



Magnetic susceptibility distribution in non-uniform media

Radi Radichev, Stefan Dimovski, Milena Tangalova

University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia; E-mail: radirad@mgu.bg; dimovski@mgu.bg

Key words: magnetic susceptibility, non-uniformity, Panagyurishte ore region

Abstract. The non-uniformity of the geologic-geophysical media is revealed depending on the characteristics of the studied object and on the conditions of surveying. The non-uniformity is always relative — depending on the level of study a medium can be regarded as uniform or not-uniform. The assumption of the quasi-uniformity of the geological objects is based on the relative nature of the non-uniformities.

The performed studies cover a line of total length of about 1800 m, passing through 10 boreholes hav-

ing depth between 340 and 420 m. In order to pass to a higher level of organization of the geologic-geophysical medium, data are reprocessed utilizing 3, 5 and 7-point moving averaging windows.

A very high degree of non-uniformity, both in horizontal and in vertical direction, is observed on all levels of relative integration for the conditions of the Panagyurishte ore region. For this reason the non-ambiguous swap to quasi-uniformity is extremely limited.

Разпределение на магнитната възприемчивост в нееднородни среди

Ради Радичев, Стефан Димовски, Милена Тънгалова

Проява на свойството „нееднородност“ на геолого-геофизичните среди

Едно от най-важните направления за проблематиката в развитието на теорията и физичните основи на методите на приложната геофизика е комплексното изследване на физичните свойства на скалите (параметрични в естествени условия и върху образци — в лабораторни условия). Необходимо е да се установят закономерните връзки между геоложките и геофизичните характеристики и да се обосноват методите за решаване на правата и обратната задача за всеки конкретен геолого-геофизичен разрез.

Скалите са сложно построени полиминерални агрегати, образувани в резултат на разнообразни петрогенетични процеси, представлящи геоложката история на конкретен обем минерално вещество. Времево-пространствените процеси протичат в различна посока, неравномерност, различни мащаби, пространствена локализация и т.н. Резултатите от изучаването на геоложките

обекти с помощта на съвременните, физични, химични, петрографски и други методи показват извънредно голямо разнообразие на състава, строежа и състоянието на скалите във физико-геоложките условия на земните недра, т.е. при всички скали съществува, изразена в различна степен, нееднородност.

Свойството нееднородност е характерно за геоложките тела в различни мащаби. В зависимост от размерите на отделните елементи може да се отдели нееднородност за всяко конкретно ниво на организация на геоложките обекти. Например нееднородността на самата скала е свързана с изменения на нейния химически състав, формата и размерите на зърната, разпределението на цимента и порите и т.н.; нееднородността в пределите на скалния масив е свързана с присъствие на скали с различен състав, проявление на метаморфизъм, наличие на пукнатини и т.н.

Проявата на нееднородностите зависи не само от свойствата на обекта, който ги прите-

жава, а и от условията на наблюдение. Доколкото наблюденията се извършват в определена ограничена област от пространството, може да се говори за размери на изучаваната област. В границите на тази област наблюденията се извършват или с определена стъпка по предварително зададена мрежа, или със случайно разстояние между неравномерно разположени точки.

Освен деленето на нееднородностите по абсолютни размери на съставните елементи, те могат да се различават и по съотношението между размерите им и нивото на разглеждане.

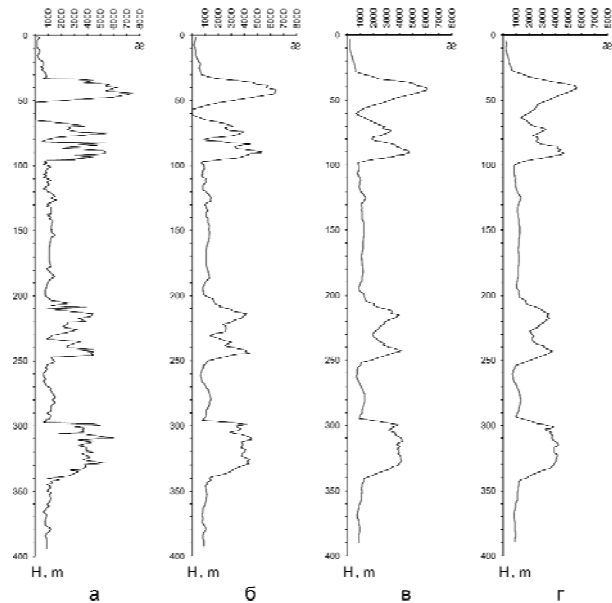
Така нееднородността винаги е относителна — в зависимост от нивото на разглеждане, средата може да се представят като еднородна или нееднородна. Въз основа на относителния характер на нееднородностите се основава допускането за квазиеднородност на геоложките тела.

В зависимост от съотношенията на размерите на областта на въздействие и елементите на нееднородността се проявяват само тези нееднородности, които са съпоставими с областта на въздействие. В случаите когато областта на въздействие значително превишава размерите на елементите на нееднородността, последната се проявява интегрално и средата се явява квазиеднородна. Естествено, че нееднородността, чиито размери не се поместват в изучаваната област от пространството, не могат да бъдат установени. Кондицията (плътността) на наблюдателната мрежа определя степента на детайлност на изследванията, в зависимост от която нееднородността може да се прояви по различен начин (закономерно или случайно).

Нееднородност на магнитната възприемчивост за условията на участък Асарел — Панагюрски руден район

Проявлението на свойството нееднородност за различни нива на организация много добре се илюстрира от резултатите, получени въз основа на обработката и интерпретацията на данни от измерване на магнитната възприемчивост за проби от сондажи в Панагюрски руден район. Изследванията се отнасят за профил от 10 сондажа с обща дължина около 1800 m и с дълбочина на сондажите 340—420 m. Геоложкият разрез е изграден от дацити, прослойни андезити, андезитова лавобрекча и андезитови туфи.

Съвместният анализ на разпределението на магнитната възприемчивост и петрографските характеристики показва, че и за четирите вида скали нееднородността е силно изразена. В пределите на всеки от тези видове се обособяват прослойки с висока магнитна възприемчивост (до $5000 \cdot 10^{-5}$ — $7000 \cdot 10^{-5}$ ед. SI). За отделните прослойки е характерна нееднородност, изразена в различна степен както спрямо дължината на интервалите, така също и спрямо градиентите



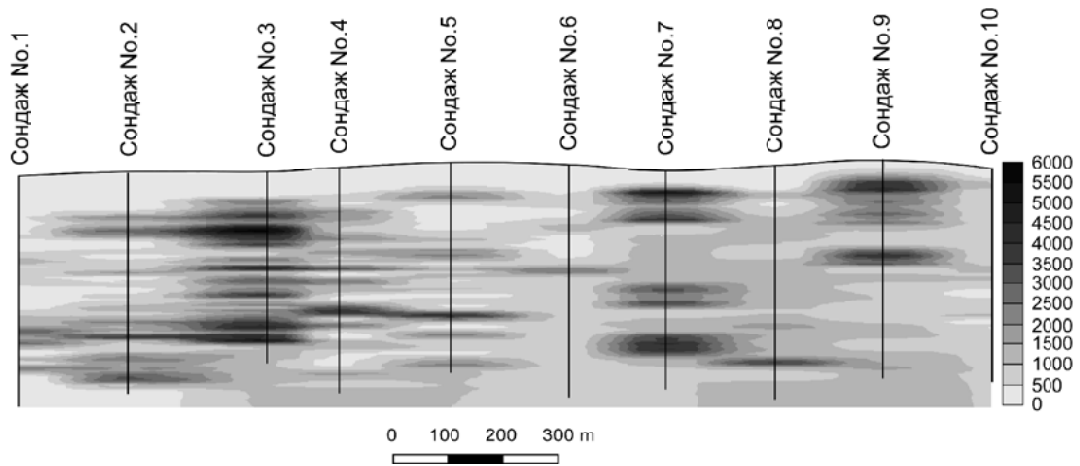
Фиг. 1. Диаграми на разпределение на определените стойности на магнитната възприемчивост χ [в ед. SI. 10^5] за сондаж № 7 — (а) получени разпределения на магнитната възприемчивост след извършено усредняване с прозорец 3 стойности — (б), 5 стойности — (в) и 7 стойности — (г)

на изменение на параметъра. На фиг. 1а е показана диаграмата на разпределение на определените стойности на магнитната възприемчивост за сондаж № 7.

За да се постигне преминаване към по-високо ниво на организация на геолог-геофизичната среда е извършено усредняване чрез плъзгащо се средно с прозорец 3, 5 и 7 стойности. На фиг. 1б, 1в и 1г са показани, получените разпределения на магнитната възприемчивост. Последователно се постига интегрален ефект за интервал с по-голяма дължина.

Въз основа на диаграмите от усредняването с плъзгащо се средно с прозорец 5 стойности е съставен вертикален разрез на разпределението на магнитната възприемчивост за разглеждания профил (фиг. 2). Очевидна е силно изразената нееднородност, както във вертикална, така също и в хоризонтална посока. Представеният разрез илюстрира един от много често срещаните в природата нееднородни по магнитна възприемчивост среди, чрез които се обособяват „аномални обекти“ при решаването на правата и обратната задача.

Подходът към преминаване от наличната информация за степента на нееднородност към квазиеднородни геолог-геофизични тела има първостепенно значение за съставянето на варианти геолог-геофизични модели при решаване на правата и обратна задача. Комбинацията между морфологията на сложните аномални



Фиг. 2. Вертикален разрез на разпределението на стойностите на магнитната възприемчивост α [в ед. SI. 10^5] получени след усредняване чрез плъзгащо се средно с прозорец 5 стойности

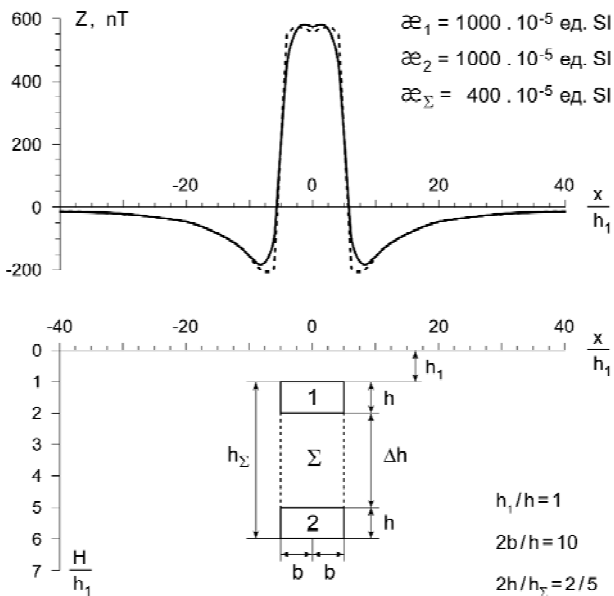
обекти и аномалната стойност на физическия параметър и конкретно на магнитната възприемчивост предопределя получените крайни резултати. Взаимовръзката между тези два фактора е конкретна за всеки геолого-геофизичен разрез и зависи от неговата специфика.

Елементарен примерен модел може да се илюстрира чрез полупространство, в което за

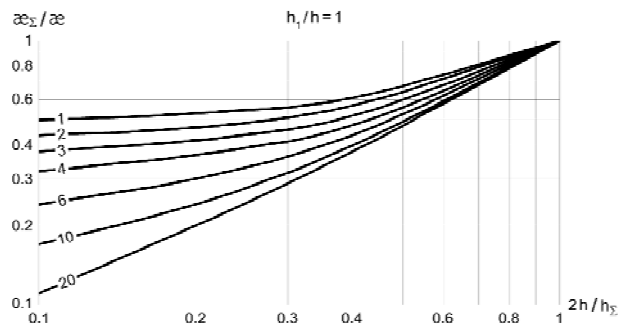
мащабите на разглеждания разрез се анализира конкретна аномалия, например от смущаващи тела, чиито вертикални и нормални на простирането сечения имат формата на правоъгълници с равна основа (фиг. 3).

Аномалии, с отклонения в границите на точността на съвременните магнитни снимки се формират от разновариантни модели на едно, две, три и повече тела с еднаква хоризонтална мощност и произволно избрани вертикална мощност и дълбочина на залягане, ако разпределението на магнитната им възприемчивост е моделирано правилно, съгласно очаквания ефект.

Например, аномалията от двете тела с еднакви правоъгълни сечения (фиг. 3 — тяло 1 и тяло 2) и с еднаква магнитна възприемчивост ($\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha$) е практически еднаква с аномалията от едно тяло, сечението, на което обобщава посочените две тела ($h_\Sigma = 2h + \Delta h$) и има магнитна възприемчивост α_Σ , определена от зависимостта $\alpha_\Sigma/\alpha = f(2h/h_\Sigma)$, представена на фиг. 4. За илюстрирания модел $\alpha = 1000 \cdot 10^{-5}$ ед. SI, а $\alpha_\Sigma = 400 \cdot 10^{-5}$ ед. SI.



Фиг. 3. Аномалии на вертикалната компонента Z , формирани от вертикално намагнитените тела 1 и 2 с магнитна възприемчивост $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha = 1000 \cdot 10^{-5}$ ед. SI и от сумарно тяло с магнитна възприемчивост $\alpha_\Sigma = 400 \cdot 10^{-5}$ ед. SI, чието вертикално и нормално на простирането сечение има формата на правоъгълник, получен при обединяване на посочените тела 1 и 2 ($h_\Sigma = 2h + \Delta h$). Параметри на модела $h_1/h = 1$; $2b/h = 10$ и $2h/h_\Sigma = 2/5$.



Фиг. 4. Зависимост $\alpha_\Sigma/\alpha = f(2h/h_\Sigma)$, при която се удовлетворява условието за еквивалентност спрямо формираната аномалия на вертикалната компонента на геомагнитното поле Z в случая когато $h_1/h = 1$. Параметър на графиките е отношението $2b/h$.

Зависимостта $\alpha_{\Sigma}/\alpha = f(2h/h_{\Sigma})$, при която се удовлетворява условието за еквивалентност спрямо формираните аномалии е изследвана както за разновариантни модели при отношение $h_1/h = \text{const}$ (фиг. 4 илюстрира случая, когато $h_1/h = 1$), така и при условие, че отношението $b/h = \text{const}$ (фиг. 5 илюстрира поучената зависимост за случая, когато $b/h = 1$). Потвърден е широкият диапазон от възможни стойности на отношението α_{Σ}/α в зависимост от геометрията на разглеждания модел.

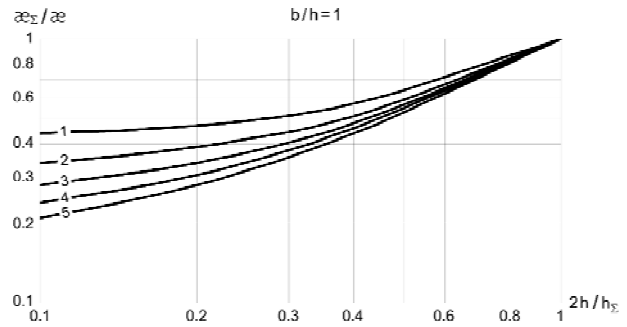
Заклучение

Проявата на свойството „нееднородност“ на геолого-геофизичните среди зависи от характеристиката на обекта, който го притежава и от условията на наблюдение. Нееднородността винаги е относителна — в зависимост от нивото на разглеждане, средата може да се представят като еднородна или нееднородна. Въз основа на относителния характер на нееднородностите се основава допускането за квазиеднородност на геоложките тела.

Съвкупният анализ на резултатите от проведените изследвания за разпределението на магнитната възприемчивост в конкретен разрез по профил в участък Асарел — Панагюрски руден район показва проявлението на свойството не-

Литература

- Магниторазведка. 1980. *Справочник геофизика*. Москва, Недра, 386 с.
- Popov, P., R. Radichev, S. Dimovski. 2001. Geology and evolution of the Elatsite-Chelopech porphyry copper-massive sulphide ore field. — In: *Annual of the University of Mining and Geology*, vol. 43–44, part I, Sofia, 31–43.
- Radichev, R., S. Dimovski, M. Tokmakchieva. 1999. Modelling of gravity and magnetic anomalies for the



Фиг. 5. Зависимост $\alpha_{\Sigma}/\alpha = f(2h/h_{\Sigma})$, при която се удовлетворява условието за еквивалентност спрямо формираната аномалия на вертикалната компонента на геомагнитното поле Z в случая когато $b/h = 1$. Параметър на графиките е отношението h_1/h

еднородност в разглежданите мащаби и допълва представите за възможните вариантни оценки на стойностните разпределения на магнитната възприемчивост. При изследванията се установява много висока степен на нееднородност на всички нива на относително интегриране, което силно ограничава еднозначното преминаване към квазиеднородност.

- conditions of the Panagurishte ore region. — *Bulgarian Geophysical Journal*, 25, 1–4, Sofia, 135–149.
- Radichev, R., S. Dimovski, M. Tokmakchieva. 2002. Modelling of gravity and magnetic anomalies for copper deposits in the Central Srednogie Region. — *Минно дело и геология*, 57, 3–4, 55–60.
- Telford, W., L. Geldart, R. Sheriff, D. Keys. 1990. *Applied Geophysics*. Cambridge, Cambridge University Press, 843 p.