

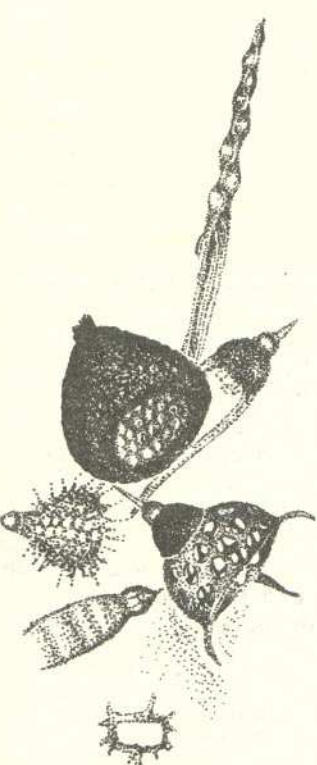
Dr Magdalena KADZIAŁKO-HOFMOKL

W artykule „Oddziaływania odpowiedzialne za magnetyzm” (str. 1) była mowa o materiałach magnetycznych, czyli magnetykach. Wiemy, jak ogromne znaczenie mają magnetyki we współczesnej technice — istnieje szereg instytucji zajmujących się badaniem ferrytów i opracowywaniem nowych materiałów o szczególnych własnościach magnetycznych. Ale nie wszyscy chyba wiedzą, że aby zapoznać się z magnetykami nie trzeba wcale zwiedzać nowoczesnych, wspaniale wyposażonych laboratoriów. Wystarczy wyjść z domu, pochylić się i podnieść zwykły, nieefektywny kamień, by znaleźć się w posiadaniu magnetyka. Bowiem przeważająca większość skał, fragmenty których w postaci większych lub mniejszych kamieni zna każde dziecko, ma własności magnetyczne. Własności te występują w skałach w stopniu nieporównanie słabszym, niż ma to miejsce w magnetykach używanych w technice i dlatego stosuje się tu szczególnie czułe metody badawcze. Ale prawidłowości z jakimi spotykamy się w skałach są takie same, jak dla żelaza, czy niklu. Powiedzieliśmy powyżej, że do materiałów magnetycznych zalicza się większość skał. Ta większość to skały, zawierające materiały magnetyczne. Do najczęściej spotykanych materiałów magnetycznych należą: magnetyt ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) i tytanomagnetyty ( $x\text{Fe}_3\text{O}_4(1-x)\text{Fe}_2\text{TiO}_4$ , gdzie  $0 \leq x \leq 1$ ), hematyt ( $\alpha\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) i hemoilmenity ( $y\text{Fe}_2\text{O}_3(1-y)\text{FeTiO}_3$ , gdzie  $0 \leq y \leq 1$ ), pirotyt  $\text{Fe}_7\text{S}_8$ , getyt  $\text{FeOOH}$  i inne. Najpopularniejsze skały magnetyczne to wszystkie skały magmowe zarówno głębinowe (np. granit), jak i wylewne (np. bazalt). Jedną z form występowania skał bazaltowych na powierzchni Ziemi przedstawia umieszczona na okładce fotografia. Jest to przekrój przez stożek wulkaniczny Kozia Góra w pobliżu Złotoryi, gdzie mieści się obecnie kamieniołom. Wulkan ten jest nieczynny prawdopodobnie od około 30 milionów lat. Podczas wybierania bazaltu odsłonięto wachlarzowy układ kolumn bazaltowych zgodny z kierunkiem wydobywania się lawy z wnętrza wulkanu.

Własności magnetyczne wykazuje również większość skał osadowych, jak piaskowce, wapień, gliny itp.

Wspólną cechą skał magnetycznych, która spowodowała zainteresowanie się nimi ze strony geofizyków, jest ich zdolność uzyskiwania w zewnętrznym polu magnetycznym trwałej pozostałości magnetycznej skierowanej w kierunku tego pola. Wszystkie występujące na powierzchni Ziemi skały pozostają w momencie swego powstania i w czasie swojej późniejszej historii pod wpływem ziemskiego pola magnetycznego. Nie jest ono silne — obecnie w naszych szerokościach geograficznych natężenie całego wektora pola wynosi około  $5 \times 10^{-5} \text{T}$  ( $1 \text{T} = 10^4 \text{Gs}$ ). Przy spełnieniu jednak pewnych warunków wystarcza całkowicie do tego, aby nowo powstająca skała uzyskała trwałą pozostałość magnetyczną w jego kierunku. Pozostałość ta, zwana naturalną pozostałością magnetyczną NRM (od angielskiego terminu natural remanent magnetization) składa się na ogół z tzw. składowej pierwotnej, uzyskanej przez skałę w momencie jej powstania i składowych wtórnych, uzyskanych w czasie historii geologicznej skały. W skałach magmowych składowa pierwotna NRM jest na ogół pochodzenia termicznego, to znaczy powstaje podczas stygnięcia w ziemskim polu magnetycznym skały od temperatur przewyższających  $1000^\circ\text{C}$ . W skałach osadowych taka składowa powstaje podczas osadzania się cząstek minerałów magnetycznych w polu ziemskim. Paleomagnetolodzy, czyli geofizycy zajmujący się badaniem pola magnetycznego Ziemi w jej przeszłości geologicznej czyli paleomagnetyzmu, interesują się przede wszystkim właśnie tą pierwotną składową NRM.

Próbki skalne wykorzystywane do badań paleomagnetycznych są pobierane w terenie bezpośrednio z odsłonięć, m.in. takich, jak widzieliśmy na fotografii. Przed wyjęciem z bloku skalnego każda próbka musi być starannie zorientowana za pomocą kompasu względem kierunku północy i pionu, jak pokazuje fotografia. Następnie w laboratorium przeprowadza się szereg badań mających na celu „oczyszczenie” NRM próbki ze składowych wtórnych. Na szczęście są one na ogół mniej stabilne niż składowa pierwotna i można je usunąć rozmagnesowując próbkę zmiennym polem magnetycznym lub temperaturą.



Kolejna fotografia przedstawia urządzenie służące do rozmagnesowywania próbek skał zmiennym polem magnetycznym. Widoczne na pierwszym planie trzy pary cewek to tzw. cewki Helmholtza służące do skompensowania zewnętrznego pola magnetycznego w obszarze, w którym znajduje się próbka. Kompensacji dokonuje się zasilając je stałym prądem elektrycznym o tak dobranym natężeniu, by wytworzone pole magnetyczne kompensowało pole panujące w laboratorium. Wewnątrz cewek Helmholtza znajduje się cewka rozmagnesowująca zasilana prądem zmiennym o malejącym natężeniu, ten prąd wytwarza odpowiednio malejące zmienne pole magnetyczne. W środku tej cewki w obszarze, w którym skompensowano pole magnetyczne wiruje wokół dwóch wzajemnie prostopadłych osi badana próbka. Każdą próbkę rozmagnesowuje się kilkakrotnie, przy coraz większym początkowym natężeniu prądu w cewce. Po każdym takim cyklu mierzony jest kierunek i natężenie pozostałej po rozmagnesowaniu części NRM. Tą drogą dochodzi się do trwałej części NRM, której kierunek nie zmienia się przy zwiększeniu początkowego natężenia prądu. Ten kierunek przyjmujemy za kierunek pierwotnej składowej NRM uzyskanej przez skałę w momencie jej powstania i zgodny z panującym ówczesnie ziemskim polem magnetycznym. Wyniki uzyskane dla kolekcji próbek z badanego kompleksu skalnego służą, przy uwzględnieniu dokonanej w terenie orientacji, do numerycznego otrzymywania położenia bieguna magnetycznego w okresie powstania skały.

Postępując w taki sposób paleomagnetolodzy uzyskali szereg interesujących wniosków:

- położenia bieguna magnetycznego Ziemi dla różnych epok geologicznych otrzymane w oparciu o badania skał z tego samego kontynentu są różne, zjawisko to nazwano wędrówką biegunów,
- położenia bieguna dla tych samych epok geologicznych otrzymane w wyniku badań skał z różnych kontynentów są różne, rysunek przedstawia krzywe wędrówki bieguna dla obu Ameryk, Europy, Afryki, Indii i Australii,
- w czasie historii Ziemi jej pole magnetyczne wielokrotnie zmieniło biegunowość, to znaczy północny biegun znajdował się na półkuli południowej (obecnie znajduje się na północnej), a południowy — na północnej (obecnie znajduje się na południowej), tzw. zjawisko inwersji pola magnetycznego Ziemi.

Problemy wędrówki bieguna w obrębie jednego kontynentu oraz zjawisko inwersji pola nie są jeszcze w pełni wyjaśnione. Krzywe wędrówki bieguna dla różnych kontynentów sprowadzono do jednej krzywej wspólnej dla całej Ziemi formułując hipotezę dryftu (czyli wzajemnych ruchów) kontynentów. Hipoteza ta znalazła potwierdzenie w geologii i naukach pokrewnych (np. paleoklimatologia). Próbę rekonstrukcji wzajemnego położenia z przed ok. 70 mln lat Afryki, obu Ameryk i Europy na podstawie danych geofizycznych i geologicznych przedstawia zamieszczony na 1 stronie okładki rysunek. Przykład ten pokazuje, jak wiele informacji można uzyskać badając własności magnetyczne skał-kamieni. Trzeba tylko pamiętać, że tu, podobnie jak w laboratoriach, w których powstają nowe materiały magnetyczne, obowiązują te same prawa fizyki.

