

## ВІДОБРАЖЕННЯ ТЕКТОНІКИ СХІДНИХ КАРПАТ В ТЕПЛОВОМУ ПОЛІ

Густина теплового потоку змінюється від 35-40 мВт/м<sup>2</sup> в південно-західній частині Східно-Європейського кратону і Передкарпатському прогині до 50-60 мВт/м<sup>2</sup> в Зовнішніх Карпатах і до 80-120 мВт/м<sup>2</sup> в Панонському басейні. Декілька рівнів теплового поля відображають головні етапи тектонічного розвитку і особливості структури літосфери. Аномалії високих теплових потоків обумовлені кайнозойськими геодинамічними процесами, зв'язаними з колізією між Європейською плитою і мікроплитою Алькапа.

**Ключові слова:** Карпати; тепловий потік; земна кора; геодинамічний процес.

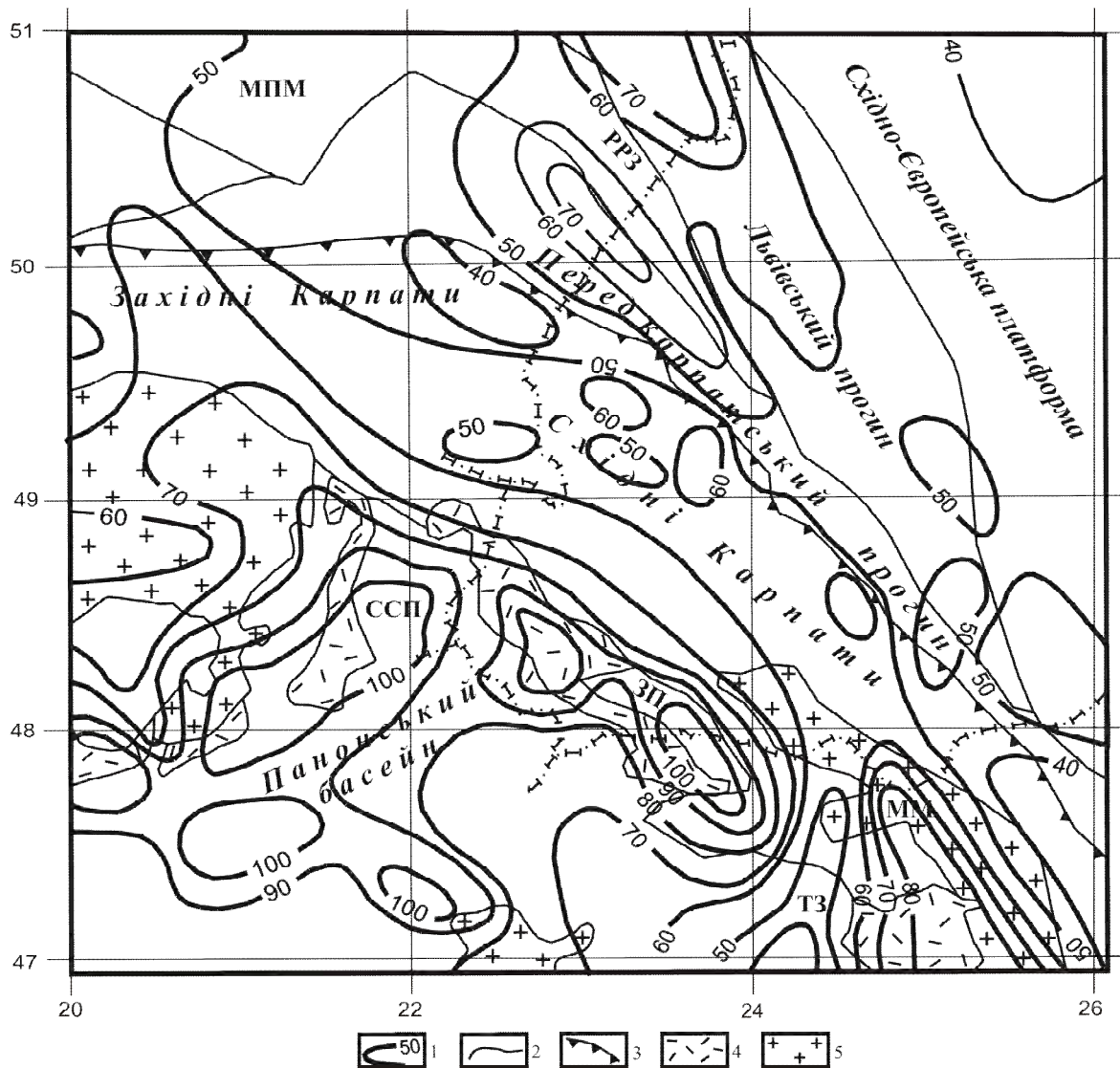
Сучасний тектонічний малюнок Карпатського регіону склався на альпійському етапі їх геологічної історії. Але основні закономірності його тектонічної будови сформувалися внаслідок довгострокового та багатофазного розвитку земної кори під дією дивергентних і конвергентних геодинамічних процесів. За сучасним тектонічним поділом тут виділяють наступні тектонічні одиниці: південно-західний схил Східно-Європейського кратону, крайовий (передовий) Передкарпатський прогин, Складчасті Зовнішні та Внутрішні Карпати, Панонську западину з Закарпатським прогином. Ці головні тектонічні одиниці складаються із значної кількості дрібних тектонічних елементів, які відрізняються за історією свого розвитку, віком складчастості, типом та інтенсивністю тектонічної і магматичної активності, літолого-фаціальними і формаційними особливостями розрізу земної кори. Всі ці особливості будови і розвитку суттєво впливають на характер геофізичних полів, в тому числі і теплового поля, яке вирізняється значною диференціацією. Теплові потоки змінюються від 35 до 100 мВт/м<sup>2</sup>, а на локальних структурах до — 120-130 мВт/м<sup>2</sup> (рис. 1).

За величиною теплового потоку, особливостями температурного і теплофізичного розрізу земної кори Карпатський регіон можна розділити на декілька геотермічних зон, які тільки в загальних рисах узгоджуються з головними тектонічними елементами. В межах тектонічних зон поле досить неоднорідне. В них виділяється ряд аномалій різної природи та інтенсивності. Зона низьких теплових потоків (35-50 мВт/м<sup>2</sup>) охоплює південно-західний край Східно-Європейського кратону і значну частину Передкарпатського прогину. На цьому фоні виділяється декілька аномалій, в межах яких теплові потоки підвищуються до 50-60 мВт/м<sup>2</sup>, а на локальних структурах до 70 мВт/м<sup>2</sup>. Аномалії підвищених теплових потоків виділяються в північно-західній (внутрішній) частині Львівського прогину (практично в крейдяній мульдї) з продовженням в Люблінській западині, вздовж північно-східного борту північно-західної частини Зовнішньої зони Передкарпатського прогину. Аномалія не співпадає з контуром Передкарпатського прогину. Її

простягання в південно-східному напрямку обмежується Стрийським розломом, а в північно-західному — Малопольським масивом. Підвищення теплових потоків спостерігається також на південному сході Зовнішньої зони прогину і прилеглий частині Східно-Європейської платформи, в центральному секторі Внутрішньої зони прогину. Характерною особливістю геотермічного режиму південно-західної частини Передкарпатського прогину, перекритої насупом Складчастих Карпат, є значні коливання і поступове збільшення теплових потоків з глибиною. Тут виділяється велика кількість локальних аномалій. Підвищення теплових потоків спостерігається практично на всіх родовищах нафти та газу. Значна диференціація геотермічних умов в цьому регіоні пов'язана з формуванням насупів, яке супроводжувалось охолодженням перекиваючої товщі порід, виділенням тепла на контактах насунутих верств, інтенсифікацією руху флюїдів вздовж площин насупів.

В Складчастих Карпатах теплові потоки коливаються в межах 50-70 мВт/м<sup>2</sup>, але в зв'язку із слабкою вивченістю геотермічних умов в цьому регіоні навести їх детальну характеристику по тектонічним зонам неможливо. За наявними даними можна стверджувати, що значення теплового потоку 50-60 мВт/м<sup>2</sup> переважають в північно-східній частині і в зоні Мармарошського масиву, а підвищені — в південно-західній. Підвищені і високі значення теплових потоків (70-130 мВт/м<sup>2</sup>) властиві Панонській, Східно-Словацькій западинам, Закарпатському прогину та іншим структурам внутрішньокарпатської області. Але поле тут неоднорідне. Максимальні значення 80-130 мВт/м<sup>2</sup> зареєстровані в межах молодих пліоцен-четвертинних зон вулканічної активності. Фоновий рівень складають теплові потоки 70-80 мВт/м<sup>2</sup>. В межах доальпійських масивів вони зменшуються до 50-60 мВт/м<sup>2</sup>.

В розподілі теплових потоків прослідковуються регіональні і локальні закономірності, які контролюються як глобальними геодинамічними процесами, так і структурними, літологічними, гідрогеологічними особливостями конкретних геологічних об'єктів. Важливу роль в формуванні



**Рис. 1.** Схема розподілу теплових потоків в Східних Карпатах та прилеглих областях. 1 – ізолінії теплового потоку, мВт/м<sup>2</sup>, 2 – границі тектонічних зон, 3 – Береговий насув Карпат, 4 – кайнозойські вулканічні різновікові масиви, 5 – до кайнозойські кристалічні масиви. МПМ – Малопольський масив, РРЗ – Рава-Руська зона Західно-Європейської платформи, ЗП – Закарпатський прогин, ССП – Східно-Словатський прогин, ТЗ – Трансільванська западина, ММ – Мармароський масив.

теплого режиму літосфери відіграють глибинні тепломасопотоки, які активізуються в зонах розтягання і деструкції літосфери, зокрема в рифтових та надсубдукційних зонах. Збурення теплового режиму, які при цьому виникають, стабілізуються досить повільно, (до 300 млн. років), що дозволяє визначати за величиною теплового потоку час активізації геодинамічних процесів і, відповідно, вік утворених при цьому тектонічних структур. В сучасному полі ще зберігаються збурення, пов'язані з пізньопалеозойськими геодинамічними процесами.

Низькі теплові потоки на більшій частині Передкарпатського прогину вказують на протерозойський або до девонський вік фундаменту і відсутність в цьому регіоні кайнозойських активних глибинних геодинамічних процесів.

Зміни в структурі земної кори і, зокрема, утворення неогенового прогину обумовлені глибинними процесами, які відбувалися за межами цього регіону.

Аномалія підвищеного теплового потоку в північно-західній частині Передкарпатського прогину пов'язана з розтяганням (деструкцією) земної кори в юрський (не пізніше ранньої крейди) час. Імовірно, що це була рифтова структура, розміри якої суттєво зменшилися в неогені під дією стискаючих напруг, обумовлених взаємодією Європейської плити з мікроплитами Панонського басейну. Слід також зазначити, що аномалія теплового потоку знаходиться перед фронтом зони розмежування Західних і Східних Карпат, на які в неогені діяли різнонаправлені сили стиснення: в Західних — північного і північно-західного

спрямування, в Східних — північно-східного і східного. Така геодинамічна ситуація сприяла появі зсувних напружень і утворенню зон локального розтягання на фоні регіонального стискання.

Рівень теплових потоків в Складчастих Карпатах узгоджується з палеозойським віком фундаменту.

Високі теплові потоки, значна диференціація теплового поля в Панонській западині, Закарпатському прогині та в інших структурах Панонського басейну обумовлені активними геодинамічними процесами в цьому регіоні в кайнозой. Загальний високий рівень теплових потоків міг утворитися тільки внаслідок розтягання літосфери і підняття глибинних нагрітих мас, які забезпечували підвищення температури до солідусних значень уже на глибинах 40-50 км. Глибинні тепломасопотоки спричинили розтягання і підплавлення земної кори. Її товщина у всьому регіоні під структурами різного віку складає 22-25 км.

Зовсім інша геодинамічна ситуація в кайнозой була в прилеглий частині Карпат. Тут домінував режим стискання з утворенням складчастості, насувів і в підсумку орогену. Зміни в структурі земної кори вплинули на умови теплоперенесення, які призвели до відносно незначних варіацій теплового потоку. Саме така природа локальних варіацій теплового потоку вздовж берегового насуву, на тектонічних контактах, в зонах перетину розломів та ін.. Але основний фон теплового поля створює мантийна складова теплового поля. Її відносно невисоке значення свідчить про те, що безпосередньо під Зовнішніми Східними Карпатами відсутній молодий (кайнозойський) рифтогенний прогин.

Специфічні геофізичні умови в Карпатсько-Панонському регіоні пов'язані із закриттям в кінці мезозою-кайнозой Карпатської гілки палеоокеану Нео-Тетис і субдукцією океанічної літосфери в південно-західному напрямку (під Панонський масив). Субдукція супроводжувалась типовими геодинамічними проявами: зануренням і плавленням пірнаючої плити, розтяганням і деструкцією надсубдукційної літосфери, формуванням виступів астеносфери, задугового басейну і вулканічної дуги, утворенням на краю пірнаючої плити акреційного клину і тилового підняття та ін. Як наслідок всіх цих процесів в Панонському басейні товщина літосфери зменшилася до 50-60 км, а земної кори до 22-25 км. Відбулося вирівнювання товщини земної кори у всьому регіоні незалежно від її первинної будови і тектонічного розмежування. З такими умовами узгоджуються теплові потоки 80-90 мВт/м<sup>2</sup>.

З закриттям Карпатського морського басейну Європейська плита увійшла в контакт з мікроплитою Алькапа і різномасштабними терейнами. Неогенові колізійні процеси суттєво ускладнили геодинамічні умови і тектонічну ситуацію. Пов'язана з ними вулканічна діяльність спричинила появу інтенсивних аномалій теплового потоку Вигорлат-Гутинського вулканічного пасма, Берегівсько-Мукачевської зони, Словацького басейну та ін. Наведені результати аналізу геотермічних умов Східних Карпат і прилеглих територій дозволяють зробити висновок про їх тісний зв'язок з історією геологічного розвитку цього регіону і відповідність головним етапам геодинамічної активності.

## ОТРАЖЕНИЕ ТЕКТониКИ ВОСТОЧНЫХ КАРПАТ В ТЕПЛОВОМ ПОЛЕ

Р.И. Кутас

Плотность теплового потока изменяется от 35-40 мВт/м<sup>2</sup> в юго-западной части Восточно-Европейского кратона и Предкарпатском прогибе до 50-60 мВт/м<sup>2</sup> во Внешних Карпатах и 80-120 мВт/м<sup>2</sup> в Паннонском бассейне. Несколько уровней теплового потока отображают главные этапы тектонического развития и особенности структуры литосферы. Аномалии высоких тепловых потоков обусловлены кайнозойскими геодинамическими процессами, связанными с коллизией между Европейской плитой и микроплитой Алькапа.

**Ключевые слова:** Карпаты; тепловой поток; земная кора; геодинамический процесс.

## REFLECTION OF THE EASTERN CARPATIANS TECTONIC IN THERMAL FIELD

R. Kutas

Heat flow density changes from 35-40 mW/m<sup>2</sup> in the south-western part of East-European Craton and the Carpathian foredeep to 50-60 mW/m<sup>2</sup> in the Outer Carpathians and to 80-120 mW/m<sup>2</sup> in the Pannonian basin. Several levels of thermal field reflect main stages of tectonic evolution and feature of lithosphere structure. High heat flow anomaly was created by Cenozoic geodynamic processes related to collision of the European plate and Alcape microplate.

**Key words:** Carpathians; heat flo; the earth's crust; geodynamic process.