

$$\eta_{Zn} = \frac{\Delta N_{Zn}}{N_s + q_3 \Delta N_{Pb} + q_4 \Delta N_{Cu}}; \quad (37)$$

$$\eta_{Pb} = \frac{\Delta N_{Pb}}{N_s + q_5 \Delta N_{Zn} + q_6 \Delta N_{Cu}}, \quad (38)$$

де ΔN_{Cu} , ΔN_{Zn} , ΔN_{Pb} – потоки рентгенівських флуоресценцій атомів міді, цинку і свинцю, виділені за допомогою диференціальних фільтрів Росса; N_s – потік однократно розсіяного випромінювання радіонукліда; $q_1 \div$

q_6 – коефіцієнти, що компенсують поглинання розсіяного випромінювання визначуваними елементами.

Значення спектральних відношень η_i виявилися досить стійкими до варіацій (у вельми широкому діапазоні) масових долей елементів-завад. Ефективність запропонованого способу обліку ефекту матриці можна оцінити за даними РРА державних стандартних зразків (ДСЗ) руд з різних поліметалічних родовищ Казахстану, що приведені в табл. 1.

Таблиця 1. Результати РРА ДСЗ руд поліметалічних родовищ Казахстану

ДСЗ	Тип руди (родовище)	Вміст (%)		
		Cu	Pb	Zn
2887	Мідистий пісковик (Джезказган)	0,56		
		0,55		
2888	Мідистий пісковик (Джезказган)	1,55	0,11	
		1,55	0,10	
2889	Поліметалічна (Джезказган)	3,16	1,90	0,80
		3,15	1,89	0,81
2891	Концентрат мідний (Джезказган)	40,45	2,27	2,86
		40,40	2,25	2,89
1433	Барит-поліметалічна (Ачісай)	0,29	0,71	0,51
		0,29	0,70	0,52
1434	Барит-поліметалічна (Міргалімсай)	0,35	3,49	
		0,35	3,44	
1435	Барит-поліметалічна (Байжансай)	0,13	2,63	3,30
		0,13	2,66	3,32
3593	Поліметалічна (Майкаїн)	1,01	0,26	4,69
		0,99	0,27	4,63
3596	Колчед.-барит.-полімет. (Майкаїн)	12,99	0,57	1,18
		13,10	0,56	1,22
6588	Барит-поліметалічна (Жайрем)		1,60	4,62
			1,57	4,68
6587	Барит-поліметалічна (Жайрем)		2,85	2,73
			2,86	2,72

Таким чином, результати теоретичних і експериментальних досліджень втілилися в конкретну методику рентгенорадіометричного аналізу проб руд поліметалічних родовищ Казахстану досить складного речовинного складу, яка ефективно враховує "матричний ефект". Методика успішно застосовувалася на Джезказганському гірничо-металургійному комбінаті, Текелійському свинцево-цинковому комбінаті і рудоуправлінні "Майкаїнзолото". Досвід її застосування свідчить, що вона забезпечувала точність РРА за третьою категорією по ОСТ-41-08-205-81 (точність рядового хімічного аналізу).

1. Мейер В.А., Нахабцев В.С. Авт. Свид. № 171482 от 16.02.1963. – Бюллетень изобретений, 1965, № 11. 2. Лосев Н.Ф. Количественный рентгеноспектральный флуоресцентный анализ. М., – 1969. 3. Мамиконян С.В. Аппаратура и методы флуоресцентного рентгенорадиометрического анализа. М., – 1976. 4. Бахтияров А.В. Рентгеноспектральный флуоресцентный анализ в геологии и геохимии. – Л., – 1985. 5. Борходоев В.Я. Рентгенофлуоресцентный анализ горных пород способом фундаментальных параметров. – Магадан, – 1999. 6. Сфименко С.А. Алгоритмы расчета концентраций элементов при рентгенорадиометрическом анализе руд на спектрометре РПП-12 // Тр. мол. уч. (техн. науки): Владикавказ. – 2009. – №3. 7. X-ray detector <http://www.amptek.com/xr100cr.html>. 8. Silicon Drift Detector (SDD) <http://www.amptek.com/drift.html>

Надійшла до редколегії 22.11.09

УДК 550.834

І. Безродна, канд. геол. наук, Д. Безродний, канд. геол. наук, Т. Кузьменко, студ.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ГЛИНИСТОСТІ НА ПРУЖНІ ВЛАСТИВОСТІ СКЛАДНОПОБУДОВАНИХ ВАПНЯКІВ ВОЛИНО-ПОДІЛЛЯ

(Рекомендовано членом редакційної колегії д-ром фіз.-мат. наук, проф. Г.Т. Продайводою)

Досліджено вплив різного типу та концентрації глин, структури пустотного простору, флюїдонасичення, орієнтації пустот та включень на ефективні акустичні та пружні властивості карбонатних порід-колекторів Волино-Поділля.

The type and clay concentration, structure of pore space, fluid saturation, orientation of cavities and inclusions influences on the effective acoustic and elastic properties of carbonate reservoir-rocks of the Volyno-Podillia is investigated.

Вступ. В геології та геофізиці досить успішно використовуються наближення суцільного середовища, що відіграє важливу роль у дослідженні широкого кола геолого-геофізичних проблем, оскільки дозволяє засто-

совувати фізико-математичні методи теорії пружних деформацій, текучості ідеальної та в'язкої рідини, тепло- і масопереносу і т. ін. Важливим є дослідження впливу математичних параметрів на геологічні характе-

ристики та область застосування моделей і їх відповідність природним процесам.

Актуальність проблеми математичного моделювання, зокрема, впливу глинистості полягає в необхідності найбільш повного вилучення інформації при інтерпретації ультразвукових дослідженнях керна глибоких і надглибоких свердловин та вирішення задач прогнозування геологічного розрізу.

Проблема дослідження анізотропії пружних властивостей глинистих мінералів і глин представляє великий інтерес у зв'язку з пошуками родовищ нафти і газу. Утворення нафти невід'ємно пов'язане з глинистими мінералами. Органічна речовина, яку вміщують глинисті породи, перетворюється у нафтові вуглеводні при каталітичному впливові породотворюючих глинистих мінералів. Глинисті породи, які розташовані на шляху міграції вуглеводнів, не лише сприяють формуванню родовищ, але й запобігають їх руйнуванню. Особливості кристалохімічної будови глинистих мінералів і їх специфічна поведінка при взаємодії із водою, в основному, і визначають такі властивості глин, як пластичність, набухання при насиченні водою та усадку при висиханні. Цим і пояснюються аномальна міцність та деформаційні явища глинистих порід – розрідження при динамічній зовнішній дії, різке падіння міцності при зволоженні, випучування глинистої породи під фундаментом при нерівномірному навантаженні [1].

Експериментальні дослідження анізотропії пружних властивостей глинистих мінералів нечисленні та досить суперечливі. Це пояснюється не лише відсутністю достатніх за розміром та досконалістю за якістю монокристалів глинистих мінералів, але й складністю їх експериментальних досліджень внаслідок розвитку у шаруватих мінералів досконалої спайності. Наявність різних систем орієнтації тріщин в глинах не лише змінює співвідношення між пружними постійними, але і пружну анізотропію та пружну симетрію текстури глин.

Основною метою математичного моделювання пружних властивостей складнопобудованих порід-колекторів Волино-Подільської нафтогазоносною області є дослідження зміни густини, пружних постійних моделі, коефіцієнтів та параметрів анізотропії, компонентів акустичного тензору в залежності від характеру насичення (мінералізована вода, газ), включень різних типів глин та їх концентрації.

Стан проблеми. На сьогодні в науковому світі все більше приділяють увагу інформації про стан геологічного середовища на найменшому структурному та тектурному рівні.

Основний розвиток математичного моделювання розпочався в другій половині ХХ століття. Починаючи з цього часу був виданий ряд фундаментальних видань М.Г. Семененка [2], К.С. Александрова, Г.Т. Продайводи [3] та ін. Особливо великий внесок в розвиток математичного моделювання зробили науковці геологічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка під керівництвом Продайводи Г.Т. та Вижви С.А. В роботах цієї школи вперше за допомогою методів математичного моделювання проведена значна кількість досліджень впливу ефективних пружних та акустичних параметрів геологічного середовища на певні фізичні та інші характеристики досліджуваної породи. В загальному науковому плані математичне моделювання застосовують в різних сферах дослідження.

Вивченню пружних та акустичних властивостей глинистих мінералів присвячено незначну кількість публікацій, зокрема, на теренах колишнього Радянського Союзу. Це роботи таких вчених, як Г.Т. Продайводи (Україна), М.Г. Храменкова (Росія, Казань, 2002 р.)

Більшого розвитку дослідження пружних властивостей глинистих порід набуло за кордоном, зокрема, в США, Європі та країнах Азії. Серед дослідників, котрі займалися цими проблемами, слід відзначити наступних: Misako Jato, Tanta Ono, Cliff T. Johnston, Akihiko Yamogishi – Японія; Triana Vanorio, Hanika Prasad, Amos Nur – Франція; М.Копытська-Мюллер, U. Rabe – США; Narmul Haque, Knut Bjorlykke – Норвегія та інші.

Наявність анізотропії акустичних хвиль свідчить про знаходження впорядкованості різної фізичної природи на різних структурних рівнях геологічного середовища. Типи впорядкованості визначаються механізмом деформації геологічного середовища. Відповідно, інформацію про механізм геодинамічних процесів, що протікають в надрах Землі, можна встановити за результатами інтерпретації досліджень азимутальної сейсмічної анізотропії різних типів хвиль.

Геофізичні дослідження складнопобудованих порід-колекторів і оцінка їх ємнісно-фільтраційних властивостей є досить складними. Важливою проблемою при комплексній інтерпретації акустичних даних є вивчення анізотропії акустичних хвиль тріщинуватого геологічного середовища. Визначення анізотропії пружних хвиль на різних структурних рівнях досліджень розглядається як унікальне джерело інформації при пошуках нафти і газу в складних геологічних умовах [4].

Математичне моделювання пружних властивостей порід являє собою великий інтерес при дослідженні складнопобудованих порід-колекторів, що можливо при застосуванні надійних моделей, які повинні відображати реальну структуру та властивості пустотного середовища.

Методи теорії механіки стохастичного середовища застосовувалися для кількісної оцінки впливу глинистості, пустотного простору та ефективних параметрів геологічного середовища на пружні та акустичні параметри.

Існує ряд наближених методів розв'язку, вони дозволяють розраховувати ефективні геофізичні параметри реального геологічного середовища з певним наближенням. Найпростішими із них є методи усереднення властивостей по макрооб'єму, які відомі як методи Фойгта і Реуса. Вони дають відповідну верхню і нижню межу можливих значень ефективних геофізичних параметрів. Ця межа може бути надзвичайно широкою. Побудову більш вузької межі можна здійснити, якщо скористатися варіаційним методом (методом Хашіна-Штрікмана) [6]. До найбільш відомих методів, які дозволяють покращити наближення ефективних геофізичних параметрів можна віднести методи регуляризації структури, методи стохастичних диференціальних рівнянь, методи варіального розвинення і самоузгодження, метод умовних моментів [3].

Найбільші можливості при практичній реалізації мають методи, які базуються на теорії випадкових полів. Тензорні поля геофізичних параметрів реального геологічного середовища і характеристики його напружено-деформованого стану представляють собою випадкові поля. Тому задачу визначення ефективних пружних постійних можна звести до розв'язку стохастичних рівнянь рівноваги, що дозволяє розраховувати ефективні пружні властивості моделей, максимально наближених до реальних структур реального геологічного середовища з довільними властивостями структурних елементів і без будь-яких обмежень на їх концентрацію.

Для вирішення поставленої задачі використовувався метод умовних моментних функцій із застосуванням розрахункової схеми Морі-Танака, який розроблений на кафедрі геофізики під керівництвом професора Продайводи Г.Т. [3]. Перевага методу умовних моментних функцій в можливості чисельних розрахунків цих пара-

метрів для моделей максимально наближених до реального складнобудованого колектора.

Модель складнобудованого колектора розглядається як багатокомпонентне порово-тріщинно-кавернозне середовище, пружні властивості структурних елементів якого і їх напружено-деформований стан є випадковими функціями просторових координат. Вважається, що для будь-якої точки середовища справедливий закон Гука.

Припускається, що тензорні поля пружних постійних, напруг і деформацій є статистично однорідними, оскільки масштаб кореляції випадкових полів набагато менший порівняно із розмірами макрооб'єму складнобудованого колектору.

Практично обґрунтуванням математичної моделі слугували результати попередніх досліджень авторів та геолого-петрофізичних досліджень зразків вапняків девонського віку свердловин Волино-Подільської моноклінали [5].

Узагальнюючи макро- та мікродослідження порід, об'єктами математичної моделі були обрані: "вапняк гранулярно-тріщинуватий" та "вапняк доломітизований гранулярно-тріщинно-кавернозний". Мінералогічно породи складені кальцитом, доломітом, глиною.

При аналізі пустотного-простору колекції зразків встановлена однонаправлена тріщинуватість та кавер-

нозність, які характеризують вторинні зміни вертикальних деформацій. Пори первинного седиментаційного походження також орієнтовані перпендикулярно осі свердловини. Загальна пористість вапняків змінюється від 8 до 15 %, в середньому складає 12 %, що і прийнято при моделюванні.

Математична модель складнобудованого карбонатного колектора включає жорстку матрицю, яка мінералогічно представлена кальцитом. Матриця розбита сфероїдальними, різними за формою, розмірами та орієнтацією, пустотами з різними значеннями форматів ($\alpha = a/c$, a, c – напівосі сфероїда обертання) та насичені флюїдом чи газом. Зміна параметрів матриці відповідно впливає на різноманітність пружних та акустичних параметрів моделей.

Для математичного моделювання обрані два різновиди моделі: газо- і водонасичений вапняк, які відрізняються за мінеральним складом, будовою пустотного простору. Включення глини представлені трьома типами: іллїт, каолінит, монтморилоніт, концентрація яких змінюється в межах від 1 до 6 %. Всі включення в породах розташовані в площині X_1X_2 , окрім глини, які розповсюджені в моделі №1 хаотично (табл. 1).

Таблиця 1. Задані параметри математичних моделей

Модель		№1 "Вапняк гранулярно-тріщинуватий"			№2 "Вапняк доломітизований гранулярно-тріщинно-кавернозний"		
Типи включень		Формат включень	Концентрація включень, %	Орієнтація включень	Формат включень	Концентрація включень, %	Орієнтація включень
Пустотний простір	Тріщини	0,005	2	в площині X_1X_2	0,005	2	в площині X_1X_2
	Пори	0,9	10	в площині X_1X_2	0,9	5	
	Каверни	-	-		2010	5	
Мінеральні включення	Глини	0,7	1-6	хаотично	0,7	1-5	
	Доломіт	-	-		0,7	30	

Результати. В ході моделювання основна увага приділялася характеру насичення пустотного простору газом, мінералізованою водою концентрації та виду глини, що в результаті дає перше уявлення про характеристики отриманої моделі. Важливу роль в моделюванні даних зразків відіграють результати, що отримані при різних концентрації глини, яка суттєво відображає зміни пружних властивостей моделі.

При дослідженні змін густини під час моделювання простежується її зростання при збільшенні концентрації глини в породі для моделей, в склад яких входить іллїт (густина 2,79 г/см³), в решті випадків – результат обернений (густина каолініту – 2,52 г/см³, а монтморилоніту – 2,55 г/см³).

В результаті дослідження моделей з різними пустотними наповнювачами (газ, мінералізована вода) густина породи збільшується в середньому від мінімальних значень 2,4 г/см³ для газонасичених порід до 2,5 г/см³ – для водонасичених.

При проведенні математичного моделювання отримані акустичні та пружні параметри запропонованих моделей:

- пружні постійні (C_{ij}^*),
- параметри лінійності (L_μ) та сланцюватості (S_μ),
- компоненти акустичного тензору μ_{11} , μ_{22} , μ_{33} ,
- інтегральний коефіцієнт анізотропії A_μ .
- побудовані стереопроєкції, що відображають пружні параметри моделей:

– фазова швидкість квазіпоздовжньої хвилі;

- різниця між "швидкою" і "повільною" квазіпоперечними хвилями;
- диференціальний коефіцієнт пружної анізотропії;
- кут відхилення вектора пружних зміщень від напрямку хвильової нормалі.

При дослідженні співвідношень пружних постійних (C_{ij}^*) та параметрів лінійності (L_μ) і сланцюватості (S_μ) визначено, що пружна симетрія текстури моделей – планальна поперечно-ізотропна, про що свідчить характерне співвідношення пружних постійних ($C_{11} > C_{33}$, $C_{66} > C_{44}$, $C_{12} > C_{13}$) та розташування біля осі ОУ точок залежності $L_\mu = f(S_\mu)$ (параметр сланцюватості в усіх моделях коливається від 1,0001 до 1,0312, а лінійності – в межах 1,091 – 1,261).

Співвідношення пружних постійних дає змогу говорити про орієнтацію тріщин в моделі – найменша концентрація орієнтованих тріщин знаходиться в напрямках, де пружні постійні найбільші. В моделі "вапняк доломітизований тріщинуватий" є три системи тріщин, дане твердження визначене з наступного співвідношення: $C_{11} > C_{22} > C_{33}$; $C_{44} < C_{55} < C_{66}$; $C_{12} > C_{13} > C_{23}$ [1].

Значення інтегрального коефіцієнта анізотропії A_μ моделей складнобудованих порід-колекторів, визначеного в результаті математичного моделювання, коливається в межах 4,383 – 6,716 % в газонасиченому колекторі, а в водонасиченому становить 9,129 – 10,72 % (рис. 1.).

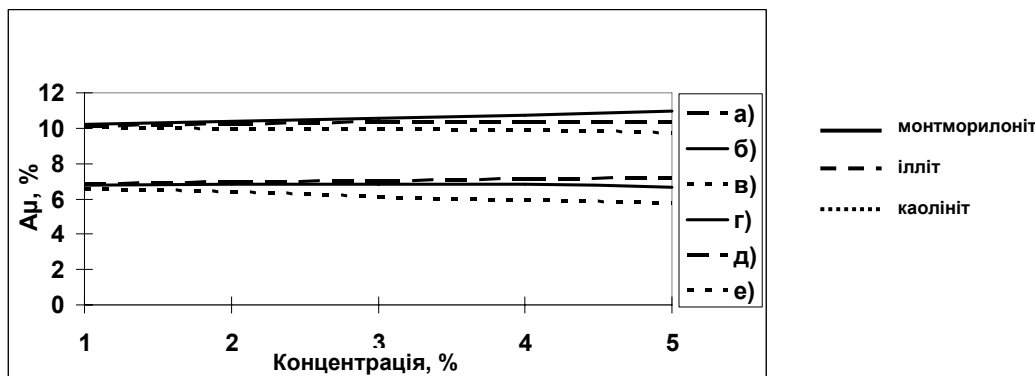


Рис. 1. Зміна інтегрального коефіцієнта анізотропії для моделі "вапняк доломітизований гранулярно-тріщинно-кавернозний": а), б), в) – водонасичений вапняк; г), д), е) – газонасичений вапняк

Величина даного параметру змінюється в залежності від концентрації глинистих мінералів. В газонасичених і водонасичених моделях, де глинисті включення представлені іллітом та каолінітом, значення коефіцієнта анізотропії поступово, плавно збільшуються. Для моделей, де включенням є монтморилоніт, характерним є зменшення коефіцієнта анізотропії, що зумовлено фізичними та структурними особливостями мінералу.

Під час математичного моделювання компоненти акустичного тензора μ_{11} , μ_{22} , μ_{33} , в основному, зростають при збільшенні концентрації глинистих мінералів. Діапазон змін значень для цього ж параметру становить:

о для моделі "вапняк гранулярно-тріщинуватий" газонасичений від 19,69 до 26,29;

о попередня модель, але з водонасиченням – 27,69 до 37,79;

о для моделі "вапняк доломітизований гранулярно-тріщинно-кавернозний" газонасичений значення коливаються в межах 29,84-37,04,

о попередня модель вапняка, але водонасиченого – 37,48-39,01.

При дослідженні структурних особливостей моделей проведений аналіз параметрів азимутальної анізотропії пружних хвиль, що представляються стереопроєкціями ізоліній вказівних поверхонь.

На стереопроєкціях кількісно і якісно відображаються вплив глинистості на структуру пустотного простору та флюїдонасичення глинистих порід в якості зміни в значеннях параметрів їх пружної анізотропії.

За результатами отриманих стереопроєкцій ізоліній пружних параметрів в залежності від типу та концентрації глинистого мінералу встановлено, що показові відмінності в структурних та кількісних характеристиках спостерігаються в більшості випадків для газонасичених моделей вапняка гранулярно-тріщинуватого. Як правило, тріщинуватість має більший вплив на структуру породи, ніж кавернозність, яка присутня в моделях "вапняк доломітизований гранулярно-тріщинно-кавернозний".

Як вище зазначалося, флюїдонасичення особливим чином впливає на зміни в структурних особливостях, які відображаються на стереопроєкціях. В даному випадку яскравим прикладом флюїда-визначника є газ.

Як приклад зміни структурних особливостей від типу та концентрації глин можна представити модель – вапняк гранулярно-тріщинуватий (включення – ілліт) газонасичений. Зміни найкраще проявляються в характері розповсюдження на стереопроєкціях кута відхилення вектора пружних зміщень від напрямку хвильової нормалі, значення якого коливаються в межах від 0 до 9,5 (рис. 2.).

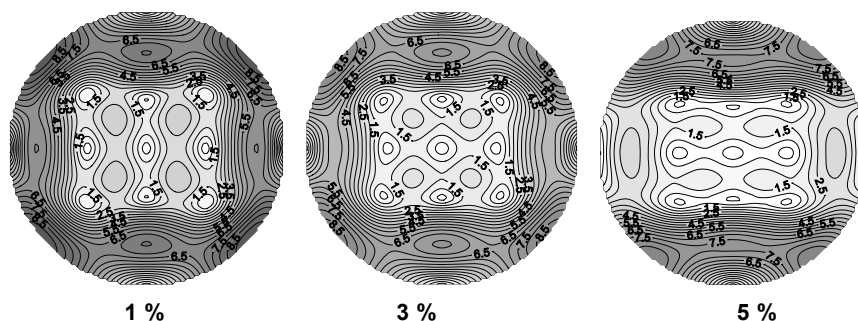


Рис. 2. Стереопроєкції ізоліній кута відхилення вектора пружних зміщень від напрямку хвильової нормалі для моделі "вапняк гранулярно-тріщинуватий, газонасичений"

В середньому швидкість квазіпоздовжньої хвилі для моделей "вапняк гранулярно-тріщинуватий водонасичений" змінюється від 4,0 км/с (включення – каолініт) до 4,9 км/с

(включення – ілліт); для газонасиченого – від 3,02-3,22 км/с до 3,44-3,68 км/с. Цей же параметр для моделей "вапняк доломітизований гранулярно-тріщинно-кавернозний водонасичений" коливається в межах 4,65-5,55 км/с (включення – монтморилоніт); а для вапняка

газонасиченого цей параметр коливається – від 3,8-3,9 км/с до 4,36-4,48 км/с.

Значення різниці між швидкостями "швидкої" та "повільної" квазіпоперечних хвиль для моделей тріщинуватого вапняку коливається від 0 до 0,58 км/с (включення – каолініт). В залежності від насичення моделі породи величини змінюються в наступних межах: вапняк газонасичений – 0 – 0,29-0,4 км/с; для моделей кавернозного вапняка зміна параметру спостерігається

ся від 0-0,02 до 0,4-0,46 км/с (включення – іллїт, каолініт); а для газонасиченого дещо значення менші – від 0 до 0,26 км/с. Даний параметр характеризує інтенсивність явища розщеплення поперечних хвиль вздовж заданого напрямку хвильової нормалі та, таким чином, анізотропність породи.

Один з найважливіших параметрів – диференціальний коефіцієнт пружної анізотропії, що характеризує наскільки анізотропія середовища відрізняється від найближчого до нього ізотропного середовища, змінюється для моделей вапняк тріщинуватий водонасичений від 0-1 % до 14 – 15,5 % (включення – каолініт), для цієї ж моделі, але газонасиченої – від 0 % до 11,5 %. Для моделей кавернозного водонасиченого вапняка діапазон зміни значень коефіцієнта пружної анізотропії становить від 0-1% до 13,5 % (включення – каолініт), а для газонасиченого – від 0 до 9,5 %.

Останній параметр пружної анізотропії – кут відхилення вектора пружних зміщень від напрямку хвильової нормалі на стереопроекціях моледей тріщинуватого водонасиченого вапняка змінюється від 0 до 10, для газонасиченого – від 0 до 8-11, а для моделей вапняка кавернозного водонасиченого і газонасиченого цей параметр коливається від 0 до 9,5.

Важливою характеристикою стереопроекцій ізоліній вказівних поверхонь є кількість та напрям (характер) розташування мінімумів та максимумів, що вказує на ступінь складності структури породи. Таким чином, можна сказати, що представлені моделі вапняка гранулярно-тріщинуватого і доломітизованого гранулярно-тріщинно-кавернозного досить добре відрізняються одна від одної. Доведено, що у зв'язку з більшим впливом тріщин в моделі 1, параметри пружної та акустичної анізотропії відрізняються більше у порівнянні з моделлю 2. На стереопроекціях спостерігаються осі симетрії мінімумів та максимумів (їх симетричне розташування). Визначено, що більш складну будову мають моделі "вапняка гранулярно-тріщинуватого газонасиченого", також певно виражені осі симетрії для моделей з включенням монтморилоніту обох видів флюїдонасичення.

УДК 550.831+550.838

Висновки. Таким чином, в роботі розроблено математичну модель складно-побудованого кавернозного колектора, яка характеризує карбонатні колектори Волино-Подільського регіону.

За результатами математичного моделювання встановлено:

- о за акустичними даними можливо кількісно і якісно встановити зміни в структурі пустотного простору, флюїдонасиченні, типи та концентрації глин в породи;

- о густина породи при водо- чи газонасиченості змінюється в залежності від типу та густини глин, що входять до її складу;

- о параметри акустичної та пружної анізотропії є індикаторами при подібних дослідженнях.

В результаті проведеного моделювання були досліджені акустичні та пружні характеристики запропонованих моделей в залежності від типу та концентрації включень, які були представлені глинистими мінералами (іллїт, каолініт, монтморилоніт) та пустотами різних форматів і флюїдонасичення.

Математичне моделювання є важливим етапом при обґрунтуванні математичних моделей, що використовуються при інтерпретації геофізичних даних для пошуків і розвідки нафто-, газо- та водонасичених порід-колекторів та будуть в подальшому використані для складання банку даних математичних моделей складно-побудованих карбонатних порід Волино-Поділля.

1. Клубова Т.Г. Глинистые коллекторы нефти и газа. -М., 1988.
2. Семенов М.Г. Введение в математическое моделирование,
3. Александров К.С., Продайвода Г.Т. Анизотропия упругих свойств минералов и горных пород. – Новосибирск, 2000.
4. Петрофізичні і літолого-петрографічні дослідження зразків керну порід девону і силуру Волино-Поділля // Вижва С.А., Безродна І.М. та ін. / Звіт, К., 2006.
5. Вижва С.А., Продайвода Г.Т., Безродна І.М. Петрофізичні дослідження як основа для розробки моделі структури пустотного простору складнопобудованих карбонатних порід-колекторів // Перспективи нарощування та збереження енергетичних ресурсів України: Зб. наук. пр. – Івано-Франківськ, – 2006. С.110-121.
6. Дахнов В.Н., Вендельштейн Б.Ю. Методическое руководство по изучению коллекторов со сложной структурой порового пространства методами промысловой геофизики. – М., 1981.

Надійшла до редколегії 02.12.09

А. Якимчик, канд. фіз.-мат. наук, О. Чорна, канд. фіз.-мат. наук

ПРО ПОБУДОВУ АНАЛІТИЧНИХ АПРОКСИМАЦІЙ ЕЛЕМЕНТІВ АНОМАЛЬНИХ ГРАВІТАЦІЙНИХ ПОЛІВ

(Рекомендовано членом редакційної колегії д-ром фіз.-мат. наук, проф. М.А. Якимчуком)

Коротко викладається метод побудови лінійних аналітичних апроксимацій в гравіметрії і магнітометрії. Обґрунтовується необхідність співробітництва з організаціями, що володіють потужною обчислювальною технікою, для розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь великої розмірності.

The method of linear analytical approximations construction in gravimetry and magnetometry is shortly set out. The necessity of collaboration with organizations which are owned computers of powerful facilities for solution of the systems of the linear algebraic equations of the big dimension is offered.

Вступ. З підвищенням точності інструментальних спостережень, а також різким збільшенням потужності комп'ютерів необхідна радикальна зміна інформаційних базисів – в гравіметрії, магнітометрії та геодезії. Ці базиси повинні складатися з трьох частин:

- а) банків первинних інструментальних даних;
- б) аналітичних апроксимацій первинних (оброблених введенням відповідних поправок) даних різного типу;
- в) картографічного зображення відповідних функцій – отриманого на основі попередньої побудови аналітичних апроксимацій [1].

Лінійні інтегральні апроксимації. Найбільш важливими являються лінійні інтегральні апроксимації

елементів аномальних потенціальних полів. Саме вони разом з даними первинних спостережень повинні складати основу нового інформаційного базису гравіметрії. Суть методу лінійних інтегральних зображень полягає в наступному. Нехай задано N величин $f_{i,\delta}$, $i = 1, 2, \dots, N$, при цьому

$$f_{i,\delta} = f_i + \delta f_i,$$

де f_i – значення корисного сигналу, а δf_i – значення похибки, і нехай величини f_i мають наступні інтегральні зображення