

УДК 550.348 : 553.981

М.І. Лебідь¹, В.І., Трегубенко¹, О.А. Марченко¹, Д.Є. Приходченко¹**ЗЕМЛЕТРУСИ ГАЗЛІ ЗАСТЕРІГАЮТЬ**

У раніше несейсмічному Каракумському газоносному басейні, на родовищі Газлі у 1976 та 1984 рр. сталися сильні землетруси. Слабші поштовхи тут продовжуються донині. Епіцентри зосереджені в межах брахіантикліналі родовища, переважно на її склепіннях. Ймовірніше всього, сейсмічні явища викликані інтенсивним відпрацюванням гігантських запасів газу із продуктивної товщі, яка залягала у специфічних геологічних умовах.

Рекомендовано окремі території на суходолі і акваторіях України для першочергового геолого-геофізичного вивчення (природоохоронного та пошукового напрямку).

Вступ

На газовому родовищі Газлі — Бухарська область Узбекистану — у 1976 й 1984 роках сталися сильні землетруси [5, 11, 21, 27, 34, 35]. За різними оцінками їхня магнітуда (М) досягла 7,0-7,3. Головні початкові поштовхи супроводжувалися слабшими афтершоками, котрі тривають донині. За весь час після першого землетрусу (на 1 липня 2006 р.) на родовищі і його безпосередніх околицях зареєстровано 195 землетрусів з М не менше 3,5. У перші 15 років пересічно за рік відбувалось по 11,2 таких землетруси, пізніше — по 1,94.

Раптові прояви сильної сейсмічності на раніше спокійній платформеній території “стали несподіваними подіями для сейсмологів” [27, с. 72]. Питання викликало жваві дискусії. Серед можливих причин сплеску сейсмічної активності на невеликій території тоді, очевидно, називали й розробку газового родовища. Відлунням тих дискусій і гіпотез є назва одного із розділів роботи [5]: “Тектонічний (?) землетрус 19 березня 1984 р. в Газлі”.

Підземні поштовхи тут тривають вже три десятиліття, і переважну їх більшість віднесено до нижньо- і середньокорових. У зв'язку з цим тектонічна природа землетрусів поступово набула загального визнання. Між тим, неупереджений ретроспективний аналіз їхніх особливостей дозволяє встановити вагомі аргументи на користь ідеї про тісний причинно-наслідковий зв'язок між сейсмічністю і розробкою родовища газу. Реальність такого варіанта не може бути байдужою для розвідників і нафтогазовидобувників України. Тому він і розглядається в нашому повідомленні.

Тектонічна позиція й геологічна будова родовища Газлі

У південно-східній частині Скіфсько-Туранської епігерцинської платформи розташовано кілька нафтогазоносних басейнів (НГБ). Безпосередньо

© М.І. Лебідь¹, В.І. Трегубенко¹, О.А. Марченко¹, Д.Є. Приходченко¹¹ — Український державний геологорозвідувальний інститут (УкрДГРІ)

на її південно-східному закінченні містяться Афгано-Таджицький НГБ; на північний захід від нього — Каракумський, а ще далі на північ і північний захід — Аральський та Південно-Мангишлацька область Середньо-Каспійського НГБ.

За розміром території і величиною запасів вуглеводнів (ВВ) одним з найбільших серед них є **Каракумський НГБ** [3, 4]. У роботі [11] його названо Амудар'їнською газонафтоносною провінцією, а у [7, 9] виділено лише тектонічну одиницю: Каракумська, або Середньо-Азіатська платформа. Попри певні термінологічні розбіжності, геологічна будова Каракумського НГБ тлумачиться однозначно. Для нього характерні дві основні особливості: наявність у розрізі трьох структурно-стратиграфічних поверхів та східчаста структура [в оригіналах — “ступенчатая”] поверхні нижнього з них — допермського складчастого фундаменту. Локально, у нешироких природломних прогинах фундамент перекритий утвореннями середнього поверху віком від пермі до початку середньої юри. Верхній структурно-стратиграфічний поверх утворює суцільний горизонтальношаруватий платформений чохол, складений породами від середньоюрських до четвертинних. У його тілі часто просліджуються пологі антиклінали платформеного типу, які наслідують виступи фундаменту — “відбита”, або “штампова” складчастість [3, 4, 7, 8, 9, 11, 16, 28].

З північного сходу й південного заходу НГБ обмежений складчастими спорудами, відповідно — герцинськими й альпійськими (рис. 1). Вздовж північно-східного краю басейну простежується **Бухаро-Хівінська нафтогазоносна область (НГО)** — східчасто-блоковий прогин північно-західного простягання. З боків він обмежений прямолінійними флексурно-розривними зонами. Така ж зона флексур і розривів ділить прогин НГО на дві паралельні сходи́ни [в оригіналі — “ступени”]: Бухарську на північному сході, Чарджоуську — на південному заході.

Поперечні флексу́ро-розломи другого порядку розділяють сходи́ни на тектонічні блоки або виступи. “Клавіші” цих виступів ускладнюють регіональний нахил поверхні фундаменту сходи́н із північного заходу на південний схід та з північного сходу на південний захід.

Бухарська сходи́на поділена на чотири блоки-виступи (з північного заходу на південний схід):

- Мешеклінський — фундамент на глибині 950 м;
- Газлійський — 1250 — 1300 м;
- Каганський — 1100 — 1500 м;
- Мубарецький — 1600 — 2000 м.

У першому із них родовищ ВВ немає, а другий — Газлійський розміром 100×60 км — є найбагатшим. В його чохлі є кілька антиклінальних структур, найбільшою із них (38×12 км, висота 240 м) є Газлійська брахіантукліналь субширотного простягання, яка вміщує однойменне родовище. Брахіантукліналь чітко асиметрична (рис. 2). Її північне пологіє крило (1,5–2°) у 6-7 разів ширше крутішого південного (4–15°). Крім того, південне крило ускладнене поздовжньою флексурно-розломною зоною. Антикліналь має два склепіння, розділені неглибокою сідловиною. Трохи більше й вище західне склепіння має стабільне субширотне простягання, а східне поступо-

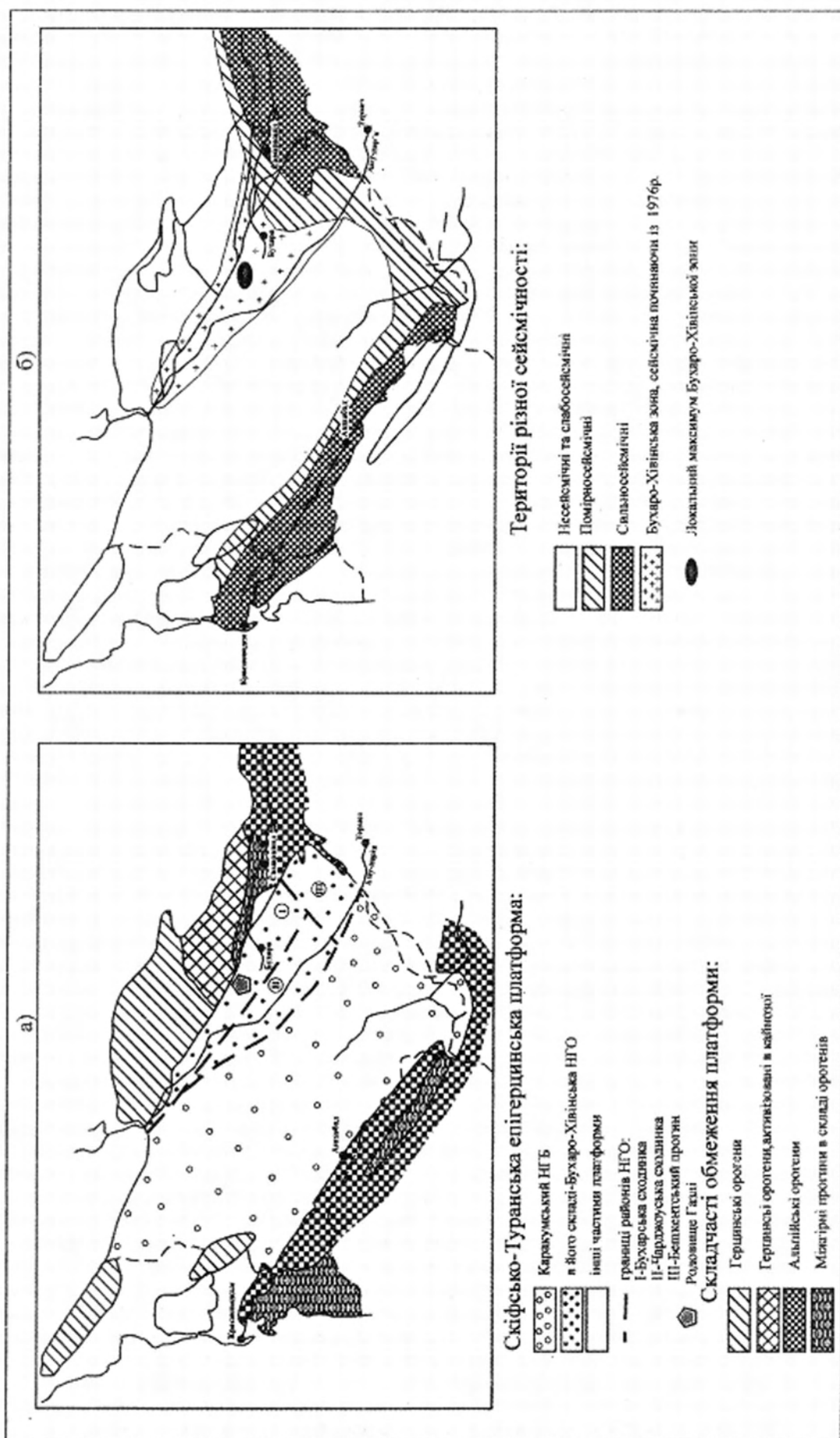


Рис. 1. Схема тектоніки (а) і сейсмічності (б) регіону
 Склали Лебідь М.І. Приходченко Д.С. за даними робіт [1,2,3,4,7,8,9,11,15,21,28,36,37]

во вигинається до діагонального, а місцями й субмеридіонального напрямку [7].

На родовищі у підосві чохла (тільки у пониженнях поверхні фундаменту) простежується переривчаста теригенно-карбонатна пачка юри товщиною до 93 м. Вище залягає піщаниста продуктивна товща крейдового віку потужністю до 650-750 м. Покришкою продуктивних утворень служить істотно глиниста товща верхів крейди, палеогену й неогену.

У розрізі газоносної крейдової товщі розвідано 6 продуктивних горизонтів з покладами ВВ. Найнижчий із них XIII (неоком-аптського віку) є газонафтовим, усі інші — газові із загальними початковими запасами 491,2 млрд. м³. Базальний флюїдоупор, що відділяє підосві покладів від поверхні фундаменту, має невелику товщину, до 80-150 м. Безпосередньо на ньому залягає власне газоносна товща (близько 550 м), складена переважно високопористими породами. Основні запаси газу зосереджені у найвищому IX горизонті (сеноман). Колектор горизонту зернистий високопористий. Його ефективна товщина \approx 100 м, висота 315 м, найменша глибина залягання покрівлі — близько 500 м.

За даними Каламкарова Л.В. [13] мінімальна глибина покрівлі газових покладів становила 330 м. Відкрита пористість в цілому 26-32 %. Продуктивність свердловин, які розкрили верхні продуктивні горизонти, була надзвичайно високою, їхні робочі дебіти досягали 1 млн. м³ за добу.

Родовище відкрите у 1956 р., розробляється з 1961 р. За даними [11,4,19] до землетрусу 1976 р. було добуто 42-45 % запасів газу; 1984 р. — 83-85 %, зараз запаси родовища вже практично вичерпані.

Сейсмічність родовища і регіону

Недостатньо досконалий облік землетрусів у Середній Азії започатковано на межі XIX і XX століть. Перші дуже сильні поштовхи зареєстровано у 1902 р. (Ферганська долина, м. Андижан) та у 1907 р. (південні схили Гісарського хребта). Їхня M та глибина невідомі, сила кожного за 12-ти бальною шкалою оцінена у 9 балів, загинули тисячі людей [15]. Пізніше, до кінця 1959 р. на півдні і південному сході Середньої Азії сталося 15 землетрусів з M не менше 6,2. Тому на картах сейсмічного районування території СРСР як один із найбільших і найнебезпечніших показано сейсмічний пояс півдня Середньої Азії: Небіт-даг та після деякої перерви Памір, Тянь-Шань і Джунгарський Алатау.

Систематична реєстрація землетрусів за даними мережі сейсмостанцій здійснюється в Середній Азії від початку 1963 р. Тепер до каталогу [35] заносять усі землетруси з M не менше 3,5 і для кожного із них обчислено п'ять обов'язкових параметрів: час події, широта і довгота епіцентру, магнітуда й глибина гіпоцентру. За весь час і примітивних, і інструментальних спостережень у межах регіону Газлі, що включає центр та північний схід Каракумського НГБ і прилеглу частину герцинід системи Урал — Тянь-Шань, не було зареєстровано жодного землетрусу. Відповідно, на картах сейсморайонування, складених до 1976 р., регіон показано знаком найспокійніших територій — нерозчленовані несейсмічні та слабо сейсмічні [2, 15].

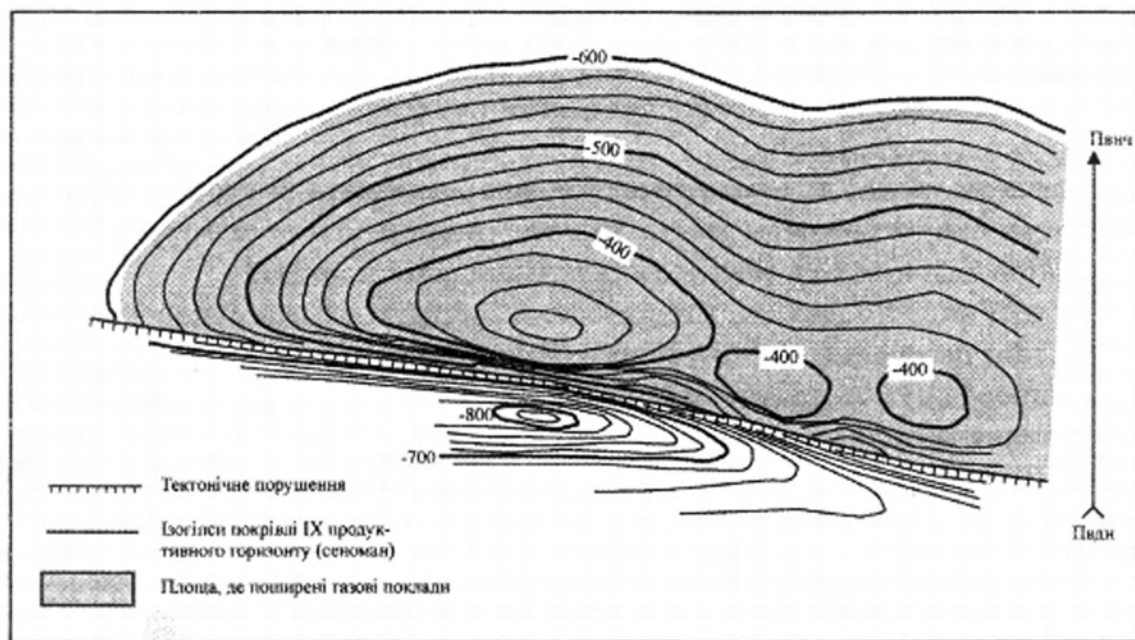


Рис. 2. Схема родовища Газлі (7)

Лише на його південно-східному закінченні, за долиною нижньої течії Зерафшану (біля 150 км від родовища) розпочинається зона впливу згаданого високосейсмічного поясу. Правомірність такого сейсмічного районування знаходить незалежне підтвердження на картах неотектоніки, побудованих останнім часом [21, с. 312, 315, 319-329]. Тож не дивно, що події 1976-1984 рр. стали повною несподіванкою.

На пізніших картах [11, 36] у регіоні Газлі зображено зону помірно високої сейсмічності як лінійну апофізу від основного поясу з локальним максимумом безпосередньо на родовищі. На карті Смітсонівського інституту [37] зона-апофіза взагалі не читається; добре видно лише чітку пляму землетрусів родовища, дуже схожу на плями полігонів з випробування ядерної зброї (Семіпалатинськ, Лобнор), зображені тут же. Концентрація землетрусів на велетенському газовому родовищі (у стані інтенсивної експлуатації) та відсутність ознак контролю епіцентрів лінійними тектонічними структурами є *специфічними особливостями Газлійських землетрусів*. Саме вони підкреслюють велику різницю між землетрусами Газлі з одного боку і природними тектонічними — з іншого. Останні завжди так тісно пов'язані з розломами, що їхні основні поняття неможливо дати без посилання на розривні порушення літосфери. Характерна також чітка кореляція сейсмічності з геологічними структурами кожної території.

“Землетруси — коливання (струси) поверхні і надр Землі, викликані в основному раптово швидким *переміщенням крил* наявних (або тих, що виникають заново) *тектонічних розломів*.”

За даними спостережень сейсмічних станцій визначають те місце (*точку*), де почалося розпорювання розлому.... Цю точку називають *гіпоцентром землетрусу*” [11].

Так само чітко пишуть автори узагальнюючої роботи, побудованої на великому фактичному матеріалі [1]: “Осередки великих землетрусів розміщуються на активних геологічних розривах; *параметри осередків... повністю*

відповідають аналогічним параметрам геологічних розривів, які їх породили, і загальному напрямку тектонічних рухів. Останні лишаються незмінними в часі, що відображає тривалий тектонічний процес формування відповідних геологічних структур.

Осередки великих землетрусів у зонах розломів... контролюються геологічними структурами, а також чітким *стабільним у часі групуванням епіцентрів* слабких поштовхів, форшоків та афтершоків.”

Отже, навіть загальні особливості землетрусів Газлі суперечать гіпотезі їхнього природного тектонічного походження. Більше схоже на те, що вони супроводжують процес руйнування локальної структури родовища.

Обидва ініціальні землетруси сталися навесні (8 квітня 1976 р. і 19 березня 1984 р.) у формі подвійних ударів з M 7,0-6,2 та 6,5-5,1 (відповідно) через 11,3 і 15,4 хвилини [35]. За даними інших джерел [5, 11, 21, 34] M саме цих початкових землетрусів сягала 7,2-7,3. Крім них, було ще два сильні поодинокі поштовхи з $M=7,0$ (17 травня 1976 р.) і $M=6,0$ (6 червня 1978 р.). Інші 189 землетрусів були значно слабшими, їхня середня $M=4,48$, максимальна — 5,5.

За кількістю землетрусів 1976 та 1984 роки виділяються ще чіткіше. Вона перевищує середню річну за весь час (30,25 років) у 20 та 18 разів, а за останні 15,5 років — у 31 та 27 разів. На протязі кожного активного року сейсмічність району родовища стрімко зменшується. У перші два місяці відбувається понад 80% землетрусів, а вже через 8-9 місяців істотні струси взагалі припиняються (табл. 1). Подвійну чітку асиметрію розподілу землетрусів у часі слід вважати ще одним свідченням локальності геологічної структури, яка контролює їх утворення.

Таблиця 1

Помісячний розподіл кількості землетрусів двох найактивніших років (у % від річної кількості)

Роки	МІСЯЦІ												Разом
	I*	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1976	50,00	31,67	,00	,33	,33	1,67	3,33	1,67	—	—	—	—	100,00
1984	76,92	5,77	—	3,85	3,85	3,85	1,92	1,92	1,92	—	—	—	100,00
Середнє за два роки	63,46	18,72	2,50	3,59	3,59	2,76	2,62	1,80	0,96	—	—	—	100,00

*Початок першого місяця — день першого землетрусу. 1976-8 квітня, 1984 — 19 березня, відповідно кожен наступний місяць починається з 8 або 19 числа.

Прямим доказом цього можна вважати розподіл епіцентрів усіх землетрусів по латералі — рис. 3. Оскільки координати родовища невідомі, на рисунку наведено тільки його приблизне положення, встановлене за даними дрібномасштабних і недостатньо точних карт [3, 4, 7, 9, 11, 15 та ін.]. Просторове співпадіння землетрусів і родовища, на нашу думку, краще доводять найбільше насичені землетрусами ділянки, які ми назвали *епіцентральними областями*. Зіставляючи рис. 2 і 3, бачимо що:

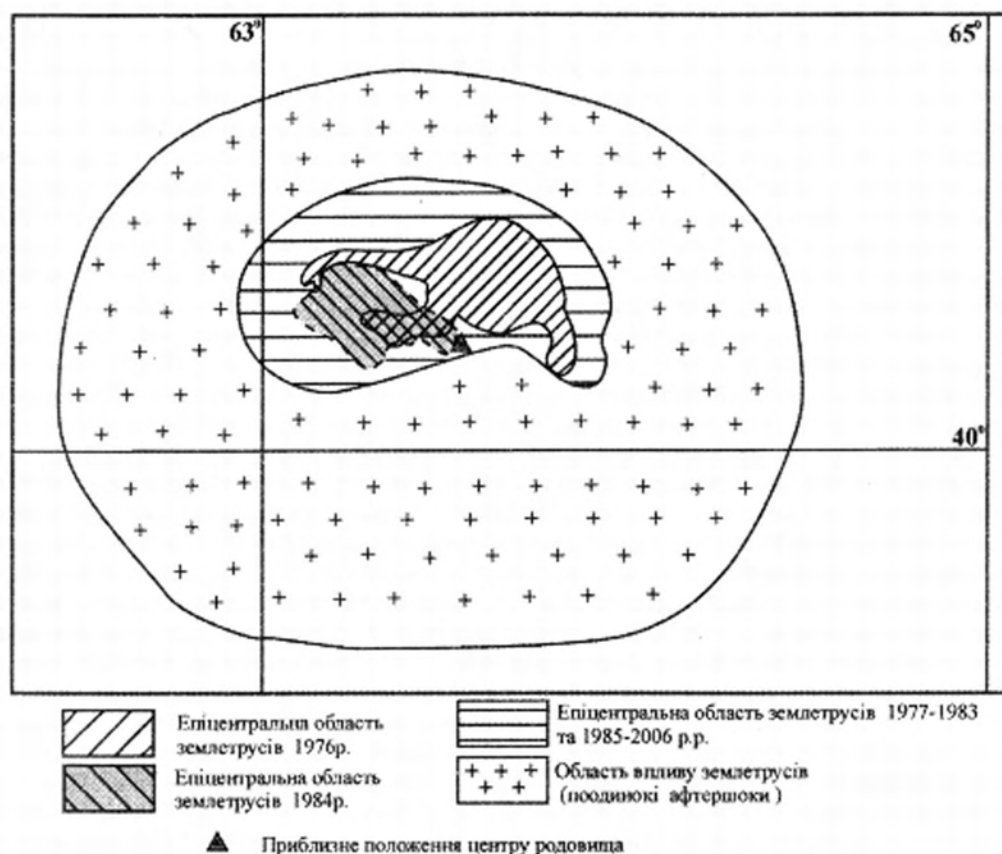


Рис. 3. План епіцентральної території Газлійських землетрусів
Склали Лебідь М.І. Приходченко Д.С. за даними робіт [35]

— у 1976 р. землетруси зосереджені на східному склепінні та східних окраїнах західного (50 подій із 60 річних); можна думати, що до 1976 р. тут видобували найбільше газу;

— більша частина землетрусів 1984 р. (34 із 52) розташована на решті території західного склепіння; мабуть, після подій 1976 р. сюди перемістився центр видобування газу;

— землетруси решти 28 років:

— “добивають” обидва склепіння (35 із 85);

— руйнують решту території брахіантикліналі (32 із 85);

— частково проникають на околиці родовища (16 із 85).

Вважаємо ці висновки очевидними і переконливими. Але використані тут числові параметри є недостатньо точними. Вони не враховують силу поштовхів, а головне — суттєво різні тривалість періодів спостережень та розміри площ окремих територій. Тому для об’єктивної характеристики кожної території у будь-який період часу ми обчислили питому річну суму магнітуд — суму M усіх зареєстрованих землетрусів, перераховану пересічно на 1 рік і на кожні 100 кв. км території. Результати обчислень для окремих частин і всього регіону (між паралелями + 38,8 ? та + 43,0 ? і меридіанами + 59 ? та 66 ?) наведено в табл. 2. Попри свій локальний характер, Газлійські землетруси вплинули на оцінку сейсмічності всього регіону. У 1976 та 1984 рр. вона перевищила фонову сейсмічність (середню багаторічну) на порядок. Активність основної епіцентральної області, тобто тери-

торії обох склепінь родовища, набагато більша від середньої сейсмічності всього регіону: 1976 р. — у 2834 рази; 1984 р. — у 1628 разів; за весь час спостережень — у 1335 разів. З віддаленням від склепінь сейсмічність площ значно зменшується, але вплив родовища зберігається. За весь час сейсмічність крайових частин родовища перевищує фонову у 292 рази; околиць родовища — у 21 раз; південно-східного природно-сейсмічного району — у 14 разів. На основній території землетруси спостерігалися тільки після 1 квітня 1976 р. і переважно в місцях, які можна вважати *далекими околицями родовища*. В такому разі майже всю сейсмічність регіону можна вважати відлунням землетрусів Газлі.

Таблиця 2

Сейсмічність районів Газлійського регіону у різні періоди ХХ ст. (питома річна сума магнітуд зареєстрованих землетрусів)

Період спостережень	Родовище Газлі, епіцентральної області землетрусів, що сталися:		Віддалені околиці родовища-зона впливу Газлійських землетрусів	Сейсмоактивний південний схід регіону	Інші частини регіону	Пересічно на всю територію
	У 1976 та 1984 рр.	У 1977-83 рр. та 1985-2006 рр.				
1963—1975	—	—	—	0,004064	—	0,000029
1976	28,024242	1,852632	1,23556	—	—	0,009887
1977—1983	1,097403	0,036842	0,12286	0,060293	0,001922	0,001126
1984	15,027273	2,242105	2,42000	0,024103	0,001940	0,009232
1985—1990	0,675757	0,588596	0,28556	—	0,000302	0,000860
1991—2006	0,173607	0,233616	0,13118	0,001323	0,000324	0,000340
1963—2006	1,160293	0,253842	0,18284	0,011966	0,000511	0,000869

Така надто локальна концентрація газлійських землетрусів могла утворитися лише під дією сил вертикального напрямку. Аргументи на користь цієї версії були викладені при аналізі безпосередніх макросейсмічних спостережень, а землетрусу 17 травня 1976р. — і інструментальних [21, 34]. Сила поштовхів досягла 9 — 10 балів за 12-ти бальною шкалою. В епіцентрах таких сильних струсів найхарактернішими первинними дислокаціями є достатньо довгі сейсморозриви на поверхні ґрунту. А тут їх не було. Замість цього спостерігались численні вібраційні тріщини розтягування, через які місцями на поверхню було викинуто уламки щільніших порід. Мали місце грифони та структури розмочування ґрунтів. Випадково 17 травня 1976 р. спостерігачі бачили стовп пилу висотою до 15–20 м (скоріше всього газово-пилової суміші). Навіть в умовах зовсім слабкої забудованості території знайдено випадок, коли одна споруда зруйнована, а сусідні практично неушкоджені.

Особливістю сейсмічного впливу землетрусу 17 травня є висока інтенсивність короткоперіодних, особливо вертикальних коливань. Прискорення вертикальних, коливань та їх тривалість були вдвоє більшими від горизонтальних.

Обчислення, виконані на матеріалах віддалених сейсмостанцій, не встановили зони активного регіонального розлому, який би породжував землетруси. В ході обчислень виділяють розломи невеликої довжини, які зміню-

ють своє простягання під час наступних поштовхів. Розлом ніби обертається в просторі, утворюючи замість лінії сейсмоактивний блок [21, 27, 34].

Висновки і пропозиції

Всі особливості газлійських землетрусів стають логічними і зрозумілими, якщо припустити, що вони виникали внаслідок сильних вертикальних ударів, завданих падінням великих мас продуктивної товщі, ослабленої інтенсивним відбором газу. Недостатньо захищена поверхня фундаменту разом із ще вцілілими газонасиченими пластами зазнала інтенсивних вертикальних коливань, які зумовили також появу ударів знизу — уверх. Можливість такого варіанту не може спростувати інформація про значні глибини гіпоцентрів. При цьому реальна глибина гіпоцентрів лишається невідомою, бо розрахунки [35] було виконано для стандартної моделі гіпоцентру — як місця початку розпорювання розлому земної кори.

Коливання в тілі фундаменту проникали й на глибину. У такому разі гіпоцентром землетрусу слід вважати не місце удару, а геометричний центр того об'єму надр, який зазнав істотних коливань. Приблизно такому об'єму відповідає описаний в літературі високомагнітудний сейсмоактивний блок [21], або об'єм, в якому зосереджені гіпотетичні активні розломи різних напрямів [27, 34].

Через структурну неоднорідність складчастого фундаменту його хвильове поле завжди є анізотропним. Просторова орієнтація анізотропії залежить від місця удару, і тому у кожного землетрусу вона своя. Саме цим пояснюється обертання площин віртуальних розломів, які виділяються у процесі сейсмологічних розрахунків.

На користь запропонованої моделі свідчить і той факт, що за розподілом гіпоцентрів на глибину газлійські землетруси подібні до землетрусів на полігоні Лобнор (зумовлених вибухами на глибині не більше 1 км) — табл. 3. Координати полігону прийнято за даними роботи [14].

Таблиця 3

Розподіл гіпоцентрів землетрусів на глибину — % від загальної кількості (за даними каталогу 35)

Інтервали глибин, км	Землетруси Газлі	Землетруси від вибухів на полігоні Лобнор
<5	—	2,94
≥ 5 <10	—	—
≥ 10 <15	14,36	20,59
≥ 15 <20	1,54	—
≥ 20 <25	0,51	11,77
≥ 25 <30	2,57	2,94
≥ 30 <35	77,95	50,00
≥ 35 <40	2,05	5,88
≥ 40 <45	0,51	2,94
≥ 45 <50	0,51	—
≥ 50 <55	—	2,94
Разом	100,00	100,00

Звичайно отримані результати мають стохастичний характер, як і більшість ідей щодо надр. Але отримана сума інформації дозволяє з високою ймовірністю стверджувати: газлізькі землетруси викликані надто прискореним видобуванням газу. Критичні умови спричинили своєрідні геологічні особливості родовища:

- величезні запаси газу на невеликій глибині;
- неглибоке залягання поверхні фундаменту;
- велика товщина та висока пористість продуктивних горизонтів;
- недостатня літифікація порід осадового чохла через молодий вік і малу глибину залягання.

Можливість відкриття родовища з подібними параметрами на українських суходолах сумнівна. Але на слабо вивчених акваторіях сюрпризи можливі. У ХХІ столітті розвідка й видобуток ВВ опускатимуться все глибше. Об'єктом успішних робіт стануть найглибші частини чорноморського шельфу та континентальний схил.

Саме в такому разі останці Південнокримського шельфу і його континентального схилу вимагають особливої уваги. Численні обґрунтовані публікації свідчать як про високі потенційні перспективи цієї території, так і про її надзвичайно високу вразливість, геологічну і ландшафтну нестійкість [6, 10, 12, 19, 22-26; 29-33 та багато інших]. Навіть незначні втручання людини в надра спроможні викликати аварійні ситуації, зокрема — збільшення руйнівних можливостей слабких землетрусів ($M \approx 3,5$). Тут навіть зовсім слабкий поштовх газлізького типу може призвести до непередбачуваних наслідків. Було б доцільно законодавчо заборонити втручання людини у надра частини Чорного моря: приблизно від Фороського виступу, який є південно-східним продовженням Ломоносівського підводного масиву [6], до траверзу мису Меганом (а може й Чауда). Для конкретизації меж забороненої зони та розробки рекомендацій з режиму її використання необхідно найближчим часом виконати спеціальні геолого-геофізичні дослідження.

Навіть і в умовах запропонованого виключення вищезгаданих територій перспективи нафтогазоносності Азово-Чорноморського регіону залишаються високими, але взяти їх дуже непросто [17] і скоріше всього — тільки в наступні десятиліття. Зараз геологорозвідувальні і науково-дослідні роботи необхідно зосередити у Східному та Західному нафтогазоносних регіонах України, де є всі необхідні передумови для істотного збільшення залишкових видобувних запасів ВВ [17, 18].

Для України, не менше ніж для Росії, справедливе твердження колишнього міністра геології СРСР Є.О. Козловського: “Закінчується не нафта, а ідеї, виходячи з яких її шукають”. Тільки через постійну відсутність в Україні науково-дослідних робіт найраннішої (розробка й дослідження ідей) та ранньої стадій — безпосередній регіональний прогноз — сьогодні у державному балансі запасів ВВ маємо те, що маємо.

1. Балакина Л.М., Москвина А.Г. Сейсмогенные зоны Закаспия — характеристики очагов крупнейших землетрясений. 1. Ашхабадское землетрясение // Физика Земли. — 2005. — № 10. — С. 5-29.

2. БСЭ, второе издание.— М.: Изд. Бол.Сов. Энциклопедия, Том 16, 1952 — С. 664-665; Том 38, 1956 — С. 384.
3. Брод О.И., Васильев В.Г., Высоцкий И.В. и др. Нефтегазоносные бассейны земного шара.— М.: Недра, 1965 г.— 598 с.
4. Бурштар М.С., Львов М.С. География и геология нефти и газа СССР и зарубежных стран. Справочная книга.— М.: Недра, 1979.— 365 с.
5. Войтов Г.И. Мониторинг радона атмосферы подпочв сейсмически активной Средней Азии // Физика Земли, 1998.— № 1 — С.27-37.
6. Газовый вулканизм Черного моря. Главн. ред. Шнюков Е.Ф.— К.: ОМГОР НАНУ, 2004.— 136 с.
7. Газовые месторождения СССР. Под ред. Васильева В.Г.— Л.-д.: Гостоптехиздат, 1961.— 784 с.
8. Геологическое строение СССР. Том II — Тектоника. Ответ. ред. Спизарский Т.М.— М.: Недра, 1968.— 533 с.
9. Геология нефти. Справочник. Том 2, книга 1 — Нефтяные месторождения СССР. Ред. Васильев В.Г.— М.: Недра, 1968.— 763 с.
10. Гожик П.Ф., Шелкопляс В.Н. Рельеф шельфа Горного Крыма и Керченского полуострова // Геол. журнал, 2003.— № 1.— С. 28-33.
11. Горная энциклопедия. Главн. ред. Козловский Е.А. М.: Сов. энциклопедия.— Том 1, 1984.— С. 113-114; 240- 241; 478; 511. Том 2, 1986.— С.-367-370; Том, 5 1991. с. 48-49; 200-206; 241-248.
12. Довгий С.А., Гайдук О.В., Шнюков Е.Ф., Старостенко В.И., Гожик П.Ф. и др. Прикладные геолого-геофизические исследования по маршрутам проектируемых подводных линий связи в Черном море // Геофиз. журнал, 2003.— 25.— №2.— С. 3-7.
13. Каламбаров Л.В. Нефтегазоносные провинции и области России и сопредельных стран. М. Изд. "Нефть и газ" —2005 — 576 с.
14. Копничев Ю.Ф., Шепелев О.М., Соколова И.М. Исследования по сейсмическому распознаванию ядерных взрывов на полигоне Лобнор //Физика Земли, 2001.— №12.— С. 64-77.
15. Краткая географическая энциклопедия. Главн. ред. Григорьев А.А.— М.: Сов. энциклопедия. Том 2, 1961.— С. 53. Том 5, 1966.— С. 301.
16. Лазько Е.М. Региональная геология СССР. Том II — Азиатская часть.— М.: Недра, 1975.— С. 247-262.
17. Лебідь М.І., Трегубенко В.І. Напрями прогнозних і пошукових робіт у Східному нафтогазоносному регіоні України (спроба використання хімізму пластових вод як чинника районування та прогнозу) // Геолог України, 2006.— № 2.— С.63-76.
18. Лебідь М.І., Трегубенко В.І. Про вуглеводні в кристалічних породах // Геолог України, 2006.— № 3.— (друкується).
19. Лукин А.Е. Изотопно-геохимические индикаторы углекислой и углеводородной дегазации в Азово-Черноморском регионе // Геол. журнал, 2003 — №1.— С. 59-73.
20. Минерально-сырьевые ресурсы Узбекистана. Часть 2.— Ташкент: изд. Фан, 1977.— С. 7-23.
21. Новейшая тектоника, геодинамика и сейсмичность Северной Евразии. Под ред. Грачева А.Ф.— М.: Изд. Пробел, 2000.— 487 с.
22. Павлюк М.І., Савчак О.З., Скорик А.М. Неотектонічні порухи Азово-Чорноморського регіону // Тези доповідей VI Міжнародної конференції "Крим — 2005".— Сімферополь, 2005.— С. 209-211.
23. Пасынкова Л.А. Региональная оценка геодинамической устойчивости ландшафтов континентального склона Черного моря // Геофизич. журнал, 2003.— № 1.— С. 80-85.
24. Пасынкова Л.А. Тектонические процессы и ландшафтообразование на континентальном склоне Черного моря // Геофизич. журнал, 2003.— 25.— № 2.—С. 148-152.

25. Паталаха Е.И., Гончар В.В., Трофименко Г.Л. Своеобразие современного состояния и геодинамики Западной и Восточной котловин Черного моря // Геол. журнал, 1997.— № 3-4.— С. 145-151.

26. Паталаха Е.И., Гончар В.В., Трегубенко В.И. Новый взгляд на современный орогенез Горного Крыма: механизм процесса // Геол. журнал, 2003.— № 1.— С. 118-126.

27. Турунтаев С.Б., Горбунова И.В. О характере множественного разрушения в очаговой области Газлийских землетрясений // Физика Земли, 1989.— № 6.— С. 72-78.

28. Хаин В.Е. Региональная геотектоника. Внеальпийская Европа и Западная Азия.— М.: Недра, 1977.— 359 с.

29. Харитонов О.М., Кутас Р.И. Структура литосферы и сейсмичность Черноморского бассейна / Геодинамика Крымско-Черноморского региона.— Симферополь, 1997.— С. 52-53.

30. Шнюков Е.Ф., Щербаков И.Б., Шнюкова Е.Е. Палеоостровная дуга севера Черного моря. К.: ОМГОР НАНУ, 1997.— 287 с.

31. Шнюков Е.Ф., Старостенко В.И., Гожик П.Ф. 57-й рейс НИС "Профессор Водяницкий" // Геол. журнал, 2003.— №1.— С. 7-8.

32. Шнюков Е.Ф., Иванников А.В., Иноземцев Ю.И. и др. Литолого-стратиграфическая характеристика донных отложений Крымского шельфа и глубоководной части Черного моря. Там же — С. 9-23.

33. Шнюков Е.Ф., Пасынков А.А., Клещенко С.А., Кутний В.А. Крупнейший газовый фонтан Черноморской впадины // Геофизич. журнал, 2003.— 25.— № 2.— С. 170-176.

34. Штейнберг В.В., Иванова Т.Г., Грайзер В.М. Землетрясение в Газли 17 мая 1976 г. // Физика Земли, 1980.— № 3.— С. 3-17.

35. Composite Earthquake Catalog. <http://quake.geo.berkeley.edu/cnss/caalog-search.html/>

36. Global seismic hazard map/ 1999 — <http://seismohazard.qz-potsdam.de/projects/en/schape.html>.

37. this dynamic Planet. Volcanoes, Earthquakes and plate Tectonics. USA. Smittsonian Institution. 1989.

В несейсмическом ранее Каракумском газоносном бассейне, в 1976 и 1984 гг. на месторождении Газли произошли сильные землетрясения. Более слабые толчки продолжаются здесь до сих пор. Эпицентры сосредоточены в пределах брахиантиклинали месторождения, преимущественно на ее сводах. Вероятнее всего, сейсмические явления вызваны интенсивной обработкой гигантских запасов газа из продуктивной толщи, залегающей в специфических геологических условиях.

Рекомендованы отдельные территории на суше и акваториях Украины для первоочередного геолого-геофизического изучения (природоохранного и поискового направления).

Within the Kara Kum gas bearing basin, where there were no seismic events earlier, the strong earthquakes took place at the Gazly field in 1976 and 1984. More moderate shocks are taking place till now. Epicenters are placing within the brachy-anticline of the field mainly at it vaults. Most probably the seismic events are caused by intensive exploitation of huge gas deposits which occur in specific geological conditions.

Some territories within the land and water areas of the Ukraine are advised for the first and foremost geologic-geophysical investigations (for certain and environmental protection).