

утворення крейди-палеогену Покутсько-Буковинських Карпат та алохтону верхньої крейди Скибової зони Берегових Карпат. У межах родовища є три поклади нафти – юрський, крейдовий та палеогеновий.

На території Лопушнянської підзони під покривом Покутсько-Буковинських складок на глибинах 3,5–5,0 км по відбиваючих горизонтах у мезозойських відкладах вимальовуються аналогічні Лопушнянській горстоподібні структури складної будови зі значною кількістю поперечних та поздовжніх розривів. Тут можна прогнозувати тектонічно екрановані поклади на горстоподібних підняттях та монокліналях, важливим фактором для цього є північно-східний боковий екран у вигляді грабену, вивпненого непроникними породами.

Таким чином, різноманітність умов газонафтонакопичення в межах окремих підзон Більче-Волицького НГР зумовила наявність на їх території неантиклінальних пасток різних генетичних типів – структурних та літологічних. Перший з них об'єднує дві групи покладів – на горстоподібних структурах та на монокліналях. Серед літологічних можна виділити групи з літологічно обмеженими та літологічно екранованими покладами.

Врахування особливостей геологічної будови кожної з підзон дає можливість зі значною часткою ймовірності прогнозувати поширення на досліджуваній території відповідних пасток та приурочених до них покладів.

Література

1. Атлас родовищ нафти і газу України. Західний нафтогазоносний регіон. - Львів, 1998, т.4. – 328 с.

УДК 550.34+550.36+551.24

ГЛИБИННІ ПАСТКОВО-КОЛЕКТОРСЬКІ ТЕКТОНІЧНІ СТРУКТУРИ В ЛІТОСФЕРІ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ: ПРИРОДА, ПОХОДЖЕННЯ І ПЕРСПЕКТИВНІ РЕСУРСИ

А.В.Назаревич¹, Л.Є.Назаревич²

¹Карпатське відділення Інституту геофізики ім. С.І.Субботіна НАНУ
79053, м. Львів, вул. Наукова, 3-б, тел./факс.: (0322) 64-85-63),
E-mail: nazarevych_a@cb-igph.lviv.ua

²Карпатська дослідно-методична геофізична партія ІГФ НАНУ
79053, м. Львів, вул. Наукова, 3-б, тел./факс.: (0322) 64-85-63),
E-mail: nazarevych_a@cb-igph.lviv.ua

На основе комплексного анализа геофизических данных о строении и геодинамике тектоносферы Карпатского региона Украины (данных глубинного сейсмического зондирования (ГСЗ) и сейсмологии, геотермии, геоэлектрики, тектонофизики, гравиметрии и других геофизических методов) и из привлечения геологических, геодезических и геоморфологических данных определена природа и происхождение разных глубинных тектонических структур в литосфере региона, в частности подзон сниженных скоростей в коре Закарпатья и разноглубинных поднадвижных структур в Карпатах. Глубинные структуры в Карпатах проинтерпретированы, как структуры надвижного (на глубинах 8-14 км.) и подсдвигового (на глубинах 16-65 км.) происхождения, их генезис объяснены с точки зрения реологии и геомеханики. Подзону сниженных скоростей в “базальтах” коры Закарпатья проинтерпретировано, как подзону повышенной (вследствие значительно повышенных глубинных температур, вызванных высоким мантийным тепловым потоком) термопластичности пород. В отличие от нее, подзона в “гранитах” определена, как высокотрецинуватая по своей природе, разуплотненная и флюидонасыщенная подзона, ее наличие вызвано постоянной тектонической нагрузкой на фоне перехода от повышенных глубинных температур и соответственно сравнительно пластических пород к низшим температурам, а более жестких к рыхлым породам. Приведен анализ подзоны в “гранитах” и связанных с ней генетически и тектонически глубинных поднадвиженных структур Карпат как источника геотермической энергии, источника золотополиметаллических соединений, редкоземельных и других ценных элементов, как зоны вероятных ловушек углеводородов, а также,

как ключевой зоны в местном сейсмотектоническом процессе, благодаря регулированию порового давления флюидов, в которой можно управлять сейсмическим режимом территории и предотвращать разрушительные землетрясения или уменьшать их отрицательные последствия.

A complex analysis of data on the structure and geodynamics of the Ukrainian Carpathian region lithosphere has been conducted. On the basis of the comparison of DSS and seismology data with geothermal, geoelectric, tectonophysical, gravimetric ones and by introducing geological, geodetic and geomorphological data, the nature and origin of deep tectonic structures in regional lithosphere, separately subzones of velocity decrease in the core of Transcarpathians and under-approaching more deeper structures in Carpathians have been determined. Deep structures in Carpathians have been determined as a structures of approaching (in the depth 8-14 km.) and palming off (in the depth 16-65 km.) origin, their genesis have been explained with a help of reology and geomecanics. It was shown that a subzone in "basalts" is a subzone of increased (due to considerably increased depth temperatures, caused by a high mantle heat flow) rock thermoelasticity. Unlike it, the subzone in "granites" is by it's nature highly fracturing disconsolidating fluidosaturated zone, caused by a constant tectonic loading on the background of transition from hish depth temperatures and correspondingly relatively elastic rocks to lower temperatures and hence more risid and brittle rocks. The analysis is presented of a subzone in "granites" and connected with genesis and tectonic under-approaching deep structures of Carpathians as a source of geothermal energy, source of goldpolymetal compounds, rarely occuring and other valuable elements, as a zone of a probable carbon trap and also as a key zone in local seismotectonic processes in which due to fluid pore stress regulation the seismic territory regime can be controlled and destructive earthquakes can be prevented or their negative consequences can be reduced.

Вступ

Геодинамічні та сейсмопрогностичні дослідження в Карпатському регіоні України і зокрема, на Закарпатті ведуться львівськими геофізиками (зараз Карпатське відділення Інституту геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України (КВ ІГФ) м. Львів, вул. Наукова 3-б) вже понад 35 років, з застосуванням різних геофізичних методів (сейсмічних, геоакустичних, магнітометричних, геоелектричних). Геодинаміка і сейсмотектонічний процес в регіоні вивчаються шляхом проведення неперервних моніторингових спостережень на мережі з 13 режимних геофізичних станцій, а також застосовуються методики повторних профільних і площинних зйомок. Сейсмологічні спостереження проводяться на 12-ти станціях, магнітометричні – на 5-ти (а також повторні зйомки на кількох профілях і площах в Закарпатті та Карпатах), магнітоваріаційні – на 2-х, деформографічні – на 2-х, на 5-ти ведуться метеоспостереження. На окремих станціях і в спеціальних пунктах проводилися і проводяться зараз дослідні та режимні параметричні сейсмогеоакустичні, акустоємісійні, мікросейсмічні, геоелектричні, нахиломірні і геотермічні спостереження.

У проведених досліджень в регіоні також беруть участь співробітники Інституту геофізики (м. Київ (сейсмологічні, геотермічні, радіологічні та інші методи)), Полтавської гравіметричної обсерваторії ІГФ (м. Полтава (нахиломірні дослідження)), Львівського філіалу Інституту космічних досліджень (м. Львів (магнітоваріаційні дослідження)), Об'єднаного інституту фізики Землі РАН (м. Москва, Росія (деформографічні дослідження)), вчені з Польщі, Австрії, Німеччини (сейсмологічні, магнітометричні та геодезичні (GPS) дослідження).

Геодинаміка Карпатського регіону детально досліджена також різними геодезичними методами, де активну участь беруть співробітники геодезичного інституту Національного університету "Львівська політехніка" (м. Львів). Прокладено загальнорегіональний профіль повторного нівелювання 1-го класу через Карпати, Закарпаття і Передкарпаття, 2 субрегіональні профілі 1-го класу – в Закарпатті, створено 2 локальні комплекси геодезичні полігони на південних схилах Карпат (тріангуляція, трилатерація, світловіддалемірні та GPS дослідження), проведено 2 сеанси GPS досліджень (1993 і 1995 р.р.), в тому числі і на закладених на геофізичних станціях КВ ІГФ в Закарпатті фундаментальних реперах.

Геологічні та структурно-пошукові геофізичні (регіональні, субрегіональні та локальні) дослідження в регіоні проводять Інститут геології і геохімії горючих копалин НАНУ (ІГГК НАНУ, м. Львів), Львівське відділення Українського державного геологорозвідувального інституту (ЛВ УкрДГРІ), Західно-Українська геофізична (ЗУГРЕ, м. Львів) та Закарпатська геологічна

(ЗакГРЕ, м. Берегове) розвідувальні експедиції, Львівська та Березівська геофізичні партії, Український НДІ природних газів (УкрНДІГаз, м. Харків), співробітники геологічного факультету Львівського Національного університету, Івано-Франківського Національного технічного університету нафти і газу та інші організації.

Широко ведуться на території регіону гідрологічні спостереження, в багатьох десятках свердловин різними організаціями вимірюється рівень, температура та інші параметри підземних вод. Площинний розподіл і динаміка геотемпературних полів, зокрема, глибинного і метеорологічного походження, детально вивчається спеціалістами ІГГК НАНУ на профілях і площах Закарпаття та на мікрополігоні в Передкарпатті.

Накопичений за час цих досліджень багатий та різносторонній матеріал дозволив нам шляхом комплексного його аналізу та інтерпретації зробити нові висновки щодо загальних рис та важливих особливостей геодинаміки і сейсмотектонічного процесу на досліджуваній території. Будова і геодинаміка тектоносфери Карпатського регіону виглядає за результатами нашої інтерпретації сучасних даних наступним чином.

Будова тектоносфери регіону

Глибинна будова літосфери регіону детально досліджена [1-3] методами ГСЗ-КМЗХ (В.Б.Соллогуб, А.В.Чекунов (ІГФ)) і МВХ-СГТ (П.М.Шеремета та ін. (ЗУГРЕ) по кількох профілях навхрест Карпат (Чоп – Ужгород – Самбір (РП-1), Берегове – Кушниця - Долина (другий геотраверс), Рахів – Ясіня – Делятин (РП-3), Косів – Снятин – Мельниця Подільська (РП-4а) Мармарош (Румунія) – Буковина (РП-5)), а також регіональними профілями РП-17 Чоп – Великий Бичків (Закарпаття) і Добромиль - Красноільск (Передкарпаття), паралельними до дуги Карпат.

Грунтуючись на даних ГСЗ та інших геолого-геофізичних даних, можна стверджувати, що Карпатський регіон України є регіоном специфічної геологічної будови і геодинаміки. Його характеризують: тонка (близько 27 км.) і розчленована численними розломами на дрібні блоки (Закарпаття) і товста (55-65 км) з численними насувами (Карпати) земна кора [1-3], високий (90-110 мВт/м² в Закарпатті) і середній (55-70 мВт/м² у Карпатах) глибинний тепловий потік [4], активні і диференційовані (від опускань до піднять) вертикальні [5] та горизонтальні (стиск в антикарпатському напрямку [6]) рухи, значна (до 7-8 балів) сейсмічність з неглибокими (до 12-16 км.) гіпоцентрами землетрусів [7]. В глибинах тектоносфери регіону (за даними сейсмологічних і магнітотелуричних зондувань) виявлено [3] потужний астеносферний шар (покрівля якого – на глибинах 65-70 км. в Закарпатті і на 150-200 км. у Карпатах). Процеси в цьому шарі (за сучасними даними) і спричиняють в основному спостережуваний сьогодні геодинамічний режим регіону. Геологічними особливостями Закарпаття є також наявність поверхневих вулканічних структур (Вигорлат-Гутинська гряда), численних похованих вулканів, інтрузій та прошарів (андезити, туфи), значних (до 3-5 км. осадових товщ) палеокальдерних утвореннях [8, 9]. У Карпатах основними геологічними структурами є великі (шириною до 25-30 км і глибиною до 8-12 км) насувні флішеві покриви, а в Передкарпатті – потужні (до 10 км і більше) осадові товщі [9].

Аналіз глибинної будови тектоносфери регіону в плані дає змогу виділити такі основні структурні елементи: Передкарпатський прогин (частково перекритий карпатськими насувами), Закарпатський прогин і Карпатська гірська структура, які контактують між собою по лінії північно-західно – південно-східного простягання – так званому Закарпатському глибинному розлому.

Глибинна будова Закарпатського прогину. В низах тектоносфери [1-3, 8] прогину наявний потужний астеносферний шар, покрівля якого знаходиться на глибинах 65-70 км. Границя Мохо (підшва кори) – на глибинах близько 27 км, покрівля “базальтів” – на глибинах близько 16 км, покрівля “гранітів” – на глибинах близько 6 км, покрівля фундаменту – на глибинах близько 2-3 км (в окремих місцях – до 5 км), вище – осадові породи неогену.

Глибинна будова Карпат. В глибинах тектоносфери Карпат [1-3, 9] астеносфера, яка заходить сюди з боку Закарпаття, виклинюється в північно-східному напрямі і зовсім зникає під північно-східним краєм гір на глибинах 180-200 км. Покрівля мантії тут знаходиться на глибинах 55-65 км, плавно піднімаючись до глибин близько 45-50 км в південно-західному напрямі (до Закарпаття), де в зоні контакту між цими двома регіональними структурами наявний (за різними даними більш чи менш різкий) стрибок поверхні Мохо (з глибини 45 – до 27 км). Вище поверхні Мохо в корі Карпат

виділяються 3 основні структурні поверхи – “базальти” (покрівля на глибинах 22-25 км), “граніти” (покрівля на глибинах 12-14 км) і поверхневі осадові покриви, причому границі між цими шарами (по швидкості) не завжди дуже чіткі і часто помітно нахилені, а самі шари характеризуються градієнтним наростанням швидкостей з глибиною.

Геодинаміка тектоносфери регіону

Загальна геодинаміка тектоносфери Карпато-Динарського регіону. Перш ніж аналізувати сучасну геодинаміку Карпатського регіону, слід зауважити, що сучасна структура літосфери тут формувалася на протязі тривалого геологічного часу (в фундаменті прогину і в оточуючих структурах бурінням та геологічним зніманням досліджені крейдові, юрські, тріасові і ще давніші покриви та масиви порід) і зазнавала за цей час великих змін, в першу чергу в плані і в просторі (горизонтальний стиск в 3-5-10 разів, загальне зміщення в сотні кілометрів, прогинання і піднімання відносно сусідніх структур [9, 10]) під час багатьох циклів палеогеодинамічної активізації (причому різної геодинамічної природи), які супроводжувались складними, різноплановими і різномасштабними тектонічними та геологічними процесами. Тільки в структурі Карпат (за ізогіпсами поверхні Мохо і коро-мантіїних сумішей та за зонами “ущільнення” скибових покривів) прослідковуються не менш, як по 3 цикли активізації для кожної з цих структурних одиниць.

Тут зразу слід чітко підкреслити, що описувані нами зараз і далі горизонтальні та вертикальні рухи окремих структур літосфери Карпатського регіону України розглядаються у даній роботі в першу чергу, як відносні, тобто рухи одних структур літосфери Закарпаття відносно інших, чи відносно відповідних структур Українських Карпат, їх детальний розгляд в ширшому регіональному аспекті виходить за рамки цієї роботи.

Інші шари літосфери (окрім верхнього, порівняно слабо консолидованого і тому механічно досить пасивного осадового шару) – верхи мантії (27-65 км), верхи (16-20 км) “базальтів, низи (10-17 км) і самі верхи (6-7,5 км) “гранітів”, а також вся товща фундаменту (2-6 км) є (за даними тектонофізичних досліджень) порівняно з ослабленими підзонами достатньо механічно міцними [3], про що можна судити також з вищих швидкісних характеристик цих шарів [1, 8] і з розподілу за глибиною гіпоцентрів місцевих землетрусів [7].

Такий розподіл механічних характеристик спричинений або порівняно низькими температурами (для більш приповерхневих шарів), або відчутним (для більш глибоких шарів і для даних типів порід (на дані глибинах), переважаючим вплив глибинних температур впливом гірського (геостатичного) тиску [3, 4]. Загалом, за результатами глибинного сейсмічного зондування виявлена сильна розшарованість тектоносфери (і зокрема, земної кори) субрегіону, спричинена спільним впливом високого (90-110 мВт/м²) глибинного теплового потоку і діючих тут горизонтальних (спрямованих від Панонії до Карпат, по нормалі до гірської дуги) стискних напружень і деформацій. Ці напруження і деформації (величиною $\sim 10^{-7}$ - 10^{-6} за рік) зареєстровані безпосередньо (як нами в Закарпатті [6], так і в сусідніх районах Словаччини і Угорщини [11] в приповерхневих масивах порід за допомогою кварцевих деформографів), а також за допомогою геодезичних методів [12]. Очевидно, що названий стиск спричинений глибинним тектоносферним процесом, оскільки, якщо б він діяв (внаслідок глобального стиску) тільки в приповерхневих жорстких шарах літосфери Закарпаття і прилеглої Панонської депресії, то (враховуючи опір реакції структури Карпат, порівняно малу товщину літосфери Закарпаття, її структурну і реологічну розшарованість, спричинену високим глибинним тепловим потоком і високими глибинними температурами, та відповідний розподіл механічних характеристик різних шарів порід) за всіма законами геомеханіки така тонка розшарована літосфера повинна б зазнати повсюдного інтенсивного складкоутворення (особливо, враховуючи наявність під нею прогрітої високопластичної астеносфери), а цього немає. Отже, можна зробити висновок, що глибинні шари тектоносфери певним чином “захищають” тонку літосферу Панонії від діючих зустрічно з боку Карпат і Динарид глобальних тектонічних сил стиску. Таким захистом може бути, на нашу думку, кільцева зона фронту горизонтальних гілок горизонтального адвекційного астеносферного потоку, який розтікається в боки під подошвою літосфери Карпато-Динарського регіону [3]. Ця кільцева зона своєю дією на подошву літосфери Панонії розвантажує її від стискних зусиль, переносючи ці зусилля на периферійні гірські структури (Карпати і Динариди), де вони і концентруються, спричиняючи утворення наявних моновергентних скиб-насувів (у минулому) і усадковану від цього спостережану сьогодні геодинаміку [9]. Додатковим фактором концентрації процесів

насувоутворення в периферійній кільцевій частині даної мегаструктури напевне є низхідні гілки адвекційного астенолітного потоку, одні з яких (за даними геолого-геофізичних і геодезичних досліджень) локалізуються якраз під фронтальними і прифронтальними зонами карпатських насувних структур, спричиняючи саме тут прогинання кори та грабеноутворення. Адже добре досліджений за глибиною будовою профілями ГСЗ вхрест Карпат південно-західний край Східно-Європейської платформи, який кількома уступами скидової кінематики опускається під насувні карпатські структури, являє собою, за такою інтерпретацією, непошкоджений північно-східний борт Передкарпатського грабену, в той час, як його південно-західний борт зім'ятий, перероблений описуваними тут неогеновими тектонічними процесами і похований під насувні карпатські структури.

Не аналізуючи глибше різні причини і механізми цього глибинного процесу, зазначимо, що в минулому він призвів до формування карпатських насувів загальною амплітудою (за даними різних дослідників) до 100-150-250 км і більше [10].

Геомеханічний режим тектоносфери Карпатського регіону України. Приймаючи, що зареєстрований зазначений тут стиск приповерхневих шарів кори Закарпаття спричинений глибинним астеносферним процесом, розглянемо геомеханічну дію цього процесу на описані вище структури літосфери регіону.

Північно-східна горизонтальна гілка астеносферного потоку рухається від Панонської депресії на північний схід, в напрямі під Карпати. За рахунок в'язкого тертя вона передає свій рух підшві літосфери (найбільш верхньому шару мантії), і завдяки пружним та в'язко-пружним механічним характеристикам згадуваних залягаючих вище шарів кори цей процес (правда, з певним послабленням) поширюється знизу вверх по всій товщині літосфери, захоплюючи також приповерхневі шари осадових порід. Активізована цим процесом, вся літосфера Закарпаття рухається в північно-східному напрямі до Карпат. Але тут вона зустрічає опір Карпатської гірської структури, спричинений як механічними характеристиками порід карпатських структур, так і додатковим тиском внаслідок трансформації ізостатичного гравітаційного тиску верхньої (вище рівня денної поверхні кори Закарпаття) частини Карпатської гірської структури за коефіцієнт бокового розпору гірських порід.

Внаслідок такої взаємодії літосфери Закарпаття і Карпат в тектонічних структурах регіону мають місце наступні процеси. Літосфера Закарпаття, перебуваючи, з одного боку, під впливом механічного тангенціального (горизонтальна складова) тиску астеносфери, а з іншого, під опором реакції структури Карпат, зазнає стиску, що і зареєстровано за допомогою деформографічних і геодезичних спостережень в Закарпатті. В свою чергу Карпати, зазнаючи тиску з боку літосфери Закарпаття, зміщуються на північний схід, в напрямку Східно-Європейської платформи, зазнають аналогічної реакції опору з боку її структур, що в підсумку створює тут також режим загального тиску літосфери. А як відомо з механіки, стиск твердих тіл в одному напрямку супроводжується їх розширенням в двох інших, перпендикулярних до осі стиску. Саме такий процес зареєстровано в Карпатах геодезичними методами – поряд зі стиском і зміщенням в північно-східному напрямі тут за даними повторних нівелювань зареєстровано підняття поверхні [5] і за даними комплексу геодезичних методів (триангуляції, трилатерації, GPS-досліджень) – розширення кори в субкарпатському напрямі [10, 12]. Причому щодо вертикального підйому, то цей процес у Карпатах значно полегшений наявністю тут численних скиб (покривів насувного походження), які насунуті одна на одну по площинах ковзання південно-західного падіння (в середньому під кутами 20-30°) і при подальшому стиску продовжують підійматися на приблизно 0,3-0,5 мм на кожний міліметр горизонтального зміщення.

Цим би й обмежувався в основному сейсотектонічний процес в регіоні, якби не спричинена високим глибинним тепловим потоком реологічна розшарованість літосфери Закарпаття і не специфічна, зумовлена палеогеодинамікою, геологічна і відповідно механічна структура літосфери Карпат.

Так в літосфері Закарпаття між перебуваючими під впливом астеносфери більш пластичними нижніми і зазнаючими реакції Карпатської структури холодними, а значить твердими і механічно жорсткими верхніми шарами, з'являються зсувні напруження, які постійно зростають. Зважаючи на реологічну і відповідно механічну розшарованість цієї літосфери, такі зсувні напруження концентруються в першу чергу в механічно ослаблених підзонах (підзони в "базальтах" і "гранітах"). Тут вони частково розряджаються крипом і крипексом, що виявлено нами за результатами аналізу (в тому числі і спектрально-енергетичного і спектрально-часового) сейсмологічних і режимних параметричних сейсмогеоакустичних даних, і частково

накопичуються та передаються у залягаючі вище шари. Цей процес поширення знизу вверх (“виринання”) механічних напружень і деформацій чітко прослідкований нами за результатами комплексного часово-просторового аналізу різних геофізичних аномалій – провісників місцевих закарпатських землетрусів [13, 14] (з врахуванням фізичної природи і відповідного різноглибинного походження цих аномалій). Коли напруження на тектонічних структурах в одному з верхніх (порівняно холодних, а отже механічно жорстких) шарів, або на границі між ними (найчастіше – це в зоні покрівлі підшару в “гранітах”) досягають критичної величини, відбувається землетрус з дуже специфічним і характерним саме для Закарпаття механізмом горизонтального зсувного типу [14]. Причому, якщо землетрус відбувається в районі покрівлі підзони в “гранітах”, має місце, як правило, проковзування (підсування) нижнього підшару відносно верхнього (зупиненого реакцією карпатської структури) в напрямі до Карпат. Для інших тектонічних структур, в першу чергу більш приповерхневих (верхи “гранітів” і фундамент), більш частими є очевидно землетруси з механізмами субгоризонтального насуву, враховуючи наявність в структурі фундаменту численних покривів насувного типу і тектонічних порушень насувної кінематики.

Описані тут наслідки сучасних геомеханічних процесів, зокрема, землетруси з механізмами субгоризонтального зсувного типу чітко ідентифікуються за специфічними сейсмологічними характеристиками (динаміка сейсмічних хвиль, параметри розривів і нодальні площини, макросейсмічні поля та ін.) та відповідними геофізичними аномаліями [13, 14].

Підсумовуючи, відзначимо, що в результаті всіх описаних локальних процесів в геодинаміці тектоносфери регіону мають місце два більш загальні процеси, які відбуваються на фоні загального стиску, спричиненого глобальним процесом. Один з них – це насунання більш приповерхневих покривів (в напрямку до Карпат) на більш глибинні. Інший – це підсування більш глибинних горизонтів літосфери з боку Закарпаття під карпатські структури. Власне, результатом цього останнього процесу і є, на нашу думку, такі специфічні (виявлені за даними ГСЗ) глибинні карпатські структури, як окреслені границями K_1 , K_2 і K_3 зони в корі (глибини 6-14, 16-22 і 23-28 км) та 3-рівнева перехідна зона між корою і мантією (коро-мантійна суміш на глибинах 55-65 км) [1-3]. Ці два названі процеси, за нашими даними, зароджуються саме в зоні сучасної розломної структури, яку традиційно називають Закарпатським глибинним розломом, про що свідчать особливості глибинної будови цієї зони, виявлені за даними ГСЗ по профілях через Карпати (різна нахиленість зон порушень, просторова структура швидкісних характеристик в глибинах кори та ін.). Обидва ці процеси супроводжуються характерними місцевими землетрусами з механізмами субгоризонтального зсувного типу.

Отже, загальна картина сучасного (і неогенового) геодинамічного процесу в Карпатському регіоні України виглядає за нашою інтерпретацією так. Літосфера Закарпаття рухається в напрямі Східно-Європейської платформи, яка своїм краєм вривається в неї у вигляді горизонтального клина з вістрям на глибині в районі 12-14 км (в зоні найбільшої монолітності гірських порід при даних РТ-умовах). Внаслідок цього літосфера Закарпаття розрізається на два структурні поверхи, верхній з яких у вигляді насувів-скиб насувається на цей клин, а нижній (у вигляді шарів, підсувних скиб і складок (причому, очевидно, пошарово і на кількох глибинних рівнях) підсувається під цю структуру, і під її вагою (а також і під дією низхідної гілки адвективного потоку) втискується вниз. Загальна структура тектонічних порушень (субгоризонтальних відповідно нижньої і верхньої поверхонь зон насувів і підсувів, а також поверхонь насунання і підсування окремих лусок (в першу чергу тилових) у вертикальному розрізі чітко прослідковується на сейсмічних профілях вхрест Карпат, в тому числі на II-му геотраверсі (профіль ГСЗ-КМЗХ (В.Б.Соллогуб, А.В.Чекунов (ІФ), ділянка Берегово-Долина), особливо на найновішому регіональному профілі ГСЗ-МВХ РП-5 (Мармарош (Румунія) – Буковина (Україна)), відпрацьованому ЗУГРЕ (П.М.Шеремета та інші), і добре співвідноситься з відомою за результатами фізичного моделювання (О.М.Бокун) картиною сколово-зсувних процесів і відповідного структуроутворення у порівняно слабоконсолідованих шаруватих масивах осадових порід [15].

Природа глибинних структур в літосфері Закарпаття

Розглянемо тепер докладніше результати аналізу природи глибинних структур в літосфері Закарпаття. Найбільш детальними тут є дослідження В.Б.Соллогуба і А.В.Чекунова з колегами методом ГСЗ по регіональному профілю РП-17 (Чоп – В.Бичків) [1, 2, 8]. Стосовно Закарпаття цими та іншими дослідженнями підтверджено дрібноблокову структуру кори з наявністю численних розломних зон карпатського, антикарпатського і меридіонального простягання, визначено загальну

товщину кори (25-27 км.), досліджено наявність, сейсмічні і просторові характеристики глибинних шарів. Специфічною особливістю кори Закарпатського прогину за цими даними є наявність двох підзон знижених швидкостей, одна з яких займає середню і частково нижню частину “гранітного” шару (глибини від 7-9 до 10-11 км. в різних блоках) і характеризується зниженою на 0,3-0,5 км./с швидкістю поширення сейсмічних хвиль, а інша - нижню частину “базальтового” шару (від глибин 20-22 км. до границі М (25-28 км.) з таким же (0,3-0,5 км./с) зниженням швидкостей. Причому підзона в “гранітах” поширена тільки на території Чоп-Мукачівської западини (західної частини прогину), а підзона в “базальтах” простежується і під Солотвинською западиною (східною частиною прогину).

Попередній аналіз природи цих підзон дав підставу припустити, що зниження швидкості в них можливе за рахунок різних причин, зокрема, іншого речовинного складу, тріщинуватості розушільності, впливу підвищених (порівняно з середніми на платформах) температур.

Наступний більш детальний аналіз впливу температури при даних РТ-умовах, розрахований за даними геотермічних (Р.І.Кутас, В.В.Гордієнко [3, 4]) і петрофізичних (Т.С.Лебедев [16]) досліджень, показав, що в “гранітах” зниження швидкостей під впливом глибинних температур можливе тільки приблизно на 0,1-0,2 км./с, а в “базальтах” - до 0,4-0,6 км./с [4, 16], оскільки вплив температури в “гранітах” компенсується на більших глибинах впливом тиску завдяки їхній більшій (порівняно з “базальтами”) тріщинній пористості. Тому можна прийняти, що наявність підзони знижених швидкостей у “базальтах” зумовлена головним впливом температури і відповідними змінами їхніх реологічних властивостей - зниженням крихкості та міцності і підвищенням пластичності. Така інтерпретація підтверджена й тим, що в Закарпатті не зареєстровано землетрусів з гіпоцентрами глибше 16 км [1, 77], отже, на більших глибинах тектонічні напруження знімає реологія середовища, тобто пластичні деформації порід. Хоча деякий вплив структурних особливостей - змін речовинного складу і тріщинуватості, спричиненої перш за все особливостями геодинаміки Закарпаття, також ймовірний з огляду на наявність чітких сейсмічних границь на покрівлі цього підшару.

Що ж до підзони в “гранітах”, то хоча відсутність прямих даних не дає змоги повністю виключити тут вплив речовинного складу, проте, як показано далі, головним фактором, що спричинює таке значне зниження швидкості сейсмічних хвиль у цій підзоні, є (за наявними даними) значне зростання тріщинуватості порід, зумовлене структурою кори, її геодинамікою та тепловим режимом.

Зокрема, за результатами гравіметричних досліджень і математичного моделювання гравітаційного поля (В.І.Старостенко) на цих глибинах виявлено дефіцит мас $0,05-0,1 \text{ г/см}^3$ [17], що може бути наслідком як підвищеної тріщинуватості порід, так і зміни їхнього речовинного складу. Але саме такий дефіцит мас ($0,05-0,15 \text{ г/см}^3$) виявлено О.Орловим [18] за результатами фізичного моделювання процесів утворення глибинних колекторів (розушільнення гірських порід під дією аномально високих пластових тисків глибинних флюїдів), що є серйозним аргументом на користь власне тріщинуватості природи цієї підзони. Крім того, за даними цих же авторів [18] проникні інтервали розушільнених порід експериментально зафіксовані в Карпатах в глибинних горизонтах, пройдених свердловинами Луги-1 і Шевченко-1.

Одним з наступних вагомих доказів на користь природи цієї підзони як ослабленої, сильно тріщинуватості і флюїдонасиченої, є розподіл гіпоцентрів землетрусів в корі Закарпаття (Р.С.Пронишин, Б.Г.Пустовітенко [7]). Зіставивши цей розподіл з сейсмічним розрізом, можна побачити, що більша частина землетрусів Чоп-Мукачівської западини відбувається на малих глибинах (3-7 км), у верхній частині фундаменту, у верхах “гранітного” шару і в районі покрівлі підзони знижених швидкостей, тобто там, де гірські породи холодні, тверді, жорсткі і порівняно монолітні, а отже, можуть запасати пружну енергію деформацій і розряджати її шляхом крихкого руйнування - землетрусів. Деяка кількість землетрусів у цій частині Закарпаття відбувається на глибинах 11-14 км (у Солотвинській западині - до 16 км), у межах перехідної зони від “гранітів” до “базальту” і в верхах “базальтового” шару, тобто в шарах, також порівняно холодних і жорстких, де ще переважають пружні деформації і механізми крихкого руйнування. Однак у межах самої підзони (7,5-10,5 км) не зафіксовано практично жодного землетрусу, а це свідчить про те, що ця зона є сильно ослабленою і не здатна запасати пружну енергію так, щоб розрядити її землетрусом. Як зазначено вище, вплив температури тут ще досить слабкий і значно компенсується (для порід з такими швидкісними характеристиками) впливом геостатичного гірського тиску, отже, найімовірнішим є вплив тріщинуватості і роздробленості порід (з огляду й на те, що при таких

тисках і температурах за звичайних глибинних умов породи вже зазнають значної консолідації і метаморфізації з суттєвим посиленням монолітності і механічних характеристик).

Іншим доказом ослабленої високотріщинуватої природи цієї підзони є детальний аналіз часових, амплітудних і просторових характеристик геоакустичних провісників місцевих закарпатських землетрусів, зареєстрованих нами під час проведення довготривалих режимних сейсмопрогностичних спостережень параметричним сейсмогеоакустичним методом у штольні на горі Мужівській (Великій Берегівській) [13, 14, 19]. Тут зареєстровані провісники землетрусів з різних сейсмоактивних зон Закарпаття і прилеглих територій, у тому числі землетрусів досить сильних ($K=10$, $I=5,5$) з розташованої поблизу (на відстані близько 25 км) Виноградівської сейсмоактивної зони. Ці провісникові аномалії мали амплітуди варіацій у сотні разів більше від фонових, а тривали всього три-п'ять діб. Це тоді, коли інші геофізичні аномалії від цих же землетрусів (наприклад, більш глибинні за своєю природою магнітні чи геоелектричні) тривають кілька місяців [20].

Також кількомісячну тривалість мають (за даними різних геофізичних методів) провісникові аномалії при підготовці землетрусів такої сили в інших сейсмоактивних регіонах Європи і Азії [21, 22]. Отже, з наведеного можна зробити висновок, що у корі Закарпаття є буферні структури, які протягом значного часу екранують глибинні сейсмотектонічні процеси від приповерхневих шарів. Такими структурами і є, на нашу думку, підзони знижених швидкостей у "гранітах" і частково – в "базальтах".

Ще одним з найважливіших аргументів на підтвердження нашої інтерпретації природи підзони в "гранітах" є різко підвищена провідність (знижений опір) порід на цих глибинах, яку виявив С.Кулик за даними магнітотелуричних зондувань [23]. Таке можливе саме у високотріщинуватих флюїдонасичених породах, оскільки інші фізичні механізми чи вплив змін речовинного складу без наявності потужної флюїдонасиченої тріщинуватості такого значного ефекту дати практично не зможуть.

Про ослаблену, сильно тріщинувату природу цієї підзони свідчать також дуже специфічні сценарії і механізми землетрусів, гіпоцентри яких локалізовані в районі її покривлі. Аналіз комплексу геофізичних провісників [13, 19], макросейсмічних полів, часово-просторових закономірностей афтершокових процесів, хвильової картини сейсмограм, динамічних та інтегральних спектрально-енергетичних (кріпексу) параметрів і параметрів джерела (особливо азимутів та розмірів розривів), співставлення макросейсмічних і інструментальних параметрів місцевих землетрусів показує наявність в Закарпатті землетрусів з дуже специфічними механізмами горизонтального зсувного типу [14] і вказує на те, що підзони знижених швидкостей у корі Закарпаття (і зокрема, підзона в "гранітах") є одними з ключових у місцевому сейсмотектонічному процесі і визначають основні його особливості.

Причини наявності цих підзон знижених швидкостей в корі Закарпаття такі: якщо нижня підзона, що локалізується в низах "базальтів", біля підшови кори, як уже зазначено, переважно спричинена впливом високої глибинної температури, то верхня, розміщена в "гранітному" шарі, виникла передусім внаслідок спільної дії підвищених глибинних температур і механічних процесів. Адже, як вказано вище, глибинні процеси в Карпато-Балкано-Динарському регіоні зумовлюють стиск земної кори у напрямі від центра кільцевої Карпатсько-Динарської структури до її країв, у нашому випадку, від Паннонії і Закарпаття до Карпат і Передкарпаття.

Першопричини цього процесу в рамках основних гіпотез, основними з яких є (в історичному порядку) геосинклінальна, астенолітна і глобальна тектоніка плит, більш детально проаналізовані вище. Тут ще раз підкреслимо, що за нашою інтерпретацією наявних даних має місце адекватний астенолітний процес на фоні глобального плитового тектонічного стиску. Зазначимо також, що в минулому цей стиск призвів до формування карпатських насувних покривів з сумарними амплітудами горизонтальних зміщень до 100-150 і більше кілометрів. Цей стиск, що становить біля поверхні близько 10^{-7} - 10^{-6} за рік, як уже зазначалося, діє і сьогодні, це зареєстровано безпосередньо за допомогою кварцових деформографів (як в районі Берегівського горбогір'я, так і на сусідніх територіях Словаччини та Угорщини), а також геодезичними методами (зокрема, в районі Сваляви). Оскільки цей процес глибинного походження, то завжди наявна певна різниця величин стиску, напружень і деформацій між прогрітими пластичними глибинними і холодними жорсткими приповерхневими шарами консолідованої кори. Отже, необхідна певна буферна зона, у якій ця різниця могла б постійно розряджатися. Власне такою буферною механічною зоною і є, за нашими даними, підзона в "гранітах" [24]. Її наявність зумовлена сейсмотектонічним процесом, а локалізація по глибині визначена температурним полем і відповідним розподілом реологічних

властивостей порід. Саме ця підзона є місцем переходу від порівняно пластичних нижніх шарів до жорстких верхніх. Її існування постійно підтримується за рахунок концентрації тут напружень, механічних деформацій, процесів тріщиноутворення, сколу і зсуву, дроблення і перетирання порід, хімічних процесів деструкції, дуже активних при діючих на цих глибинах тисках і високих (порівняно з такими на платформах) глибинних температурах, процесів катаклазу.

В доповнення до викладеного зазначимо, що така підзона в глибинах “гранітного” шару кори Закарпаття зовсім не є чимось абсолютно унікальним у будові кори сучасних сейсмічно активних регіонів. Такі розущільнені, високотріщинуваті і сейсмічно активізовані підзони зі зниженими швидкостями сейсмічних хвиль в них існують у цьому діапазоні глибин і в інших сейсмоактивних регіонах, зокрема, на Кольському півострові, що підтверджено прямими даними з Кольської надглибокої свердловини СГ-3 [25], в Киргизії (Чуйська долина, район Душанбе), в багатьох сейсмічних районах Кавказу. Так звана сейсмічна розшарованість порід на цих глибинах, супроводжувана наявністю підзон знижених швидкостей - сейсмічних хвилеводів, зафіксована на сейсмічних профілях через геоактивні структури в різних регіонах світу, а “заморожені” релікти таких підзон нерідко зустрічаються в областях активної палеогеодинаміки, підтверджуючи цим свою не випадковість і тектонофізичну зумовленість.

Глибинні пастково-колекторські тектонічні структури

З точки зору практичних висновків щодо перспективності регіону на глибинні енергетичні і сировинні ресурси, проаналізуємо тепер у світлі викладеного глибинну будову кори на наявність пастково-колекторських тектонічних структур.

Щодо Закарпаття, то основна глибинна колекторська структура – високотріщинувата підзона знижених швидкостей у “гранітах” детально описана вище.

Стосовно ж Карпат, то при пошуку перспективних глибинних вуглеводневих колекторів тут в першу чергу слід звернути увагу на структури в кореневій зоні площини насуву флішевих скиб на породи фундаменту (як на порівняно менш глибокі (глибини 6-8 км) і тому більш доступні на сучасному етапі), а також на подібні структури на ще менших глибинах в зонах площин насуву окремих скиб. Результати фізичного моделювання [15] і польових досліджень (зокрема сейсморозвідки і буріння [18]) глибинних структур вказують на те, що в зоні насувів внаслідок фаціальної, механічної і структурної реологічної розшарованості шарів порід (особливо це стосується флішевих та інших осадових) часто має місце формування глибинних похованих дрібніших насувів і складок, нерідко з підворотами і формуванням антиклінальних структур у прифронтовій частині, або з взаємним зміщенням горизонтів. При цьому в першому випадку формуються традиційні антиклінальні, а в другому – тектонічно екрановані пастки. Зона поверхні насуву, яка є порушеною, розущільненою і плавно піднімається вгору, служить ефективним каналом підводу вуглеводнів до таких пасток. Багато таких структур виявлено, зокрема, на вже згаданому прокладеному через Буковину регіональному профілі РП-5.

Іншими перспективними вуглеводневими пастками-колекторами можуть бути безпосередньо прилягаючі до зони насуву верхні порушені і розущільнені підшари фундаменту, для яких покрішками можуть служити насувні шари водонепроникних порід і бокові тектонічні порушення.

Що ж до пошуків нетрадиційних глибинних енергетичних і сировинних ресурсів (таких, як гідротермальні і гідротермомінеральні [26]), то тут не менш, а може, і більш перспективними є ще глибинніші тектонічні структури – зони підсувів глибинних шарів кори під карпатські структури і, особливо, пов’язані з цими зонами глибинні розломи, які можуть служити каналами виходу цих гідротермальних і гідротермомінеральних флюїдів в доступні за глибиною горизонти [27].

Перспективний прогноз глибинних енергетичних та сировинних ресурсів

Карпатський регіон України багатий на різні корисні копалини: нафта, газ, сірка, калійні солі – в Передкарпатті і Карпатах; золотополіметалеві і ртутні руди, соляні пласти та ін. – в Закарпатті [26-28]. Але приповерхневі родовища здебільшого розвідані і велика частина з них вичерпується, тому погляди геологів і геофізиків звертаються до щораз більших глибин. Враховуючи проаналізовану вище будову і геодинаміку тектоносфери регіону, про перспективи глибинних ресурсів можна сказати таке [25].

Гідротермальні (енергетичні) ресурси. Враховуючи, що температура в потужній (товщиною до 3 км) флюїдонасиченій тріщинуватій підзоні в “гранітах” (яка поширена, очевидно, під всією Чоп-Мукачівською западиною, тобто, західною і центральною частинами Закарпатського прогину)

за розрахунками сягає 250-400⁰С, ця зона є потужним джерелом геотермічної енергії, яку можна використовувати для теплофікації і для електроенергетики шляхом відкачування флюїдів прямо з таких порівняно великих глибин (зараз вони технічно доступні) або з пов'язаних з зоною розломів в корі чи місць значніших піднять покрівлі самої зони, тобто зі значно менших (3-5 км. і менше) глибин.

Гідротермомінеральні (сировинні) ресурси. Іншими перспективними ресурсами цієї зони (на території Закарпатського прогину) є розчинені в тамтешніх глибинних флюїдах солі різних металів, в тому числі золота (враховуючи глибинне флюїдне походження відомих Берегово-Мужієвського і Беганського золотополіметалевих родовищ). Такі ж родовища напевне є і в пов'язаних з цією зоною (генетично та за рахунок спільних розломно-тріщинуватих структур) піднасувних структурах Карпат (в першу чергу південних, прилягаючих до Закарпатського прогину), враховуючи згадані вище флюїдні процеси в цьому субрегіоні.

Традиційні енергетичні ресурси (нафта і газ). Як зазначено вище, у верхній частині підзони в "гранітах" кори Закарпаття, в районі її покрівлі дуже ймовірні пастки - родовища вуглеводнів. Такі родовища також ймовірні і в глибинних піднасувних структурах Карпат, враховуючи виявлений нами процес нагнітання туди з боку Закарпаття глибинної речовини, а також аналогічний, але набагато інтенсивніший (враховуючи їх набагато вищу мобільність) процес нагнітання туди глибинних флюїдів, і значно кращі умови накопичення там вуглеводнів (нижчі глибинні температури і спокійніший геодинамічний режим).

Геоекологія. Ще одна дуже важлива геоекологічна проблема [] може бути вирішена поряд з експлуатацією ресурсів цієї зони - це керування сейсмічним режимом в Закарпатті і запобігання місцевим руйнівним землетрусам (або зниження їх руйнівної сили) шляхом регулювання порового тиску флюїдів в даній зоні і пов'язаних з нею системах розломів [25].

Висновки

На основі комплексного аналізу геофізичних даних про будову і геодинаміку тектоносфери Карпатського регіону України (даних глибинного сейсмічного зондування (ГСЗ) і сейсмології, геотермії, геоелектрики, тектонофізики, гравіметрії та інших геофізичних методів) та з залучення геологічних, геодезичних і геоморфологічних даних визначено природу і походження різних глибинних тектонічних структур в літосфері регіону, зокрема підзон знижених швидкостей у корі Закарпаття та різноглибинних піднасувних структур у Карпатах. Глибинні структури в Карпатах проінтерпретовано, як структури насувного (на глибинах 8-14 км.) і підсувного (на глибинах 16-65 км.) походження, їх генезис пояснено з точки зору реології і геомеханіки. Підзону знижених швидкостей в "базальтах" кори Закарпаття проінтерпретовано, як підзону підвищеної (внаслідок значно підвищених глибинних температур, спричинених високим мантіїним тепловим потоком) термопластичності порід. На відміну від неї підзона в "гранітах" визначена, як високотріщинувата за своєю природою, розуцільнена і флюїдонасичена підзона, її наявність спричинена постійним тектонічним навантаженням на фоні переходу від підвищених глибинних температур і відповідно порівняно пластичних порід до нижчих температур і жорсткіших та крихкіших порід.

На підставі результатів проведеного аналізу глибинної будови і геодинаміки літосфери регіону зроблено ряд висновків щодо перспективності окремих структур (в першу чергу, підзони понижених швидкостей в "гранітах" кори Закарпаття та карпатських піднасувних зон) відносно глибинних енергетичних (геотермічні ресурси та можливі пастки – родовища вуглеводнів) і мінеральних (золото- та поліметалоносні глибинні флюїди) ресурсів та просторової локалізації ймовірних зон їх найбільшої концентрації в глибинних структурах кори Закарпаття, а також щодо розв'язання низки геоекологічних завдань (прогнозу місцевих землетрусів і зсувних процесів, можливостей запобігання чи зменшення їх негативних наслідків та ін.).

Література

1. Карпатский геодинамический полигон / Под ред. Я.С.Подстригача и А.В.Чекунова. – М.: Сов. радио, 1978. – 127 с.
2. Строеение земной коры и верхней мантии Центральной и Восточной Европы / В.Б. Соллогуб, А.Гутерх, Д. Просен и др. – К.: Наук, думка, 1978. – 272 с.
3. Литосфера Центральной и Восточной Европы / Под ред. А.В.Чекунова. - К.: Наук, думка. 1987-1993.

4. Кутас Р.И., Гордиенко В.В. Тепловое поле Украины. – К.: Наук. думка, 1971. – 112 с
5. Сомов В.И. Современные движения земной коры Карпат и сопредельных стран // Геотектоника. - 1974. - №6. – С. 64-71.
6. Вербицкий Т., Ігнатишин В., Латиніна Л., Юркевич О. Сучасні деформації земної кори Березівської горстової зони. // Геодинаміка. – 1998. - №1. – С. 118-120.
7. Пронишин Р.С., Пустовитенко Б.Г. Некоторые аспекты сейсмического климата и погоды в Закарпатье // Изв. АН СССР. Физика Земли. - 1982. - № 10. – С. 74-81.
8. Хоменко В.І. Глибинна будова Закарпатського прогину. – Київ : Наукова думка. - 1978. – 230 с.
9. Тектоническая карта Украинских Карпат. / Под ред. В.В.Глушко и С.С.Круглова. – К. - 1986.
10. А. Назаревич, Л. Назаревич. Оптоелектронний вимірювальний канал до кварцевого деформографа. // Геодинаміка. – 1999 - , № 1(2). – С. 116-120.
11. Латиніна Л., Варга С., Вербицкий Т., Юркевич О. Сучасні деформації земної кори Березівської горстової зони. // Геодинаміка гірських систем Європи. Міжнародний симпозиум (тези доповідей). - Львів, - 1994. – С. 31.
12. Демедюк М., Заблоцький Ф., Колгунов В. та ін. Результати досліджень горизонтальних деформацій земної кори на Карпатському геодинамічному полігоні. // Геодинаміка. – 1998, - № 1. – С. 3-13.
13. Назаревич А.В. Експериментальне дослідження спектрально-часової структури варіацій параметрів пружних хвиль в масивах гірських порід: Автореф. дис... канд. фіз.-мат. наук. – К., - 1997.
14. Nazarevych A.V., Nazarevych L.Ye. Modern geodynamic of the earth's crust of Transcarpathians and earthquakes scenario and mechanisms // 21th General Assembly of the European Geophysical Society. Abstracts. Hague, May 6-9. 1996. – Annales Geophysicae. Supplement of Volume 14, 1996. – P. 96.
15. Бокун А.Н. Структурообразование в слабоконсолидированных осадках северовосточной котловины Тихого океана (по данным моделирования). // Механизмы структурообразования в литосфере и сейсмичность: Тезисы докладов III Всесоюзного симпозиума “Экспериментальная тектоника в решении задач теоретической и практической геологии”. – М.: ИФЗ, - 1991. – С. 116-118.
16. Лебедев Т.С., Корчин В.А., Савенко Б.Я. Петрофизические исследования при высоких РТ-параметрах и их геофизические приложения. - К.: Наук. думка, - 1988. – 248 с.
17. Старостенко В.И., Костюкевич А.С., Козленко В.Г. Комплексная интерпретация данных сейсмометрии и гравиметрии: 1. Принципы и методика // Изв. АН СССР: Физика Земли. 1988. - № 4. – С. 33-49.
18. Орлов О., Федоришин Д., Ляху М., Трубенко О. Про можливість зустрічі природних резервуарів для нафти і газу на великих глибинах в земній корі // Міжнародна наукова конференція Геологія горючих копалин України. Тези доповідей. – Львів: ІГГК, 2001. – С. – 188-190.
19. Назаревич А.В., Назаревич Л.С. Геодинаміка і особливості сеймотектонічного процесу Березівської горстової зони (Закарпаття) // Геодинаміка. – 2000 - , №1(3). – С. 131-147.
20. Вербицкий Т.З., Кузнецова В.Г., Шамотко В.И., Максимчук В.Е., Бойко Б.Д., Струк С.С., Чигинь А.И., Назаревич А.В. Результаты сеймопрогностических исследований на территории Закарпатья // Прогноз землетрясений. - 1988, - № 10. – С. 112-118.
21. Carla Braitenberg. The Friuli (NE-Italy) tilt/strain gauges and short term observations. // Annali di Geophysica, Vol. 42, N. 4, August 1999. – P. 637-664.
22. Бутовская Е.М., Меджитова З.А. Детальное исследование строения земной коры Чуйской впадины и ее горного обрамления методом поля скоростей в сопоставлении с пространственным распределением отношений V_p/V_s // Прогноз землетрясений. 1988, №9. – С. 56-67.
23. Кулик С.Н. Структура тектоносферы Украины по комплексу электромагнитных методов: Автореф. дис... д-ра геол.-мин. наук. К., 1997.

24. А.В. Назаревич, Л.Є. Назаревич, З.І. Ковалишин. Природа підзони знижених швидкостей у гранітах кори Закарпаття та її перспективні ресурси // Вісник Львів. ун-ту. Сер. геол. - 2002. - Вип. 15. - С. 119-125.
25. Кольская сверхглубокая: Исследование континентальной коры с помощью бурения Кольской сверхглубокой скважины / Под ред. Е.А.Козловского. - М.: Недра, - 1984. - - 490 с.
26. Григорчук Г.Ю. Геолого-структурна позиція золотого і поліметалевого зруденіння - критерій глибинного прогнозу руд // Вісник Львів. ун-ту. Сер.: геол. - 1992. - Вип. 11. - С. 153-159.
27. Ковалишин З.И, Братусь М.Д. Флюидный режим гидротермальных процессов Закарпаття. - К.: Наук. думка, 1984. - 86 с.
28. Матковський О.І. Родовища та рудопрояви золота Українських Карпат // Вісник Львів. ун-ту. Сер.: геол. 1992. Вип. 11. - С. 96-120.
29. Рудько Г.І., Павлів Н.П. Ризик виникнення та розвитку небезпечних геологічних процесів у Карпатському регіоні України. // Вісник Львів. ун-ту. Сер.: геол. - 2001. - Вип. 15. - С. 49-53.

УДК 550.831:553.982

ДО ПИТАННЯ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ ГІПОТЕЗИ АБІОГЕННО-МАНТІЙНОГО ПОХОДЖЕННЯ ВУГЛЕВОДНІВ

А.П. Толкунов¹, П.Г. Пігулевський², С.О. Слободянюк³

¹ Державне геофізичне підприємство "Укргеофізика", 03057, м.Київ, вул.С.Перовської,10
<geofiz@t.kiev.ua>

² Дніпропетровська геофізична експедиція "Дніпрогеофізика", 49050, м.Дніпропетровськ,
вул. В. Дубиніна, 8 <pigulev@mail.ru>

³ Державне геофізичне підприємство "Укргеофізика", 03057, м.Київ, вул.С.Перовської,10
<geofiz@t.kiev.ua>

Проблема походження нафти і газу протягом багатьох років є об'єктом гострих дискусій фахівців, які займаються питаннями нафтогазової геології. Вирішення цієї проблеми необхідне перш за все для прогнозу родовищ нафти і газу та вибору правильного напрямку їх пошуків.

Ще в 1805 році А.Гумбольдт, спостерігаючи виходи нафти з "первісностворених порід-нейсів і слюдяного сланцю", висловив припущення про можливість глибинного походження нафти. З тих пір багато інших дослідників висловлювало подібні припущення, що поступово привело до появи гіпотези неорганічного (абіогенного) походження вуглеводнів (ВВ).

В результаті глибоких геохімічних досліджень Д.І.Менделєєв в 1877 році висловив ідею про неорганічне походження нафти і що сприятливою умовою утворення вуглеводнів є розломи. В 1889 році В.Д.Соколов назвав причиною утворення вуглеводнів високу температуру, а умовою скупчення покладів нафти і газу – наявність розломів, по яких виділяється нафта в міру охолодження магми. З часом причинами утворення вуглеводнів називались космічні умови (В.Б.Порфир'єв, 1958р.), вулканічні процеси (М.А.Кудрявцев, 1959р.), роздроблення складчатого фундаменту (Л.М.Єланський, 1963).

Подальшими дослідженнями підтверджено, що гіпотеза абіогенного походження вуглеводнів має практичні підтвердження. Ізотопні дані свідчать про більш високі термодинамічні параметри і глибини генерації нафти і газу та головних фаз цих процесів, ніж це впливає з розгляду реальних глибин залягання осадових порід, збагачених бітумоїдами і вуглеводневими газами [1]. Принципіальні відмінності в розподілі ізотопів вуглецю в продуктах термокаталізу і відповідних структурних групах природних нафт відмічаються рядом дослідників. На сьогодні є відкриття крупних скупчень нафти і газу в надрах ряду нафтогазоносних регіонів, яке не супроводжувалось виявленням осадових порід, суттєво збагачених органічною речовиною, що підкріплює гіпотезу їх неорганічного походження [2]. Чисельними експериментами, які базуються на термодинамічному аналізі умов хімічної еволюції земної системи, доведено, що високомолекулярні вуглеводні в ранньодокембрійських породах (вік близько 3,2 млрд.років), яким за даними австралійських вчених приписувався біогенний генезис, могли в сприятливих флюїдогеодинамічних умовах неорганічним