

УДК 550.832

В. Курганський, д-р геол.-мінералог. наук,
Л. Маляр, асп., М. Мильниченко, канд. фіз.-мат. наук,
В. Андрущенко, пров. інж.

ЗАСТОСУВАННЯ НАНОТЕХНОЛОГІЙ В НАФТОГАЗОВОМУ КОМПЛЕКСІ. ОСНОВНІ ІДЕЇ ТА ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ ДОСЛІДЖЕНЬ

(Рекомендовано членом редакційної колегії д-ром геол. наук, проф. С.А. Вижвою)

Розглянуто особливості виникнення та розвитку нанотехнологій у різних галузях науки. Виділено основні напрямки та можливі перспективи їх застосування при розробці та експлуатації покладів вуглеводнів.

The features of origin and development of nanotechnology in the science are considered. The basic directions and possible prospects of their application for the research of hydrocarbons are defined.

Вступ. Під терміном "нанотехнологія" розуміють створення та використання матеріалів, пристроїв та систем, структура яких регулюється в нанометровому масштабі, тобто в діапазоні розмірів атомів, молекул та надмолекулярних утворень. Нанотехнологічний підхід означає цілеспрямоване регулювання властивостей об'єктів на молекулярному та надмолекулярному рівнях 1-100 нм, які визначають фундаментальні параметри фізичних об'єктів. Дослідження останніх років показали важливу роль наноструктур у різних галузях науки та техніки (зокрема, фізиці, хімії, матеріалознавстві, біології, медицині тощо). Майже у всіх промислово розвинених країнах були визначені національні пріоритети у галузі нанонауки та нанотехнологій [15].

Нанотехнологія увійшла до нафтогазової промисловості не так давно, але з кожним роком з'являється все більше публікацій, які присвячуються питанням застосування нанотехнологій у різних галузях нафтогазової промисловості. Питання, які обговорюються в статтях, на спеціалізованих семінарах та конференціях, часто присвячуються перспективам використання нанотехнологій для підвищення ефективності розвідки та розробки родовищ нафти та газу. В травні 2009 р у Хьюстоні відбулася конференція (Nanotech Conference & Expo), на якій 17 доповідей були пов'язані з проблемами нанотехнологій у нафтогазовій індустрії. В грудні 2009 р у Малайзії було проведено спеціалізований семінар (SPE Applied Technology Workshop) "Нанотехнології в нафтогазовій індустрії – еволюція чи революція?" (Nanotechnology in the Oil and Gas Industry – an Evolution or Revolution?) [16].

У галузі розробки родовищ та буріння відомі приклади використання нанотехнологій, наприклад, використання обладнання, виготовленого з наноматеріалів нового покоління [13]. Бурові долота, елементи обладнання промислів повинні протистояти величезним навантаженням, саме тому нафтова промисловість потребує міцних та довговічних матеріалів. Застосування матеріалів із заданою наноструктурою дозволяє робити більш легке, довговічне та міцне обладнання. Нанотехнологія може також допомагати в створенні нових методів вимірювання. Крихітні за розмірами датчики можна розмістити на будь-якому обладнанні, в тому числі і підземному. Таким чином, можна різко підвищити кількість та якість інформації про продуктивний пласт [13]. Найбільш відома галузь застосування нанотехнологій у нафтогазовій промисловості – це створення так званих "розумних" технологічних рідин, або рідин із запрограмованими можливостями. Вони знаходять застосування у таких процесах, як підвищення нафтовіддачі пласта та при бурінні свердловин [9, 13, 18]. До таких рідин відносять розчини полімерів, мікроемульсії. Розвивається також галузь промисловості, яка займається дослідженням та застосуванням "нанорідин" [9, 18]. Нанорідини – це технологічні розчини з добавкою невеликої

кількості нанофракції твердих частин для покращення тих або інших властивостей. Нанорідини можна створювати таким чином, щоб вони були сумісні з флюїдами та гірськими породами продуктивного пласта і в той самий час не несли загрози для оточуючого середовища. Деякі з них уже знаходять застосування і вже скоро дозволять розв'язувати ряд гострих проблем, які виникають при бурінні та експлуатації свердловин, а саме: зниження тертя труб об стінки свердловин, укріплення слабких піщаних пластів, зміна змочування гірських порід та боротьба із корозією [9, 18].

Що таке нанотехнологія? Багато джерел, у першу чергу англійські, пов'язують початок розвитку ідей нанотехнологій із відомим виступом Річарда Фейнмана "Там, внизу, багато місця" (англ. "There's plenty of room at the bottom"). Виступ відбувся 1959 р у Каліфорнійському технологічному інституті на щорічній зустрічі Американської фізичної спільноти. Річард Фейнман звернув увагу на те, що можливо механічно переміщувати одиночні атоми за допомогою маніпулятора відповідного розміру для створення більш складних структур із заданими властивостями. Цей маніпулятор він запропонував зробити таким чином. Необхідно побудувати механізм, який би створив свою копію, тільки на порядок меншу. Створений менший механізм повинен створити свою копію, знову на порядок меншу, і так до тих пір, поки розміри механізму не будуть відповідати розмірам порядку одного атома. При цьому необхідно робити зміну в пристрої даного механізму, оскільки сили гравітації, що діють у макросвіті, матимуть менший вплив, а ван-дер-ваальсові сили будуть все більше впливати на роботу механізму. Останній етап – отриманий механізм збере свою копію із окремих атомів. Вперше термін "нанотехнологія" був уведений японським ученим Норіо Танігучі в 1974 р. У 1980-х рр цей термін використовував Ерік Дрекслер у своїх книгах: "Машини створення: Ера нанотехнології" (English of Creation: The Coming Era of Nanotechnology) і "Nanosystems: Molecular Machinery, Manufacturing, and Computation". Центральне місце в його дослідженнях посіли математичні розрахунки, за допомогою яких можна було проаналізувати роботу пристрою розміром у декілька нанометрів.

Сучасна тенденція до мініатюризації показує, що матеріал може мати абсолютно інші властивості, якщо взяти дуже маленьку частину цього матеріалу. Частини розміром від 1 до 100 нм називаються наночастинами. Так, наприклад, наночастини деяких матеріалів мають дуже хороші каталітичні та адсорбційні властивості. Інші властивості показують дивовижні оптичні властивості, наприклад, ультратонкі плівки органічних матеріалів застосовуються для створення сонячних батарей. При введенні наночастин у рідини, змінюються деякі властивості останніх. Також можуть транспортувати молекули хімічних речовин у необхідне середовище,

що успішно застосовується в біології та медицині. До наночастинок відносять багато біологічних структур [12].

Нажаль, зараз не існує загальноприйнятої чіткої межі, за допомогою якої можна було б чітко відділити нанотехнологію від близьких дисциплін атомної та молекулярної науки. Королівська спільнота інженерів Великобританії дала таке визначення: "Нанонаука вивчає явища та перетворення, що відбуваються з матеріалами на атомному, молекулярному та макромолекулярному рівнях, коли їх властивості значно відрізняються від макроскопічних властивостей." "Нанотехнології – це проектування, створення та використання структур, можливостей та систем за допомогою управління формою та розмірами об'єктів на нанорівні (наномасштабі)". Але ці визначення не вказують на жодні специфічні методи або можливості. Справа в тому, що існують дві галузі нанотехнологій, які чітко відрізняються одна від одної. В більшості випадків термін "нанотехнологія" використовують для визначення "молекулярних нанотехнологій" (МНТ), основаних на силових механомолекулярних підходах. Механомолекулярний підхід полягає у використанні керівних зовнішніх силових дій за допомогою спеціальних пристроїв та систем – скануючих мікроскопів (скануючий тунельний мікроскоп (СТМ), атомний силовий мікроскоп (АСМ)).

СТМ застосовується для дослідження поверхні твердого тіла та базується на тунельному ефекті [4, 6]. Він дає можливість розрізняти деталі поверхні висотою в соті частки ангстрема і одиниці ангстрем – латерально. СТМ дозволяє отримувати багату інформацію про мікрорельєф поверхні, локальну роботу виходу електронів, спектр електронних станів з атомарною роздільною здатністю, розподіл потенціалів при проходженні струму через зразок, а також проводити збір кластерів речовини з окремих атомів та молекул. Дослідження проводяться на спеціальним чином підготовлених зразках, які являють собою провідні напilenі плівки чи відполіровані пластинки.

АСМ застосовується для дослідження поверхні твердого тіла та базується на реєстрації механічних сил взаємодії вістря (зонда) і зразка [4, 6], які складають порядку 10^{-8} – 10^{-9} Н. Ці сили не електричного походження, а виникають у результаті взаємодії Ван-дер-Ваальса між атомами, які знаходяться на відстані кількох ангстрем один від одного. АСМ дає можливість досліджувати морфологію як провідних, так і діелектричних поверхонь твердого тіла [6], і отримувати роздільну здатність порядку сотих часток ангстрема нормально до площини зразка та десятків нанометра латерально. А також досліджувати локальні сили тертя, величину адгезії, пружні та в'язкі властивості поверхні з субнанометровою роздільною здатністю. Необхідно відмітити можливість дослідження магнітної структури феромагнітного матеріалу та поляризаційних властивостей діелектричних покриттів, для чого застосовують спеціальним чином виготовлені зонди [4, 6].

Друга галузь нанотехнологій – це супрамолекулярна хімія, основана на фундаментальному процесі самоорганізації, тобто самопобудова систем без грубих силових дій. При самоорганізації кінцева наноструктура речовини ніби-то запрограмована формою та властивостями, що утворюють структуру молекул. Таким чином, системи з необхідною наноструктурою можна сформувати за рахунок дії на макроскопічні параметри системи, наприклад, змінюючи склад системи.

Необхідно зазначити, що фазові зміни наноколоїдів можуть обумовити значні зміни макроскопічних властивостей системи. Молекули, здатні до самоорганізації, існують у різних системах. У нафтах більшість самоорга-

нізованих молекул входять до складу фракції асфальтенив, які виділяють за ознакою розчинності [14].

Діапазон задач, які можна розв'язувати на основі нанотехнології, визначається властивостями різних наноструктур. Розроблено методи, які дозволяють отримувати наночастини певного виду та надавати їм необхідних властивостей. Прикладом можуть бути різні наноструктури, складені атомами вуглецю. До них відносяться фулерени – новий тип молекулярної форми вуглецю, відкритий у 1985 р (Р. Смоллі, Г. Крото, Р. Керл) – сферичні структури з 60, 70 або більше атомів вуглецю, що представляють собою опуклі, замкнені багатогранники, складені з парного числа трикоординатних атомів вуглецю. За допомогою фулеренів можна зберігати та транспортувати інші хімічні речовини [11].

Одним з головних типів наноматеріалів є вуглецеві нанотрубки. Вони були відкриті в 1991 р у лабораторії компанії NEK (Японія) при розпиленні графіту в електричній дузі. При цьому за допомогою електронної мікроскопії було знайдено ниточки з діаметром у декілька нанометрів, а їх довжина складала від одного до декількох мікрон. Нанотрубки в 50-100 тис разів тонші за волосину людини. Вони складаються з одного або декількох шарів, кожен з яких представляє собою гексагональну сітку графіту. Кінці трубок закриті напівсферичними кришечками, складеними з шестикутників та п'ятикутників. За своєю міцністю нанотрубки переважають сталь у 100 разів, у них більша електропровідність та теплопровідність, ніж у металів. Нанотрубки є не тільки міцними, але і гнучкими, нагадуючи своєю поведінкою жорсткі гумові трубки. Нитка діаметром 1 мм, створена з нанотрубок, змогла б витримати вантаж у 20 тонн, що в декілька сотень мільярдів раз більше її власної маси. Нанотрубки – ідеальний матеріал для безпечного збереження газів. Малий розмір нанотрубок, їх висока міцність та гнучкість, можуть привести до створення "щупів" тунельного мікроскопа. Вуглецеві нанотрубки залежно від їхньої будови (або деформації) можуть мати властивості металів або напівпровідників [10].

Крім фулеренів та вуглецевих нанотрубок існує також такий наноматеріал, як графен – моношар атомів вуглецю, отриманий 2004 р у Манчестерському університеті. Графен можна використовувати як детектор молекул. Він характеризується значною рухливістю при кімнатній температурі, високою механічною жорсткістю та теплопровідністю. Висока рухливість носіїв заряду робить його перспективним матеріалом для використання у різних напрямках, наприклад, як майбутню основу наноелектроніки та можливої заміну кремнію в інтегральних мікросхемах [12].

Застосування нанотехнології для розв'язання проблем у нафтогазовій промисловості визначається можливістю створення наночастинок, здатних виконувати різноманітні функції, наприклад, впливати на властивості флюїдів у пластових умовах та передавати на поверхню інформацію про їх фізичні та механічні характеристики.

Нано-фрактальне моделювання нафтогазонасичених систем. Фрактальне та наноструктурне моделювання дозволяє визначити рівень самоорганізації та управляти розробкою родовищ, а в кінцевому результаті суттєво збільшити коефіцієнт вилучення нафти та газу.

Для контролю процесів можна використовувати фрактальне та наноструктурне моделювання нафтогазового пласта [2]. Нафтогазонасичені поклади, представлені порами та тріщинами, визначаються багатьма факторами, такими, як: хаотичний розподіл зерен породи, капілярні та тріщин по формі та розмірах. Пористі речовини ведуть себе як системи з фрактальною структурою. Характеристикою подібних речовин є пористість, яка зазвичай пов'яз-

зується з розмірами пор (до 0,1 нм), а також фрактальна розмірність, яка відповідає за стохастичний розподіл порових порожнин, капілярів та тріщин. Фрактальне представлення спрощує аналіз турбулентного руху рідини або газу, а також процес протікання, що важливо для розробки родовищ. У геологічному середовищі нанорозмірні компоненти та явища виступають як основні там, де важливо розрізняти властивості об'ємного та двовимірного (поверхня) стану речовини. Фрактальне та наноструктурне моделювання дозволяє визначити рівень самоорганізації та управляти розробкою родовища, а в кінцевому результаті суттєво збільшити коефіцієнт вилучення нафти та газу.

Останнім часом існують проблеми відкриття нових родовищ, і тому нафтовики та газовики повинні працювати зі складновидобувними запасами на вже розроблених родовищах. Саме в таких ситуаціях основною можливістю залишається реабілітація таких родовищ або окремих продуктивних зон. Це дасть змогу відновити природні енергетичні параметри флюїдонасичених систем, а також забезпечити рівномірне співвідношення вуглеводнів у тріщинах та поровій матриці. Такі флюїдодинамічні цикли на основі самоорганізації природних систем можуть значно збільшити об'єм вилучення покладів вуглеводнів [5].

Вивчення природно-техногенних систем (покладів нафти та газу) та управління розробкою родовищ необхідно проводити на основі флюїдодинамічного моніторингу, фрактального та нанорозмірного моделювання [3]. Фрактальні та наноструктурні характеристики використовують як діагностичні критерії, що визначають стан об'єктів розробки, а також необхідність та час реабілітації циклів.

Основні напрямки розвитку нафтогазових нанотехнологій. Публікації останніх років у галузі нанотехнологій нафтогазової індустрії можна розділити на дві групи. До першої групи відносяться публікації, які базуються лише на загальних уявленнях про можливості нанотехнологій, перспективи протягом майбутніх 20-30 років. Друга група публікацій є також прогностичною, але тут розглядають проекти, напрямки та ідеї більш близького майбутнього, які знаходяться на стадії лабораторних досліджень, розробки та експериментальних робіт.

Отже, на основі публікації 2000-2009 рр можна виділити такі основні напрямки досліджень у нафтогазовій галузі із застосуванням нанотехнологій:

1. Збільшення коефіцієнта вилучення нафти. Даний напрямок є дуже важливим у зв'язку з малим значенням забезпеченості світу запасами нафти – забезпеченість дорівнює 50 рокам. Але нафта необхідна не тільки як паливо, але як основа нафтохімії, і саме тому повної її заміни знайти неможливо.

2. Зниження обводнення нафти. Проблема обводнення родовищ – висока доля води у видобувних свердловинах, що є причиною їх зупинки. На багатьох родовищах частка води складає 90 %. Це означає, що в продукції видобувних свердловин у 5 разів більше води, ніж нафти.

3. Регулювання змочування порід.

4. Велику роль при видобутку нафти в найближчому майбутньому матимуть нанокolleктори (тобто колектори з розміром пор менше 100 нм) [7] і для їх розробки стануть необхідними технології, що будуть враховувати нанорозміри порового простору.

5. Розробка родовищ газогідратів. Утилізація та торгівля газом у газогідратному стані. Запаси газу в родовищах газогідратів також неможливо освоїти без регулювання властивостей газогідратів на іонному рівні. Застосування нанотехнологій дасть можливість продавати природний газ у газогідратному стані при експорті газу та можливість забезпечення газом окремих поселень.

6. Гідрофобні нанорідини та нанореагенти. Використання нанорозмірних частин для стабілізації гідрофобної емульсії дозволяє створити гідрофобну технологічну рідину з низьким вмістом вуглеводневого компонента – ефективний та економічний засіб зниження втрат нафти та газу при технологічних операціях у свердловинах. Стабілізація гідрофобних емульсій, що забезпечують необхідну щільність та зменшення проникності призабійної зони, досягається за рахунок добавки дисперсної твердої фази з розміром частин не більше 100 нм [7], що говорить про приналежність цих технологій до нанотехнологій.

7. Збільшення міцності заколонного цементу при закладці свердловини.

8. Вилучення метану із вугільних пластів. У надрах вугільних басейнів зосереджені значні ресурси метану. Тому вугільні басейни необхідно розглядати як метановугільні, що підлягають комплексному поетапному освоєнню з широкомасштабним видобутком метану (у тому числі для безпечного видобутку вугілля). У вугіллі мало пор діаметром 10-100 нм, а багато пор діаметром менше 10 нм. Саме тому вугілля є нанокolleктором природного газу, і боротьба з викидами природного газу та його видобуток мають орієнтуватися на роботу з нанорозмірними порами: закачка реагентів для змочування вугілля, якщо не враховувати нанорозмір пор при виборі хімреагентів, пройде тільки по тріщинах та відкритих порах. Можливо тому і відбуваються катастрофи на вугільних шахтах.

9. Екологічне покращення роботи всього нафтогазового комплексу.

Не дивлячись на невизначеність багатьох ідей застосування нанотехнологій у нафтогазовій галузі, великі нафтовидобувні геофізичні компанії (Marathon Oil Corp., Occidental Oil and Gas, Schlumberger, Shell) об'єднують зусилля з використання можливостей нанотехнологій для підвищення ефективності буріння, а також видобутку нафти та газу [1].

З опублікованих матеріалів статей, з тематики конференцій та семінарів, з періодичних видань у Інтернеті видно, що йде активне обговорення задач, які планують розв'язувати на основі нанотехнологій у галузі розвідки, видобутку, переробки, транспортування нафти та газу. Наприклад, консорціум Advanced Energy Consortium сформулював тематику для розробки проблем таким чином [8]:

- визначення фізичних, хімічних властивостей пластових флюїдів та порід за межами свердловин;
- отримання тривимірного розподілу флюїдів та порід;
- визначення напрямків руху рідин;
- оцінка розподілу вуглеводнів у колекторах, віддалених від свердловини;
- розробка наносенсорів та наноматеріалів для визначення дискретних властивостей колекторів, їхньої структури та для визначення характеру потоку.

У грудні 2009 р у Малайзії на семінарі було сформульовано такі проблеми [17]:

- боротьба з корозією в наземній та підземній апаратурі;
- діагностика, моніторинг та управління експлуатацією;
- застосування вуглеводневих нанотрубок для фільтрації води;
- збільшення нафто- та газовіддачі шляхом модифікації колекторів, модернізація нафтогазового комплексу.

Висновки. У наш час приклади розширеного практичного застосування нанотехнологій відносяться до таких галузей промисловості, як виготовлення електронних чіпів та нових матеріалів, фармакології та косметології, а також біомедицині. У нафтогазовій промисло-

вості нанотехнології поки що не отримали широкого застосування, за винятком процесів переробки нафти та газу. В нафтовидобутку та бурінні більше уваги лише нещодавно почали приділяти дослідженням та розробкам нових наноструктурованих "розумних рідин" для підвищення нафтовидобутку пластів та безпечного виконання бурових робіт. Проте все ще попереду.

Впровадж найближчого десятиліття комплекс геофізичних методів навряд чи поповниться методами, які б дозволяли вводити у пласт атомні нанороботи та наносенсори. Проте, застосування нанотехнологій у нафтогазовій галузі потребуватиме введення певних коректив у деякі класичні польові методи дослідження (електромагнітні та сейсмічні), а також в інтерпретацію результатів каротажу.

1. Аксельрод С.М. Нанотехнологи в нефтегазовой индустрии: Идеи, проекты, реализация // Каротажник. – Тверь, 2010. – № 4. – С. 131-144.
2. Запивалов Н.П., Иванов В.М., Смирнов Г.И. Фрактальное моделирование электропроводности нефтегазосодержащих коллекторов // Геология и геофизика. – М., 1998. – Т. 39. – № 3. – С. 406-409.
3. Запивалов Н.П., Попов И.П. Флюидодинамические модели залежей нефти и газа. – Новосибирск, 2003. – С. 198.
4. Мионов В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии. – Нижний Новгород, 2004.
5. Муслимов Р.Х. Нанотехнологии в геологии и повышение эффективности освоения залежей с трудноизвлекаемыми запасами нефти //

- Нефтяное хозяйство. – М., 2009. – № 1. – С. 38-41. 6. Ткачев А.Г., Золотухин И.В. Аппаратура и методы синтеза твердотельных наноструктур / Под ред. Ю.И. Головин, С.П. Рудобашта. – М., 2007. 7. Хавкин А.Я. Нанотехнологии в добыче нефти и газа / Под ред. член-корр. РАН Г.К. Сафаралиева. – М., 2008. – С. 171. 8. Хавкин А.Я. Нанотехнологические инновации в газовой промышленности // Газовый бизнес. – 2009. – С. 62-64. 9. Chaudhury M.K. Complex Fluids: Spread the Word about Nanofluids // Nature. – 2003. – 423 (10). – P. 131-132. 10. Fennimore A.M., Yuzvinsky T.D., Han W-Q., Fuhrer M.S., Cumings J., Zetti A. Rotational actuators based on carbon nanotubes // Nature. – 2003. – V. 424. – P. 408-410. 11. Mansoori G.Ali. Principles of Nanotechnology // World Scientific. – New Jersey, London, Singapore, 2006. – P. 341. 12. Mirkin C.A., Niemeyer C.M. Nanobiotechnology II, More Concepts and Applications. – Weinheim, 2004. 13. Mokhtab S., Fresky M.A., Islam M.R. Applications of Nanotechnology in Oil and Gas E&P // Journal of Petroleum Technology (JPT online) – 2006. 14. Mullins O.C. Relations Between the Molecular and Nanocolloidal Structure of Asphaltenes: Proceedings of 79th ACS Colloid and Surface Science Symposium. – Potsdam, NY, 2005. 15. Ratner M.A., Ratner D. Nanotechnology: A Gentle Introduction to the Next Big Idea. – New Jersey, 2002. 16. SPE Applied Technology Workshop. Nanotechnology in the Oil and Gas Industrial Evolution or Revolution? 6-10 Dec., Malasia, 2009. – http://www.aboutoilandgas.org/events/09alan/documents/09ALAN_Brochure3Nov.pdf. 17. SPE Applied Technology Workshop. Nanotechnology in the Oil and Gas Industry – an Evolution or Revolution? 6-10 Dec., Malasia, 2009. – http://www.aboutoilandgas.org/events/09alan/documents/09ALAN_Brochure3Nov.pdf. 18. Wasan D.T., Nikolov A.D. Spreading of Nanofluids on Solids // Nature. – 2003. – 423. – P. 156-159.

Надійшла до редколегії 04.10.10.

УДК 550.838:551

А. Баран, асп., В. Дроздецький, пров. геофізик,
Ю. Гейко, гол. геолог пошук. партії,
С. Кривдик, д-р геол.-мінералог. наук

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ДЕТАЛЬНИХ НАЗЕМНИХ МАГНІТОРОЗВІДУВАЛЬНИХ РОБІТ НА ПРИКЛАДІ ГЛУМЧАНСЬКОЇ ДІЛЯНКИ (ВОЛИНСЬКИЙ МЕГАБЛОК УЩ)

(Рекомендовано членом редакційної колегії д-ром фіз.-мат. наук, проф. М.А. Якимчуком)

Протягом останніх десятиліть у північній та північно-східній частинах Новоград-Волинського блоку II порядку виконано поаркушні наземні магнітометричні зйомки масштабу 1:25 000, аеромагнітні зйомки масштабу 1:10 000 та наземні магнітометричні зйомки масштабу 1:10 000-1:2 000 на окремих майданчиках. Аналіз результатів цих робіт, на прикладі геологічної будови однієї з найбільших детальних ділянок, показує, що при подальшій деталізації додатково виділяються невеликі за розміром, слабоінтенсивні магнітні аномалії, які характеризують численні магматичні тіла основного-ультраосновного, в тому числі лужного, складу та глибинні тектонічні зони неодноразової магматичної активізації. Прогнозується наявність на Новоград-Волинському блоці II порядку значно більшої кількості, ніж це відомо, магматичних тіл лужних ультрабазитів, з якими можуть бути пов'язані різні види корисних копалин.

During the last decades overland magnetic prospecting survey of the scale 1:25000, air-magnetic survey of the scale 1:10000 and overland magnetic prospecting survey of the scale 1:10000 – 1:2000 on separate grounds in northern and north-eastern parts of the Novograd-Volynsky block have been carried out. The analysis of results of these works, on the example of one geological structure of the most detailed areas, shows that intensive magnetic anomalies appear characterizing the numerous basic-ultrabasic and alkaline magmatic bodies and deep tectonic zones of the magmatic activation. Presence of alkaline ultrabasic magmatic bodies has been forecasted on the Novograd-Volynsky block. Different types of mineral deposits could be connected with these magmatic bodies.

Постановка проблеми. Нині в межах Волинського мегаблоку відомо декілька типових проявів магматизму лужного основного-ультраосновного складу. Вони розташовані в межах Городницької, Глумчанської, Болярської ділянок, а також ділянки Березова Гать. Аналіз фактичного матеріалу з геології, петрології, геохімії та мінералогії цих порід дозволяє виділити в межах північно-західної частини Українського щита лужно-ультраосновну формацію. Як відомо, з породами цієї формації, до складу якої входять також карбонатити, можуть бути пов'язані деякі корисні копалини, зокрема глиноземиста, апатитова, титанова, мідна, молібденова, флогопітова, флюоритова, рідкісно-земельна та інша сировина. А такі лужно-ультраосновні породи, як кімберліти або лампроїти, можуть бути корінними джерелами алмазів. Таким чином, виявлення нових тіл лужних ультрабазитів як імовірний наслідок аналізу супутніх геофізичних робіт і вивчення геологічної будови території, може мати практичне значення в процесі пошуків мінеральної сировини на Волинському мегаблочі Українського щита (УЩ). Крім того, враховуючи, що геофізичні роботи не завжди достатньою мірою використовуються в

комплексі геологічних робіт, доцільним є аналіз їхньої ефективності.

Огляд попередніх геофізичних досліджень. Планові геофізичні дослідження північно-східна частина Новоград-Волинського блоку II порядку Волинського мегаблоку УЩ вивчається з 50-х років минулого століття. До перших магнітометричних досліджень відноситься аеромагнітна зйомка масштабу 1:50 000 (1959 р.). За даними цієї роботи складено карту аномального магнітного поля з перетином 1 мЕ, виявлено загальні риси структури району та прилеглих площ. Також було відмічено, що слабо диференційоване поле вказує на кислий склад порід кристалічного фундаменту.

У 1961 р на основі раніше виконаних робіт складено зведену магнітометричну карту масштабу 1:200 000. У 1968-70 рр у деяких районах території проведено комплексні геофізичні дослідження методами гравірознавдя, магніторозвідки та електророзвідки. У результаті цих робіт складено поаркушні карти ізодинам та ізометрів, а верхні кристалічного фундаменту масштабу 1:25 000, а