УДК 550.832(552.1:53)

Особливості оцінки ресурсної бази баден-сарматської газоносної товщі в зоні зчленування Самбірської покрову із Крукеницькою западиною.

Михайловський І.З[1]., *докт. філос. наук про землю, 0009-0007-7948-4026, igormykhailovskyi@ukr.net;*
Андрейчук М.М[2]., *к. геол. н.,* *geoburproekt@ukr.net;*
Дучук С.В[3]., *аспірант, 0009-0004-6384-7054, duchuk@ukr.net.*
[1]ТзОВ «БУРПРОЕКТ», м. Львів, Україна,
[2]ПП «ГЕОБУРПРОЕКТ», Львів, Україна,
[3]ДГП «УКРГЕОФІЗИКА» ЗУГРЕ, Львів, Україна,

Основна частина геологічних об'єктів, виявлених сейсмічними дослідженнями та підтверджених глибоким бурінням, на предмет нафтогазоносності вивчена, тому на порядок денний виходить потреба залучення в геолого-розвідувальний процес нових нерозвіданих, або частково вивчених на предмет нафтогазоносності ділянок, які відрізняються від задіяних в нафтогазопромисловому комплексі складною геологічною будовою та своєрідними типами вуглеводневих пасток.

Ключові слова: прогин, западина, прибортова частина, тектонічні порушення, поверхня розмиву.

Specifics of assessing the resource base of the Baden-Sarmatian gas-bearing sequence in the junction zone between the Sambir Nappe and the Krukenychi Depression.

Mykhailovskyi Ihor[1], *0009-0007-7948-4026, igormykhailovskyi@ukr.net;*
Andreychuk Mykhailo[2] *, geoburproekt@ukr.net;*
Duchuk Stepan[3], *0009-0004-6384-7054, duchuk@ukr.net.*
[1]LLC «BURPROEKT», Lviv, Ukraine,
[2]PE "GEOBURPROEKT", Lviv, Ukraine
[3]DSGE "Ukrgeofizyka", Lviv, Ukraine,

The majority of geological objects discovered by seismic surveys and confirmed by deep drilling have been studied for oil and gas potential, so the agenda is to involve new unexplored or partially studied areas for oil and gas potential in the geological exploration process, which differ from those involved in the oil and gas industry complex in their complex geological structure and unique types of hydrocarbon traps.

Keywords: sag, depression, flank zone, tectonic disturbances, erosion surface.

Вступ. Газоносність Крукеницької западини, як найбільш опущеної частини Зовнішньої зони Передкарпватського прогину, пов'язана з родуктивними горизонти верхньо-та нижньодашавської підсвіт раннього сармату. В межах Дрогобицького газового родовища, приуроченого до південного сходу прибортової частини Крукеницької западини, промислово-геофізичними дослідженнями виявлені газонасичені верстви в теригенному розрізі косівської світи верхнього бадену. Загальний поверх газоносності ділянки досліджень досягає 3,5 км.

Відкриті газові і газоконденсатні поклади та ймовірні, встановлені за даними промислово-геофізичних досліджень, приурочені до пачок і окремих піщано-алевролітових пластів з кондиційними ємнісно-фільтраційними властивостями (Кп гран.=9,0%, Кв. залишк.=63%, і К проникн=016х10-3мкм2)..

Виклад основного матеріалу. За літологічним складом верхньодашавська підсвіта представлена переважно глинами сірими, темно-сірими, зеленувато-сірими, вапнистими, слюдистими, піскуватими, досить щільними з прошарками пісків, слабозцементованих дрібнозернистих пісковиків, алевролітів і туфів. Рідше зустрічаються прошарки мергелів та бентонітових глин, часто спостерігаються рослинні рештки та пірит. В розрізі підсвіти виділяються горизонти ВД-1 – ВД-14. На більшій території Зовнішньої зони прогину підсвіта згідно залягає на відкладах нижньодашавської. Породи відрізняються від нижньодашавських меншою піскуватістю розрізу та збагаченістю туфітовим матеріалом. Суттєві перерви осадконагромадження в розрізі верхньодашавської підсвіти не виявлені. В межах значної

частини Крукеницької западини та її північно-східного схилу вони поступово зрізаються Стебницьким насувом [1].

В розрізі нижньодашавської підсвіти за літологічними особливостями виділяється 17 стратиграфічних горизонтів (НД 1 – НД-17). Горизонти НД-16 і НД-17 поступово появляються на найбільш заглиблених ділянках донеогенового палеорельєфу. Вміст пісковиків та алевролітів в товщі нижньодашавської підсвіти мінливий по площі, що затруднює їх попластову кореляцію. В регіональному відношенні піскуватість розрізу на північно-східному схилі западини поступово зменшується.

Відклади косівської світи верхнього бадену у нижній частині представлені пачкою зеленуватих глин із прошарками алевролітів, туфів і туфітів. Наявність туфогенних відкладів свідчить про близькість ділянки активних тектонічних рухів, що вірогідніше всього, відбувались в зоні формування молодої Карпатської споруди. Над ними в межах Крукеницької западини залягає товща одноманітних сірих аргілітоподібних вапнистих глин, які по своєму обліку нагадують глибоководні відклади нижньої частини субліторалі чи псевдоабісалі. Глини та аргіліти темно-сірі слюдисті сланцюваті з рідкими прошарками світло-сірих кварцевих слюдистих алевролітів і пісковиків. На поглиблених ділянках палеорельєфу Крукеницької западини загальна товщина косівської світи відчутно зростає і досягає 600-700 м.

Однією з характерних особливостей відкладів баден-сарматського теригенного комплексу Крукеницької западини та її північно-східного схилу, є тонкошаруватість і ритмічність розрізу. У підошві ритму відмічені тонкі прошарки глинистих порід, які до покрівлі поступово заміщуються пісковиками та алевролітами. Покрівля ритму в сарматському ярусі, майже повністю виповнена піщано-алевролітистими літотипами. Закінчення ритму відмічається різкою заміною піщано-алевролітистих порід глинами. У підошві цих глин часто відмічені незначні за товщиною прошарки туфів і туфітів [2]

В тектонічному відношенні основа Крукеницької западини гетерогенна і сформована під дією багатьох фаз складчатості. В її межах комплекс неогену залягає на сильно дислокованих утвореннях ранніх байкалід, які по північно-східному схилу змінюються елементами пізньобайкальської, каледонської і кімерійсько-ранньоальпійської складчатості.

У формуванні донеогеновово ложа основна роль відводиться донеогеновим ерозійним процесам [3]. Одним із основних факторів, що підтверджу ерозійну при роду западини є структура північно-східного схилу, крутизна якого вниз по розрізу стрімко зростає, наближаючись до вертикального положення. Сам схил в основних рисах орієнтований по Краковецькому глибинному розлому, період розвитку якого припадає на донеогеновий час. Інтенсивність донеогенового розмиву зростає вздовж розлому в південно-східному напрямку – від невеликих значень на території Польщі, де в північно-західному напрямку на відстані 12,5 км від державного кордону з Україною схил повністю нівелюється , до 4,5-5 км в зоні перетину з Передкарпатським розломом.(Рис.1,2).

По мірі седиментаційної компенсації від'ємних форм палеорельєфу в зонах зі значною крутизною утворились каскади гравітаційних безкореневих скидів, амплітуди яких в межах північно-східного схилу Крукеницької западини перевищують сотні метрів. Часто вони ускладнені менш вираженими антитетичними розривними дислокаціями. Вони формують східцеподібні каскади повздовжніх гравігенних уступів.

Газоносність верхніх молас та типи покладів. Основний газоносний комплекс Крукеницької западини та її північно-східного схилу– теригенні відклади нижнього сармату. Окремі газоносні пласти та пропластки промислово-геофізичними дослідженнями виявлені у глинисто-алевролітовій товщі верхнього бадену. На сьогоднішній день в межах Крукеницької западини, включаючи її північно-східний схил виявлено більше 20-ти газових та газоконденсатних родовищ, основні з яких за розмірами та по величині запасів – Залужанське, Садковицьке, Пинянське, Хідновицьке.

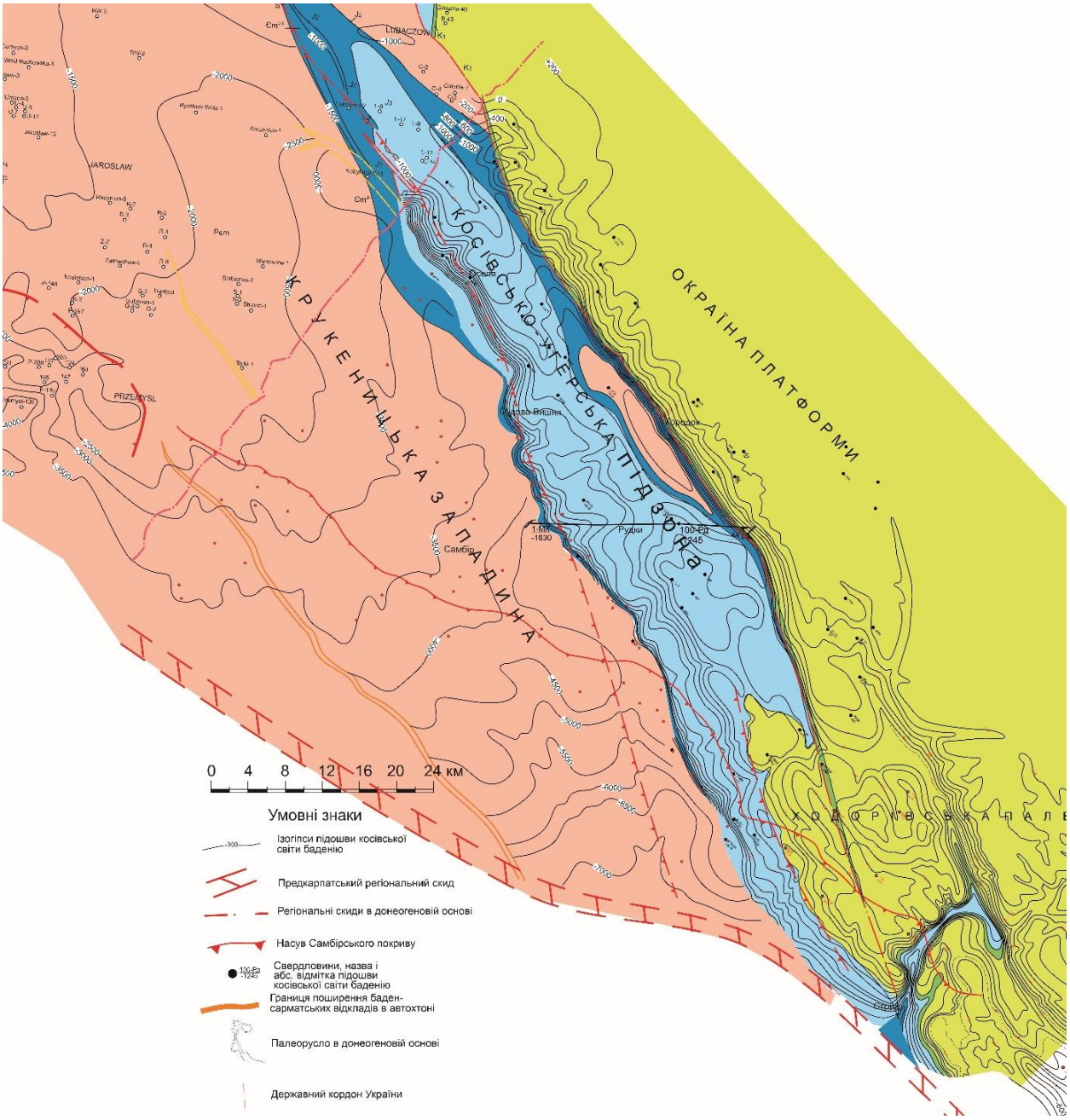

Рис. 1. Північно-західна частина Зовнішньої зони Передкарпатського прогину (фрагмент геологічної карти донеогенової основи). (Андрейчук М.М. 2013)

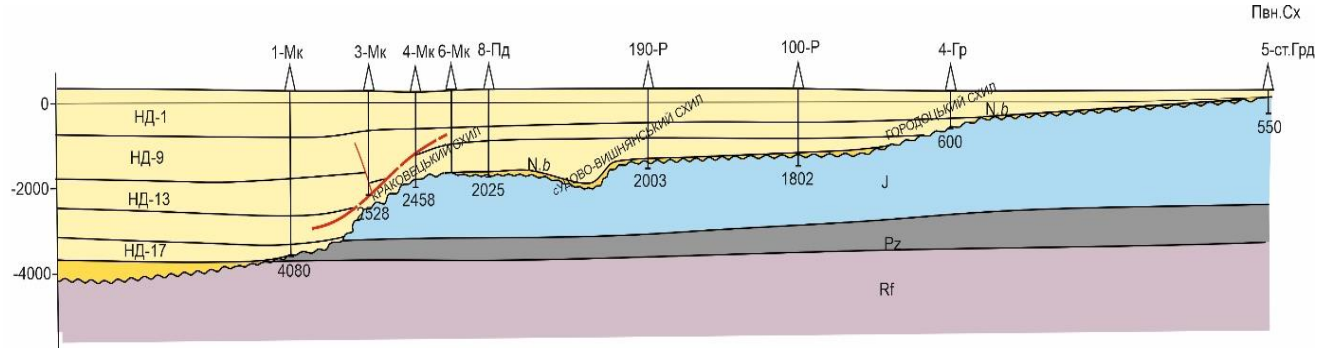

Рис. 2. Геологічний розріз через донеогенові ерозійні палеотераси Зовнішньої зони Передкарпатського прогину по лінії І-І (1 Мк – Макунів, 8 Пд – Підгайці, 190 Р – Рудки, 4 Гр – Городок, 5 ст. Гр – структурна городоцька)

Значну роль при утворенні вуглеводневих пасток зіграла літологічна неоднорідність нижньосарматського теригенного комплексу. Породи-колектори в цій частині Зовнішньої зони прогину не витримані по площі і розрізу. Тонкоритмічне перешарування теригенного матеріалу стало чинником поділу регіонально поширених продуктивних горизонтів на окремі пачки та пласти, гідродинамічно ізольовані між собою верствами флюїдоупорів. В переважній більшості випадків з ними пов'язані літологічно обмежені чи комбіновані поклади вуглеводнів. Як показує досвід проведення пошуково-розвідувальних робіт на вуглеводні, надійними флюїдоупорами можуть бути витримані в межах локальних структур глинисто-аргілітові верстви товщиною від двох метрів і більше.

Безпосередньо в межах опущеної частини Крукеницької западини основна частина вуглеводневих пасток пов'язана зі структурами огортання донеогенового ложа. Це значні за розмірами досить пологі структури огортання ерозійної поверхні, в межах яких загальні товщини продуктивних пачок витримані по площі, проте характеризуються значною літологічною мінливістю. В більшості випадків з ними пов'язані пластові літологічно обмежені поклади. Як правило, вони зосереджені на схилах палеопіднять. Яскравим прикладом цього можуть бути газові поклади нижньої частини сармату в межах Майницького газоконденсатного родовища.

На північно-східному схилі Крукеницької западини у верхній частині сарматського розрізу поклади газу пластові склепінні, пов'язані зі структурами нагнітання. В нижній – переважають комбіновані поклади (пластові літологічно обмежені, тектонічно екрановані повздовжніми гравігенними і антитетичними скидами та поперечними скидо-зсувами). В окремих випадках вони стратиграфічно екрануються поверхнею донеогенового розмиву. Пласти порід-колекторів вздовж схилу, як правило, характеризуються моноклінальним заляганням зі значними кутами падіння порід. (Рис.3)

Початкові пластові тиски до глибини 2000 м наближені до гідростатичних, нижче – аномально високі. Дебіти газу в більшості випадків не перевищують 50 тис. $м^3$/добу. Газ вуглеводневий, з глибиною зростає конденсатний фактор.

Особливості проведення пошуково-розвідувальних робіт та оцінки ресурсної бази. Через тонкоритмічне чергування порід-колекторів з пачками флюїдоупорів продуктивна частина розрізу поділена на цілий ряд гідродинамічно ізольованих пачок та пластів, для яких характерні свої пластові умови. Насамперед це поширення по площі, мінливість колекторських властивостей, характер насичення, склад флюїдів та термобаричні умови. В переважній більшості випадків вони об'єднються у спільні об'єкти випробовування та дослідження. Особливо це стосується пошуків та розвідки в умовах пластів та пачок порід зі спорідненим характером насичення за даними промислово-геофізичних досліджень, які як правило вибірково перфоруються в межах значних загальних товщин із поступовими дострілами. При цьому отримуються усереднені значення, що не несуть конкретну інформацію по кожному з пластів. Особливо це не припустимо в об'єктах з аномальними баричними умовами, де традиційними методами розподіл пластового тиску по продуктивному розрізу практично неможливий, так як значний вплив при формуванні пластових умов належить досить мінливим в часі та просторі геостатичним напругам, що особливо проявились в умовах насуву Самбірської зони на Крукеницьку западину.

Одним з проблемних питанньь безпосередньо в межах Крукеницької западини є геометризація покладів при досить пологому заляганні пластів. Як правило вони обмежуються умовно, нижніми границями встановленої продуктивності (НГВП). Прикладом цього може бути Майницьке газоконденсатне родовище, де контакти газ-вода в межах піщаних тіл продуктивних горизонтів НД-10 – НД-15 за результатами промислово-геофізичних досліджень та випробовування свердловин не встановлені. Під час геолого-економічної оцінки вуглеводнів в переважній більшості родовищ продуктивні пачки та пласти, що представляють окремі газогідродинамічні системи об'єднюються в спільні об'єкти підрахунку, загальна

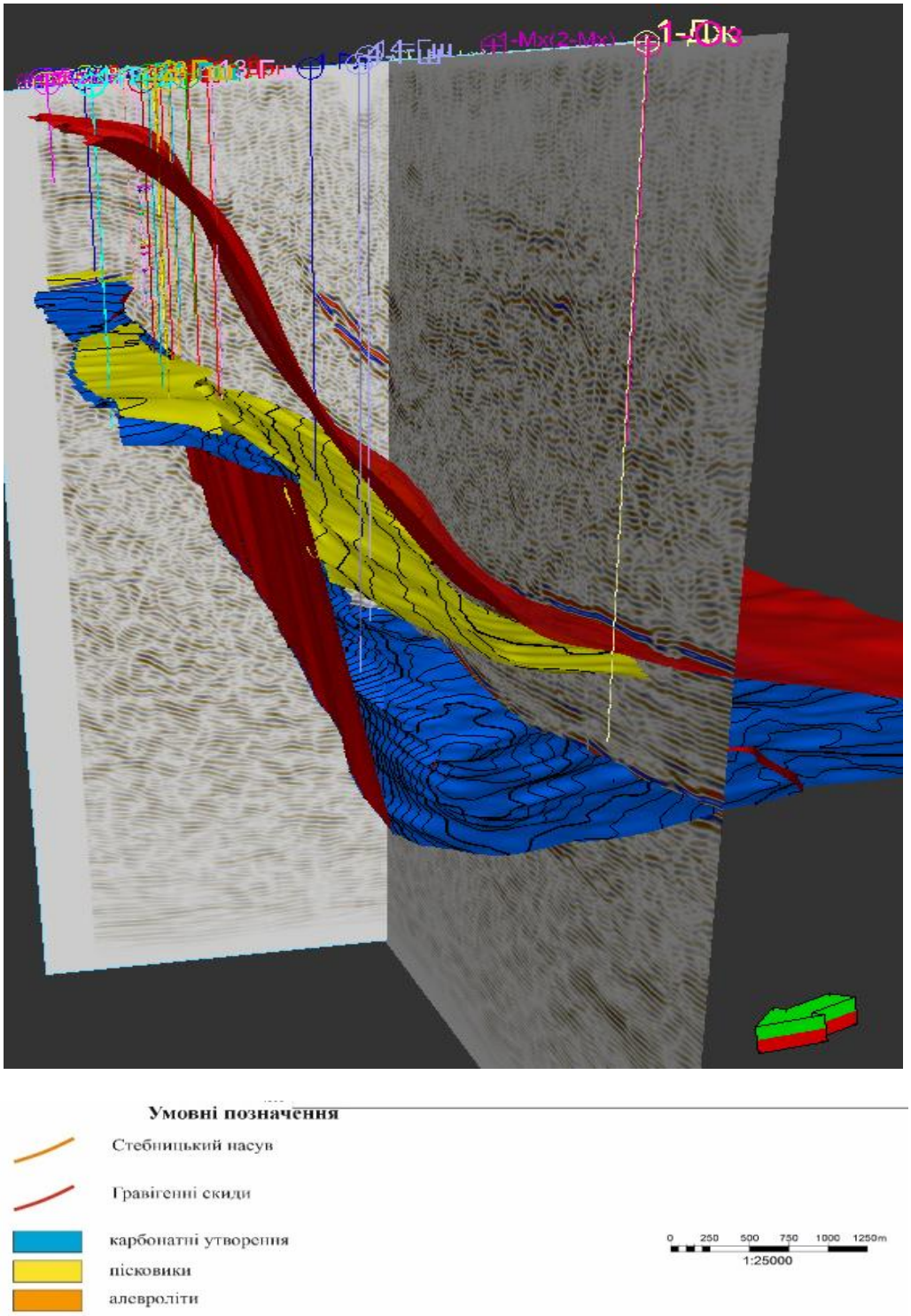

Рис.3. Поперечний сейсмічно-геологічний профіль через Дрогобицьку структуру

товщина яких перевищує сотню метрів і більше, що у значній мірі занижує точність оцінки підрахункових параметрів, особливо тих, що стосуються об'ємів покладів. В окремих випадках це складає враження існування вертикальних меж покладів, де основним фактором є літологічне заміщення порід-колекторів.

Слід відмітити, що в умовах значної крутизни падіння порід, зокрема нижньої частини баден-сарматського теригенного комплексу північно-східного схилу Крукеницької западини поділ розрізу на окремі гідродинамічні системи більш виражений і доведений результатами пошуково-розвідувальних робіт [4]. Так, в межах Дрогобицького газового родовища, тільки в розрізі продуктивного горизонту НД-13 виділено 12 покладів газу, в той час як в аналогічних умовах Майницького родовища при геолого-економічній оцінці було виділено тільки п'ять об'єктів підрахунку, а в продуктивному горизонті НД-13 – вісім проти двох.

Висновки

1. Встановлено, що на початку баденського часу відбулося швидке опускання розмитої поверхні донеогену. Обмежені в часі інтенсивні некомпенсовані низхідні рухи охопили всю територію Зовнішньої зони прогину, зумовивши швидку регіональну трансгресію баден-сарматського моря з нагромадженням потужної товщі верхніх молас. На початку верхнього бадену в межах Карпатської споруди активізувалися висхідні тектонічні рухи. Вона стала основним джерелом постачання теригенного матеріалу в баден-сарматський басейн седиментації. У міру віддалення від джерел зносу основну роль у його транспортуванні почали відігравати донні течії. Зазначимо, що перерозподіл осадів залежав від глибини та палеогеоморфологічних особливостей дна басейну седиментації. Останні тісно пов'язані з палеорельєфом розмитої поверхні донеогену. Виявлено ділянки з підвищеною піскуватістю теригенних горизонтів, які, як правило, приурочені до ерозійних схилів, одним із яких у такому випадку є складнопобудована північно-східна окраїна Крукеницької западини.

2. За результатами роботи встановлено, що кількість піщано-алевролітових горизонтів та їхні товщини у баденсько-сарматському розрізі значною мірою залежать від глибини басейну седиментації. У межах ділянки визначено, що товщина верхньобаденського теригенного комплексу зростає до 600–700 м, а нижньосарматського — до 4000 м. Для сарматського розрізу північно східного схилу Крукеницької западини виявлено притаманні пачки тонкоритмічного перешарування пісковиків, алевролітів та аргілітів, де окремі пачки та пласти порід-колекторів чи їх сукупність на фоні моноклінального занурення об'єднуються в продуктивні горизонти.

3. Виділені структурні особливості в середині баден-сарматського комплексу північно східного схилу Крукеницької западини тісно пов'язані з палеорельєфом поверхні донеогенового розмиву. Його значна крутизна сприяла гравітаційному сповзанню значної кількості осадів на початкових стадіях консолідації, що призвело до утворення безкореневих гравігенних скидів та антиклінальних структур нагнітання, часто ускладнених поперечними розривними порушеннями. Встановлено, що при відповідних співвідношеннях порід-колекторів і флюїдоупорів як перші, так і другі відігравали значну роль у формуванні складнопобудованих пасток для нагромадження вуглеводнів.

Список використаних джерел

1. Михайловський І. З. Осадонагромадження та постседиментаційні перетворення міоценового комплексу порід Зовнішньої зони Передкарпатського прогину. Геологія та геохімія горючих корисних копалин №3–4 (199–200) 2025, 13–24. (**наукове фахове видання України**).

2. Михайловський І. З. Умови формування верхньомоласового комплексу в межах Крукеницької западини та на прилеглих ділянках Зовнішньої зони Передкарпатського прогину. Мінеральні ресурси України, 2025(3), с. 38–45. (**індексується в базі данних Scopus**).

3. Михайловський, І., & Андрейчук, М. (2025). Альтернативний погляд на умови формування донеогенового ложа Крукеницької западини. Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Геологія. Географія. Екологія», (62), 85-94. (**індексується в базі данних Scopus**).

4. Михайловський І.З., Андрейчук М.М. Перспективи нафтогазоносності північно східного схилу Крукеницької западини. Матеріали Десятої міжнародної науково-практичної конференції "Надрокористування в Україні.Перспективи інвестування". Україна, м. Львів, 6-10 жовтня 2025 р. С. 430-434.

References:

1. Mykhaylovsky I. Z. Sedimentation and postsedimentation transformations of the Miocene Rock complex of the Outer zone of the Precarpathian trough. Geology and geochemistry of combustible minerals No. 3-4 (199-200) 2025, 13-24. (a scientific professional publication of Ukraine).

2. Mykhaylovsky I. Z. Conditions for the formation of the upper molasse complex within the Krukenytsia depression and in adjacent areas of the Outer zone of the Precarpathian trough. Mineral Resources of Ukraine, 2025(3), pp. 38-45. (indexed in the Scopus database).

3. Mykhaylovsky, I.Z., Andreychuk, M. (2025). An alternative view on the conditions of formation of the pre-Neogene basement of the Krukenytsia depression. Bulletin of the V. N. Karazin Kharkiv National University. Series "Geology. Geography. Ecology", (62), 85-94. (indexed in the Scopus database).

4. Mykhailovsky I.Z., Andreychuk M.M. Prospects for oil and gas potential of the northeastern slope of the Krukenytsia depression. Proceedings of the conference of the Tenth International Scientific and Practical Conference "Subsoil Use in Ukraine. Investment Prospects". Lviv, Ukraine, October 6-10, 2025. P. 430-434.