

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертацію Галини Онуфріївни Занкович **“Геохімія флюїдів прожилково-вкрапленої мінералізації перспективно нафтогазоносних комплексів північно-західної частини Кросненської зони Українських Карпат”**, подану на здобуття наукового ступеня кандидата геологічних наук за спеціальністю 04.00.02 – геохімія

Актуальність теми дисертаційної роботи. У зв'язку із сповільненням темпів приросту запасів вуглеводнів в Україні зростає роль цілеспрямованих досліджень Складчастих Карпат як перспективної нафтогазоносної області Карпатської нафтогазоносної провінції. До таких територій в її межах належить Кросненська зона. Незважаючи на те, що на території Польщі у цій зоні відкрито низку нафтогазових родовищ, в Україні, крім Гринявського газоконденсатного родовища, промислових скупчень вуглеводнів не виявлено, лише у низці свердловин спостерігали інтенсивні прояви горючого газу, інколи з конденсатом. Отримані результати буріння і випробовування двох свердловин у межах Лютнянської структури підтвердили перспективи нафтогазоносності Кросненської зони Українських Карпат, насамперед в її північно-західній частині, відкриттям Лютнянського газового родовища у низькопористих колекторах, вивчення яких потребує нових оригінальних методичних підходів.

До одного з таких підходів належать мінералофлюїдологічні дослідження прожилково-вкрапленої мінералізації, які у комплексі з геологічними і геофізичними матеріалами сприятимуть прогнозу та виявленню зон нетрадиційних газових скупчень в ущільнених породах з метою забезпечення приросту запасів вуглеводнів у Західному нафтогазоносному регіоні.

Дисертаційну роботу тісно пов'язано з держбюджетними науково-дослідними темами, одним із виконавців яких є дисертант.

Наукова новизна дисертації.

1. Виявлено значне поширення прожилково-вкрапленої мінералізації у відкладах північно-західної частини Кросненської зони Українських Карпат у

межах Бітлянського і Турківського субпокровів, вперше вивчено розподіл прожилків і вкраплень в осадовій товщі, з'ясовано їхнє співвідношення із вмісними верствами, товщину і виповненість мінеральною речовиною.

2. Детально вивчено мінеральний склад жил, прожилків і вкраплень і встановлено, що типоморфним мінералом прожилків і вкраплень є кальцит.

3. Показано відповідність вперше отриманих найпоширеніших температур гомогенізації у кальциті (інтервал 170–225 °С) температурам прожилково-вкрапленого мінералогенезу в області до 200 °С, що відповідає оптимальним умовам збереженості вуглеводневих сполук нафти і газу в осадовій верстві земної кори.

4. Вперше встановлено склад летких компонентів флюїдних включень у кальциті прожилків і вкраплень, який визначається наявністю лише вуглеводневих компонентів, насамперед метану і його перших гомологів (етан, пропан, бутан), та високі відносну газонасиченість та сумарну вагову концентрацію вуглеводнів у включеннях флюїдів.

5. Вперше визначено ізотопний склад Карбону, Оксигену і Стронцію кальциту прожилково-вкрапленої мінералізації Кросненської зони, який вказує на джерело флюїдів при можливому формуванні покладів вуглеводнів.

6. У підсумку відтворено флюїдний режим прожилково-вкрапленого мінералогенезу і запропоновано схему міграції глибинних мінералоутворювальних флюїдів у відкладах північно-західної частини Кросненської зони Українських Карпат.

Обґрунтованість наукових положень і висновків забезпечується достатнім за обсягом матеріалом та узгодженим використанням здобувачем не одного, а кількох методичних підходів. У роботі використано мінералогічні, геохімічні, мінералофлюїдологічні методи, що достатньо апробовані адекватно до завдань праці.

Результати досліджень Г. О. Занкович доповідалися на низці міжнародних і вітчизняних конференцій та науковому семінарі ІГГГК НАН України. За темою дисертації опубліковано 16 наукових праць, з них 4 статті

у журналах, що входять до переліку фахових видань Міністерства освіти і науки України, 1 стаття – у зарубіжному фаховому виданні, та 11 тез доповідей і матеріалів у збірниках міжнародних і державних наукових і науково-практичних конференцій. Все це не викликає сумніву у науковій новизні та належній обґрунтованості отриманих автором даних.

Дисертація загальним обсягом 210 сторінок складається із вступу, семи розділів, висновку і списку використаних джерел з 172 найменувань, ілюстрована 70 рисунками та 21 таблицями.

В **розділі 1** виконано короткий огляд наявної величезної бази літературних джерел і з'ясовано місце серед них прожилково-вкрапленої мінералізації та флюїдних включень у мінералах відкладів Кросненської структурно-фаціальній одиниці Українських Карпат, як однієї з перспективних зон української частини Карпатської нафтогазоносною провінції. Узагальнено літературні матеріали з загальномінералогічних і термобарогеохімічних (мінералофлюїдологічних) досліджень прожилково-вкрапленої мінералізації. Наведено детальні дані з вивчення флюїдних включень у мінералах прожилково-вкрапленої мінералізації відкладів Кросненської зони, які лише спорадично вивчалися на території досліджень.

Розділ 2 узагальнює дані тектоніки і геологічної будови північно-західної частини Кросненської зони. Представлено геологічні карти, розрізи, стратиграфічні колонки та опис керна різних структур. Наведено результати цілеспрямованих лабораторних досліджень наявного керна матеріалу свердловин Лютнянської структури. Згідно із цими даними зроблено висновок про пов'язаність перспектив газоносності Кросненської зони з газом ущільнених порід. Застосування комплексу методів, як нових – термобарогеохімічних, так і вже відомих тепер методів розкриття та випробування цих ущільнених порід складе передумови для відкриття тут нових родовищ вуглеводнів

У **розділі 3** головну увагу сконцентровано на характеристиці матеріалів вивчення водо-нафтових розчинів (Чекалюк, Філяс, 1977) і аналізу

експериментальних даних з вивчення механізмів утворення і форм захоплення водно-вуглеводневих включень під час росту кристалів синтетичних мінералів (кварц, флюорит, кальцит) у гідротермальних нафтовмісних розчинах, які здійснено авторським колективом, очолюваним професором В. С. Балицьким (Інститут експериментальної мінералогії РАН). Наголошується, що за даними вивчення таких включень можна відтворювати міграційні процеси за участі вуглеводневмісних флюїдів у земній корі.

Розділ 4 присвячено опису кристалогенетичних і методичних засад та методів мінералого-геохімічного вивчення прожилково-вкрапленої мінералізації породних комплексів північно-західної частини Кросненської зони Українських Карпат. У підсумку виконаний комплекс досліджень змогу дав змогу належним чином відтворити умови прожилково-вкрапленого мінералогенезу жильних, прожилкових і вкраплених тіл у перспективно нафтогазоносних теригенних відкладах даного регіону.

В **розділі 5** наведено й проінтерпретовано результати детальних онтогенічних, мінералогічних, рентгенівських і геохімічних досліджень. Описано поширеність і склад прожилково-вкрапленої мінералізації у корінних виходах порід флішової формації олігоцен-міоценового віку північно-західної частини Кросненської зони Українських Карпат. Встановлено, що типоморфним мінералом прожилків і вкраплень є кальцит. Кальцит утворює зернисті щільні агрегати, друзи і добре огранені кристали. Розмір зерен варіює від дрібнозернистого до крупнокристалічного. Кристали ромбоєдричного, призматичного і скаленоєдричного габітусу. Спайність досконала по ромбоєдру. Колір кальциту здебільшого молочно-білий, забарвлений домішками в різні світлі кольори, трапляються прозорі індивіди. Встановлено кальцит двох генерацій. Наведено хімічний склад і вміст елементів-домішок кальциту.

У **шостому розділі** представлено авторські дані про умови формування і походження прожилково-вкрапленої мінералізації у відкладах північно-західної частини Кросненської зони Українських Карпат.

Зокрема, це матеріали перших детальних досліджень флюїдних включень у кальциті прожилків і вкраплень у породах флішової формації та встановлення у них складу летких компонентів.

Флюїдні включення нерівномірно насичують зерна кальциту і розташовані в площинах залікованих тріщин. Переважають плоскі включення неправильної форми, часто видовженої з так званими “рваними” краями. Окремі вакуолі мають ступінчастий розвиток стінок. За фазовим складом – це однофазові рідкі і двофазові – газово-рідкі включення з наповненням від 70 до 95 % з розмірами від 0,01 до 0,001 мм. За найпоширенішими значеннями температур гомогенізації включень первинної (ранньовторинної) природи є 170–225 °С автор вважає найімовірнішими температурами прожилково-вкрапленого мінералогенезу область до 200 °С. Це відповідає оптимальним умовам збереженості вуглеводневих сполук нафти і газу в осадовій верстві земної кори, оскільки є верхньою межею температури при термальних змінах в процесі катагенезу (дані Дж. М. Ханта за А. Х. Браунлоу, 1984).

Склад летких компонентів флюїдних включень у кальциті є вуглеводневим, причому у всіх зразках, як у природних відслоненнях, так і за розрізами Лютнянської і Бітлянської групи свердловин різко переважає метан та його перші гомологи (етан, пропан зі слідами бутану).

Вперше визначено ізотопний склад Карбону, Оксигену і Стронцію кальциту прожилково-вкрапленої мінералізації у теригенних відкладах північно-західної частини Кросненської зони. Отримані дані не корелюють з просторовим розташуванням прожилків у межах природних відслонень, місцем відбору проби, складом й віком вмісної породи тощо і у підсумку вказують на глибинне корове джерело флюїдів під час формування прожилково-вкрапленої мінералізації.

В розділі 7 відтворено флюїдний режим процесів прожилково-вкрапленої мінералізації породних комплексів усієї Кросненської зони Українських Карпат. На основі отриманих у дисертації та літературних даних

термобаричних характеристик і складу мінералоутворювальних флюїдів підтверджено обґрунтованість поділу прожилково-вкрапленої мінералізації цієї структурно-фаціальній одиниці на кальцит-ангідрит-кварцові прожилки, пов'язані з нафтогазоносними товщами, прожилки мономінерального кальцитового складу та карбонатно-кварцові жили і прожилки з кристалами кварцу типу “мармароських діамантів”.

Для порівняння наведено найновіші дані про склад летких компонентів флюїдних включень з вуглеводнями у кристалах “мармароських діамантів” з запахом нафти з жил у пісковиках і аргілітах груборитмічного піщаного флішу Кросненської зони в районі будівництва нової гілки Бескидського залізничного тунелю.

Враховуючи вищенаведені дані, схарактеризовано міграційні процеси в геологічних розрізах нафтогазоносних провінцій на прикладі породних комплексах Кросненської зони Українських Карпат і зроблено висновок про можливу локалізацію покладів газу вторинного, накладеного характеру в щільних, низькопористих породах дослідженої території, ефективна ємність колекторів яких тут забезпечується тріщинуватістю порід.

Практичне значення. Проведеними численними геохімічними, мінералогічними та мінералофлюїдологічними дослідженнями встановлено важливість вивчення флюїдів прожилково-вкрапленої мінералізації у відкладах північно-західної частини Кросненської зони, які в комплексі з геологічними і геофізичними матеріалами сприятимуть уточненню перспектив нафтогазоносності та прогнозу відкриття покладів вуглеводнів у межах цієї структурно-фаціальній одиниці Складчастих Карпат.

Зауваження.

1. Надто розгорнуто аргументована актуальність роботи (1,5 стор.), яка в даному варіанті включає і характеристику Кросненської зони, і критерії визначення перспективності району, і можливості різних методів дослідження і т.ін. Достатньо було б однієї узагальнюючої фрази.

2. Нечітко і не зовсім правильно викладене третє положення, що захищається. Зокрема, не зрозуміло, що має на увазі авторка під виразом «глибинний характер» мігрувальних флюїдів, що це, нижньокорові, мантийні, чи просто ті, які глибші? Ізотопні дані якраз указують на коровий характер джерел вуглекислоти, тим більше, що навіть мантийні флюїди у карбонатвмісних породах апіорі змінюють ізотопний склад за рахунок обмінних процесів.

3. Авторка не пояснює, яку роль у процесах заліковування тріщин кальцитом могли відігравати метасоматичні явища і чим зумовлені відзначені автором процеси вилуговування (стор. 92)?

3. На стор. 100 автор вказує, що у ряді $\{10\bar{1}1\} \rightarrow \{21\bar{3}1\} \rightarrow \{40\bar{4}1\} \rightarrow \{10\bar{1}0\} + \{01\bar{1}2\}$ або $\{10\bar{1}2\}$ знаходить місце і скаленоедричний габітус кристалів кальциту. Так це в Б. В. Заціхи (1989) чи в автора також?

4. На найімовірніші температури прожилково-вкрапленого мінералогенезу в області біля 200 °C та ізотопний склад Оксигену та Карбону в них, уже указували інші дослідники (В.О.Шумлянський та ін. 2009-2010р.) р. авторка чомусь не згадує ці роботи навіть у списку літератури, як і дуже цікаву роботу Криль С.Я. (Мін.журнал, 2014, №3), яка теж стосується ізотопного складу жильних карбонатів, хоча із іншої зони Карпат.

5. Інтерпретація даних ізотопного складу Стронцію заплутана і невиразна (ст.141). З одного боку правильно стверджується що ці дані мають типові корові характеристики, а далі вони чомусь пояснюються впливом глибинних флюїдів. Те ж саме стосується і ізотопного складу Оксигену та Карбону у карбонатах, адже жодного «глибинного» ізотопного значення автором не отримано.

Висновок. Вказані зауваження не впливають на загальний позитивний висновок щодо високого наукового рівня результатів та обґрунтованості основних наукових положень і висновків дисертаційній праці Г. О. Занкович. Отримані нею дані мають важливе як теоретичне, так і практичне значення і знайдуть широке застосування під час пошуків та прогнозування

нафтогазоносності Кросненської зони, як однієї із перспективних зон Карпатської нафтогазоносною провінції.

Основні положення і висновки дисертації Г. О. Занкович повністю викладено у 16 опублікованих наукових працях, з них 4 статті у журналах, що входять до переліку фахових видань Міністерства освіти і науки України, 1 стаття – у зарубіжному фаховому виданні та 11 тез доповідей і матеріалів у збірниках міжнародних і державних наукових і науково-практичних конференцій. Дисертацію викладено доброю науковою мовою, належно ілюстровано і старанно оформлено.

Автореферат повністю відповідає змістові та послідовності розділів дисертації, містить вступ, висновки, список опублікованих праць за темою дисертації, резюме українською, російською та англійською мовами.

Вищесказане засвідчує, що дисертаційна робота Г. О. Занкович є самостійною завершеною науковою працею, у якій вирішено актуальне наукове завдання з відтворення флюїдного режиму процесів мінералогенезу періоду формування прожилково-вкрапленої мінералізації у перспективно нафтогазоносних флішових відкладах північно-західної частини Кросненської структурно-фаціальної одиниці – складової частини нафтогазоносною області Складчастих Карпат Карпатської нафтогазоносною провінції.

Дисертація відповідає п. 9, 11 “Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника”, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567, а її автор – Галина Онуфріївна Занкович заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата геологічних наук за спеціальністю 04.00.02 – геохімія.

Доктор геолого-мінералогічних наук, професор,
завідувач кафедри геології родовищ корисних копалин
Київського національного університету
імені Тараса Шевченка

В. М. Загнітко

Підпис В. М. Загнітка засвідчую:

секретар *Калітневська А.В.*

