УДК 551.7

***Г.Л. Трохименко**, к.г.-м.н., ст.н.с.,*
****І.В. Височанський**, д.г.-м.н., професор,*
*****Г.Є. Святенко**, ст.н.с.,*
**Відділення морської геології та осадочного рудоутворення НАН України,*
***Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна,*
****Український науково-дослідний інститут природних газів*

ГЕОЛОГІЧНІ ТА ПРОМИСЛОВО-ГЕОФІЗИЧНІ ПЕРЕДУМОВИ РЕГІОНАЛЬНОЇ НАФТОГАЗОНОСНОСТІ ВІДКЛАДІВ ТРІАСУ В ДДЗ

Існують серйозні загальногеологічні та промислово-геофізичні передумови регіонального характеру продуктивності тріасової системи в ДДЗ. Особливої уваги заслуговує верхньосеребрянська підсвіта середнього тріасу, піщані пласти якої досліджені в найслабкішому ступеню. Територіально найбільш перспективними є північна прибортова та приосьова зони ДДЗ. Тріасовий комплекс може забезпечить приріст запасів та видобутку вуглеводнів на рівнях, співставних з традиційними об'єктами пошуку в ДДЗ.

***Ключові слова**: каротаж, геофізика, система, світа, пісковик, поклад.*

***Г.Л. Трофименко, И.В. Высочанский, Г.Е. Святенко. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ПРОМЫСЛОВО-ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ РЕГИОНАЛЬНОЙ НАФТОГАЗОНОСНОСТИ ОТЛОЖЕНИЙ ТРИАСА В ДДВ**. Существуют серьезные общегеологические и промыслово-геофизические предпосылки регионального характера продуктивности триасовой системы в ДДВ. Особенного внимания требует верхнесеребрянская подсвита среднего триас, песчаные пласты которой исследованы в наименьшей степени. Наиболее перспективны по площади впадины северная прибортовая и приосевая зоны. Есть основания надеятся, что триасовый комплекс может обеспечить прирост запасов и добычи углеводородов на уровнях, сопоставимых с традиционными объектами поиска в ДДВ.*

***Ключевые слова**: каротаж, геофизика, система, свита, песчаник, залежь.*

На початкових стадіях широкого розгортання пошуково-розвідувальних робіт на нафту і газ в Дніпровсько-Донецькій западині (ДДЗ) на декількох структурах у відкладах тріасу і юри були виявлені, розвідані і введені в експлуатацію поклади вуглеводнів (ВВ). На державному балансі у відкладах мезозою зареєстровані запаси ВВ по десяти родовищах. В останньому атласі родовищ нафти і газу [1] наведена характеристика покладів ВВ у мезозої тільки по дев'яти з них. За даними цього атласу, поклади нафти і газу в мезозойських відкладах ДДЗ були виявлені протягом хронологічно короткого відрізку часу – з 1950-го по 1965-й роки.

Оскільки відкриття в палеозої виявились набагато масштабнішими, ніж в мезозої, зрозуміло, що палеозойські перспективні горизонти повинні були стати основними об'єктами пошукових робіт. З часом палеозой став настільки пріоритетним, що авторитетні геологи обґрунтували неперспективність мезозойських відкладів ДДЗ. Обґрунтували до такої міри, що їх системне геологічне вивчення перестало проводитись, а в глибоких свердловинах в інтервалах залягання цих відкладів виконувався переважно обмежений комплекс геофізичних досліджень свердловин (ГДС). Палеозойські горизонти пошуку продовжують залишатись практично єдиними цільовими об'єктами дотепер. І це в умовах, коли глибини і, відповідно, витрати на їх освоєння тільки зростають. Після вичерпання крупних об'єктів в рамках пануючої стратегії пошуків, розміри покладів ВВ, що відкриваються в палеозої, стали порівнюваними з покладами, виявленими нашими попередниками в мезозої в середині минулого століття. Щоби поновити інтерес щодо необхідності глибокого вивчення перспектив мезозою, в цій публікації автори намагаються висвітлити промислово-геофізичні передумови регіональної нафтогазоносності перш за все утворень тріасового віку.

У цих відкладах поклади ВВ офіційно виявленими на вісьми родовищах. Крім покладів, запаси яких зареєстровані на державному балансі, відомо також про присутність газового скупчення і в відкладах тріасу унікального Шебелинського родовища. Але загальноприйнятим вважалось, що на цьому родовищі газоносність тріасу є техногенною – за рахунок перетікання із масивного покладу нижньої пермі – верхнього карбону.

На Шебелинському та більшості інших родовищ продуктивність тріасу пов'язана з коренівською підсвітою дронівської світи та низами серебрянської світи нижнього тріасу. По літології відклади коренівської підсвіти представляють собою пачку пісків і пісковиків, в підошві якої виділяються гравеліти, конгломерати і галечники. Ця пачка порід упевнено ідентифікується за матеріалами ГДС і на промислових підприємствах іменується піщаним тріасом (Тп).

Верхня межа коренівської підсвіти (Тп) нечітка, це зумовлено поступовим переходом до піщано-карбонатного горизонту (пачки Тпк) серебрянської світи. Піщано-карбонатний тріас складений перешаруванням глин, пісковиків та вапняків. Пісковики є крихкими, глинистими. Вапняки займають підпорядковане положення і мають невеликі товщини.

© Трохименко Г.Л., Височанський І.В., Святенко Г.Є., 2014

Горішня, більш потужна частина серебрянської світи, називається глинистою пачкою Тгл. Вона представлена строкатими глинами, алевролітами і аркозовими пісковиками. Усі літологічні різновиди пачки Тгл у тій чи іншій мірі є карбонатними. Від межі з Тпк уверх глинистість пачки Тгл зростає. Покрівельна частина серебрянської світи знову опіщанюється, і верхні пісковики тріасу іноді зливаються з пісковиками байоського ярусу середньої юри. В загальному плані літологічна модель пачки глинистого тріасу представляє собою перешарування тонких верств пісковиків, алевролітів і глин. Через таку особливість будови промислово-геофізична характеристика глинистого тріасу часто є «німою». Тобто, розчленування розрізу, виділення колекторів, оцінка характеру їх насиченості за даними ГДС в глинистій частині тріасу є досить непростою проблемою. Її вирішення, крім висвітлених літологічних особливостей будови розрізу глинистого тріасу, ускладнюється також іще двома причинами організаційно-технологічного характеру, що негативно впливають на інформативність ГДС. Перша – з 70-х років минулого століття мезозойські відклади досліджуються зазвичай скороченим комплексом ГДС. Друга – розріз мезозою розбурюється долотами великих діаметрів, щоб забезпечити надійність конструкцій свердловин на цільові горизонти палеозою.

Колекторські властивості піщаних пластів і верств – переважно хороші [2]. За особливостями промислово-геофізичної характеристики, якісно їх можна охарактеризувати наступним чином: у піщаному тріасі вони хороші і високі; у піщано-карбонатному – переважно хороші; у глинистому тріасі – задовільні і хороші. За даними досліджень зразків керну, піднятого з перших свердловин Шебелинського родовища, пористість пісковиків сягає 29 %, а проникність – 300 мД і більше. Пластові води тріасу представлені хлоридно-кальцієвими розсолами [3]; їх мінералізація 70-80 г/л. Прямі виміри на пробах води, відібраних при випробуванні відкладів тріасу на Більській структурі, дають величини питомого електричного опору 0,08-0,09 Омхм при 18^0С.

При наведених величинах колекторських властивостей пісковиків та питомого електричного опору пластової води тріасу, виділення в розрізі піщаних пластів товщиною 1,5-2,0 м і більше, оцінка характеру їх насичення є проблемами, що можуть досить впевнено вирішуватись за даними комплексу ГДС, який повинен включати електричні, радіоактивні та акустичні методи. Пачка Тп є потужною, тож її оцінка промислово-геофізичними методами має вирішуватись добре. Будова піщано-карбонатного тріасу складніша, ніж піщаного, він більш неоднорідний літологічно та, відповідно, за фізичними властивостями порід, що його складають. Однак в більшості свердловин в межах піщано-карбонатної пачки виділяються чисто піщані пласти, що мають товщину 2 і більше метрів. У межах глинистого тріасу піщані пласти товщиною більше 1-2 метрів зустрічаються рідко.

Методичні і технологічні нюанси оцінки розрізу тріасу за даними ГДС розглянемо в першу чергу на прикладі Шебелинського родовища. Автори не відкидають версію додаткової загазованості відкладів тріасу на цьому родовищі за рахунок техногенних чинників, пов'язаних з перетіканнями газу з основного покладу в процесі його розбурювання та розробки. В публікації [4] наведена геологічна аргументація, що підтверджує автохтонний характер газового покладу в відкладах тріасу цього родовища. Додатково наведемо промислово-геофізичну характеристику відкладів тріасу, у тому числі приклад зміни в часі нейтронних параметрів в піщаному тріасі, в одній зі свердловин Шебелинського родовища, яку умовно назвем свердловиною А.

В свердловині А геофізичні дослідження у відкритому стовбурі виконані в 1964 році. На той час електрокаротажем чітко зафіксований газо-водяний контакт (ГВК) на глибині 706 метрів в межах високопроникнї пачки піщаного тріасу (рис. 1). Через 17 років, в 1981 році, після введення свердловини в експлуатацію по газовому покладу нижньої пермі, в обсадженому стовбурі свердловини А проведені дослідження методом імпульсного нейтрон - нейтронного каротажу (ІННК). Свердловинні умови, в яких виконаний запис, досить сприятливі для оцінки характеру насиченості піщаних пластів тріасу за матеріалами нейтронних методів. Теоретично це пояснюється тим, що розформування зони проникнення, яке поступово відбувається в пластах-колекторах після обсадки свердловини, в газонасиченому пласті призводить до відновлення первинного значення водневого індексу. А цей ефект може бути зафіксований повторними записами НГК, ННК-Т або ІННК. Помітний ефект проявляється через певний час, який в залежності від характеристики колектора, властивостей промивальної рідини та інтенсивності створеної репресії, варіює від кількох місяців до двох років. Тому 17 років є гарантованим терміном для повного відновлення первинного значення водневого індексу в зоні піщаних колекторів тріасу, що знаходиться за колоною свердловини. Цей ефект особливо яскраво про-

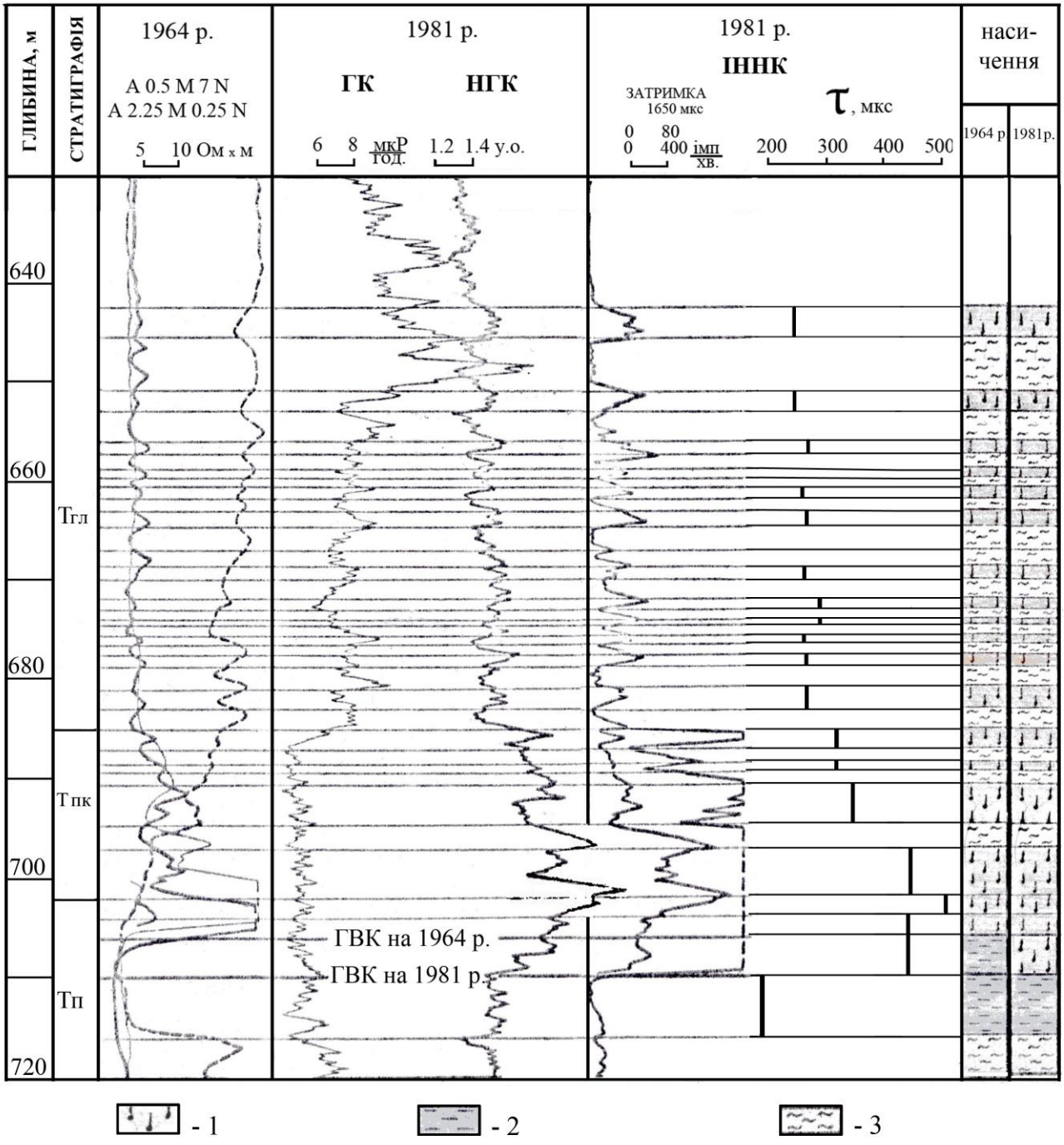

Рис. 1. Геофізична характеристика відкладів тріасу та особливості переміщення в часі ГВК в свердловині А Шебелинська: 1- газонасичені пісковики; 2 – водонасичені пісковики; 3 – глини

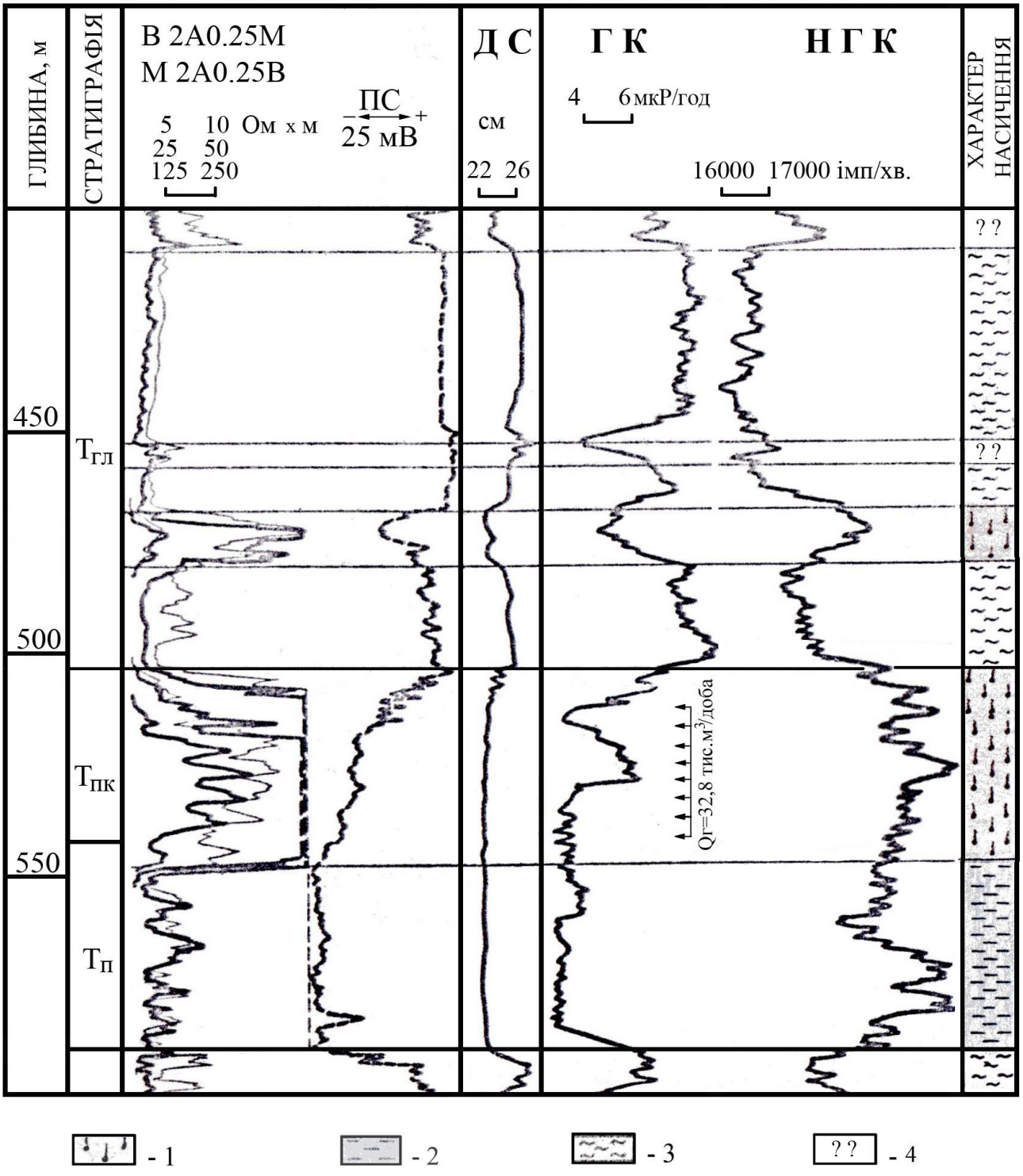

Рис. 2. Геофізичні ознаки продуктивності відкладів тріасу в свердловині Брунівщинська:
1 – газонасичені пісковики; 2 – водонасичені пісковики; 3 – глини;
4 – пісковики з неоднозначним характером насичення по ГДС

являється при пошуках покладів на глибинах менше 2,5 км, де метанові гази відрізняються низьким вмістом водню.

Як видно на рис.1, через 17 років за матеріалами нейтронних досліджень в районі свердловини А в піщаному тріасі ГВК опустився на 4 метри. Це надійно фіксується як якісно, так і за величинами середнього часу τ життя теплових нейтронів в досліджених пластах. Параметр τ визначається кількісно в результаті спеціальної обробки ІННК. В цілому, глибокий аналіз існуючих промислово-геофізичних матеріалів по свердловинах Шебелинського родовища дозволяє відмітити наступні особливості відкладів тріасу:

- пісковики в піщаній та піщано-карбонатній товщах в певних зонах Шебелинської структури були на початкових стадіях розбурювання родовища і зараз є газоносними;

- газоносність піщаної та піщано-карбонатної товщ тріасу можливо оцінити як за матеріалами електрокаротажу, проведеного у відкритому стовбурі, так і за матеріалами нейтронних методів, якщо нейтронні дослідження виконувати в обсадженому стовбурі після розформування зони проникнення в пластах-колекторах, перекритих колоною;

- повторні нейтронні дослідження у відкладах тріасу свідчать про збільшення з часом в деяких свердловинах ефективної газонасиченої товщини пісковиків з високими колекторськими властивостями за рахунок переміщення ГВК донизу. Це підтверджує присутність в окремих свердловинах в межах родовища техногенних перетоків газу з основного об'єкта розробки в колектори піщаного тріасу;

- пісковики піщано-карбонатного і верхів піщаного тріасу, газонасиченість яких підтверджується по електрокаротажу, проведеного у відкритому стовбурі, з великою ймовірністю є первинно газоносними;

- у тих обсаджених свердловинах, в яких нейтронні дослідження проведені методично правильно, усі пласти і прошарки пісковиків в глинистій товщі тріасу за величинами визначених параметрів та якісними показниками нейтронних методів інтерпретуються як газонасичені. Проникність пісковиків у глинистому тріасі нижча ніж у піщаному тріасі. При наявності у розрізі високопроникних колекторів техногенне перетікання газу у менш проникні шари малоймовірне. Тому газоносність глинистого тріасу, яка є найбільш розповсюдженою по площі і розрізу, повинна оцінюватись як автохтонна.

Вивчення матеріалів ГДС по відкладах тріасу на структурах, на яких офіційно виявлені поклади нафти та газу, дозволяє констатувати наступне. На цих структурах свердловинами були розкриті і за даними ГДС впевнено виділені інтервали залягання колекторів та оцінений характер їх насичення: в товщі Тп, яка представлена потужним пісковиком; та \ або в товщі Тпк, де виділяються пласти пісковиків середньої товщини. Але важливо відмітити, що продуктивність пісковиків в товщі Тгл за даними ГДС у відкритому стовбурі практично не оцінювалась, навіть при наявності у розрізі пісковиків товщиною, що перевищує 1,5-2,0 м. Далеко не завжди проводилось і випробовування цієї частини розрізу.

На рис. 2 наведена геофізична та літологічна характеристика відкладів тріасу, розкритих свердловиною Рунівщинського родовища, умовно позначеною нами літерою Б. В ній був отриманий газовий приплив при випробуванні інтервалу 505-534 м, який приурочений до піщано-карбонатного тріасу. За даними ГДС впевнено виділяється продуктивна частина пласта в більш потужному інтервалі 505-548 м, що включає всю пачку Тпк і покрівельну частину пачки піщаного тріасу. Пісковики піщаної пачки, що залягають глибше за 548 м, за даними ГДС є однозначно водоносними. Тобто, при великих товщинах пісковиків у відкладах тріасу, що зазвичай має місце в піщаному тріасі Тп і часто – в товщі Тпк, оцінка їх продуктивності за матеріалами комплексу ГДС є впевненою і однозначною.

В свердловині Б над газоносним горизонтом в Тпк, що випробовувався, в глинистому тріасі виділяється піщаний пласт в інтервалі 468-480 м. З дуже високою ймовірністю цей пласт є газоносним. Він не випробовувався. Вище по розрізу глинистого тріасу по ГДС виділяються ще мінімум два піщані пласти, що мають товщини до 4-6 м. Оскільки ці пласти містять в собі верстви глин, однозначно оцінити їх характер насичення за даними стандартного комплексу ГДС є непростим завданням. Але зі значною долею ймовірності ці пласти, як

і інші піщані верстви в товщі Тгл, є газоносними. В інших свердловинах на Рунівщинській площі пісковики піщано-карбонатного та піщаного тріасу були оцінені як водоносні. В результаті первинно оцінені запаси газу в тріасових відкладах на цій площі виявились невеликими, і свердловина Б не вводилась в експлуатацію. З позицій авторської моделі продуктивного резервуару у тріасі цієї площі, при первинній оцінці запасів були суттєво занижені такі підрахункові параметри газового покладу, як ефективна газонасичена товщина та площа газоносності. Причина – не були оцінені і враховані реальні запаси ВВ в товщі глинистого

тріасу. Між тим, площа газоносності глинистого тріасу значно перевищує відповідний параметр Тпк, а сумарна ефективна газонасичена товщина пісковиків в Тгл оцінюється величинами не меншими 10 м. А це значить, що додаткові випробування глинистого тріасу в декількох свердловинах на Рунівщинській структурі в змозі запаси газу в єдиному резервуарі (Тпк + Тгл) перевести з некомерційної до комерційної величини.

Наведені на рис.1 і 2 приклади оцінки розрізу тріасу за даними ГДС в цілому свідчать, що:

- виявлення колекторів та їх оцінка за даними геофізичних досліджень необсадженого стовбура свердловин є проблемою, яка добре вирішується для

піщаної та піщано-карбонатної товщ;

- для глинистого тріасу ці задачі вирішуються не завжди задовільно.

Про те, що «на відкритих родовищах недостатньо вивчена газоносність розрізу глинистого тріасу», зазначали дослідники (В.П.Каменський та ін., 1986).

З другої половини 70-х років минулого сторіччя на нафтових родовищах розпочалось побіжне вивчення мезозойських відкладів методами ГДС. Воно виконувалось переважно Полтавським управлінням геофізичних робіт (УГР) (Л.Н. Городничий та ін.) на основі геофізичних досліджень обсаджених свердловин. Інформативним виявився метол ІННК. Проведені побіжні дослідження нейтронними методами на Рибальцівській, Качанівській та інших площах дозволили виявити в глинистій товщі тріасу нові продуктивні горизонти, які не були позитивно оцінені при початковому розкритті цих відкладів. Їх промислову продуктивність підтверджено випробуванням та експлуатацією.

Дослідженнями ІННК показана продуктивність тріасу також на Глинсько-Розбишівській площі. Тут отримано промислові припливи нафти і газу. За даними досліджень того ж Полтавського УГР видані позитивні геофізичні рекомендації щодо продуктивності тріасу на Машівській, Матвіївській, Котелевській, Абазівській та ін. площах, тобто на тих структурах, на яких нафтогазоносність тріасу не виявлялась при початковому розкритті та дослідженні цих відкладів.

З ініціативи колишнього ВО «Укргазпром» на початку 90-х років минулого століття був виконаний цикл теоретичних та дослідно-методичних досліджень. Їх мета – вивчення можливостей методів ГДС з вивчення на газових родовищах ДДЗ та Передкарпаття нових нафтогазоносних об’єктів, що лишились без уваги при геологорозвідувальних роботах. Цикл досліджень виконав творчий колектив Київського геофізичного відділення УкрДГРІ (Г.Л.Трохименко та ін., 1991, 1992). В методичному плані основні напрацювання творчого колективу коротко зводяться до наступних трьох позицій. Перша: розроблені положення з проведення геофізичних досліджень в пошукових, розвідувальних та експлуатаційних свердловинах з метою виявлення та оцінки об’єктів, пропущених при геологорозвідувальних роботах. Друга: напрацьовані комплекс ГДС та технологія його здійснення з урахуванням як методичних можливостей геофізичних методів, так і геолого-технічних умов у свердловинах; в дорозвідувальному комплексі геофізичних досліджень обсаджених колонами свердловин провідна роль належить ядерно- геофізичним методам та термометрії. І третя: з урахуванням петрофізичних передумов та методичних можливостей окремих методів та комплексу ГДС в цілому запропонована методологія дорозвідки для виявлення об’єктів, які були залишені без уваги при проведенні геологорозвідувальних робіт.

За даними досліджень (1991, 1992) також показано, що серед широкого стратиграфічного діапазону відкладів, в яких з високою ймовірністю прогнозуються пропущені геологорозвідувальними роботами об’єкти, помітне місце займають відклади тріасу. Недостатня ефективність ГДС характерна переважно для глинистої пачки Тгл, що, як уже зазначалось, викликано особливостями її тонкошаруватої літологічної будови. Аналіз можливостей окремих методів ГДС для виділення та оцінки колекторів в тонкошаруватих піщано-глинистих розрізах показав, що використання зондів електрокаротажу для виділення і оцінки насичення піщанистих пачок в товщах перешарування в багатьох випадках не дає позитивних результатів. В разі оптимальних величин діаметра та відповідної технічної підготовки свердловини, розчленування розрізу на більш піщані і більш глинисті пачки можна виконати за даними електричних мікрометодів.

Піщані верстви в пачках перешарування задовільно виділяються методами ГК та ІННК; необхідна умова – реєстрація цих методів в режимі спеціальних досліджень. Ефективним методом виявлення в тонкошаруватому розрізі газоносних інтервалів є термометрія, яка повинна виконуватись після спеціальної підготовки свердловини [5].

Практичне випробування напрацьованих методико-технологічних способів та виконане узагальнення геолого-геофізичних матеріалів

дозволило зробити висновок про високу ймовірність нафтогазоносності тріасових відкладів на Тимофіївській, Новотроїцькій та ще мінімум на 8-ми газоносних по палеозою структурах.

Автори даної публікації провели додаткові дослідження, обробку та аналіз геолого-геофізичних матеріалів в окремих зонах та різних локальних ділянках ДДЗ. З урахуванням результатів попередніх досліджень, це дає можливість говорити про існування серйозних загальногеологічних та промислово-геофізичних підстав на користь регіонального характеру продуктивності тріасової системи в ДДЗ.

Перспективи нафтогазоносності цього комплексу підтверджуються ядерно-геофізичними дослідженнями Полтавського УГР на цілому ряді нафтових родовищ, комплексними теоретичними та методичними дослідженнями і геолого-геофізичними узагальненнями КГВ УкрДГРІ на газових родовищах, а також авторськими роботами на цілому ряді інших зон та локальних ділянок ДДЗ. Позитивні висновки промислової геофізики підтверджені випробовуванням та успішною експлуатацією тріасових об'єктів на окремих нафтових і газових родовищах.

Виконані дослідження надають підставу впевнено робити висновок про регіональний характер нафтогазоносності відкладів тріасу в ДДЗ. Особливої уваги заслуговують: по розрізу – глинистий тріас; по локалізації – північна прибортова частина, в тому числі північна окраїна Донбасу, та центральна зона западини. Варто заявити, що тріас заслуговував і заслуговує на більш пильну увагу з боку професійних геологів-дослідників. Перспективні відклади, що залягають на невеликих і помірних глибинах, досить оперативно мусять вивчатись, а виявлені в них поклади ВВ – освоюватись. Проведена оцінка свідчить, що потенційні відкриття в незаслужено обійденому увагою об'єкті повинні забезпечити приріст запасів та видобутку ВВ на рівнях співставних з тими, які зараз дають традиційні об'єкти пошуку в ДДЗ.

Зараз саме на часі будуть практичні кроки з оцінки нафтогазоносності відкладів тріасу та освоєння виявлених у цьому об'єкті ресурсів ВВ. Автори будуть готові на договірних засадах запропонувати потенційним замовникам відповідних робіт свої науково-технічні послуги. Можливі напрямки співпраці:

- вибір зон та локальних ділянок для проведення пошукових робіт;
-обгрунтування необхідних технологічних рішень та комплексу досліджень;
- науковий супровід робіт;
- інтерпретація отриманих матеріалів.

Література

1. *Іванюта М. М. Атлас родовищ нафти і газу України / М. М. Іванюта та ін. – Львів, УНГА, 1998. – Т.І. –С. 38–39.*
2. *Билык О. Д. Коллекторы верхней перми и триаса Днепровско-Донецкой впадины и их литологические особенности [Текст] / О. Д. Билык, Р. Ф. Сухорский. – Киев : Наукова думка, 1970. – 107 с.*
3. *Застежко Ю. С. Характерные черты химического состава подземных вод юго-восточной части Днепровско-Донецкой впадины [Текст] / Ю. С. Застежко. // Развитие газовой промышленности Украинской ССР. – М. : 1972. – С. 250–259.*
4. *Святенко Г. Є. Деякі особливості продуктивності тріасових відкладів Шебелинського родовища [Текст] / Г. Є. Святенко, І. В. Височанський, О. Г. Дюков, Ю. М. Масалітіна // Вісник Харківського національного університету, № 1084. – 2013. – С. 105–109.*
5. *Трофименко Г. Л. Выявление новых нефтегазоносных объектов по данным специальных геолого-геофизических исследований скважин [Текст] / Г. Л. Трофименко, Ю. З. Крупский, И. М. Федорцов // Сб. науч. тр. : Геолого-геофизические критерии открытия новых месторождений нефти и газа. – Львов, УкрНИГРИ, 1990. – С. 94–100.*