосферних умовах (P = 0) змінюються від 3900 (зразок Вл_25, що відібраний з глибини 2189–2200 м Володимирівської свердловини № 1) до 4800 м/с (зразок ЛЩ_15, що відібраний з глибини 3845–3850 м свердловини Ліщинська, 1), а при накладанні тиску – збільшуються непропорційно та характеризує як структуру пустотного простору так і структурно-текстурні особливості зразків-пісковиків. На швидкість повздовжніх хвиль зразків має великий вплив їх пористість, яка з глибиною відбору, в цілому, зменшується, але це не відбувається систематично.

Розраховані для глибини відбору зразків значення швидкостей повздовжніх хвиль і пористості можуть використовуватись при складанні петрофізичних залежностей типу "керн"-"ГДС" для проведення переінтерпретації даних ГДС по свердловинах Волино-Поділля. Але за характеристиками функцій $V_p = f(P)$ можна провести додатковий аналіз для уточненої характеристики зразків при оцінки перспектив нафтогазоносності інтервалів відбору порід.

Авторами проведений аналіз результатів вивчення акустичних властивостей пісковиків в умовах змінних тисків та систематизація отриманих матеріалів. При систематизації всіх наявних результатів досліджень зразків окремих площ за даними петрофізики та макро- і мікропетрографії враховувались:

- літологічний склад порід;
- структура зразка,
- розміри зерен мінералів;
- текстура зразка;
- діапазон зміни швидкості пружних хвиль;
- діапазон зміни коефіцієнта пористості;
- форма кривої $V_p = f(P)$.

При аналізі всіх закономірностей впливу тиску на швидкості повздовжніх хвиль в насичених зразках-пісковиках 7 площ Волино-Поділля було проведено групування зразків. Окремо по площам сформовано 9 груп теригенних порід з однаковими акустично-ємнісними та структурно-літологіними особливостями порід.

Наведемо приклад групування зразків-пісковиків при аналізі результатів досліджень Володимирівської площі, де авторами виділена група порід, до якої відносяться зразки Вл_4, Вл_28, Вл_30, Вл_34 та Вл_38. При систематизації всіх наявних результатів досліджень зразків отримано такі загальні риси:

- однаковий літологічний склад – зразки представлені пісковиками дрібнозернистими;
- подібну структуру, що визначається як псамітова, із розмірами зерен менше 0,1 мм;
- текстура в загальному випадку неоднорідна, не шарувата;
- однаковий діапазон зміни швидкості повздовжніх хвиль (3600–4700 м/с);
- подібна форма кривої $V_p = f(P)$, де криві не мають різких змін та стрибків швидкостей;
- швидкості повздовжніх хвиль всіх зразків збільшуються при зворотному ході;
- коефіцієнт пористості високий та змінюється від 9,1 % до 11,7 %;
- зразки можуть характеризуватися як вірогідні колектори з переважною гранулярною пористістю.

При узагальненні результатів досліджень всієї колекції зразків встановлено, що деякі групи порід корелюються між собою і в цілому нами виділено 3 групи зразків [3].

Перша група – пісковики псамітової структури із розмірами зерен менше за 0,1 мм неоднорідної текстури і високої пористості (переважно зразки Володимирівської площі). Криві $V_p = f(P)$ характеризуються як доволі круті з невеликими значеннями V_p (до 4700 м/с), але не стрибкоподібні із більшими значеннями V_p зворотного ходу (приклад на рис. 1а). Це пояснюється переважною гранулярною пористістю зразків, яка руйнується під час накладання напруги і не відновлюється при її знятті [2, 3].

Друга група тонко- і дрібнозернистих пісковиків має середню порівняно з іншими пористість (3,5–7 %), а криві $V_p = f(P)$ можуть носити стрібкоподібний характер як в прямому, так і в зворотному ході (приклад на рис. 1б).

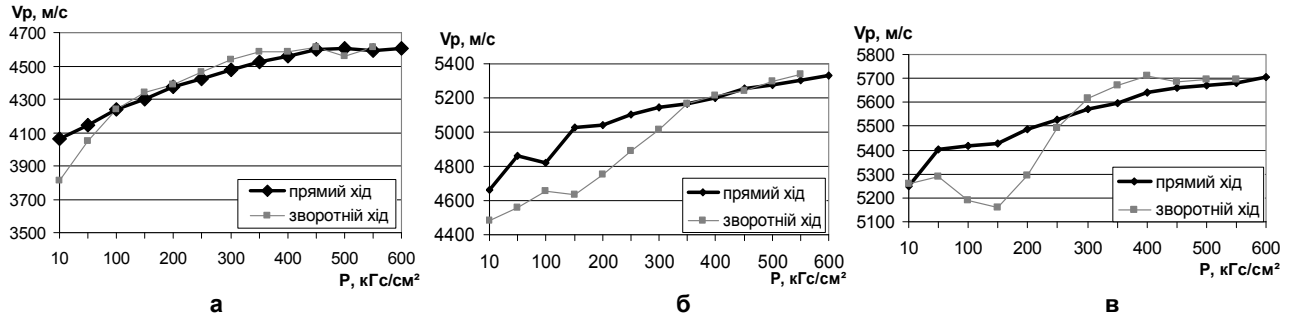

Рис. 1. Приклади кривих $V_p = f(P)$ для зразків трьох груп пісковиків, що виділені за акустично-ємнісними та структурно-літологіними особливостями порід (а – Лу-13, б – Со-5 і в – Со-18)

Різкі зміни значень V_p характеризують, ймовірно, захлопування тріщин невеликого діаметру і говорить про наявність тріщин різного формату.

Третя група пісковиків має пористість невисоку (до 4–5 %). Криві $V_p = f(P)$ прямого ходу мають обов'язкові невеликі стрибки в області до 100 кГс/см^2, а $V_p = f(P)$ зворотного ходу – сильно змінені порівняно з прямим (приклад на рис. 1в). Це вказує на порушення структурно-текстурних особливостей та структури пустотного простору в зразках в період вимірювань.

Деякі зразки не входять в жодну з груп, що говорить про особливості їх будови, які не вивчено в даній статті і потребують додаткових досліджень.

Висновки Таким чином, проведений комплексний аналіз результатів досліджень акустичних властивостей теригенних зразків Волино-Поділля в умовах змінних тисків надав можливість визначити особливості структури мінерального скелету і перше якісне наближення

структури пустотного простору порід, а також виділити окремі групи порід, що корелюються за певними акустичними, ємнісними та петрографічними параметрами. Загалом, виділено 3 групи теригенних порід регіону з міжзерновою, тріщинною та складною пористістю.

Результати даних досліджень добре корелюються з теоретичними відомостями, які були отримані, при опрацюванні попередніх робіт присвячених даній проблемі. Але по деяких площах спостерігається невідповідність кривих зворотного ходу з кривими прямого ходу. Дана особливість потребує більш детального вивчення.

Матеріали, що отримано на основі аналізу результатів петрографічних і петрофізичних досліджень в умовах змінних тисків можуть бути використані для вирішення ряду прикладних задач, зокрема, для кількісного аналізу структури пустотного простору теригенних порід регіону, а також при використанні результатів акустичного каротажу та коефіцієнтів пористості порід в умовах природного залягання з подальшим прогнозування продуктивних товщ. та, відповідно, оцінки перспектив нафтогазоносності порід-колекторів.

1. Александров К.С., Продайвода Г.Т. Анизотропия упругих свойств минералов и горнах пород – Новосибирск, 2000. 2. *Баюк Е.И., Воларович М.П., Левитова Ф.М.* Упругая анизотропия горных пород при высоких давлениях – М.,1982. 3. *Омельченко А.В., Вижва С.А., Безродна І.М.* та інші "Комплексні геолого-петрофізичні дослідження складнопобудованих порід-колекторів східного схилу Львівського палеозойського прогину". – Звіт з НДР. 2011 р. –594 с. 4. Добрынин В.М. Деформации и изменения физических свойств коллекторов нефти и газа – М.,1970. 5. Физические свойства коллекторов нефти при высоких давлениях и температурах / Сборник статей, под ред. В.П. Баюк, – М.,1965. 6. Юник Н.В. Перспективи та проблеми освоєння нерозвіданих ресурсів вуглеводнів західного регіону України // Горючі корисні копалини – 2011. – №2. – С. 29–33. 5. Physical rock properties database. Rock samples. / http://gdr.nrcan.gc.ca/rockprop/rock_e.php

Надійшла до редколегії 06.02.12

УДК 550.83-1029.12

О. Меньшов, канд. геол. наук, О. Круглов, канд. геол. наук, А. Сухорада, канд. геол.-мін. наук, доц., Р. Хоменко, інж. І кат.

УЛЬТРАДЕТАЛЬНА МАГНІТОМЕТРІЯ ПРИРОДНИХ СИСТЕМ. ЕКОНОМІЧНІ ТА АГРАРНІ АСПЕКТИ

(Рекомендовано членом редакційної колегії д-ром фіз.-мат. наук І.М. Корчагіним)

Розглянуто теоретичні та прикладні питання ультрадетальної магнітометрії, зокрема її аграрного розділу. Проаналізовано економічний аспект використання ультрадетальної магнітометрії у сільському господарстві та ґрунтознавстві. Наведено приклади ультрадетальних магнітних досліджень з метою оцінки ерозії, деградації та родючості ґрунтових покривів.

Theoretical and applied issues of the ultradetailed magnetometry and its agricultural section are considered. The economic aspect of using ultradetailed magnetometry for agriculture and pedology is analyzed. The examples of the ultradetailed magnetic investigations for estimation of soil erosion, degradation and fertility are presented

Вступ. Вступ до СОТ, подальша міжнародна інтеграція внесли певні корективи у роботу всіх галузей вітчизняної економіки. Не залишили осторонь вони і геологорозвідувальні підприємства. Їм доводиться проводити господарську діяльність в умовах гострої конкуренції з транснаціональними компаніями, що мають краще технічне та кадрове (часто саме за рахунок вітчизняних виробників) забезпечення, користуються підтримкою потужного фінансово-політичного лобі. У результаті – втрата об'ємів робіт, часткове згортання виробничих потужностей, занепад.

Загальний стан економіки України, що хоч і демонструє останнім часом певні позитивні тенденції, наразі не дає надію на скоре одужання, швидке вирішення господарських негараздів.

Одним з шляхів виходу із ситуації, що склалася, є диверсифікація ринку збуту геологічних послуг, тобто їх просування на ті ринки, де традиційно вони не були представлені. Мова йде про застосування методів геологорозвідки для потреб охорони природи, аграрного комплексу, археології, ґрунтознавства. Приклади такої співпраці відомі вже кілька десятиліть, проте її рівень не зріс далі наукових розробок та поодиноких випадків впровадження на виробництві. Цього явно недостатньо, щоб вважати ці ринки перспективними, тому перед геологічною наукою слід поставити завдання: сформувати перелік послуг та поставити серію дослідів для їх доведення до споживчих вимог перелічених галузей.

Серед ймовірних ринків, на нашу думку, одним із перспективних виглядає аграрний сектор. Поміж проблем цієї провідної галузі економіки держави, для вирішення яких можна застосовувати методи геофізики є картування деградаційних процесів, питання ерозії ґрунтового покриву, визначення відносної родючості ділянок. У зв'язку зі майбутньою зміною земельних відносин (перехід до повної приватної власності на землю за умов функціонування земельного ринку) попит на вирішення цих завдань надалі тільки збільшуватиметься.

Для вирішення деяких проблемних питань сільського господарства методами геології (точніше – геофізики) найбільш широко застосовують магнітні методи, причому історія такого застосування налічує понад 40 років. Враховуючи вимоги та потреби сучасної аграрної науки, що включають і високу точність визначень (у рамках концепції "точного землеробства" [8]), можна визначити і найбільш перспективний напрямок – ультрадетальна магнітометрія.

Результати та їх обговорення. Під *ультрадетальною магнітометрією* ми розуміємо комплексні магнітометричні дослідження геологічного середовища, які включають магнітну зйомку з необмеженою детальністю та вивчення петро- і педомагнітних характеристик, зокрема ефективної намагніченості природних об'єктів.

Ультрадетальна магнітна зйомка дозволяє отримувати інформацію про існуюче магнітне поле, яке із високим ступенем наближення відповідає теоретичній ідеальній моделі (поле відоме у кожній точці простору з абсолютною точністю). Принциповою відмінністю ультрадетальної магнітної зйомки порівняно з мікромагнітною зйомкою професора Лаутербаха є розповсюдженість її на значні території. У такий спосіб ультрадетальна магнітна зйомка дозволяю отримувати матеріали, які можуть бути використані при усіх видах досліджень – від вивчення ґрунтового покриву до пошуків нафти і газу. Крім того, результати такої зйомки не потребують періодичного оновлення, включаючи зміну масштабу спостережень.

Справді, жоден з інших методів не зрівняється з магнітометрією за оперативністю, точністю визначення, продуктивністю, відсутністю впливу на зразок та довкілля та, головне, відносною дешевизною послуг [1, 2]. Можливості сучасної апаратурної на навігаційної бази дозволяють

© Меньшов О., Круглов О., Сухорада А., Хоменко Р., 2012