

3D МАГНІТНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ НА АЛМАЗОНОСНІСТЬ СТРУКТУР ІНГУЛЬСЬКОГО МЕГАБЛОКУ УКРАЇНСЬКОГО ШИТА

Розглянуто локальні геомагнітні критерії областей кімберлітового і лампроїтового магматизму. Теоретична магнітна модель кімберлітової (лампроїтової) трубки дозволяє оцінити характер магнітного поля від усієї трубки або її окремих складових частин. Розроблено 3D магнітні моделі Зеленогайської, Грузької і Щорсівської ділянок в межах Інгільського мегаблоку Українського щита.

Ключові слова: геомагнітні критерії; алмазонасність; 3D магнітні моделі

Дослідження алмазонасності земної кори території України і, зокрема, її Інгільського мегаблоку актуальні як у плані вивчення процесів утворення та транспортування кімберліт-лампроїтових магм і умов їхньої локалізації у верхній частині земної кори, так і у відношенні створення власної алмазно-сировинної бази України [Крутиховская и др., 1985].

Геомагнітні дані широко застосовуються при дослідженні будови земної кори та прогнозуванні її алмазонасності. Аналіз фондових та літературних джерел засвідчив, що аномальне магнітне поле та результати його інтерпретації відіграли вирішальну роль у локалізації перспективних ділянок та структур для більшості алмазонасних провінцій світу.

Розробка локальних критеріїв і можливість локального прогнозу алмазонасних структур за геомагнітними даними ґрунтується на детальному вивченні геологічної будови досліджуваних трубок і магнітних характеристик їх окремих елементів і властивостей вмшуючого середовища та розробки на цій підставі певної магнітної теоретичної моделі.

Для створення теоретичної магнітної моделі кімберлітових трубок враховано дані про їхню геологічну будову, характер аномального магнітного поля над ними, а також теоретичні й експериментальні дані про магнітні параметри порід трубки і вмшуючого середовища. За основу теоретичної моделі магнітної трубки було вибрано модель трубки Дж. Б. Хоуторна та Дж. Доусона.

Згідно з проведеними розрахунками, типова алмазонасна трубка може простежуватися в розрахункових полях по-різному, залежно від співвідношення намагніченостей окремих її компонент і вмшуючого середовища та рівня ерозійного зрізу. У будь-якому випадку трубки спостерігаються в магнітному полі. Важливим є висновок про те, що для випадку з низкими значеннями магнітної сприйнятливості всіх порід аномалії магнітного поля становлять від перших нанотесла до перших десятків нанотесла [Бакаржієва, Орлюк, 2007]. Саме це ускладнює використання магніторозвідки для прогнозування алмазонасних трубок і принципово змінює стратегію прогнозування алмазонасних трубок у межах УЩ. Таким чином, запропоновані раніше критерії – кільцеві магнітні аномалії та аномалії

ізометричної форми високої і середньої інтенсивності – не є критерієм продуктивних трубок. Відповідно до розрахунків над алмазонасними трубками повинні спостерігатися аномалії з інтенсивністю у перші десятки нанотесла.

Технологія розробки 3D магнітних моделей алмазонасних структур. Методика 2D та 3D моделювання досить детально розглянута [Крутиховская и др., 1985; Орлюк, 2000] вона в основному застосовується для розробки магнітних моделей регіонального класу. Специфікою магнітного моделювання на ділянках, перспективних на алмази, є висока детальність робіт і необхідність урахування всієї апіорної геолого-геофізичної інформації. Завдяки сучасним геоінформаційним технологіям вдалося уніфікувати та автоматизувати весь процес підготовки матеріалів для моделювання з уведенням геометричних параметрів у системі координат Проекції Гаусса-Крюгера.

Магнітна модель будувалась із використанням алгоритмів і програмного забезпечення В.М. Завойського та І.М. Іващенко для розв'язку прямої задачі магніторозвідки [Завойський, 1978].

Перспективні ділянки розташовані в межах Інгільського мегаблоку Українського щита в областях з різним характером магнітного поля, але зазвичай контролюються глибинними розломами. Зокрема, Зеленогайська ділянка розташована на від'ємному фоні магнітного поля в зоні Тясминського розлому, Грузька – на позитивному фоні в зоні південного краю Субботсько-Мошоринської зони розломів, а Щорсівська – в області "пережиму" магнітного поля та вузла перетину Лелеківського розлому з Кіровоградською та Субботсько-Мошоринською системою розломів.

У зв'язку з вищевикладеним коротко розглянемо можливість детального 3D магнітного моделювання трьох перспективних на алмазонасність ділянок.

Зеленогайська ділянка. Моделювання Зеленогайської ділянки проводилось у межах від'ємної гравітаційної аномалії, за якою виділено два кратери – великий і малий.

Кристалічний фундамент нижньопротерозойського віку перекритий осадковим чохлом потужністю від перших до 100-120 м. Далі до

глибини 280 м в районі малого кратера і 460 м у великому кратері – граніто-гнейсові крупно-уламкові завали з пісчано-туфовим цементом. Нижче знаходиться лампроїтова ксенотуфобрекчія жерлової фації, зафіксована в малому кратері. Вміщуючі породи – граніто-гнейси нижнього протерозою. Магнітна сприйнятливості порід досліджуваної ділянки відноситься до розряду слабоманітних.

З метою виділення особливостей інтерпретованого магнітного поля в районі великого кратера $(\Delta T)_{a, 0}$ виконано його осереднення палеткою 200x200 м. Аналіз осередненого магнітного поля $(\Delta T)_{a, 200}$ показав, що кільцева аномалія, що виділяється, з радіусом приблизно 500 м, складається з фрагментів окремих локальних аномалій інтенсивністю від 1 до 8 нТл. У центрі інтенсивність поля досягає мінус 8 нТл.

У полі локальної різницевої аномалії

$(\Delta T)_{a, \text{лок}} = (\Delta T)_{a, 0} - (\Delta T)_{a, 200}$ відображена магнітна неоднорідність низів осадкового чохла і верхньої частини кристалічного фундаменту, що дозволяє виділити цілу серію ортогональних і діагональних порушень, а також овалоподібних (кільцевих) структур.

З урахуванням наведених геолого-геофізичних даних, а саме: карт аномального магнітного поля $(\Delta T)_{a, 0}$ осереднених і різницевої полів, геологічних карт, глибини залягання кристалічного фундаменту було сформовано початкове наближення для магнітної моделі верхньої частини земної кори в районі великого кратера. Відповідно до характеру магнітного поля були задані джерела, що залягають в інтервалі глибин 100÷1000 м. Усього в магнітній моделі задіяно 31 джерело з глибиною залягання верхньої кромки 100 м, а нижньої – від 250 до 1000 м і магнітною сприйнятливості в межах $(35 \div 268) \times 10^{-5}$ од. СІ.

Геометричні параметри трубки було відкоректовано із застосуванням редукції джерел верхньої частини трубки, щоб досягти виділення магнітного поля з її глибинної частини.

Цікавим є той факт, що магнітна аномалія від глибинного джерела може бути апроксимована двома тілами з різними значеннями магнітної сприйнятливості, що відповідає розрахованій теоретичній магнітній моделі кімберлітової трубки.

Отримані в результаті моделювання низькі значення магнітної сприйнятливості порід, що складають трубку, підтверджують її перспективність. Цікавим є наявність джерела з оберненою намагніченістю. Воно може бути обумовлене магнітним тілом, сформованим у нижньопалеоценовий час, коли переважала обернена полярність магнітного поля Землі, і, відповідно, свідчити про вік трубки.

Грузька ділянка. У межах Грузької ділянки розповсюджені сієніти, граносієніти, кварцові монзоніти і граніти рапаківі Коростенського

комплексу, трахітоїдні біотитові граніти Новоукраїнського комплексу. Ділянка являє собою ореол поширення брекчованої райгородської товщі, що залягає безпосередньо на породах фундаменту. Потужність брекчованих порід значно зростає до 100-125 м у тектонічних вузлах внаслідок усадки кратерів і утворення уламкових завалів.

У магнітному полі виділяються локально витягнуті дві паралельні дайкоподібні аномалії інтенсивністю 80÷170 нТл і 20÷70 нТл відповідно. На півдні і південному заході вміщуючі породи характеризуються полем інтенсивністю 10÷20 нТл, у межах яких спостерігаються субізометричні аномалії інтенсивністю 50÷60 нТл.

Для побудови магнітної моделі було задіяно 48 джерел: десять з глибиною залягання верхньої кромки 100 м, а нижньої – 300 м і 38 тіл з глибиною верхньої кромки 40÷50 м і нижньої – 100÷300 м.

Величини намагніченості знаходяться в інтервалі від 0,03 до 1 А/м. Найбільші величини намагніченості (до 1,0 А/м) мають дайкоподібні джерела, представлені монзонітами. Вони залягають у середині тіла з намагніченістю 0,4-0,5 А/м, контури якого близькі до контурів розповсюдження сієнітів і граносієнітів. Тіла, які апроксимують вміщуюче середовище (трахітоїдні і біотитові граніти) мають намагніченості 0,1-0,15 А/м. На фоні цих джерел виділяються субізометричні і витягнуті джерела різних розмірів з намагніченістю 0,25-0,5 А/м, що відповідають гіперстеновим гранітам та чарнокітам.

Відповідно до 3D магнітного моделювання перспективної Грузької ділянки на фоні від'ємної гравітаційної аномалії знаходяться джерела зі зниженими значеннями намагніченості 0,1÷0,2 А/м, що відповідають інтенсивності аномалій магнітного поля до 20 нТл. Вони можуть бути пов'язані з тектонічними порушеннями, за наявності брекчованої товщі з низькими величинами магнітної сприйнятливості, над, можливо, прихованими кімберлітовими трубками під нею.

Щорсівська ділянка. У вузлі перетину Кіровоградської і Лелеківської зони розломів на Лелеківській і Щорсівській ділянках виявлені дайки кімберлітів слюдяного типу мезопротерозойського віку. Наявність у центральній частині Інгульського мегаблоку слюдяних кімберлітів, а також комагматичних їм порід (пикритів, пикритових порфіритів, псевдолейцитових лампроїтів ін.) та приуроченість більшості з них до зони Лелеківського розлому дає підставу прогнозувати тут кімберлітове поле лінійного типу, витягнуте уздовж цього розлому.

Магнітна модель ділянки представлена 11 джерелами з глибиною залягання верхньої кромки 40 м, а нижньої 200÷400 м та інтенсивністю намагніченості 0,02÷0,2 А/м.

Морфологія досліджуваного і розрахованого від моделі поля задовільно збігається. Вміщуюче середовище представлене біотитовими гранітами, що характеризуються намагніченістю 0,023–0,034 А/м. На їхньому фоні виділяються джерела з намагніченістю 0,046–0,095 А/м, пов'язані з альбітитами, метасоматитами, та джерела з намагніченістю 0,129±0,2 А/м, які, ймовірно, пов'язані з дайковими утвореннями. Аналіз первинного і локального полів дозволяє виділити слабоманітні джерела північно-західного, північно-східного і субширотного простягання, імовірно, пов'язаних з дайками, а також вузли їхнього перетину, в яких спостерігається збільшення їхньої потужності та роздуви. Саме ці вузли можуть бути використані в якості першочергових для пошукових робіт.

Висновки. Побудовані 3D магнітні моделі перспективних Зеленогайської, Грузької і Щорсівської ділянок, в яких відображено геометрію і величини намагніченості магнітних джерел, які можуть бути пов'язані як безпосередньо з прогнозованими трубками, так і з вміщуючим середовищем, є тільки підґрунтям для їхнього подальшого поглибленого комплексного вивчення. Звичайно, можна відзначити, що магнітні моделі Зеленогайської та Грузької ділянок можуть інтерпретуватися як трубки з наявністю майже всіх їхніх структурних елементів, а магнітна модель Щорсівської ділянки – тільки її дайкової складової. Але встановлення реальної природи досліджуваних структур

можливо тільки за умови розробки їх 3D комплексних геолого-геофізичних моделей.

Література

- Бакаржієва М.І., Орлюк М.І. Теоретическая магнитная модель кимберлитовой трубки // Геофизический журнал. – 2007. – Т. 29. – № 4. – С. 182–191.
- Крутиховская З. А., Мельничук Е. В., Слоницкая С. Г., Орлюк М.І. Региональные магнитные аномалии юго-западной части Восточно-Европейской платформы и мелкомасштабное прогнозирование полезных ископаемых // Доповіді АН УРСР. – 1985. – №4. – С. 36 – 41.
- Завойский В.Н. Вычисление магнитных полей от анизотропных трехмерных тел в задачах магниторазведки // Изв. АН СССР. Сер. Физика Земли. – 1978. – № 1. – С. 76–85.
- Орлюк М.І. Пространственные и пространственно-временные магнитные модели разноранговых структур литосферы континентального типа. – Геофизический журнал – 2000 – №6, С. 148–165.
- Орлюк М.І., Бакаржієва М.І. Геомагнітні критерії алмазоносності земної кори та 3D магнітне моделювання перспективних структур Інгульського мегаблоку Українського щита// Геолог України.—2011.—№1.—С.30–44.
- Орлюк М.І., Бакаржієва М.І. Геомагнитные критерии и численное магнитное моделирование перспективных на алмазоносность структур // Геофизический журнал. – 2006. – Т. 28. – №5. – С.30–40.

3D МАГНИТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ НА АЛМАЗОНОСНОСТЬ СТРУКТУР ИНГУЛЬСКОГО МЕГАБЛОКА УКРАИНСКОГО ЩИТА

М.І. Бакаржієва, Т.А. Сикан

Рассмотрены локальные геомагнитные критерии областей кимберлитовой и лампроитовой магматизма. Теоретическая магнитная модель кимберлитовой (лампроитовой) трубки позволяет оценить характер магнитного поля от всей трубки или ее отдельных составных частей. Разработаны 3D магнитные модели Зеленогайского, Грузского и Щорсовского участков в пределах Ингульского мегаблока Украинского щита.

Ключевые слова: геомагнитные критерии; алмазоносность; 3D магнитные модели.

3D MAGNETIC MODELS OF THE PERSPECTIVE DIAMOND-BEARING STRUCTURES OF THE INGUL GEOBLOCK OF THE UKRAINIAN SHIELD

M. Bakarjjeva, T. Sikan

Local geomagnetic criteria of the kimberlite and lamproite areas are considered. Theoretical magnetic model of the kimberlite (lamproite) pipe is presented. Magnetic field of the pipe or of its separate components is calculated. 3D magnetic models of the Zeleniy Gay, Gruzsk and Shchorsov areas of the Ingul geoblock of the Ukrainian Shield are developed.

Key words: geomagnetic criteria; diamond-bearing; 3D magnetic models.