

Геохімічні та аерокосмогеологічні методи пошуку вуглеводнів як складові частини комплексного підходу до визначення першочергових об'єктів проведення пошуково-розвідувальних робіт в нафтогазовій галузі

Архіпов О. І.¹, Архіпова Т. О.¹, Шибецька Т. І.², Шибецька А. Ю.¹

¹Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук НАН України, Київ

²Центр геолого-тематичних досліджень ВАТ "Укрнафта", Київ

Однією з головних проблем нафтогазової промисловості є підвищення геологічної ефективності пошуково-розвідувальних робіт. Вирішення даної проблеми у комплексному вивченні перспективних об'єктів, що дозволяє підвищувати ефективність геологорозвідувальних робіт та зміцнювати національну сировинну базу. Достовірність та результативність геохімічних досліджень, як складової комплексного підходу до визначення першочергових об'єктів постановки геологорозвідувальних робіт, впливає на результативність пошуково-розвідувального буріння. До беззаперечних переваг аерокосмогеологічного методу належать можливість надання оперативної прогностичної оцінки для великих площ, відносно низька собівартість, практична відсутність обмежень у географічному розташуванні досліджуваної території, а також його орієнтація на кількісну оцінку зміни оптичних характеристик ландшафтів над покладами вуглеводнів, що дозволяє широко використовувати сучасні комп'ютерні технології і статистичні методи опрацювання даних. Враховуючи вплив великої кількості різноманітних факторів, можна підвищити вірогідність та ефективність даного методу.

Однією з головних проблем нафтогазової промисловості є підвищення геологічної ефективності пошукових робіт з метою виявлення покладів вуглеводнів, скорочення витрат на їх проведення за рахунок впровадження нових методик пошуків та вдосконалення методів, що вже існують. Оптимізація та цілеспрямованість виконання в комплексі тематичних, геохімічних, геофізичних, біолокаційних та аерокосмогеологічних досліджень може значно підвищити вірогідність виявлення нових покладів вуглеводнів.

Метою статті є розгляд проблем, пов'язаних із застосуванням геохімічних і аерокосмогеологічних досліджень за умови комплексного підходу до визначення першочергових перспективних об'єктів для проведення геологорозвідувальних робіт у нафтогазовій галузі. Вирішення цих проблем сприятиме підвищенню ефективності виконуваних робіт та нарощуванню сировинної бази країни.

Геохімічні методи пошуку покладів вуглеводнів використовуються виробничими організаціями дуже широко та протягом достатньо довгого часу. При цьому підтверджуваність негативного прогнозу на площах, де за наступного буріння не отриманий приток вуглеводнів, складає до 95 %, а підтверджуваність позитивного прогнозу на площах, де зафіксована наявність вуглеводнів коливається в межах 60–80 %. Кожний з розробників методологічних прийомів користується певними власними напрацюваннями з технології відбору проб, сукупності мікроелементів та геохімічних сполук, які залучаються до аналізу. При цьому враховується або не враховується латеральна міграція вод, приуроченість до певного тектонічного району та розрізу тощо.

Як зазначено [9], методики, за якими надається прогноз для виробничих організацій нафтогазової галузі України, повинні бути адаптовані до умов Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ) та Передкарпатського прогину, зважаючи на складну будову геологічних об'єктів.

Геохімічні методики мають перевагу над іншими дослідженнями, зокрема біолокаційними та електрофізичними, оскільки в даному випадку є можливість оперувати кількісними характеристиками і визначати інтенсивність аномалій або склад вуглеводнів. Але для цього повинні бути проведені відповідні методичні дослідження, складовою яких є аналіз розподілу мікроелементів та сполук в залежності від піскуватості розрізу, глибини залягання продуктивних горизонтів, щільності розривних порушень, які приурочені до певних стратиграфічних комплексів, співвуглеводніввідношення порід різного типу та складу, геохімічних особливостей підземних вод, гідрогеологічних особливостей району.

Ув'язка кількісних характеристик з перерахованими особливостями площ дозволить більш диференційовано та цілеспрямовано проводити геохімічні дослідження. Загальний аналіз всіх геохімічних методик, які використовуються для виявлення аномалій, пов'язаних з наявністю покладів вуглеводнів в Україні, дав би загальну характеристику їх розподілу відповідно до перерахованих ознак. Але, на жаль, дослідники надають лише остаточні карти і таблиці, не розголошуючи основних прийомів розробок.

Окремо треба підняти питання достовірності наданих прогнозів. Дослідники, які пропонують нові методичні розробки, переважно мають 2–3 апробованих результати, на основі яких робиться відсоткова оцінка

підтверджуваності наданих прогнозів. Статистично достовірними вуглеводніважаються результати, визначені після апробації методики не менше, ніж на 30 об'єктах. Тому нові методичні розробки потребують досить довгого в часі підтвердження спроможності методики та доцільності її застосування. В якості прискорення апробації або покращення достовірності можна було б рекомендувати апробацію методик в межах 3-4 родовищ, достатньо розбурених, з чітко визначеними контурами поширення покладів вуглеводнів та на площах, де поклади вуглеводнів за результатами буріння не встановлені. При цьому, авторам методики інформація про наявність або відсутність продукції не надається. На завершальному етапі відбувається співставлення отриманих результатів з реальними даними і робляться відповідні експрес-висновки щодо відсоткової характеристики підтверджуваності наданого прогнозу, як позитивного так і негативного.

Недоліками геохімічних методик є неможливість визначення промислового значення прогнозних покладів і глибини залягання виявлених аномалій. Можливо, ця проблема має вирішення. Найчастіше виконавець надає контури аномалій, пов'язаних з наявністю покладів вуглеводнів, а згодом робить запит у замовника про підтвердження зробленого прогнозу результатами буріння. Відсутність моніторингу не дає можливості покращити змістовність виявлених аномалій. Оскільки геохімічні методи прогнозу базуються на аналізі кількісного складу певних елементів та компонентів, можливо було б отримати відомості про співвуглеводніввідношення кількісних та якісних характеристик прогнозу та даних про дебіт, потужність продуктивного пласта та його колекторські властивості. І це не єдине, що можна використати для покращення результативності прогнозу.

У Науковому центрі аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук НАН України створена оригінальна методика пошуку покладів нафти і газу на суші, в основу якої покладені методи кількісної оцінки змін оптичних характеристик рослинного покриву (РП), отриманих за результатами дистанційних та наземних фотометрувань. Апробація показала, що за допомогою цієї методики успішно вирішуються наступні типи нафтогазопошукових задач:

- ранжування нафтогазопошукових об'єктів, підготованих за допомогою геофізичних методів за критерієм продуктивності (Західний Сибір, Татарстан, Пермське Прикам'я);

- уточнення зовнішнього контуру нафтогазоносності, особливо для покладів вуглеводнів, що характеризуються гетерогенною будовою природних резервуарів (тектонічні блоки, літофасціальні зміни та ін.);

- оперативна оцінка нафтогазоносності пошукових площ на етапі, що передує їх введенню у пошукові буріння.

Позитивні результати отримані під час дослідження об'єктів, що залягають на глибині 1500–5000 м. Встановлено, що практично всі рослини у тій чи іншій мірі є індикаторами покладу вуглеводнів.

Методика пройшла апробацію за різних геологічних умов України, Західного Сибіру, Татарстану, Об'єднаних Арабських Еміратів.

На об'єктах ВАТ "Укрнафта" аерокосмогеологічні дослідження проводилися силами ЦАКДЗ з 1994 року. Всього за 12 років було проаналізовано 26 площ, в межах яких виявлено 78 оптичних аномалій: 70 позитивних аномалій пов'язаних з наявністю покладів вуглеводнів, 8 - з негативним прогнозом.

Апробовано 22 оптичні аномалії. Результатами буріння підтверджена наявність вуглеводнів у межах 16 оптичних аномалій з позитивним прогнозом, та відсутність в межах 4 оптичних аномалій з негативним прогнозом. У двох випадках позитивний прогноз не підтвердився.

Узагальнення результатів досліджень дозволило авторам запропонувати варіант концептуальної моделі енергомасопереносу в системі "поклад – ґрунт – вода – рослина", котрий на якісному рівні дозволяє обґрунтувати закономірності змін оптичних характеристик рослин над покладами вуглеводнів, що проходять під впливом комплексу чинників. За результатами аналізу оптичних характеристик встановлено, що варіант моделі, де вихідними параметрами будуть відбивні характеристики ґрунтів, також має право на існування.

Механізм формування аномальних геофізичних та геохімічних полів, на яких базується ця концептуальна модель, виглядає наступним чином: осадові породи нафтогазоносних басейнів завжди містять якусь кількість розсіяної органічної речовини (РОР) із різною нафто- і газогенеруючою здатністю. Енергетичні можливості РОР із часом досягають рівноважного стану із компонентами твердої, рідкої та газової фаз мінерального середовища. Якщо немає зовнішнього впливу (наприклад, накладення концентрацій вуглеводнів, що мігрують із покладу), то цей стан зберігається протягом тривалого геологічного часу, що зумовлює незначні зміни властивостей і параметрів мінерального середовища. Такий стан зазвичай властивий нормальному геохімічному полю. Властивості та кількісні характеристики такого поля значною мірою визначені динамікою фізико-хімічних параметрів, літолого-геохімічними і гідрогеохімічними особливостями середовища осадового виповнення. На цій основі нафтогазоносний басейн розглядається як гетерогенна геолого-геохімічна система, речовинний склад, структура і фізико-хімічні особливості якої забезпечують тривале існування різнохарактерних, але взаємопов'язаних фізичних полів і полів концентрацій речовин твердої, рідкої та газоподібної фаз. Поведінка геохімічних полів у рамках такої системи визначається як термобаричними умовами, так і сукупністю фізичних, хімічних і біохімічних властивостей осадових відкладів басейну, динамікою полів напружень [6–9].

На фоні нормального геохімічного поля поклад вуглеводнів можна розглядати як джерело локальних збурень. Розвиваючись по типу замкненої системи, він буде прагнути термодинамічної рівноваги з компонен-

тами мінерального середовища. Переходячи у стан максимальної стійкості з мінімальними запасами вільної енергії, поклад активно діє на породи, які його вміщують та перекривають, протягом тривалого геологічного часу. Цей вплив обумовлений, перш за все, міграцією вуглеводневих і неуглеводневих флюїдів із покладу, локальною напругою, яка створюється у гірських породах енергією, що міститься у самому покладі, взаємодією флюїдів, що мігрують із покладів у мінеральне середовище. У результаті впливу цих чинників над покладом і поблизу нього видозмінюється склад і властивості порід та вод, що в них містяться. Сліди таких перетворень часто оцінюються кількісно. Іноді ці зміни (наприклад, ущільнення, піритизація, карбонатація, монтморилонізація та ін.) настільки великі, що фіксуються геофізичними методами — гравіметрією, магніторозвідкою, електророзвідкою, сейсморозвідкою, радіометрією та ін. Проявляються вони у вигляді ореолів фізико-хімічних аномалій і полів концентрацій хімічних елементів, а також у вигляді зон розвитку специфічних мінеральних новоутворень і порід з аномальними літофізичними властивостями. Ці процеси є наслідком руйнування вуглеводневих скупчень, які відбуваються переважно в умовах регресивного літогенезу і в періоди сейсмогеологічної активізації.

Розрізняють три види руйнувань: фізичне, хімічне та біохімічне. Перші два проявляються з моменту формування покладу і супроводжуються втратою найбільш рухливих вуглеводневих компонентів, особливо у періоди аномально високої геодинамічної активності, третій відбувається за умов аеробного або анаеробного окислення. Врешті біля покладів нафти і газу формуються різні за складом ореоли розсіювання, які проявляються у вигляді аномальних фізичних, хімічних і біохімічних полів.

Дослідження вчених ВНДІЯГГ довели, що на багатьох родовищах нафти і газу (Оренбурзькому, Каражанбаському, Шебелинському, Кінзебулатовському, Саліховському, Тананському та ін.) аномально високі концентрації вуглеводнів просторово співпадають з аномаліями хімічних (концентрації мікроелементів, неуглеводневих газів, мікрофлори, рН, Eh) та фізичних полів (пружних хвиль, теплового потоку, сили тяжіння, напруженості електричних і магнітних полів, природної гама-активності та ін.) [5, 7]. Результати досліджень, проведені співробітниками ЦАКДЗ показують, що на родовищах у ДДЗ (Східнорогінцівському, Новотроїцькому та Проко-

пеньківському) також спостерігається високе співпадіння аномалій різної фізико-хімічної природи [1–4].

Просторове співпадіння аномалій фізичних, хімічних і біохімічних полів у межах нафтогазоносних структур закономірне. Це пов'язане із тим, що у межах таких площ мають місце зони підвищених і понижених механічних напруг, що зумовлюють виникнення різних видів енергії, інтенсивний перенос тепла, рідких і газоподібних флюїдів, а також окисно-відновні процеси в зонах аномально-низьких значень механічних напруг, що ототожнюються із ділянками підвищених фільтраційних властивостей гірських порід. Окиснення вуглеводнів під час міграції по таких ділянках супроводжується виділенням енергії, зміною рН і Eh, що викликає перерозподіл хімічних елементів у системі "вода - порода", а також переходом речовини (у тому числі вуглеводнів, особливо ненасичених) із одного хімічного стану в інший, утворенням нових мінералів, зміною фізичних та мікробіологічних властивостей порід. Масштаб цих процесів визначений структурою полів механічних напруг, характером геохімічних бар'єрів та флюїдів, інтенсивністю і типом міграції, темпами тепломасообміну та іншими особливостями геологічного стану. Через зазначені обставини, у зонах аномально низьких напружень формуються аномалії різних полів.

Підводячи підсумок, можна констатувати, що для подальшого удосконалення комплексного використання геохімічних та аерокосмогеологічних методів для розв'язання нафтогазопозукових завдань необхідно вирішувати наступні задачі:

- удосконалення моделей формування корисного сигналу в оптичних та геохімічних полях над покладами вуглеводнів, які є фізичною основою для досліджень, що проводяться;
- удосконалення методики виділення малоінтенсивних оптичних аномалій рослинного покладу на основі дослідження інформативності різних зон спектру, в тому числі з використанням матеріалів гіперспектральних зйомок;
- вибір найбільш оптимальних геохімічних показників шляхом дослідження кореляції між оптичними та геохімічними аномаліями;
- розроблення методик урахування екологічного навантаження на досліджувані території з метою відбраковки техногенних аномалій;
- оцінка інтенсивності корисного сигналу стосовно різних геологічних та ландшафтних умов.

1. Архіпов О. І. та ін. Оцінка перспектив нафтогазоносності площ ВАТ „Укрнафта” методом дистанційного зондування. – ЦКДЗ ІГН НАН України. – К., 2006.
2. Архіпова Т. А., Котляр О. Е. Исследования закономерностей изменения оптических и геохимических полей над залежами углеводородов // Матеріали регіональної наради "Можливості сучасних ГІС/ДЗЗ-технологій у сприянні вирішення проблем Слобожанського регіону", 14–16 червня 2005 р. – Суми, 2005. – С. 40–41.
3. Деклараційний патент на винахід UA №63073A. Мультиспектральний структурно-польовий спосіб прогнозування покладів нафти і газу. / Перерва В. М., Тепляков М. О., Архіпов О. І. та ін. – опубліковано 15.01.04
4. Левчик О., Логвиненко В., Архіпова Т. Застосування ландшафтно-геохімічних досліджень в комплексі супутникової технології пошуку нафти і газу (на прикладі Дніпровсько-Донецької западини) // Матеріали наукової конференції професорсько-викладацького складу геол. факультету „Актуальні проблеми геології України” 18 квіт. 2002 року, КНУТШ. – С. 49–50.
5. Литогеохимические исследования при поисках месторождений нефти и газа / Под редакцией О. А. Кузнецова. – М.: Недра, 1987.
6. Огильви Н. А. Физические и геологические поля в гидрогеологии. – М.: Наука, 1974. – 160 с.
7. Перерва В. М. Флюїдопровідні структури літосфери та їх роль у формуванні родовищ корисних копалин // Мінеральні ресурси України. – 1997. – № 1, 2. – С. 24–30.
8. Перерва В. М. Геофлюїдодинамічні структури літосфери // "Матеріали міжнародної конференції пам'яті П. Н. Кропоткіна "Дегазація Землі: геодинаміка, геофлюїди, нафта і газ" – 22–24 трав. 2002. – М., 2002. – С. 213–216.
9. Сидоров В. А., Багдасарова М. В., Перерва В. М. и др. Современная геодинамика и нефтегазоносность. – М.: Наука, 1989. – 200 с.
10. Шибецька Т. І. та ін. Комплексне вивчення результатів геологорозвідувальних робіт за 2005 рік і визначення пріоритетних нафтогазопошукових об'єктів ВАТ „Укрнафта” на 2006 і наступні роки. – ЦГТД ВАТ „Укрнафта”. – К., 2006.

Одна из главных проблем нефтегазовой промышленности - повышение геологической эффективности поисково-разведочных работ. Решение данной проблемы в комплексном изучении перспективных объектов, что позволяет повышать эффективность геологоразведочных работ и укреплять национальную сырьевую базу. Достоверность и результативность геохимических исследований, как составляющей комплексного подхода к определению первоочередных объектов постановки геологоразведочных работ, влияет на результативность поисково-разведочного бурения. К безусловным преимуществам аэрокосмогеологического метода принадлежат возможность получения оперативной прогнозной оценки для больших площадей, относительно низкая себестоимость, практическое отсутствие ограничений в географическом размещении исследуемой территории, а также его ориентация на количественную оценку изменения оптических характеристик ландшафтов над залежами углеводородов, что позволяет широко использовать современные компьютерные технологии и статистические методы обработки данных. Учитывая влияние большого количества разнообразных факторов, можно повысить вероятность и эффективность данного метода.

One of the main problems of oil-and-gas industry deals with enhancement of geological efficiency of hydrocarbon exploration. This enhancement can be obtained by complex study of prospective objects that allows increasing exploration efficiency and strengthening the national raw-material base. Reliability and effectiveness of geochemical investigations influence the results of prospect drilling. Indisputable advantages of the aerospace-geological method include possibility of giving forecasts for large areas, relatively low cost, almost no restrictions in geographic location of studied area. This method makes the extensive use of quantitative estimation of the change of landscape optical characteristics above hydrocarbon deposits that allows using modern computer technologies and statistical methods of data processing. Taking into account the influence of a large number of different factors, it is possible to increase the probability and efficiency of this method.