

ROZWÓJ METODY MIKROGRAWIMETRYCZNEJ

UKD 550.831.0 mikrograwimetria: [551.243+553.3+624].627.971

W wielu krajach, a szczególnie w Polsce, obserwuje się znaczne wzmoczenie działalności mającej na celu wprowadzenie metod geofizycznych do zagadnień geologii złożowej, kopalnianej, inżynierskiej, hydrogeologii, górnictwa i archeologii. Spośród stosowanych metod geofizycznych, mikrograwimetria znalazła szerokie pole działania w zakresie badania budowy złóż kopalin użytecznych i struktury górotworu, ze szczególnym uwzględnieniem występujących w nim małych form tektonicznych, erozyjnych i antropogenicznych. Do tych ostatnich zalicza się pustki poeksploatacyjne oraz zmiany rozkładu mas w górotworze wyniku wskutek prowadzonej w nim eksploatacji.

Metodę mikrograwimetryczną opracowano w całości w Akademii Górniczo-Hutniczej, a jej początki sięgają 1956 r. (3). We wspomnianej pracy po raz pierwszy zwrócono uwagę na możliwość wykrywania pustek występujących pod powierzchnią terenu przez pomiar anomalii siły ciężkości.

W literaturze zagranicznej pierwsza praca na ten temat ukazała się dopiero w 1963 r. (1). W okresie od 1956 do 1963 r. w Polsce rozwiązywano już, za pomocą wspomnianej metody, problemy wykrywania form tektonicznych i erozyjnych występujących w ośrodku skalnym (4, 5). Dalszy rozwój metody polegał na wprowadzeniu do geologii kopalnianej podziemnych zdjęć mikrograwimetrycznych mających na celu badania budowy geologicznej eksploatowanego górotworu. Istotnym postępowaniem w tej dziedzinie było wprowadzenie pomiarów dwupoziomowych (6), wykonywanych w dwóch nadległych wyrobiskach górniczych lub w wyrobisku górniczym i na powierzchni terenu. Metoda ta pozwoliła na dalsze uściślenie korelacji wyników badań mikrograwimetrycznych z budową ośrodka geologicznego oraz na wykrywanie stref zagrożeń w eksploatowanej partii złoża. Dalsze rozwinięcie tej metody stanowią zdjęcia wielopoziomowe, praktycznie dotychczas wykorzystane do wykrywania porwaków anhydrotowych występujących w złożach soli kamiennej (17).

Zadowolające wyniki w zastosowaniach mikrograwimetrii można było osiągnąć dzięki opracowaniu specjalnej metodyki prac polowych, techniki wykonywania pomiarów i ich redukcji oraz uwzględniania wielu poprawek związanych ze specyfiką miejsca obserwacji, zwłaszcza gdy jest ono zlokalizowane w wyrobisku górniczym (1, 17).

W zakres mikrograwimetrii wchodzi również specjalistyczne pomiary wieżowego gradientu pionowego siły ciężkości, wykonywane przy zastosowaniu opatentowanej metody opracowanej także w Akademii Górniczo-Hutniczej (7). Polega ona na wyznaczeniu grawimetrem różnicy siły ciężkości między dwoma punktami leżącymi w pewnej odległości pionowej nad sobą. Do tych pomiarów jest używana specjalna wieża, której założenia konstrukcyjne również opatentowano (8). Pierwsze próby zastosowania tego rodzaju obserwacji w geologii podjęto w St. Zjedn. w 1956 r. (22), lecz nie przyniosły one pozytywnego rezultatu. Podobnie doświadczenia geofizyków japońskich przyniosły nikłe rezultaty.

Osiągnięte przez nas wyniki są tym cenniejsze, że uzyskana dokładność obserwacji oraz opracowane sposoby redukcji pomiarów (12, 20) pozwoliły rozwiązywać nie tylko zadania geologii strukturalnej (10), lecz stało się również możliwe — po raz pierwszy na świecie — wykorzystanie pomiarów wieżowego gradientu pionowego siły ciężkości w górnictwie i budownictwie (15). Istotny postęp w tym zakresie osiągnięto dzięki pracom teoretycznym dotyczącym

natury mierzonej wartości gradientu pionowego siły ciężkości (12, 16).

Ta nowa metoda badawcza przyniosła dalszy postęp w precyzyjnym wykrywaniu pustek, starych wyrobisk górniczych, nieciągłości i stref odprężeń występujących w ośrodku skalnym. Jest ona dziesięć do sto razy bardziej czuła od metody opierającej się na pomiarze wartości mikroanomali siły ciężkości. Z tego względu pomiary wartości wieżowego gradientu pionowego siły ciężkości znacznie silniej reagują na płytko występujące (w stosunku do poziomu pomiarowego), małe formy tektoniczne, erozyjne i antropogeniczne.

Skokowy rozwój mikrograwimetrii w zakresie podniesienia efektywności wykrywania pustek i starych wyrobisk górniczych stał się możliwy dzięki realizacji w latach 1970—1975 jednego z problemów węzłowych we współpracy z Głównym Instytutem Górnictwa. Okazało się możliwe i skuteczne wykrywanie wyrobisk podziemnych występujących na terenie miast górniczych, co pozwala podnieść poziom bezpieczeństwa ich mieszkańców i budowli, jak również przywracać wartość użytkową terenom byłej podziemnej eksploatacji górniczej (12, 20). Zagadnienia te na skalę przemysłową rozwiązuje Przedsiębiorstwo Poszukiwań Geofizycznych, które przed 7 laty powołało specjalny zespół mikrograwimetryczny.

Analiza osiągniętych już wyników przyczyniła się do rozwinięcia nowego kierunku badań mającego na celu zastosowanie okresowych pomiarów mikrograwimetrycznych do kontroli odkształceń objętościowych górotworu, zachodzących w wyniku podziemnej eksploatacji złóż (9, 13, 18). Metoda ta została zastosowana w górnictwie węglowym, jak również w górnictwie solnym i siarkowym (14, 19), w tym ostatnim wypadku nie tylko do określania stref zagrożeń, ale również do badania budowy geologicznej złóż. Obiecujące są także uzyskane wyniki zastosowania badań mikrograwimetrycznych do wykrywania złóż ziemi krzemionkowej.

W ostatnim okresie zwrócono uwagę na możliwość wykrywania form krasowych (21) oraz do badania stref zagęszczeń mas w zaporach ziemnych. W ostatnim wypadku metoda mikrograwimetryczna zaczyna odgrywać ważną rolę do lokalizacji stref wymyć w zaporach (2). Metoda mikrograwimetryczna stała się przydatna w badaniach archeologicznych, szczególnie do wykrywania stanowisk prehistorycznego górnictwa oraz grobów i krypt kościelnych.

Mikrograwimetria znalazła również zastosowanie poza granicami naszego kraju. Zgodnie z międzynarodowym porozumieniem strona polska przekazała metodę do NRD, gdzie zastosowano ją do badania tektoniki złóż węgla brunatnych. W Iraku metodę wyzyskano do badania tektoniki złoża siarki i wykrywania stref ucieczki wód eksploatacyjnych. W Szwecji posłużono się nią do badania tektoniki złóż rud żelaza występujących w rejonie Dannemora.

Reasumując metoda mikrograwimetryczna, w jej rozwoju teoretycznym i praktycznym, z powodzeniem jest dzisiaj stosowana do rozwiązywania następujących zagadnień:

- 1) wykrywania złóż kopalin użytecznych występujących płytko pod powierzchnią terenu,
- 2) badania szczegółowej budowy wykrytych złóż,
- 3) wykrywania form krasowych i erozyjnych,
- 4) badania budowy geologicznej górotworu eksploatowanego metodą podziemną i otworową,
- 5) wyznaczania wielkości odkształceń objętościowych górotworu wywołanych eksploatacją podziem-

ną złóż kopalin użytecznych, co stanowi przyczynek do badania fizyki tapani górniczych.

6) wykrywania pustek i starych wyrobisk górniczych występujących płytko pod powierzchnią terenu, w tym również na terenie obszarów silnie zurbanizowanych,

7) badania stopnia zagęszczenia mas ziemnych zapór wodnych,

8) wykrywania obiektów będących przedmiotem zainteresowania archeologii, a szczególnie grobów i krypt kościelnych oraz stanowisk prehistorycznego górnictwa.

LITERATURA

1. Colley G. C. — The detection of caves by gravity measurements. *Geoph. Prosp.*, vol. 11, 1963, no. 1.
2. Dziewański J., Fajkiewicz Z., Madej J. — Badania rozkładu mas w zaporach ziemnych metodą mikrogravimetryczną. *Informator Projektanta*, nr 3, 1975.
3. Fajkiewicz Z. — O podziemnych pomiarach grawimetrycznych w zastosowaniu do górnictwa węglowego. *Wyniki prac w kopalni Miechowice*. *Arch. Górń.*, t. 1, 1956, z. 4.
4. Fajkiewicz Z. — Detection of faults in BD coal mine by means of microgravity measurements. *Bull. Acad. Pol. Sc. Sér. Sc. géol. géogr.*, vol. 11, 1963, no. 4.
5. Fajkiewicz Z. — An attempt at plotting the root of the carboniferous layer in the BD-mine by means of microgravity measurements. *Ibidem*, vol. 12, 1974, no. 1.
6. Fajkiewicz Z. — Grawimetryczeskije nabludeniia w szachtach na dwoch urowniach kak usłowuje ograniczenija mnogoznaczności ich geologiczkiej intierpretacji. *Sowiet Wzaimopomozczii, Sekretariat Otdiel' Geologii, Seminar Zakopane, PNR, Moskwa*, 1967.
7. Fajkiewicz Z., Duda W., Śliz J. — Sposób wykrywania pustek nieciągłości i stref odprężenia występujących zwłaszcza w górotworze. *Patent nr 146—149*, 1971.
8. Fajkiewicz Z., Śliz J. i in. — Przenośna wieża do pomiaru gradientu pionowego siły ciężkości. *Patent nr 69758*, 1971.
9. Fajkiewicz Z. — Sposób kontroli przemieszczania się stref odkształceń w górotworze wywołanych podziemną eksploatacją górniczą lub pustkami występującymi w górotworze. *Patent nr 149—128*, 1971.

SUMMARY

Microgravimetry, including the technique of determining tower vertical gravity gradient is a geophysical method widely used in structural, deposit, and engineering geology, in hydrogeology mining, land- and hydroconstructions, and archeology. Such a wide application of this method became possible owing to the introduction of new techniques of measuring microanomalies of gravity and of its vertical gradient, reduction of measurements taken, as well as elaboration of techniques for introducing corrections connected with specific features of the measurement site, especially when it is localized in mining works or in highly urbanized area. Theoretical works on the nature of vertical gravity gradient measured made it possible to obtain highly positive results in the recognition of small-scale tectonic or erosional forms and old mining works.

The microgravimetric method, utilizing the results of research and experimental works and practical applications for industrial purposes, becomes more and more widely used abroad.

10. Fajkiewicz Z., Duda W., Śliz J. — Pomiar gradientu pionowego siły ciężkości dla celów poszukiwań płytko leżących struktur geologicznych i badania budowy górotworu. *Prz. geol.*, 1972, nr 2.
11. Fajkiewicz Z. — Report on the microgravimetric measurements on the area of the Pilot Plant, Mishraq, Iraq in the years 1972—1973. *Hydrokop Dyrekcja Warna*, 1974.
12. Fajkiewicz Z. — Wieżowy gradient siły ciężkości w zastosowaniu do wykrywania pustek i uskoków. *Arch. Górń.*, t. 20, 1975, z. 2.
13. Fajkiewicz Z. — Pionowe przekroje pola siły ciężkości i ich związek z odkształceniami górotworu. *Zesz. nauk. AGH*, nr 522, *Górnictwo*, 1975, z. 76.
14. Fajkiewicz Z., Gliński A., i in. — Zastosowanie metody mikrogravimetrycznej do badania górotworu eksploatowanego metodą otworową. *Ibidem*, nr 521, *Górnictwo*, 1975, z. 75.
15. Fajkiewicz Z. — Über die Lokalisierung von Hohlräumen im Gestein mit der Methode des vertikalen Schweregradienten. *Neue Bergbautechnik*, 1976, H. 3, Leipzig.
16. Fajkiewicz Z. — Gravity vertical gradient measurements for the detection of small geological and anthropogenic forms. *Geophysics (w druku)*.
17. Gliński A. — Podziemne wielopoziomowe zdjęcia mikrogravimetryczne i ich zastosowanie w badaniu budowy geologicznej górotworu. *Rozprawa doktorska*, 1974.
18. Mortimer Z. — Analiza statystyczna zmian pola siły ciężkości nad eksploatowaną partią złoża. *Zesz. nauk. AGH*, nr 522, *Górnictwo*, 1975, z. 76.
19. Stopiński A., Stein J., Czepulis K. — Zastosowanie pomiarów mikrogravimetrycznych dla potrzeb otworowej eksploatacji siarki. *Kwart. geol.*, 1970, nr 4.
20. Śliz J. — Wykrywanie pustek skalnych metodą pomiaru gradientu pionowego siły ciężkości w rejonach zwartej zabudowy miejskiej. *Rozprawa doktorska*, 1975.
21. Śliz J. — Możliwość zastosowania mikrogravimetrii do lokalizacji form krasowych występujących w rejonach miejskich (w druku).
22. Thyssen-Bornemisza S., Stackler W.F. — Observing vertical gravity gradient. *Geophysics*, vol. 21, 1956, no. 5.

РЕЗЮМЕ

Среди применяющихся геофизических методов микрогравиметрия с разработанным способом определения вертикального градиента силы тяжести нашла широкое применение в структурной геологии, геологии месторождений, инженерной геологии, гидрогеологии горном деле, гидростроительстве, наземном строительстве и в археологии.

Такой широкий диапазон применения метода возможен благодаря разработке новых способов замера микроаномалий силы тяжести и ее вертикального градиента, редукции проведенных замеров, способов введения поправок на особенности места проводимых наблюдений, например в горных выработках, в густо застроенных районах и пр. В итоге теоретического изучения природы вертикального градиента силы тяжести были получены весьма положительные результаты в выявлении мелких тектонических форм, эрозионных проявлений и древних горных выработок.

Микрогравиметрический метод, испытанный в процессе ряда опытов, исследований и применений на практике, внедряется все чаще и в зарубежных странах.