

Актуальні питання нафтогазової галузі

УДК 551.242.3:553.98(477.8)

DOI: 10.31471/1993-9973-2019-1(70)-7-16

МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ СКЛАДКОУТВОРЕННЯ ТА ФОРМУВАННЯ РОЗРИВНИХ ПОРУШЕНЬ У БОРИСЛАВСЬКО-ПОКУТСЬКІЙ ЗОНІ ПЕРЕДКАРПАТСЬКОГО ПРОГИНУ

Г.О. Жученко, І.Р. Михайлів, Н.В. Гонтарьова, Г.Д. Горванко*

*ІФНТУНГ; 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15,
e-mail: iramykhailiv@ukr.net*

Актуальність досліджень зумовлена детальним вивченням особливостей геологічної будови Бориславсько-Покутської зони Передкарпатського прогину і зокрема локальних структурних форм як можливих пасток нафти і газу для надійного прогнозування нафтогазоносності надр. Бориславсько-Покутська зона Передкарпатського прогину відноситься до найстаріших в Україні нафтогазовидобувних регіонів, вуглеводневий потенціал якого далеко ще не вичерпаний. Складна блокова будова структур Бориславсько-Покутської зони вимагає розроблення специфічних методик ведення пошуково-розвідувальних робіт на нафту і газ. В цьому плані важливе значення має визначення характеру розподілу локальних структур та особливостей їх морфологічних форм на досліджуваній території. Актуальним також залишається питання щодо трасування тектонічних порушень та визначення їх екранувальної здатності, від чого залежить можливість існування покладів вуглеводнів. Вирішення цих питань дозволить значно підвищити геологічну ефективність пошуково-розвідувальних робіт на площах Бориславсько-Покутської зони. На сучасному етапі розвитку наук про Землю широко впроваджується комп'ютерна обробка геологічних даних. Тому поряд з традиційним підходом до опису структур як можливих пасток нафти і газу, необхідно проводити аналіз їх кількісних (числових) параметрів, що дозволяє більш аргументовано підтвердити встановлені закономірності. Оперування великими масивами кількісних показників локальних структур і встановленими між ними залежностями дає можливість моделювати процеси, що їх сформували, та визначати закономірності їх поширення. До найважливіших наукових і практичних результатів слід віднести: ранжування локальних структур Бориславсько-Покутської зони за кількісними показниками, яка містить чотири групи структур в залежності від морфологічних особливостей їх будови; досліджені умови формування морфологічних різновидів локальних структур та характер розподілу в них тектонічних деформацій. За результатами геолого-математичного моделювання за комплексом кількісних показників встановлено, що локальні структури з певними морфологічними особливостями, які відображаються в різній мірі порушеністю їх форми, сформовані тектонічними рухами різної величини і напрямку їх прикладання та описуються властивими тільки їм числовими параметрами. Результати досліджень розподілу тектонічних напруг і деформацій, які можна оцінити за кількісними показниками, сприятимуть більш надійному прогнозуванню нафтогазоносності надр, що дозволить значно підвищити геологічну результативність геологорозвідувальних робіт на нафту і газ на площах Бориславсько-Покутської зони Передкарпатського прогину.

Ключові слова: Бориславсько-Покутська зона; локальні структури; кількісні показники; механізм формування; тектонічні напруги.

Актуальность исследований обусловлена детальным изучением особенностей геологического строения Бориславско-Покутской зоны Предкарпатского прогиба и, в частности, локальных структурных форм, как возможных ловушек нефти и газа, для надежного прогнозирования нефтегазоносности недр. Бориславско-Покутская зона Предкарпатского прогиба относится к одному из старейших в Украине нефтегазодобывающих регионов, углеводородный потенциал которого далеко не исчерпан. Сложное блочное строение структур Бориславско-Покутской зоны требует разработки специфических методик ведения поисково-разведочных работ на нефть и газ. В этом плане важное значение имеет определение характера распределения локальных структур и особенностей их морфологических форм на исследуемой территории. Актуальным также остается вопрос о трассировке тектонических нарушений и определении их экранирующих способностей, от чего зависит возможность существования залежей углеводородов. Решение этих вопросов позволит значительно повысить геологическую эффективность поисково-разведочных работ на площадях Бориславско-Покутской зоны. На современном этапе развития наук о Земле широко используется компьютерная обработка геологических данных. Поэтому наряду с традиционным подходом к описанию структур как возможных ловушек нефти и газа необходимо проводить анализ их количественных (числовых) параметров, что позволяет более аргументировано подтвердить установленные закономерности. Оперирование большими массивами количественных показателей локальных структур и установленными между ними зависимостями дает возможность моделировать процессы, которые их сформировали, и определять закономерности их распространения. К важнейшим научным и практическим результатам следует отнести: разработанную классификацию локальных структур Бориславско-Покутской зоны по количественным показателям, включающую четыре группы структур в зависимости от морфологических особенностей их строения; исследованные условия формирования морфологических разновидностей локальных структур и характер распределения в них тектонических деформаций. По результатам геолого-математического моделирования и комплексу количественных показателей установлено, что локальные структуры с определенными морфологическими особенностями, которые отражаются в разной степени нарушенности их формы, сформированы тектоническими движениями различной величины и направления и описываются присущими только им числовыми параметрами. Результаты исследований распределения тектонических напряжений и деформаций, которые можно оценить по количественным показателям, будут способствовать более надежному прогнозированию нефтегазоносности недр, что позволит значительно повысить геологическую результативность геологоразведочных работ на нефть и газ на площадях Бориславско-Покутской зоны Предкарпатского прогиба.

Ключевые слова: Бориславско-Покутская зона; локальные структуры; количественные показатели; механизм формирования; тектонические напряжения.

The topicality of the research is determined by the detailed study of the peculiarities of the geological structure of Boryslav-Pokuttia zone of the Precarpathian deflection, in particular of local structural forms as probable traps for oil and gas, for reliable prediction of the oil and gas potential of the subsoil. Boryslav-Pokuttia zone of the Precarpathian deflection refers to one of the oldest oil and gas producing regions in Ukraine. Its hydrocarbon potential is far from being exhausted. The complex block structure of Boryslav-Pokuttia zone requires the development of specific methods for conducting oil and gas prospecting. In this regard, determining the distribution nature of the local structures and specifying the peculiarities of their morphological forms in the area under investigation are of great importance. The issue of tracing tectonic disturbances and determining their screening ability which determines the possible existence of hydrocarbon deposits remains to be an urgent matter. Solving these issues will significantly improve the geological efficiency of prospecting and exploration in the areas of Boryslav-Pokuttia zone. At the modern stage of the Earth sciences development computer processing of geological data is widely used. Therefore, along with the traditional approach to describing structures as potential traps for oil and gas, it is necessary to analyze their quantitative (numerical) parameters. It gives a possibility to confirm the established regularities more reasonably. Handling large array of quantitative indicators of local structures and the dependencies established among them makes it possible to simulate the processes that formed them and to determine the regularities of their distribution. The most important scientific and practical results include: the quantitative indicators ranking of the local structures of Boryslav-Pokuttia zone (the ranking contains four groups of structures classified according to their morphological texture); the investigated conditions for the formation of morphological varieties of local structures and the character of the distribution of tectonic deformations in them. The results of geological and mathematical simulation according to a complex of quantitative indicators help to state that local structures with certain morphological features, which are revealed to various extent in their deformations, are formed by tectonic movements of different magnitude and direction and are described by the numerical parameters peculiar only to them. Investigating the distribution of tectonic stresses and deformations, which can be estimated in quantitative indicators, will contribute to a more reliable prediction of the oil and gas potential of the subsoil. In its turn, it will improve significantly the geological performance of oil and gas prospecting in the areas of Boryslav-Pokuttia zone of the Precarpathian deflection.

Key words: Boryslav-Pokuttia zone; local structures; quantitative indicators; dynamics of formation; tectonic stress.

Вступ. Бориславсько-Покутська зона Передкарпатського прогину відноситься до найстаріших в Україні нафтогазовидобувних регіонів, вуглеводневий потенціал якого ще далеко не вичерпаний. Тому детальне вивчення особливостей її геологічної будови і, зокрема, локальних структурних форм як можливих пас-ток нафти і газу є актуальним завданням для надійного прогнозування нафтогазоносності надр. Складна блокова будова структур Бориславсько-Покутської зони вимагає розробки специфічних методик ведення пошуково-розвідувальних робіт на нафту і газ. У цьому плані важливе значення має визначення характеру розподілу локальних структур та особливостей їх морфологічних форм на досліджуваній території.

Генезис структурних форм Бориславсько-Покутської зони вивчався багатьма вченими [1, 2, 3]. Однак, виникає необхідність в проведенні аналізу їх кількісних (числових) параметрів, що дозволяє більш аргументовано підтвердити встановлені у [4, 5, 6] закономірності.

Відповідно, **метою досліджень** є виявлення чинників, що впливають на складкоутворення та формування розривних порушень у Бориславсько-Покутській зоні Передкарпатського прогину.

Аналіз сучасних закордонних і вітчизняних досліджень і публікацій. Значний внесок у визначення складної геологічної будови Передкарпатського прогину зробили науковці В.І. Антипов, М.Д. Будеркевич, П.М. Бодлак, Х.Б. Заєць, Ю.З. Крупський, В.Н. Утробін, В.М. Щерба, О.С. Щерба та ін. Формування локальних структур, з якими традиційно пов'язують родовища вуглеводнів, відбувається під дією структуроутворюючих рухів, які завжди відображені в їх будові, тобто фактори, що сформували структуру, проявляться в її морфології.

Висвітлення невирішених раніше частин загальної проблеми. Встановлення зв'язку величини деформацій і напруг локальних структур з морфологічними особливостями їх будови та нафтогазоносності.

Формулювання цілей статті. Встановити характер впливу напруг і тектонічних деформацій на формування і нафтогазоносність локальних структур Бориславсько-Покутської зони та провести оцінку особливостей їх морфологічних форм.

Структурні форми Бориславсько-Покутської зони за своїм генезисом є складками по-

здовжнього згину, які утворились при згинанні серії пластів під дією зовнішніх сил [1, 2, 3]. Для протікання процесу зминання пластів у складки породи повинні бути здатними передавати напруги, викликані прикладанням зовнішніх сил, тобто вони повинні володіти певною жорсткістю. Складчастість такого типу розвивається шляхом пластичної деформації, тобто деформації, яка залишається після припинення дії сил, і відбувається без суттєвого руйнування матеріалу. Така деформація пропорційна не лише силам, що її викликають, а і тривалості прикладання цих сил [7, 8, 9].

Складчастість геосинклінального типу утворюється під дією горизонтально спрямованих стискаючих тектонічних сил, коли діючі сили і головні осі деформацій мають певну орієнтацію [7]. Мала вісь деформації **С**, по якій відбувається значне скорочення ділянки, що деформується, розташовується приблизно горизонтально, перпендикулярно простягання складчастого комплексу (навхрест осьових ліній головних складок).

Друга головна вісь деформації **В**, по якій також відбувається скорочення розмірів ділянки (однак менше ніж по осі **С**), розташовується горизонтально та орієнтована паралельно простягання складчастого комплексу, тобто паралельно осьовим лініям головних складок. Зім'яття порід в складки відбувається в напрямку простягання осьових ліній складок. При такій орієнтації головних осей деформації, третя велика вісь **А** має вертикальне положення. Це свідчить про те, що при складкоутворенні буде відбуватись збільшення розмірів ділянки, що деформується у вертикальному напрямку. На жаль, ця схема розташування діючих сил і головних осей деформацій дає уявлення тільки про загальну обстановку деформації цілого складчастого поясу, але не може пояснити особливостей процесу складкоутворення усередині складчастого комплексу.

Як зазначалось вище, складки поздовжнього згину утворюються у зв'язку з тангенціальним стисканням, а орієнтація головних осей деформації на крилах складки в кожному випадку залежить від величини їх нахилу. Місцева орієнтація головних осей деформації може суттєво змінюватись від місця до місця на різних ділянках складки, загалом не співпадаючи із положенням головних осей деформації, характерних для всього складчастого комплексу.

Оскільки кінематику процесу складкоутворення, яка характеризується положенням головних осей деформації, визначити у даному випадку практично неможливо, виходимо з того,

що динамічна обстановка процесу формування локальних структур-складок Бориславсько-Покутської зони Передкарпатського прогину визначалась активною участю тектонічних рухів вертикального і горизонтального спрямування [10].

Процес складкоутворення починається з того, що горизонтально залягаючий пласт під дією тектонічних рухів зазнає деформації (рис. 1) з утворенням антиклінальних і синклінальних перегинів (рис. 1, 1), які між собою розділені зонами сколюючих напруг. На схилах цих перегинів найбільш інтенсивно проявляється дія пари сил, яка пов'язана з поздовжнім згином, що спричинений горизонтальним стискуванням.

Вертикальні зусилля та їх нерівномірність за площею визначають розподіл осей антиклінальних і синклінальних складок.

Подальша дія тектонічних рухів, що характеризується домінуванням рухів горизонтального спрямування, призводить до того, що складки набувають ознак асиметричності (рис. 1, 2), а у подальшому – до руйнування суцільності гірських порід у місцях максимальних концентрацій напруг. Цей процес руйнування може відбуватися двома шляхами: або у ядрі антиклінальної, або у ядрі синклінальної складки, що, в свою чергу, є визначальним при формуванні різних морфологічних груп складок.

При руйнуванні суцільності гірських порід у ядрі синклінальної складки (рис. 1, 3₁) відбувається формування складок I і II груп. Визначальним фактором при формуванні складок I групи, які характеризуються збереженістю своєї будови, є домінування горизонтальних рухів, тривала дія яких призводить до розбиття складок на блоки з подальшим підвертанням крутого (північно-східного) крила (I₁), або ж з його зрізанням (I₂). У деяких випадках збережене підвернуте крило вигинається у зворотному напрямку і набуває вигляду окремої антиклінальної складки (I₃).

Визначальним фактором при формуванні складок II групи, окрім тривалої дії горизонтальних рухів, слід виділити й бічне тертя, спричинене цими ж рухами. Ці дві сили призводять до більшого стискування складки (тангенціальні рухи) та руйнування її периклінальних частин (бічне тертя). Цей процес супроводжується “вирівнюванням” осьових поверхонь, оскільки складки мають майже вертикальні осьові поверхні.

Загалом складки II групи сформувались при сумарно більшій величині тектонічних зусиль, ніж складки I групи.

Формування складок III і IV груп взяло свій початок при руйнуванні суцільності гірських порід у ядрі антиклінальної складки (рис. 1, 3₂). При формуванні складок вказаних вище груп, крім тангенціальних рухів, що спричинюють насування одних складок на інші, значну роль відіграє і бічне тертя. Тривала і значна дія горизонтальних рухів та одностороннє бічне тертя призводять до формування “складок-перикліналей” (III₁). Другий різновид складок цієї групи, так звані “склепінні складки” (III₂), сформувались, на відміну від попередніх, при дії двостороннього бічного тертя (це крім тангенціальних зусиль), що призвело до руйнування периклінальних частин. Складки зі збереженням одним крилом (III₃), сформувались аналогічно до попередніх. Слід зауважити, що при формуванні таких різновидів складок III групи значну роль відіграв процес насування (переміщення) одних складок по інших. У розрізі складки III групи мають вигляд насунутих одна на одну пластин.

При формуванні таких складок відбувалось розвантаження напруг у процесі руйнування склепінної частини вихідної антиклінали.

Складки IV групи під дією трьох чинників (тектонічні рухи горизонтального напрямку, насування одних складок на інші і сильне бічне тертя) набули свого сучасного вигляду. Вони сильно затиснені між тектонічними порушеннями, що є концентраторами напруг, які передаються у тіло складки [10].

Сучасний напружений стан різних морфологічних форм, виділених серед складок Бориславсько-Покутської зони, пояснюється протіканням процесу складкоутворення, що відображено на схемі розподілу деформацій (рис. 2).

Характер розподілу деформації у вигнутому шарі гірських порід залежить від механічних властивостей речовини, але в ідеальному випадку на зовнішній дузі шару відбувається розтягування, на внутрішній – стискування, а десь між ними проходить “нейтральна поверхня”, на якій не спостерігається деформація розтягу-стискування. Вимір довжини нейтральної поверхні по розрізу, що містить ряд складок поздовжнього згину, дає приблизну протяжність шару до виникнення складок.

У природі поздовжній згин розвивається до тих пір, доки стискаюча складова напруги не співпадає за напрямком із заляганням шару [7].

У той же час, на момент розриву суцільності гірських порід у прирозломній зоні утворюється ділянка максимальних стиснень, що призводить до ущільнення гірських порід (рис. 3).

| I група | | |
|---|--|---|
| <p>нахилені антиклінальні складки із зруйнованим підвернутим крилом</p> | <p>нахилені антиклінальні складки із збереженим підвернутим крилом</p> | <p>нахилені антиклінальні складки, підвернуті крила яких вигнуті у зворотньому напрямку</p> |
| | | |
| II група | III група | IV група |
| <p>вертикальні антиклінальні складки</p> | <p>лежачі антиклінальні складки (складки-пластини)</p> | <p>фрагмент склепінної частини антиклінальних складок</p> |
| | | |

Рисунок 2 – Схема розподілу деформацій у складках Бориславсько-Покутської зони Передкарпатського прогину на момент закінчення їх формування

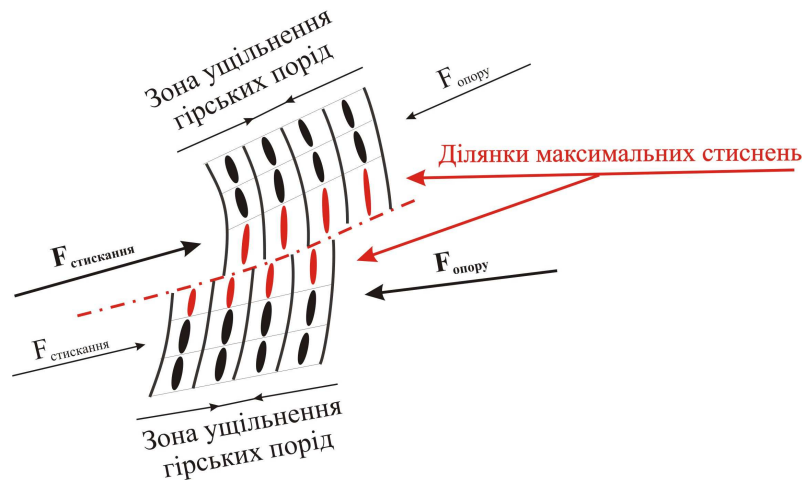


Рисунок 3 – Схема розподілу деформацій у прирозломній зоні на момент розриву суцільності гірських порід

У даному випадку, ці ущільнюючі зусилля призвели до того, що по площині насуву утворюється “непроникна зона”, тож ці тектонічні порушення завжди є екранами можливих покладів нафти і газу.

Слід зауважити, що на тлі дії регіональних тектонічних сил у напрямку з південного заходу на північний схід структури Бориславсько-Покутської зони сформувались під дією тектонічних рухів різної сили і напрямку прикладання. Це підтверджується визначеними для складок кількісними параметрами, встановленими генетичними зв'язками між ними та орієнтацією площин тріщин в просторі, що описано у роботах Орлова О. О. та Трубенка О. М. [4, 5, 6].

Розроблена класифікація дозволила об'єднати складчасті структури Бориславсько-Покутської зони в певні групи за їх морфологічними ознаками в залежності від генезису, що виражено в кількісних параметрах.

На розподіл складок різних груп в структурі Бориславсько-Покутської зони, на наш погляд, суттєвий вплив має величина насуву одних структурно-тектонічних елементів на інші.

Структура першого ярусу зазнала найбільших перебудов, оскільки той перемістився на більшу відстань порівняно з іншими ярусами. В його будові спостерігаються складки усіх чотирьох груп. Загалом, до Опаківського розлому розвинуті складки здебільшого однорідні за збереженістю, що відносяться до першої і другої груп. Це – складки Старосамбірська, Блажівська, Монастирецька, Південомонастирецька, Нагуєвицько-Ясеницька, Опаківська та Смильнянська. Винятком є лише Добромильська складка, більш зруйнована і частково перекрита насувом Старосамбірської та Блажівської складок.

Перша ділянка максимальних концентрацій деформацій приурочена до складок, розвинутих в Попельському блоці (Попельська, Південнопопельська), які відносяться до четвертої групи.

За Раточинським розломом розвинута серія сильно порушених складок, які мають збереженими лише південно-східні периклінали (складки Бориславська, Південнобориславська, Урицька) і відносяться до третьої групи, а Заводівська та Стинаво-Танявська відзначаються дуже складною будовою, тому їх дуже важко віднести до будь-якої з груп. Можливим поясненням такої будови ярусу є те, що до Танявського блоку включно перший ярус, перекритий насувом Скибової зони Карпат.

Долинський нафтогазопромисловий район і частина Надвірнянського (до Манявського розлому) характеризуються розвитком структур першої та другої груп, про що свідчить характер їх збереженості. Винятком є лише Оболонська складка, яка сильно стиснена через значну амплітуду насуву Нижньострутинської складки. Тут розташована друга ділянка максимальних концентрацій напруг.

За Манявським розломом спостерігається зміна у тектонічній будові ярусу. Між Манявським і Прутським розломами спостерігається третя ділянка підвищених значень напруженості. Тут розвинуті переважно брахіформні складки, які характеризуються різною мірою збереженості. Чолові складки (Бухтівецька, Довбушанська, Бистрицька) відзначаються більше збереженою формою і відносяться до другої групи, а складки північно-західної лінії – Південнобухтівецька, Південнобистрицька, Кременецька, Південнокременецька та Пигівська – до третьої і є менш збереженими.

Складки другого ярусу також характеризуються різною мірою збереженості. Так, в Бориславському і Долинському районах присутні складки всіх чотирьох груп. На користь цього твердження свідчить те, що перший ярус повністю перекриває другий, аж до Перегінського блоку з амплітудою насуву 5-14 км. Складки Надвірнянського району в переважній більшості відносяться до першої групи, але за Любіннянським розломом вони більш зруйновані і належать до II та III груп, оскільки частково або повністю перекриті насувом.

Другий ярус опишемо більш детально.

На крайньому північному заході поширені витягнуті і вузькі складки, які мають меншу збереженість (Стрільбицька та Сушицька). Вони відносяться до третьої групи. На відміну від них, чолова Північноблажевська складка більш збережена, тож за напруженим станом її слід віднести до першої групи. У міру висування блоків у напрямку на північний схід вздовж площин тектонічних порушень, починаючи з Монастирецького блоку, набули розвитку складки першої групи (Нагуєвицько-Ясеницька-II та Опаківська-II), і лише Бистрицька складка характеризується більшою зруйнованістю, тому її слід віднести до третьої групи. Слід зазначити, що в Бориславському районі чолові складки відносяться до першої групи.

Аналогічно до I ярусу, складки Попельська-II та Південнопопельська-II, затиснуті в Попельському блоці, сильно зруйновані. Утворившись під дією значних тектонічних зусиль, вони характеризуються високою напруженістю і відносяться до четвертої групи. Тут зосереджена перша ділянка максимальної концентрації деформації.

Крім вказаного вище, у II ярусі в межах Бориславського району розвинуто п'ять ліній складок. Складки четвертої та п'ятої ліній, затиснуті між Ступнянським і Раточинським розломами, характеризуються доброю збереженістю та відносяться до другої групи (Гутівська і Старокропивницька складки).

Далі за простяганням II ярусу по площині Раточинського розлому спостерігається висування блоків на північний схід, а складки, що беруть участь в будові цієї ділянки, характеризуються більшою збереженістю (Бориславський піднасув, Станільська, Іваніківська, Південно-іваніківська, Масловецька та Новосхідницька) і відносяться до першої та другої груп. Лише Кропивницька складка, що була затиснута між Раточинським та Клодницьким порушеннями, сильно зруйнована і належить до четвертої групи.

За Іваніківським розломом спостерігається зменшення числа ліній складок від 5 до 1, а тому всі розвинуті тут складки характеризуються сильною порушеністю та відносяться до третьої групи.

Далі за простяганням будова II ярусу сильно ускладнюється появою підвернутих крил Стинаво-Танявської, Північнодолинської і Нижньострутинської складок. Ці елементи мають вигляд відокремлених складок досить складної будови і характеризуються дещо іншими значеннями коефіцієнтів інтенсивності структуроутворення та напруженості гірських порід.

Починаючи з Вільхівського блоку, II ярус структур характеризується доброю збереженістю, і складки (Вільхівська, Підлісівська, Майданська, Луквинська, Богрівська, Стара Копальня та Газова) відносяться до першої та другої груп. Винятком є лише сильно зруйновані Бабченська та Молодківська складки четвертої групи.

За Бабченським розломом спостерігається деяке розвертання блоків і зменшення їх ширини. До цього місця приурочена друга ділянка максимальної напруженості структур. Складки крайньої південно-західної лінії відносяться до третьої групи.

Складки Надвірнянського району частково або повністю перекриті насувом, що зумовило деяку різницю у характері збереженості їх форми. Бабченська, Молодківська та Зеленецька складки спотворені насувами в структурі самого ярусу, а Чемигівська складка розбита Покутським розломом.

Складки третього ярусу займають близьке до початкового положення, тобто таке, яке ярус займав до утворення насувів (амплітуда насуву на автохтон складає 0,5-5 км), а тому складки, які беруть участь в його будові, в переважній більшості відносять до I і II груп, за винятком тих, що знаходяться на межі Бориславського та Долинського нафтогазопромислових районів, де зустрічаються дрібні складки III групи.

Загалом у III ярусі розвинуті переважно складки I групи, але на межі Бориславського та Долинського нафтогазопромислових районів зустрічаються дрібні складки третьої групи (сформувались в районі вигинання III ярусу вздовж Іваніківського розлому). Оскільки для Бориславського та Долинського нафтогазопромислових районів характерне існування двох ліній складок (за винятком Кропивницької-II та Лугівської складок, що формують третю лінію). Ці складки сильніше зруйновані порівняно з іншими і відносяться також до третьої групи.

Слід відзначити, що в чолових складках, які розташовані за Майданським блоком та висунуті на північний схід, спостерігається більша порушеність, тож їх слід віднести до другої групи (складки Дзвиняцька, Гвіздецька, Пнівська, Південногвіздецька та Слобода-Рунгурська). Березівська, Бабино-Пільська та Прутська складки мають будову, аналогічну до Північноберезівської складки, але зруйновані Покутським розломом, тому їх важко віднести до будь-якої з груп.

Частковий насув одних складок на інші спотворює загальні закономірності будови ярусу. Такі перекриття мають місце в районі Гвіздецької і Пнівської складок.

Висновки

За результатами геолого-математичного моделювання за комплексом кількісних показників встановлено, що локальні структури з певними морфологічними особливостями з причини порушеності їх форми, сформовані тектонічними рухами різної величини і напрямку їх прикладання. Вони описуються властивими тільки їм числовими параметрами.

На основі досліджень сучасного структурного плану Бориславсько-Покутської зони встановлено, що локальні структури I і II груп сформовані внаслідок руйнування суцільності гірських порід в ядрі первинної синклінальної складки, в результаті дії лише тангенціальних зусиль (I група) та під дією тангенціальних зусиль, що супроводжувались боковим тертям (II група). Структури III і IV груп сформувались при руйнуванні суцільності гірських порід в ядрі первинної антиклінальної складки, переважно дії під дією тангенціальних зусиль та бічного тертя.

Також встановлено:

1. Для першого тектонічного поверху характерна наявність трьох ділянок сильної концентрації напруг: перша – в Бориславському нафтогазопромисловому районі (в межах Попельського блоку); друга – в Долинському нафтогазопромисловому районі (в межах Оболонської складки); третя – в Надвірнянському нафтогазопромисловому районі (в межах Любіннянського і Делятинського блоків). Серед виділених ділянок найбільшими напругами характеризується перша ділянка. Решта площі характеризується плавною зміною напруг в невеликому діапазоні. При цьому в Бориславському і Долинському районах вони зменшуються у напрямку до фронтальної частини зони, а в Надвірнянському, навпаки, до фронтальної частини напруги збільшуються.

2. Для другого тектонічного ярусу характерна наявність також трьох ділянок значних концентрацій напруг. Їх положення відповідає характеру розташування у першому ярусі. Однак максимальні напруги тут уже сконцентровані у Надвірнянському нафтогазопромисловому районі. Для решти території спостерігається плавне зменшення напруг від фронтальної частини зони.

3. Для третього тектонічного ярусу відсутній характерний розвиток ділянок значних концентрацій напруг, і тільки в районі Старунського блоку спостерігається незначне їх підвищення.

Насамкінець, слід зазначити, що такі ділянки локальних максимумів концентрації напруг за простяганням Бориславсько-Покутської зони приурочені до сильно порушених ділянок, які розташовані на перетині тектонічних порушень і, відповідно, характеризуються високими значеннями щільності тектонічних порушень.

Література

- 1 Камалетдинов М. А. Происхождение складчатости / М. А. Камалетдинов, Ю. В. Казанцев, Т. Т. Казанцева. – М.: Наукова Думка, 1981. – 135 с.
- 2 Гинтов О. Б. Механизм формирования покровной структуры карпат по данным моделирования, парагенетического и кинематического анализ / О. Б. Гинтов, В. Г. Гутерман // Материалы совещания “Структурные парагенезы и их ансамбли”. – М.: ГЕОС, 1997. – С. 32-34.
- 3 Venger A.R. Modeling of gas prospective Silurian terrigenous sediments in the western Ukrainian oil and gas region / A.R. Venger, V.R. Khomyn, I.O. Piatkovska, A.R. Klyuka // Materials of the International Scientific and Technical Conference «Geoinformatics 2017». – 2017.
- 4 Орлов О. О. Тріщинуватість гірських порід Внутрішньої зони Передкарпатського прогину / О. О. Орлов, О. М. Трубенко, В.Г. Омельченко // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 1996. – С. 49-57.
- 5 Трубенко О. М. Системи тектонічних тріщин у відкладах Передкарпатського прогину західного нафтогазопромислового регіону України / О. М. Трубенко // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 1997. – С. 75-82.
- 6 Трубенко О. М. Типи тектонічних тріщин в гірських породах Внутрішньої зони Передкарпатського прогину / О. М. Трубенко // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 1998. – С. 74-77.

7 Ажгирей Г. Д. Структурная геология. – М.: Изд-во МГУ, 1956. – 492 с.

8 Павлова Н. Н. Деформационные и коллекторские свойства горных пород. – М.: Недра, 1975. – 179 с.

9 Баклашов И. В. Механика горных пород. – М.: Недра, 1975. – 180 с.

10 Копистянський Р. С. Значення тріщинуватості порід у формуванні нафтових родовищ Радянських Карпат. – К.: Вид-во АН Української РСР, 1959. – 75 с.

REFERENCES

1 Kamaletdynov M. A., Kazantsev Yu. V., Kazantseva T.T. Proyskhozhdene skladchastosty. M.: Naukova dumka, 1981. 135 p.

2 Нунтов О. В., Нутерман В. Н. Механизм формирования покровной структуры Карпат по данным моделирования, парагенетического и кинематического анализ. Материалы совещания “Структурные парагенезы у ykh ansambly”. М.: HEOS, 1997. pp. 32-34.

3 Venger, A.R., Khomyn, V.R., Piatkovska, I.O., Klyuka, A.R. Modeling of gas prospective Silurian terrigenous sediments in the western Ukrainian oil and gas region. Materials of the International Scientific and Technical Conference «Geoinformatics 2017», 2017.

4 Orlov O. O., Trubenko O. M., Omelchenko V.H. Trishchynuvatist hirskykh porid Vnutrishnoi zony Peredkarpatskoho prohynu. Rozvidka ta rozrobka naftovykh i hazovykh rodovyshch. Ivano-Frankivsk: IFDTUNH, 1996. pp. 49-57.

5 Trubenko O. M. Systemy tektonichnykh trishchyn u vidkladakh Peredkarpatskoho prohynu zakhidnoho naftohazopromyslovoho rehionu Ukrainy. Rozvidka ta rozrobka naftovykh i hazovykh rodovyshch. Ivano-Frankivsk: IFDTUNH, 1997. pp. 75-82.

6 Trubenko O. M. Typy tektonichnykh trishchyn v hirskykh porodakh Vnutrishnoi zony Peredkarpatskoho prohynu. Rozvidka ta rozrobka naftovykh i hazovykh rodovyshch. Ivano-Frankivsk: IFDTUNH, 1998. pp. 74-77.

7 Azhhyrei H. D. Strukturnaia heolohiya. M.: Yzd-vo MHU, 1956. 492 p.

8 Pavlova N. N. Deformatsyonnye y kollektorskye svoistva hornykh porod. M.: Nedra, 1975. 179 p.

9 Baklashov Y. V. Mekhanyka hornykh porod. M.: Nedra, 1975. 180 p.

10 Kopystianskyi R. S. Znachennia trishchynuvatosti porid u formuvanni naftovykh rodovyshch Radianskykh Karpat. K.: Vyd-vo AN Ukrainskoi RSR, 1959. 75 p.