МІНЕРАЛОГІЯ, ГЕОХІМІЯ ТА ПЕТРОГРАФІЯ

УДК 553.981,622.324

DOI: <http://doi.org/10.17721/1728-2713.87.02>

В. Хомин, д-р геол. наук, проф.;
М. Манюк, канд. геол. наук, доц.;
О. Манюк, канд. геол. наук, доц.;
А. Поплюйко, канд. геол.-мінералог. наук, доц.;
Н. Хованець, асист.
E-mail: xbp1381@gmail.com;

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019, Україна

ВПЛИВ СЕДИМЕНТАЦІЙНИХ І ПОСТСЕДИМЕНТАЦІЙНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ
НА КОЛЕКТОРСЬКІ ВЛАСТИВОСТІ ГІРСЬКИХ ПОРІД

(Представлено членом редакційної колегії д-ром геол. наук, проф. О.М. Карпенком)

Актуальність досліджень зумовлена науковим обґрунтуванням особливостей седиментаційних та постседиментаційних перетворень гірських порід у зв'язку з можливою їх нафтогазоносністю.

Проведено детальні літологічні дослідження продуктивних відкладів родовищ нафти і газу Внутрішньої зони Передкарпатського прогину. Мета досліджень полягала у вивченні та встановленні залежності фільтраційно-ємнісних властивостей порід як від первинних (седиментаційних), так і вторинних (постседиментаційних) факторів.

До первинних факторів, які вивчалися, віднесено зернистість (медіанний діаметр зерен), відсортованість та зрілість порід. У результаті проведених досліджень встановлено позитивний кореляційний зв'язок між медіанним діаметром зерен та пористістю гірських порід (коефіцієнт кореляції 0,56). Встановлено, що погано відсортовані пісковики, на відміну від добре відсортованих, характеризуються значно меншою пористістю та проникністю.

Виявлено пряму залежність пористості порід від вмісту уламкового кварцу, яка відображається у зростанні пористості з його збільшенням. З'ясовано, що у більш зрілих пісковиках пористість значно вища, що в свою чергу позитивно впливає на колекторські властивості гірських порід.

У результаті проведеного вивчення вторинних перетворень піщаних порід встановлено, що для стадії діагенезу характерні зміни мінерального складу, які зумовлені в основному розкладанням органічних речовин і появою відновлювального середовища.

Оцінено ступінь розвитку структур перетворення уламкового матеріалу піщано-алевритових порід прогину з глибиною їх залягання та з'ясовано картину їх катагенетичних змін на різних глибинах. У результаті проведених досліджень зроблено висновок про порівняно поступове посилення ролі трьох видів структур: інкорпораційних, регенераційних, мікростилітових та зниження впливу конформних структур зі збільшенням глибини залягання порід. При цьому у зоні пізнього катагенезу, в умовах великих глибин, напружений стан катагенетично перетворених порід масивної текстури сприяє утворенню численних мікротріщин, що зумовлює формування зон розуцільнення порід на глибинах понад 4 км, які характеризуються високими параметрами їх колекторських властивостей.

Ключові слова: фільтраційно-ємнісні параметри, пористість, проникність, кореляційні залежності.

Проблема та її зв'язок з науковими і практичними завданнями. Поклади нафти і газу на малих та середніх глибинах, як в Україні в цілому, так і в Карпатській нафтогазоносній провінції зокрема, значною мірою уже розвідані та вироблені. Відповідно, подальше поповнення промислових запасів вуглеводнів здійснюватиметься за рахунок освоєння великих глибин. Важливу роль у цьому плані відіграють породи-колектори, оскільки навіть за найсприятливіших геологічних умов без наявності якісних порід-колекторів неможливе існування промислових скупчень вуглеводнів. У цьому аспекті вивчення вторинних змін продуктивних відкладів повинно бути невід'ємною частиною сучасних літологічних досліджень, оскільки дає змогу зрозуміти особливості та стадійність процесів формування нафтогазових покладів і характер постседиментаційного перетворення осадових гірських порід. Це має суттєве значення при прогнозуванні зон з покращеними колекторськими властивостями і в подальшому стане вагомим передумовою для проведення розвідки відкладів на великих глибинах у межах відомих нафтогазоносних провінцій.

Аналіз досліджень і публікацій. Відомо, що породи-колектори є мобільними геологічними утвореннями, у процесі їх занурення може змінюватись як склад, будова, так і їх фільтраційно-ємнісні параметри. Тому вивчення закономірностей зміни порід-колекторів, передбачення можливих аномалій їх властивостей, вміння їх спрогнозувати та, головне, передбачити глибину зон розвитку порід-колекторів в умовах великих глибин є дуже важливим завданням.

Звичайно, проблемі вторинних перетворень осадових порід присвячено значну кількість праць від статей і дисертацій до узагальнюючих монографій (Манюк та ін.,

2011a; 2011b; Бойко, 1989; Вялов, 1961; Доленко та Ярош, 1969; Дорофеева, 1986; Вялов і др., 1966). Тому вважаємо, що проводити їхній навіть побіжний огляд немає необхідності, а зупинимось тільки на основних висновках і результатах, що з них випливають.

Так, аналізуючи результати проведених досліджень, на основі опрацювання численного лабораторного матеріалу по Дніпрово-Прип'ятській, Карпатській, Причорноморсько-Кримській і Лено-Вілюйській та інших нафтогазоносних провінціях, виявлено закономірне прогресуюче погіршення фільтраційно-ємнісних властивостей порід-колекторів при їх зануренні на великі глибини; встановлено критичні глибини природного існування порової ємності та фільтрації алеврито-піщаних порід-колекторів; встановлено глибинну зональність катагенетичного перетворення теригенних порід і стадійності перетворення структури порового простору, як наслідок – зростання геостатичного тиску та палеотемператур надр тощо.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми та формулювання цілей статті. Отже, узагальнюючи наукові праці фахівців та отримані ними результати, стає цілком очевидним, що стадійність перетворення осадових гірських порід впливає, перш за все, на властивості мінеральних компонентів породи, а через них – на фільтраційно-ємнісні властивості самих порід-колекторів. Тому і мета наших досліджень полягає у проведенні детальних літологічних вивчень продуктивних відкладів родовищ Внутрішньої зони Передкарпатського прогину, по яких накопичено численний фактичний матеріал з метою встановлення залежності фільтраційно-ємнісних властивостей порід як від первинних (седиментаційних), так і вторинних (постседиментаційних) факторів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Нами проведено детальні літологічні дослідження продуктивних відкладів родовищ Внутрішньої зони Передкарпатського прогину та встановлено, що у межах досліджуваної території в осадовій товщі виділяється чотири літолого-стратиграфічні комплекси порід, які відповідають основним етапам геологічного розвитку даної території, а саме: рифейсько-нижньопалеозойський, мезозойський, крейдово-палеогеновий та неогеновий. Ці комплекси відрізняються за умовами осадконакопичення, тектонічним розвитком і, отже, характером порід-колекторів та порід-покришок, що їх перекривають.

У палеогенових відкладах Внутрішньої зони Передкарпатського прогину виділяються два природні резервуари: олігоценний і палеоцен-еоценний. Роль регіональної покривки для першого з них виконує товща міоценових молас поляницької і воротищенської світ, які повсюдно перекривають відклади палеогену та складені переважно м'якими, пластичними, щільними глинами і аргілітами з невитриманими по площі пропластками пісковиків та алевролітів. Ця товща, у свою чергу, створює сприятливі умови для формування та збереження покладів вуглеводнів у палеогенових відкладах в цілому і зокрема в олігоценних. Для еоцен-палеоценового резервуару роль регіональної покривки виконує низькоомна глиниста товща порід бистрицької світи.

Піщано-алевритові породи продуктивних відкладів палеогену Внутрішньої зони Передкарпатського прогину характеризуються однорідністю мінералогічного складу уламкової частини і належать до мономінеральних кварцових різновидів. Вміст кварцу у них не нижче 90–95 %. Крім зерен кварцу в складі уламкової частини порід присутні зерна польових шпатів 2–3 %, уламки кременистих і кварцитоподібних порід, іноді глинистих сланців, сумарний вміст яких не перевищує 5 %, рідше зустрічаються зерна акцесорних мінералів і лусочки слюди до 1 %. Уламковий матеріал зцементований, цемент переважно змішаного складу, де в різних співвідношеннях зустрічаються переважно глинистий матеріал, а також карбонати, глауконіт, кремениста речовина, рідше барит, пірит. При цьому 3–10 % глинистого матеріалу в цементі здебільшого характерно для порід-колекторів олігоцену, перевага карбонатів у складі цементу спостерігається у породах-колекторах еоцену та палеоцену. Глауконіт у складі цементу зустрічається досить часто, його вміст сягає 1–3 %. Вторинний регенераційний кварц поширений практично у всіх досліджуваних зразках. Сумарний вміст кількості цементного матеріалу в породах-колекторах становить від 1 до 20 %. Поряд з мінеральним цементом уламкові зерна скріплені за рахунок ущільнення. Характер фільтраційно-ємнісних властивостей алевритно-піщаних порід зумовлений їх структурними, текстурними та мінералогічними особливостями, які визначаються умовами осадконакопичення (первинні седиментологічні фактори) і характером постседиментаційних процесів (вторинні зміни).

За умовами утворення породи-колектори нафти і газу Внутрішньої зони Передкарпатського прогину належать до осадових відкладів. За речовинним складом породи теригенного типу, колекторами яких є пісковики, алевроліти у вигляді верств та проверстків з товщинами від кількох сантиметрів до 15 м і більше, залягають серед аргілітів. Вони розділені по розрізу нерівномірно.

Пісковики олігоміктові (кварцу 75–85 %), рідше поліміктові (кварцу 60–70 %), алевроліти кварцові щільні, тонкошаруваті.

Переважаючим типом є порові породи-колектори. Проте високий ступінь тріщинуватості часто зумовлює змішаний тріщинно-поровий тип.

За морфологією порового простору породи-колектори порового типу (міжзернові або гранулярні) з незначними проявами тріщинуватості.

За речовинним складом і фізичними властивостями пісковики та алевроліти подібні між собою, їх відкрита пористість змінюється у діапазоні 0,2–23 %, проникність $(0,01-3) \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$. Порові породи-колектори часто мають пористість 8–18 % і проникність до $0,5 \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$. Цемент у породах глинистий і карбонатний, розподілений нерівномірно. Органічна речовина представлена буро-червоними, а інколи темно-бурими прожилками, безформними видовженими включеннями химерної форми. Інколи у шліфах присутня нафта у вигляді бурих та бурувато-жовтих включень, які пропитують глинистий цемент, частково утворюючи плівки та примазки у порах.

Фіксуються міжзернові, інколи сполучені, а здебільшого напівізолювані, ізолювані пори ізометричної, трикутної форми розмірами 0,01–0,50 мм і у рідкісних випадках до 0,7–1,0 мм. Серед міжзернових контактів найчастіше переважають ізолювані та точкові, рідше лінійні, конформні та інкорпораційні.

Загалом породи-колектори менілітових, еоценних і палеоценних відкладів Внутрішньої зони Передкарпатського прогину вважаються складними, які мають різний мінералогічний склад породотвірних речовин, включаючи високий вміст глинистих мінералів; мають складну структуру порового простору та багатозначну насиченість у межах одного пласта (нафта і газ, нафта і вода, газ і вода).

У результаті проведених нами досліджень було встановлено, що в межах продуктивного розрізу прогину значення як пористості, так і проникності змінюються в дуже широких межах. Тому з метою встановлення причини нерівномірності їх розподілу за розрізом встановлювалась залежність цих властивостей як від первинних (седиментаційних), так і від вторинних (постседиментаційних) факторів.

До первинних факторів, які вивчалися, віднесено зернистість (медіанний діаметр), відсортованість та зрілість гірських порід.

Так, нами встановлено позитивний кореляційний зв'язок між медіанним діаметром зерен та пористістю, коефіцієнт кореляції для якого – 0,56 (рис. 1). При цьому, як показали результати проведених досліджень, погано відсортовані пісковики на відміну від добре відсортованих характеризуються значно меншою пористістю та проникністю.

Відзначається пряма залежність пористості від вмісту уламкового кварцу, яка відображається у зростанні пористості зі зростанням вмісту останнього ($R^2 = 0,55$, рис. 2) за рахунок того, що цей мінерал створює так званий каркас, що позитивно впливає на колекторські властивості породи. З цього стає очевидно, що у більш зрілих пісковиках пористість значно вища, що також позитивно впливає на колекторські властивості порід. У той час як зі зростанням кількості польових шпатів та уламків порід пористість несуттєво знижується.

При достатньо великій кількості спостережень ($n > 50$) коефіцієнт кореляції можна вважати достовірним, якщо він перевищує свою похибку в три і більше разів. У нашому випадку критерій Стьюдента (t-критерій) для першої залежності становить 12,05, для другої – 12,97. Зазначені вище розрахунки підтверджують достовірність коефіцієнта кореляції отриманих нами залежностей.

Також нами проведено вивчення вторинних перетворень піщаних порід родовищ Внутрішньої зони Передкарпатського прогину, під якими розуміється діагенетичні та катагенетичні процеси, що контролюються окисно-відновними і кислотно-лужними умовами. Встановлено, що для стадії діагенезу характерні зміни мінерального складу, які

відбуваються головним чином через розкладання органічних речовин і появу відновлювального середовища. У той час як породи раннього катагенезу здебільшого є наслідком діагенетичних перетворень. Так, на етапі раннього катагенезу відбувається корозія та розчинення нестійких

мінералів, суттєво зростає кількість пор розчинення польових шпатів та уламків порід, що позитивно відображається на колекторських властивостях порід.

Характерною ознакою стадії катагенезу є суттєве утворення порового мікрокристалічного каолініту, який, утворюючи мікропори, позитивно впливає на колекторські властивості пісковиків досліджуваних відкладів.

Рис. 1. Графік залежності пористості гірських порід від медіанного діаметру зерен

Рис. 2. Графік залежності пористості гірських порід від вмісту уламкового кварцу

Нами проведено вивчення характеру зміни колекторських властивостей порід-колекторів прогину з глибиною їх залягання та встановлено глибинну зональність катагенетичного перетворення теригенних порід, а також простежено стадійність перебудови структури їх порового простору.

Виходячи з того, що якісними показниками катагенетичного перетворення теригенних порід є їх фізичні властивості, було проведено лабораторне вивчення зразків керну із глибоких та надглибоких свердловин прогину та встановлено характер зміни фільтраційно-ємнісних параметрів (відкритої пористості, проникності та об'ємної густини) палеогенових піщано-алевролітових порід-колекторів у діапазоні глибин – від 200 м метрів до 6500 м.

Перший параметр, який нами вивчався, – відкрита пористість. Він розглядався в інтервалі глибин 200–6500 м і дав уявлення про ємнісний потенціал палеогенових порід-колекторів Внутрішньої зони Передкарпатського прогину. Так, у результаті проведених досліджень було встановлено, що зі зростанням глибини залягання

порід відкрита пористість знижується від 32 до 0,6 %, максимальні значення зафіксовані в інтервалах 200–1500 м (від 9 до 28 %), 2450–2900 м (до 13 %) та спостерігались численні зони розущільнення на глибинах понад 4000 м, де серед малоємних пісковиків із загальною пористістю 5–7 % та відкритою 3–5 %, зустрічаються горизонти зі значно вищою загальною пористістю, яка сягає 10–12 % та відкритою пористістю 8–11 %. Між цими інтервалами простежуються зони з низькими (від 0,2 до 6 %) значеннями відкритої пористості із суттєвим її зниженням на глибині 4000 м. У загальному в інтервалі 200–4000 м домінують породи з відкритою пористістю 7–13%, а в інтервалі 4000–6500 м – 0,3–4 %, з окремими горизонтами розущільнення з високими значеннями ємнісно-фільтраційних параметрів. Нами розраховано ємнісний градієнт для палеогенових порід-колекторів в інтервалі глибин 200–4000 м, який становить 0,65 % на 100 м, а в інтервалі глибин 4000–6500 – 0,12% на 100 м.

Наступний параметр, що вивчався, характеризує фільтраційні властивості порід – абсолютна проникність.

Дослідження були проведені зі зразками порід у тому ж глибинному діапазоні, що й відкрита пористість. Як показали результати проведених досліджень, проникність порід-колекторів з глибиною їхнього залягання, як і відкрита пористість піщано-алевритових порід, зменшується змінюючись від $81 \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$ до $0,01 \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$. При цьому встановлено, що породи з максимальним значенням проникності фіксуються в діапазоні глибин 200–1500 м та 2450–2900 м (до $81 \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$), між цими інтервалами простежуються зони розвитку порід з низькими фільтраційними властивостями (від менше $0,01$ до $8 \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$), суттєве зменшення параметру відзначено на глибині 4000 м. Нами розраховано загальний фільтраційний градієнт для піщано-алевролітових порід прогину, який в інтервалі глибин 200–4000 м становить $0,5 \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$ на 100 м, а в інтервалі глибин 4000–6500 м – $0,3 \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$ на 100 м.

Враховуючи те, що гірський або літостатичний тиск визначається густиною порід, то відповідно наступний параметр, який нами досліджувався – об'ємна густина палеогенових порід. Вивчена вона в діапазоні глибин 200–6500 м і варіює у дуже широких межах. У результаті встановлено, що зі зростанням глибини залягання густина гірських порід закономірно зростає від 2320 кг/м^3 на глибині 200 м і до максимальних її значень 2700 кг/м^3 на глибині 6500 м. Найбільша кількість порід-колекторів з мінімальними значеннями об'ємної густини спостерігається у діапазоні глибин 200–1500 м, 2450–2900 м (до 2460 кг/м^3). Градієнт густини гранулярних порід-колекторів в інтервалі 200–6500 м становить 19 кг/м^3 на 100 м.

Також проведено вивчення піщано-алевролітових порід з метою оцінки ступеня розвитку перетворення уламкового матеріалу піщано-алевритових порід з глибиною та з'ясовано картину катагенетичних їх змін на різних глибинах.

Так, розглядаючи динаміку розвитку катагенетичних структур вниз по розрізу свердловин, зроблено висновок про порівняно поступове посилення ролі трьох видів структур: інкорпораційних, регенераційних (рис. 3), мікростилітових (рис. 4) та зниження ролі конформних структур (рис. 5) зі збільшенням глибини залягання порід.

Встановлено, що перетворення уламкового матеріалу досягає найбільшого розвитку в розрізі свердловин на глибинах більше 4000 м, в умовах високого тиску і температури, які впливають на зовнішній вигляд піщаних порід, додаючи йому кварцитоподібний характер (рис. 6).

При дослідженні шліфів встановлено, що до глибини 4000 м у структурі піщано-алевритових палеогенових порід переважають конформні структури і наявні одиничні горбкуваті мікростиліти. Цю зону віднесено нами до зони середнього катагенезу. На глибинах понад 4000 м мікроскопічно спостерігаються уже численні горбкуватозазублені мікростилітові поверхні, які супроводжуються зміною уламкових зерен і цементу, що призводить до зниження міжгранулярної пористості порід та зумовлює низькі колекторські показники. Це, у свою чергу, свідчить про перехід до зони, яка відрізняється складнішими змінами структури порового простору – зони пізнього катагенезу.

У зоні пізнього катагенезу в умовах великих глибин напружений стан катагенетично перетворених порід масивної, зливної текстури (рис. 7), сприяє утворенню численних мікротріщин при частковому порушенні цілісності матриці, що зумовлює формування зон розуцільнення порід на глибинах понад 4000 м з високими параметрами колекторських властивостей.

Рис. 3. Пісковик кварцовий, середньо-дрібнозернистий, алевритистий. Регенераційно-інкорпораційні структури на контактах зерен кварцу. Свердловина 75-Завода. Інтервал 4520–4524 м. Нік. +; $\times 70$

Рис. 5. Пісковик кварцовий, дрібнозернистий. Конформні структури на контактах зерен кварцу. Свердловина 4-Новосхідниця. Інтервал 1951–1953 м. Нік. II, $\times 50$

Рис. 4. Пісковик кварцовий, дрібнозернистий з мікростилітовими поверхнями. Свердловина 419-Новоселиця. Інтервал 6193–6195 м. Нік. II, $\times 50$

Рис. 6. Пісковик кварцовий, дрібнозернистий. Структури ковзання вздовж мікростилітового шва. Свердловина 1-Луги. Інтервал 6228–6229 м. Нік. II, $\times 70$

Рис. 7. Пісковик. Мікротріщини пізньої генерації.
Свердловина 5-Новосхідниця.
Інтервал 5200–5202 м. Нік. II, x70

Висновки. У статті вивчено та встановлено залежності фільтраційно-ємнісних властивостей порід, як від первинних (седиментаційних), так і від вторинних (пост-седиментаційних) факторів.

До первинних факторів, які нами вивчалися, було віднесено зернистість (медіанний діаметр зерен), відсортованість та зрілість порід. У результаті встановлено позитивний кореляційний зв'язок між медіанним діаметром зерен гірських порід та їх пористістю (коефіцієнт кореляції 0,56). При цьому встановлено, що погано відсортовані пісковики на відміну від добре відсортованих характеризуються значно меншою пористістю та проникністю.

Виявлено пряму залежність пористості гірських порід від вмісту уламкового кварцу та з'ясовано, що у більш зрілих пісковицях пористість значно вища, що, у свою чергу, позитивно впливає на колекторські властивості порід.

Щодо вторинних перетворень піщаних порід, то у результаті проведених досліджень встановлено, що для стадії діагенезу характерні зміни мінерального складу, які зумовлені переважно розкладанням органічних речовин і появою відновлювального середовища. А утворення раннього катагенезу є наслідком діагенетичних перетворень, які породжують їх на якісно новому рівні (корозія та розчинення нестійких мінералів, зростання кількості пор розчинення польових шпатів та уламків порід), що позитивно відображається на колекторських властивостях порід.

Вивчено характер зміни колекторських властивостей порід-колекторів з глибиною їх залягання, встановлено глибинну зональність катагенетичного перетворення теригенних порід та простежено стадійність перебудови структури їх порового простору. Оцінено та встановлено ступінь розвинутої структури перетворення уламкового матеріалу піщано-алевритових порід прогину з глибиною їх залягання та з'ясовано картину катагенетичних їх змін на різних глибинах. У результаті проведених досліджень зроблено висновок про порівняно поступове посилення ролі трьох видів

структур: інкорпораційних, регенераційних, мікростилітових та зниження ролі конформних структур зі збільшенням глибини залягання порід. Виявлено, що у зоні пізнього катагенезу, в умовах великих глибин, напружений стан катагенетично перетворених порід масивної текстури сприяє утворенню численних мікротріщин, що зумовлює формування зон розуцільнення порід на глибинах понад 4 км, які характеризуються високими параметрами їх колекторських властивостей.

У цілому ж проведені дослідження показали, що вивчення вторинних змін продуктивних відкладів, на сьогодні повинні бути невід'ємною частиною сучасних літологічних досліджень, що має суттєве значення при прогнозуванні зон з покращеними колекторськими властивостями порід і є вагомим передумовою для проведення дорозвідки відкладів на великих глибинах.

Список використаних джерел

- Бойко, Г.Е. (1989). Тектоногенез и нефтегазоносность осадочных бассейнов. К.: Наукова думка.
Вялов, О.С. (1961). Палеогеновый флиш северного склона Карпат. К.: Изд-во АН УССР.
Вялов, О.С., Буров, В.С., Каретников, Л.Г. (1966). Некоторые вопросы геологии и перспектив нефтегазоносности Передкарпатского прогиба. *Геология нефти и газа*, 6, 49-53.
Доленко, Г.Н., Бойчевская, Л.Т. (1984). Геологические формации нефтегазоносных провинций Украины. К.: Наукова думка.
Доленко, Г.Н., Ярош, Б.І. (1969). Закономерности нефтегазоносности Передкарпатского и Закарпатского прогибов. К.: Наукова думка.
Дорофеева, Т.В. (1986). Тектоническая трещиноватость горных пород и условия формирования трещинных коллекторов нефти и газа. Л.: Недра.
Манюк, М.І., Маевський, Б.І., Хомин, В.Р. (2011а). Прогнозування колекторських властивостей нижньокрейдових порід Скибової зони Карпат. *Науковий вісник ІФНТУНГ*, 1, 5-8.
Манюк, М.І., Маевський, Б.І., Хомин, В.Р., Здерка, Т.В., Захарук, І.І. (2011б). Вплив вторинних змін на колекторські властивості глибокозанижених порід-колекторів Внутрішньої зони Передкарпатського прогину. *Науковий вісник ІФНТУНГ*, 2, 5-12.

References

- Boiko, G.Y. (1989). Tectonogenesis and the Oil-and-gas Content of Sedimentary Basins. Kyiv: Naukova Dumka. [in Russian]
Dolenko, G.N., Boichevskaya, L.T. (1984). The Geological Formations of the Oil and Gas Provinces of Ukraine. Kyiv: Naukova dumka. [in Russian]
Dolenko, G.N., Yarosh, B.I. (1969). The Regularities of the Oil-and-gas Content of the Precarpathian and Zakarpattia Depressions. Kyiv: Naukova Dumka. [in Ukrainian]
Dorofeeva, T.V. (1986). The Tectonic Cleavage of Rocks and Formation Conditions of Oil and Gas Fractured Reservoir Rocks. Leningrad: Nedra. [in Russian]
Maniuk, M.I., Maievskiy, B.Y., Khomyn, V.R. (2011a). Predicting the Reservoir Properties of the Lower Cretaceous Rocks of the Skyba Zone of the Carpathians. *Scientific Bulletin of Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas*, 1, 5-8. [in Ukrainian]
Maniuk, M.I., Maievskiy, B.Y., Khomyn, V.R., Zderka, T.V., Zakharuk, I.I. (2011b). The Impact of the Secondary Alteration on the Properties of the Deep Reservoir Rocks of the Interior of the Precarpathian Depression. *Scientific Bulletin of Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas*, 2, 5-12. [in Ukrainian]
Vialov, O.S. (1961). The Paleogene Flysh of the Northern Slope of the Carpathians. Kyiv: AN USSR. (In Russian).
Vialov, O.S., Burov, V.S., Karetnikov, L.G. (1966). Some Questions of Geology and Prospects of the Oil-and-gas Content of the Precarpathian Depression. *Oil and Gas Geology*, 6, 49-53. [in Russian]

Надійшла до редколегії 07.06.19

V. Khomyn, Dr. Sci. (Geol.), Prof.;
M. Maniuk, Cand. Sci. (Geol.), Assoc. Prof.;
O. Maniuk, Cand. Sci. (Geol.), Assoc. Prof.;
A. Popluiko, Cand. Sci. (Geol.-Min.), Assoc. Prof.;
N. Khovanets, Assist. Prof.
E-mail: xbp1381@gmail.com;
Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas,
15 Karpatska Str., Ivano-Frankivsk, 76019, Ukraine

THE INFLUENCE OF SEDIMENTATION AND POST-SEDIMENTATION TRANSFORMATIONS ON THE RESERVOIR PROPERTIES OF THE ROCKS

The topicality of the research is proved by the scientific evidence of the peculiarities of the sedimentation and post-sedimentation transformations of the rocks in relation to their possible oil and gas content.

The productive sediments of the deposits of the interior of the Precarpathian Depression were thoroughly and lithologically researched. The objective implied the study and recognition of the reservoir properties within primary (sedimentation) and secondary (post-sedimentation) factors.

The primary ones are as follows: granularity (grains median diameter), sorting, and rock maturity. Consequently, a positive correlation between the grains median diameter and rock porosity has been determined; the very coefficient equals 0.56. Evidently, unlike the well-sorted sandstones, the badly graded ones are marked by poor porosity and permeability.

The positive correlation between porosity and clastic quartz content is revealed: should the latter increase, the former will go up as well. Apparently, more mature sandstones are characterized by dramatically high porosity; this factor positively affects the reservoir properties of the rocks.

After studying the secondary transformations of the sandy rocks, we have determined that the diagenesis stage is defined by the change of mineral composition. This alteration is mainly caused by organic material decomposition and the appearance of reducing environment.

Considering the cover thickness, we have graded the transformations of the fragments of the sandy-aleuritic rocks of the depression. The pattern of the catagenetic changes at various depths has been introduced. In the end, we have inferred that the increasing depth starts influencing the three types of the structures, i.e. incorporating, reclaiming and microstilolite rather gradually. In addition, the declining importance of the conformal structures has been identified. The stress pattern of the catagenetically transformed solid rocks promotes the microfracture within the late catagenesis zones; this factor predetermines the development of decompression zones at the depths exceeding 4 km characterised by good reservoir properties.

Keywords: reservoir properties, porosity, permeability, correlations.

В. Хомин, д-р геол. наук, проф.;

М. Манюк, канд. геол. наук, доц.;

О. Манюк, канд. геол. наук, доц.;

А. Поллюйко, канд. геол.-минералог. наук, доц.;

Н. Хованец, ассист.

E-mail: xbp1381@gmail.com;

Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа,

ул. Карпатская, 15, г. Ивано-Франковск, 76019, Украина

ВЛИЯНИЕ СЕДИМЕНТАЦИОННЫХ И ПОСТСЕДИМЕНТАЦИОННЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ НА КОЛЛЕКТОРСКИЕ СВОЙСТВА ГОРНЫХ ПОРОД

Актуальность исследований обусловлена научным обоснованием особенностей седиментационных и постседиментационных преобразований горных пород в связи с возможной их нефтегазоносностью.

Проведены подробные литологические исследования продуктивных отложений месторождений нефти и газа Внутренней зоны Предкарпатского прогиба. Цель исследований состояла в изучении и установлении зависимости фильтрационно-емкостных свойств пород как от первичных (седиментационных), так и вторичных (постседиментационных) факторов.

К первичным факторам, которые нами изучались, отнесены зернистость (медианный диаметр зерен), отсортированность и зрелость пород. В результате проведенных исследований установлена положительная корреляционная связь между медианным диаметром зерен и пористостью горных пород, коэффициент корреляции 0,56. Установлено, что плохо отсортированные песчаники, в отличие от хорошо отсортированных, характеризуются значительно меньшей пористостью и проницаемостью.

Выявлена прямая зависимость пористости пород от содержания обломочного кварца. Установлено, что в более зрелых песчаниках пористость значительно выше, что в свою очередь положительно влияет на коллекторские свойства горных пород.

В результате изучения вторичных преобразований песчаных пород установлено, что для стадии диагенеза характерны изменения минерального состава, обусловленные, в основном, разложением органических веществ и появлением восстановительной среды.

Оценена степень развития структур преобразования обломочного материала песчано-алеуритовых пород прогиба с глубиной их залегания и выяснена картина их катагенетических изменений на разных глубинах. В результате проведенных исследований сделан вывод о сравнительно постепенном усилении роли трех видов структур: инкорпорационных, регенерационных, микростилолитовых и снижении роли конформных структур с увеличением глубины залегания пород. При этом в зоне позднего катагенеза, в условиях больших глубин, напряженное состояние катагенетически преобразованных пород массивной текстуры, способствует образованию многочисленных микротрещин, что приводит к формированию зон разуплотнения пород на глубинах более 4 км, характеризующихся высокими параметрами их коллекторских свойств.

Ключевые слова: фильтрационно-емкостные параметры, пористость, проницаемость, корреляционные зависимости.