

Adam DĄBROWSKI, Jacek MAJOROWICZ

Rozkład głębokościowy temperatury Curie i jego wpływ na pole magnetyczne w Polsce

Omówiono metodę określania głębokości występowania temperatury Curie, wykorzystaną do sporządzenia pierwszej mapy tej wielkości dla obszaru Polski. Przeanalizowano jej rozkład przestrzenny. Ustalono wynikające z tej analizy ograniczenia wieloznaczności interpretacji obrazu magnetycznego Polski. W szczególności rozpatrzono przyczyny braku intensywnych lokalnych anomalii magnetycznych na obszarze Polski zachodniej. Wykorzystano również do tego celu ocenę maksymalnych efektów magnetycznych ciał zaburzających, które mogą tu występować między spągami nieskonsolidowanych utworów osadowych a izotermą Curie.

WSTĘP

Obszar Polski zachodniej (pokrywający się w ogólnych zarysach z obniżeniem wielkopolskim) — w odróżnieniu od sąsiednich regionów Polski północno-wschodniej, południowej i południowo-zachodniej — charakteryzuje brak intensywnych lokalnych anomalii magnetycznych. Poszczególne geofizycy, którzy zajmowali się interpretacją wyników badań magnetycznych w Polsce wiążą brak lokalnych anomalii na obszarze Polski zachodniej bądź z występowaniem skał czynnych magnetycznie na tak dużych głębokościach, że ich efekty anomalne są mniejsze od błędów pomiarów magnetycznych, bądź to z brakiem takich skał w kompleksie osadowym i w jego podłożu, bądź też wreszcie z utratą własności magnetycznych minerałów ferromagnetycznych w nich zawartych w wyniku działania temperatur przekraczających temperaturę Curie tych minerałów.

Brak mapy głębokości występowania temperatury Curie dla obszaru Polski uniemożliwił rozwiązanie tego problemu w sposób bardziej jednoznaczny. Duża liczba pomiarów temperatury wykonanych w głębokich otworach wiertniczych umożliwiła obecnie sporządzenie takiej mapy. Jej

analiza pozwala wyciągnąć wnioski nie tylko dotyczące braku lokalnych anomalii magnetycznych w Polsce zachodniej, ale także ograniczyć wieloznaczność interpretacji ilościowej takich anomalii występujących w innych regionach kraju.

METODA OKREŚLANIA GŁĘBOKOŚCI WYSTĘPOWANIA TEMPERATURY CURIE NA OBSZARZE POLSKI I JEJ ROZKŁAD PRZESTRZENNY

Jak wspomniano we wstępie, minerały tracą własności ferromagnetyczne powyżej temperatury Curie (T_C). W większości przypadków dla skał występujących na małych głębokościach¹ przyjmuje się, że $T_C \cong \cong 500\text{--}600^\circ\text{C}$. Jednakże w rzeczywistości temperatura Curie zmienia się wraz ze wzrostem ciśnienia. Według A. D. Duczkowa i L. S. Sokołowej (1974) wartość T_C głównych minerałów ferromagnetycznych maleje z głębokością. W związku z tym na głębokości 40 km temperatura Curie winna wynosić 300°C . Zmiany temperatury w funkcji głębokości przedstawiono na fig. 1.

Znajomość rozkładu gęstości powierzchniowego strumienia ciepłego (Q), jak również rozkładu temperatur dla górnych warstw skorupy obszaru Polski (J. Majorowicz, 1973, 1976) pozwala na wyliczenie zmian temperatury z głębokością (J. Majorowicz, 1976). Równanie strumienia ciepłego w warunkach stacjonarnych, w przypadku pominięcia krzywizny powierzchni Ziemi, dla problemu jednowymiarowego wyraża się następująco:

$$\frac{d}{dz}\left(K\frac{dT}{dz}\right) + A(z) = 0 \quad [1]$$

gdzie: K — przewodność cieplna, z — głębokość, T — temperatura, A — produkcja ciepła radiogenicznego (produkt rozpadu izotopów ^{235}U , ^{238}U , ^{232}Th , ^{40}K).

Między wartościami strumienia ciepłego i generacji ciepła radiogenicznego mierzonymi w górnych warstwach podłoża krystalicznego zachodzi zależność statystyczna:

$$Q = Q_0 + DA (z = 0) \quad [2]$$

gdzie: z — głębokość liczona od powierzchni stropowej podłoża krystalicznego; Q_0 i D — stałe.

Na podstawie interpretacji powyższej zależności zaproponowano model rozkładu produkcji ciepła z głębokością (A. Lachenbruch, 1970), który bardzo dobrze tłumaczy istnienie liniowego związku między Q i $A (z = 0)$. Według tego modelu produkcja ciepła maleje z głębokością zgodnie z zależnością:

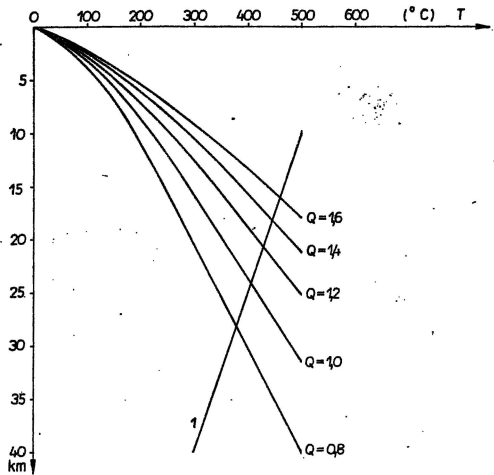
$$A = A(z = 0) e^{-z/D} \quad [3]$$

gdzie: $A(z = 0)$ i D — stałe dla danego regionu.

¹ Są to głębokości nie przekraczające 10 km.

Fig. 1. Wgłębny rozkład wartości temperatury T dla różnych wartości strumienia ciepłego Q (w jednostkach $10^{-6}\text{cal/cm}^2\text{s}$) oraz zależność temperatury Curie od głębokości (krzywa 1)

Vertical distribution of values of temperature T for various values of heat flow Q (in units $10^{-6}\text{cal/cm}^2\text{s}$) and dependence of Curie point on depth (curve 1)



Stała Q_0 jest bliska podskorupowemu strumieniowi ciepłemu. Dla obszaru występowania warwycydów $Q_0 = 1,01 \cdot 10^{-6} \text{ cal/cm}^2\text{s}$, $D = 10 \text{ km}$, zaś dla obszaru platformy prekambryjskiej Q zu \bar{O} $Q_0 = 0,55 \cdot 10^{-6} \text{ cal/cm}^2\text{s}$, $D = 10 \text{ km}$ (J. Majorowicz, 1976). Dla obszarów tych policzono — przyjmując odpowiednio wartości strumienia $Q = 0,8 \cdot 10^{-6} \text{ cal/cm}^2\text{s}$ oraz $Q = 1,6 \cdot 10^{-6} \text{ cal/cm}^2\text{s}$ — rozkład wartości T dla skorupy w funkcji głębokości (J. Majorowicz, 1976) według związku wynikającego z rozwiązania równania [1]:

$$T(z) = \frac{Q_0}{K} z + \frac{D^2}{K} A \left| \begin{array}{l} 1 - e^{-z/D} \\ z=0 \end{array} \right. \quad [4]$$

Dla wyliczenia rozkładu temperatury w funkcji głębokości przyjęto stałą wartość przewodności cieplnej K . Według badań Clarcka, podanych przez G. J. F. Mac Donalda i innych (1965) średnia wartość przewodności cieplnej $K = 6 \text{ mcal/cm s}^\circ\text{C}$ dobrze aproksymuje w pierwszym przybliżeniu głębokościowe zmiany tego parametru dla skorupy ziemskiej. Na podstawie przyjętych wartości podanych powyżej (Q_0 i D) określono z równania [2] wartości A ($z = 0$) dla różnych obserwowanych wartości Q . Według pracy A. Duczkowa i L. Sokołowej (1974) na podstawie przytoczonej tam globalnej analizy statystycznej danych o Q i T (z) wynika, że między tymi wielkościami istnieje prostoliniowa zależność statystyczna.

Przyjmując powyższe wyliczono dla przedziałów najbardziej charakterystycznych dla obszaru Polski wartości Q ($0,8 \cdot 10^{-6} \text{ cal/cm}^2\text{s}$ — $1,6 \cdot 10^{-6} \text{ cal/cm}^2\text{s}$) rozkład wartości temperatur z głębokością. Przy obliczeniach wzięto również pod uwagę produkcję ciepła kompleksu osadowego, która dla obszaru Polski wynosi $4 \cdot 10^{-13} \text{ cal/cm}^2\text{s}$ (J. Majorowicz, 1976). Na fig. 1 przedstawiono wykresy funkcji rozkładu temperatury z głębokością dla różnych wartości Q obserwowanych na obszarze Polski. Przedstawiono na niej również zależność temperatury Curie od głębokości. Punkty przecięcia się wykresów funkcji głębokościowego rozkładu temperatury

i funkcji głębokościowych zmian T_C wyznaczają głębokość występowania wartości T_C dla danej wartości Q . Stąd na podstawie znajomości rozkładu wartości Q dla obszaru Polski oraz powyższych zależności wykonano mapę głębokościowego rozkładu temperatury Curie (fig. 2).

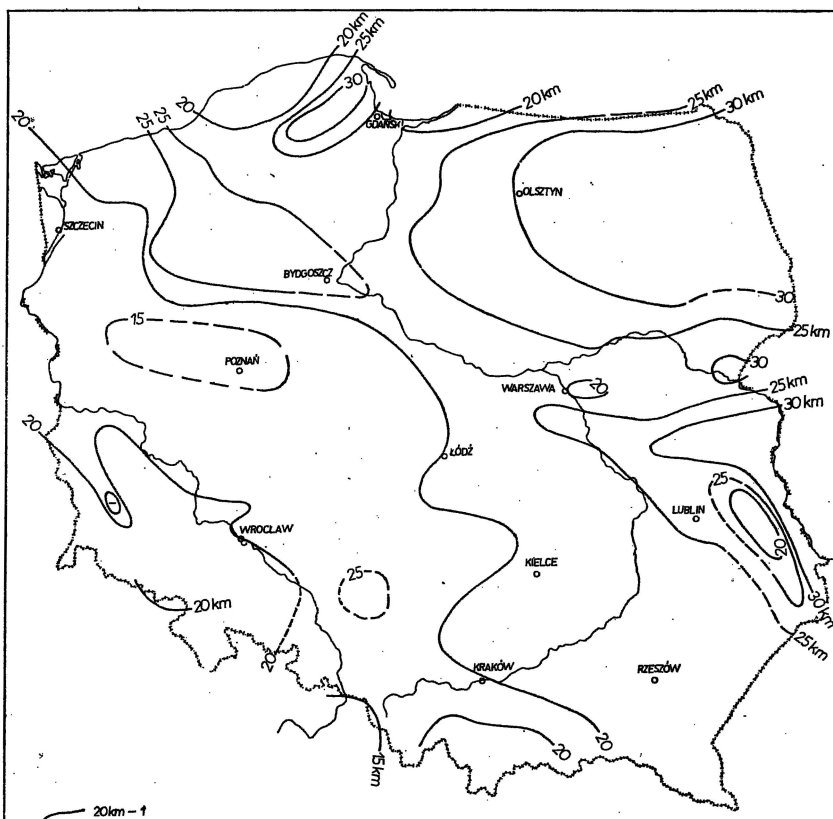


Fig. 2. Rozkład głębokości występowania temperatury Curie na obszarze Polski

Distribution of depth of occurrence of Curie point in the area of Poland

1 — izobaty temperatury Curie

1 — isobaths of Curie point

Jak wynika z przedstawionej mapy, głębokość występowania temperatury Curie zawiera się w Polsce w przedziale wartości 15—30 km. Najmniejsze głębokości występowania T_C zaznaczają się na obszarze zachodniej Polski (15—20 km); jak wynika z danych E. Hurtiga i P. Schlossera (1975) taką samą pozycję zajmuje izoterma Curie również na obszarze północnej i środkowej części NRD i RFN. Największe głębokości występowania T_C zaznaczają się na obszarze platformy prekambryjskiej w północno-wschodniej Polsce (25—30 km). Należy zaznaczyć, że w wyniku prac wykonanych na innych obszarach — między innymi na Syberii (A. D. Duczkow, L. S. Sokołowa, 1974) — stwierdzono że temperatura Curie występuje tam również w przedziale głębokości 15—35 km.

GŁĘBOKOŚĆ WYSTĘPOWANIA TEMPERATURY CURIE A INTERPRETACJA OBRAZU MAGNETYCZNEGO POLSKI

Porównując głębokość występowania temperatury Curie z głębokością występowania podłoża skonsolidowanego według J. Skorupy (1975) można zauważyć, że głębokość występowania temperatury Curie na obszarze całej Polski jest dużo większa od głębokości występowania stropu tego podłoża. Wynika stąd wniosek bardzo ważny dla interpretacji obrazu magnetycznego, że na obszarze całej Polski skały w najwyższej części podłoża skonsolidowanego nie mogą tracić swojej aktywności magnetycznej z powodu oddziaływania temperatury wyższej od temperatury Curie.

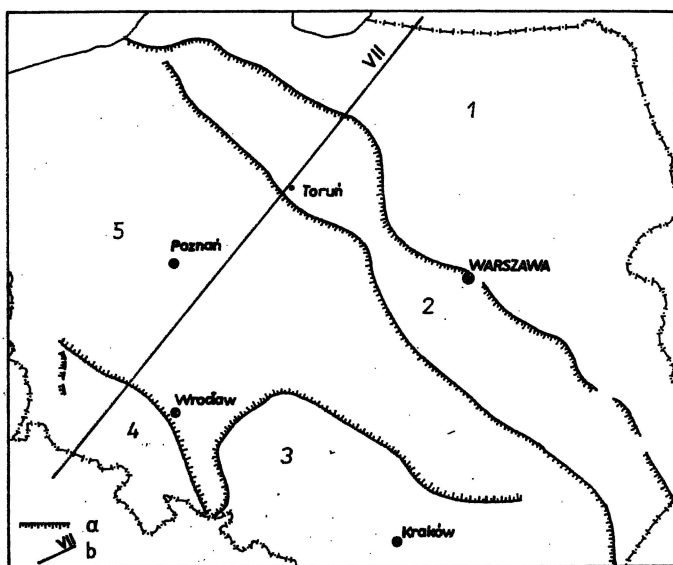


Fig. 3. Lokalizacja VII profilu głębokich sondowań sejsmicznych na tle głównych elementów podłoża czynnego magnetycznie (według A. Dąbrowskiego, 1957)

Position of the deep seismic sounding profile VII versus main elements of magnetically active basement (after A. Dąbrowski, 1957)

a — krawędzie stopni w podłożu czynnym magnetycznie; b — profil głębokich sondowań sejsmicznych; prowincje magnetyczne: 1 — Polska północno-wschodnia, część wyniesiona; 2 — Polska północno-wschodnia, część obniżona; 3 — Polska południowa; 4 — Polska południowo-zachodnia; 5 — Polska zachodnia
a — margins of steps in magnetically active basement; b — profile of deep seismic soundings; magnetic provinces: 1 — north-eastern Poland, elevated part; 2 — north-eastern Poland, depressed part; 3 — southern Poland; 4 — south-western Poland; 5 — western Poland.

Jednocześnie, jak wynika z porównania głębokościowego rozkładu temperatury Curie z danymi o budowie skorupy ziemskiej na obszarze Polski, uzyskanymi z badań metodami sejsmologii eksplozywnej (A. Guterch, R. Materzok i in., 1975), izoterma T_C występuje w górnych partiach skorupy, głównie w obrębie „warstwy granitowej”. Na tej podsta-

wie można twierdzić, że utwory występujące w obrębie dolnej części skorupy oraz poniżej nieciągłości Moho tracą swoje własności ferromagnetyczne. Stąd też intensywne anomalie magnetyczne obserwowane na obszarze Polski mają swoje źródło głównie w obrębie „warstwy granito-

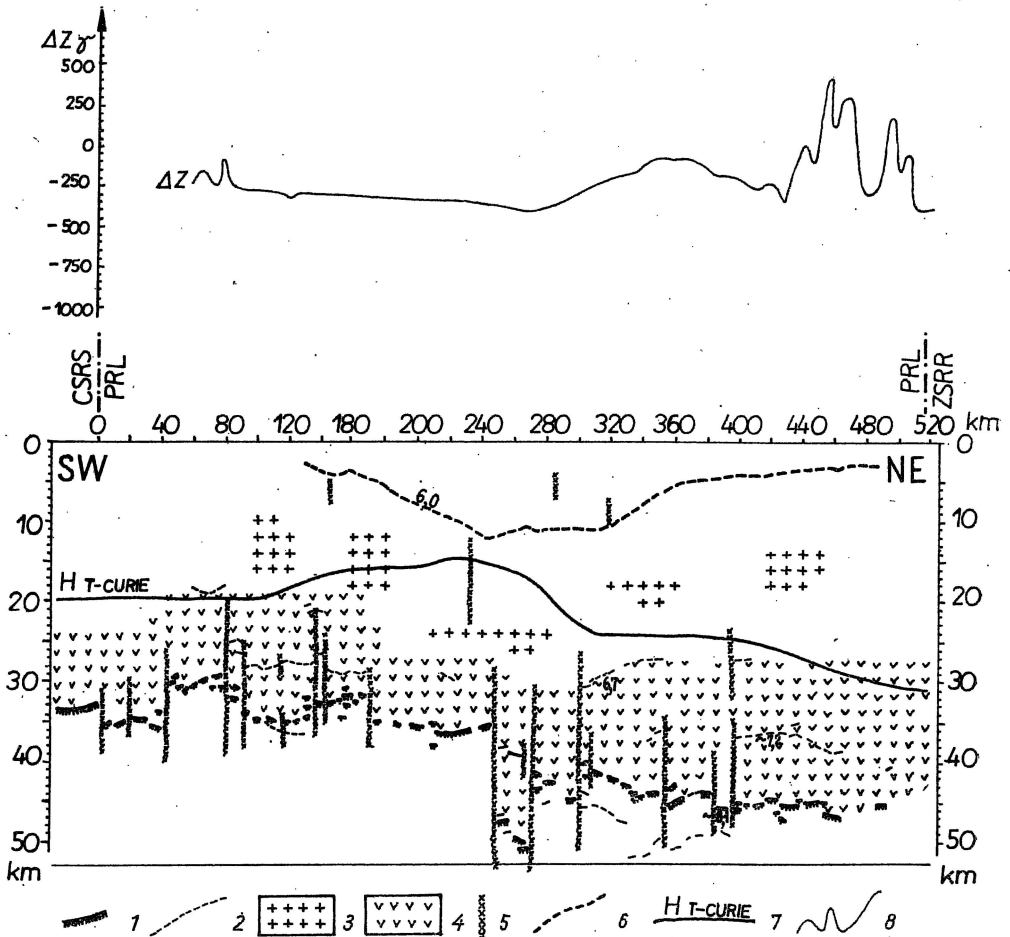


Fig. 4. Rozkład głębokościowy temperatury Curie oraz anomalie składowej Z pola magnetycznego na tle przekroju skorupy ziemskiej wzdłuż VII profilu międzynarodowego głębokich sondowań sejsmicznych (dane sejsmiczne według A. Gutercha i in., 1975)

Vertical distribution of Curie point and anomalies of component Z of magnetic field on the background of the Earth crust structure along the deep seismic sounding profile VII (seismic data after A. Guterch et al., 1975)

1 — nieciągłość Moho; 2 — słabiej zaznaczające się granice sejsmiczne; 3 — warstwa granitowa; 4 — warstwa bazaltowa; 5 — głębokie rozłamy; 6 — granica refrakcyjna $V_g \sim 6,0$ km/s; 7 — głębokość występowania temperatury Curie; 8 — wykres anomalii składowej Z pola magnetycznego

1 — Moho discontinuity; 2 — less clearly marked seismic boundaries; 3 — granite layer; 4 — basaltic layer; 5 — deep fractures; 6 — refraction boundary $V_g \sim 6.0$ km/s; 7 — depth of occurrence of Curie point; 8 — graph of anomalies of component Z of magnetic field

wej". Należy podkreślić, że występowanie takich źródeł poniżej nieciągłości Moho jest wobec tego niemożliwe.

Bardzo ciekawych wniosków dostarcza przedstawienie zmian głębokości temperatury Curie wzdłuż VII profilu międzynarodowego głębokich sondowań sejsmicznych (fig. 4). Pozycję tego profilu przedstawiono na fig. 3 na tle głównych elementów podłoża czynnego magnetycznie w Polsce według A. Dąbrowskiego (1957). Dane przedstawione dla profilu VII pochodzą z pracy A. Gutercha, R. Materzoka i in. (1975). Na tle tych danych przedstawiono również wykres zmian anomalii ΔZ pola magnetycznego, sporządzony na podstawie mapy magnetycznej Polski 1 : 2 000 000 (A. Dąbrowski, K. Karaczun, 1958).

Z powyższego zestawienia (fig. 4) wynika również, że temperatura Curie występuje poniżej stropu podłoża krystalicznego. Skały czynne magnetycznie są zawarte głównie w obrębie „warstwy granitowej”, a jedynie w północno-wschodniej Polsce temperatura Curie przebiega w obrębie górnych partii „warstwy bazaltowej”. Między 120 a 300 kilometrem VII profilu temperatura Curie występuje na dużo mniejszych niż gdzie indziej głębokościach (15—25 km). Dolna część „warstwy granitowej” w tym obszarze traci w związku z tym swoje własności magnetyczne.

Jak wynika z powyższego zestawienia, anomalie ΔZ występujące na tym odcinku profilu VII mogą być tłumaczone jedynie źródłami występującymi w górnych partiach „warstwy granitowej”.

PRZYCZYNY BRAKU INTENSYWNYCH LOKALNYCH ANOMALII MAGNETYCZNYCH NA OBSZARZE POLSKI ZACHODNIEJ

A. Tornquist (1908, 1910), analizując wyniki absolutnych pomiarów magnetycznych z lat 1873—1900, stwierdził, że granica obszarów zaburzonych i niezaburzonych magnetycznie przebiegająca wzdłuż Wisły odpowiada południowo-zachodniej granicy wschodnioeuropejskiej platformy krystalicznej. Zaburzony obraz magnetyczny na północny wschód od tej linii wiąże się z płytszym występowaniem czynnych magnetycznie utworów krystalicznych, zaś brak zaburzeń na południowy zachód od niej — z występowaniem tych utworów na dużych głębokościach.

S. Pawłowski (1947, 1953), wykorzystując absolutne pomiary magnetyczne z lat 1893—1903 i 1910—1930, które objęły obszar całej Polski, a także względne pomiary składowej Z pola magnetycznego z lat 1935—1945, prześledził krawędź wschodnioeuropejskiej platformy krystalicznej, przecinając cały kraj. Niezaburzony obraz magnetyczny na południowy zachód od tej krawędzi wiąże on z dużą miąższością (którą szacuje na kilka kilometrów) skał osadowych, zmianami geochemicznymi, uwarunkowanymi stosunkami termodynamicznymi, względnie — wskutek osiągnięcia temperatury Curie — z zatarciem i zniwelowaniem różnic własności magnetycznych. Wyznaczył on także zasięg zachodniej prowincji niezaburzonej magnetycznie i przebieg jej osi.

A. Dąbrowski (1957) oraz A. Dąbrowski i K. Karaczun (1958) na podstawie kompletnego regionalnego zdjęcia magnetycznego (składowej Z)

Polski z lat 1934—1955 określili w sposób bardziej precyzyjny granice obszaru Polski zachodniej, charakteryzującego się niewielkimi zmianami natężenia pola magnetycznego i brakiem intensywnych lokalnych anomalii (fig. 3). Ekstrapolując wyniki własnej interpretacji danych magnetycznych z obszarów sąsiednich, oszacowali oni głębokość występowania podłoża czynnego magnetycznie w tej strefie na kilkanaście tysięcy metrów, przyjmując, że na tak dużych głębokościach działa ono na pole magnetyczne jako całość, tzn. w obrazie magnetycznym nie zaznacza się wpływ zróżnicowania litologicznego tego podłoża.

A. Kozera (1976) rozpatruje trzy możliwości: 1) występowanie podłoża czynnego magnetycznie na głębokości, na której temperatura przekracza punkt Curie, 2) występowanie tego podłoża na tak dużej głębokości, że nie daje ono na powierzchni anomalii magnetycznych, 3) brak skał czynnych magnetycznie na rozpatrywanym obszarze. Następnie dochodzi do wniosku, że mamy do czynienia z ostatnią z rozpatrywanych ewentualności.

Wszystkie te rozważania i wynikające z nich wnioski miały, z konieczności, charakter spekulatywny. Autorzy nie dysponowali bowiem ani materiałami dotyczącymi rozkładu przestrzennego izotermi Curie, ani też oceną efektów ciał zaburzających pole magnetyczne o różnych parametrach, które mogą występować w podłożu niepodatnych magnetycznie skał osadowych Polski zachodniej.

Oceny takiej dokonano w niniejszej pracy, rozpatrując model ciała zaburzającego w kształcie pionowej płyty o nieskończonej rozciągłości, dużej miąższości i pionowym kierunku namagnesowania.

Maksymalną wartość anomalii składowej Z pola magnetycznego nad taką płytą można określić posługując się wzorem:

$$Z_{Amax} = 2J \operatorname{arctg} \frac{b}{h} \quad [5]$$

gdzie: J — natężenie namagnesowania, b — połowa miąższości płyty (połowa szerokości jej górnej powierzchni), h — głębokość występowania jej górnej powierzchni.

Ponieważ $J \approx \kappa H$, gdzie: κ — podatność magnetyczna, H — natężenie pola magnetycznego, zaś $H \approx 0,5 \Gamma$, a zatem

$$Z_{Amax} \approx \kappa \operatorname{arctg} \frac{b}{h} \quad [6]$$

Ponieważ — jak to wynika z interpretacji szeregu anomalii zaznaczających się na obszarze północno-wschodniej Polski (A. Dąbrowski, K. Karaczun, 1956) — podatność utworów krystalicznych powodujących je waha się na ogół między $1000 \cdot 10^{-6}$ CGSM a $10\,000 \cdot 10^{-6}$ CGSM (przeciętnie $5000 \cdot 10^{-6}$ CGSM), co zgadza się z wynikami badań laboratoryjnych próbek tych utworów z otworów wiertniczych (A. Dąbrowski, 1971), obliczono wartości Z_{Amax} dla podatności: $1000 \cdot 10^{-6}$ CGSM; $5000 \cdot 10^{-6}$ CGSM i $10\,000 \cdot 10^{-6}$ CGSM. Na obszarze Polski zachodniej, gdzie występuje brak intensywnych lokalnych anomalii magnetycznych — zgodnie z danymi przedstawionymi na fig. 4 — miąższość skał niepodatnych magnetycznie jest nie mniejsza niż 5 km, zaś temperatura Curie nie schodzi poniżej

Tabela 1

Maksymalne wartości anomalii pionowej składowej pola magnetycznego w γ nad płytą pionową o nieskończonej rozciągłości, dużej miąższości i pionowym kierunku namagnesowania

Głębokość występowania górnej powierzchni	Miąższość płyty (szerokość górnej powierzchni)							
	0,1	0,2	0,5	1	2	5	10	20
	$\kappa = 1000 \cdot 10^{-6}$ CGSM							
5	2	4	10	20	39	93	157	221
10	1	2	5	10	20	49	93	157
15	1	1	3	7	14	33	64	118
20	1	1	2	5	10	25	50	93
25	0	1	2	4	8	20	40	76
	$\kappa = 5000 \cdot 10^{-6}$ CGSM							
5	10	20	50	100	197	464	785	1107
10	5	10	25	50	100	245	464	785
15	3	7	17	33	67	167	322	588
20	3	5	12	25	50	124	245	464
25	2	4	10	20	40	100	197	381
	$\kappa = 10000 \cdot 10^{-6}$ CGSM							
5	20	40	100	199	395	927	1571	2244
10	10	20	50	100	199	490	927	1571
15	7	13	33	67	133	330	644	1176
20	5	10	25	50	100	249	490	927
25	4	8	20	40	80	199	395	761

głębokości 25 km. W związku z tym przyjęto h równe 5, 10, 15, 20 i 25 km. Wyniki obliczeń przedstawiono w tab. 1.

Oprócz wyżej wspomnianych zdjęć magnetycznych o małej dokładności, w 1975 r. przeprowadzono zdjęcie całkowitego natężenia pola magnetycznego (wykonane i opracowane pod kierunkiem S. Małozewskiego), które objęło poza blokiem przedsudeckim i południowo-zachodnią częścią monokliny przedsudeckiej, gdzie występują intensywne anomalie magnetyczne, pogranicze monokliny przedsudeckiej i niecki mogileńsko-lódzkiej.

Zaznacza się tu jedynie szereg lokalnych anomalii magnetycznych, których amplitudy nie przekraczają 30 gamma, o nieforemnych kształtach izanomal. Ponieważ to ostatnie zdjęcie było wykonywane przy pomocy magnetometrów protonowych, których dokładność pomiarów szacuje się na ± 1 gamma, można przypuszczać, że wspomniane anomalie nie są wynikiem błędów pomiarów i ich redukcji, ale oddźwiękiem budowy geologicznej.

W związku z tym w tabeli 1 wyróżniono te wartości Z_{Amax} , które nie przekraczają 30 gamma, a więc zostały obliczone dla takich parametrów, które charakteryzują ciała zaburzające, mogące powodować anomalie

o amplitudzie tego rzędu. Wynika stąd, że rozpatrywane anomalie mogą być powodowane przez:

1. Ciała o podatności mniejszej lub równej $1000 \cdot 10^{-6}$ CGSM i szerokości górnej powierzchni mniejszej lub równej 5 km.

2. Ciała o podatności mniejszej lub równej $5000 \cdot 10^{-6}$ CGSM i szerokości górnej powierzchni mniejszej lub równej 1 km.

3. Ciała o podatności mniejszej lub równej $10\,000 \cdot 10^{-6}$ CGSM i szerokości górnej powierzchni mniejszej lub równej 0,5 km.

Co za tym idzie, w strefie między spągami nieskonsolidowanych utworów osadowych a głębokością występowania temperatury Curie mogą się znajdować kompleksy skał magnetycznych lub silnie magnetycznych o szerokości w stropie nie przekraczającej kilkuset metrów. Należy natomiast przypuszczać, że w ogromnej większości przypadków mamy tu do czynienia ze skałami słabo magnetycznymi, bardzo słabo magnetycznymi lub wręcz niemagnetycznymi (według podziału A. Łogaczewa, 1951).

Z zestawienia wartości parametrów magnetycznych skał obniżenia podlaskiego (A. Dąbrowski, 1971) wynika, że ze skał podłoża krystalicznego jedynie granitoidy charakteryzują się podatnością nie przekraczającą $1000 \cdot 10^{-6}$ CGSM, a więc należą do grupy utworów słabo magnetycznych, bardzo słabo magnetycznych lub niemagnetycznych. (Prawdopodobnie jotnickie kwarcyty i piaskowce kwarcytowe, dla których nie dysponujemy pomiarami podatności magnetycznej, też charakteryzują się małymi wartościami tego parametru. Występują one jednak jedynie w postaci płatów o małej miąższości i rozprzestrzenieniu).

W. Pożaryski (1975) w wyniku interpretacji geologicznej VII profilu głębokich sondowań sejsmicznych sugeruje, że w północno-wschodniej części obszaru Polski zachodniej, która przylega bezpośrednio do starej platformy europejskiej (gotyjska platforma wschodnioeuropejska), w podłożu nieskonsolidowanych utworów osadowych występują skały magmowe lub zmetamorfizowane w najgłębszym piętrze przemian metamorficznych, których konsolidacja nastąpiła w orogenezie dalslandzkiej lub starobajkalskiej.

Jeśli tak jest w rzeczywistości, można przypuszczać, że podłoże to, tak jak w przypadku platformy gotyjskiej, zbudowane jest z granitoidów, wśród których mogą występować bardziej podatne magnetycznie skały magmowe zasadowe lub metamorficzne jedynie o bardzo niewielkim rozprzestrzenieniu.

Ponieważ na rozległych obszarach syneklizy perybałtyckiej, wyniesienia mazursko-suwalskiego i obniżenia podlaskiego, które sąsiadują z prowincją magnetyczną Polski zachodniej, występują granitoidy, uznane przez O. Juskowiaka (1973) za metasomatyczne, można by przypuszczać, że i w podłożu północno-wschodniej części Polski zachodniej dominuje ten sam typ granitoidów.

Z pracy J. Skorupy (1975) wynika jednakże, że ze starą (gotyjską) platformą europejską mogą graniczyć bezpośrednio bloki platformy asyntyjskiej a nawet waryscyjskiej. W tym przypadku należy się spodziewać małej podatności magnetycznej słabo zmetamorfizowanych budujących je utworów.

Również w strefie południowo-zachodniej obszaru Polski zachodniej, gdzie obaj wspomniani wyżej autorzy widzą w podłożu nieskonsolidowa-

nych skał osadowych eksternidy waryscyjskie, brak intensywnych lokalnych anomalii magnetycznych wyklucza występowanie rozleglejszych kompleksów skał o dużej podatności.

Nie jest także wykluczone, że w podłożu nieskonsolidowanych skał osadowych Polski zachodniej — poza strefą rozległych anomalii magnetycznych Gubin — Zielona Góra — Głogów — Wołów, których przyczyny znajdują się na głębokości ok. 5 km (A. Dąbrowski, 1969) — utwory magnetyczne lub silnie magnetyczne nie występują wcale, a lokalne anomalie tu stwierdzone mają swoje źródła bardzo płytko. Może to być różnica podatności między ilastymi i piaszczystymi utworami czwartorzędowymi. Jednakże zbyt duże odstępstwa między punktami pomiarowymi wspomnianego zdjęcia, wykonanego pod kierunkiem S. Małoszewskiego, (punkty odległe od siebie o 1,5—2 km), a co za tym idzie niemożność określenia rzeczywistych okresów anomalii lokalnych, nie pozwalają na jednoznaczne rozstrzygnięcie tego problemu.

Na zakończenie należy zauważyć, że występowanie granitoidów w podłożu nieskonsolidowanych osadów północno-wschodniej części Polski zachodniej wydaje się wielce prawdopodobne. Być może są one źródłem intensywnego ciepła pochodzenia radiogenicznego, które — łącznie z ciepłem produkowanym przez występujący tu kompleks skał osadowych o miąższości przekraczającej miejscami 10 km — jest przyczyną anomalnie płytkiego występowania temperatury Curie. Taką możliwość rozpatrywano w jednej z poprzednich prac J. Majorowicza (1975).

WNIOSKI

1. Sporządzona po raz pierwszy mapa rozkładu głębokościowego temperatury Curie pozwoliła stwierdzić, że izoterma ta na całym obszarze Polski występuje między spągiem nieskonsolidowanych skał osadowych a nieciągłością Moho, podnosząc się anomalnie w strefie największej miąższości skał osadowych Polski zachodniej i przechodząc głównie w obrębienie „warstwy granitowej” (powyżej nieciągłości Conrada).

2. Intensywne anomalie magnetyczne na obszarze Polski mają więc swoje źródła wyłącznie powyżej nieciągłości Moho.

3. Brak intensywnych lokalnych anomalii magnetycznych na większości obszaru prowincji magnetycznej Polski zachodniej wiąże się z występowaniem tutaj, poniżej spągu nieskonsolidowanych skał osadowych, utworów o bardzo małej podatności magnetycznej, wchodzących, być może, w północno-wschodniej części tego obszaru w skład kompleksu granitoidów metasomatycznych.

4. Lokalne anomalie magnetyczne o niewielkich amplitudach, zaznaczające się na obszarze Polski zachodniej, są powodowane prawdopodobnie przez zróżnicowanie własności magnetycznych utworów czwartorzędowych. Problem ten będzie mógł być definitywnie rozstrzygnięty po wykonaniu szczegółowych pomiarów magnetycznych i przeanalizowaniu ich wyników.

Zakład Zdjęć i Map Geologicznych
Zakład Geofizyki
Instytutu Geologicznego
Warszawa, ul. Rakowiecka 4

Nadesłano dnia 21 grudnia 1976 r.

PIŚMIENICTWO

- DĄBROWSKI A. (1957) — Budowa głębszego podłoża Polski zachodniej w świetle wyników badań geofizycznym. *Kwart. geol.*, **1**, p. 31 — 39, nr 1. Warszawa.
- DĄBROWSKI A. (1969) — Skały czynne magnetyczne na obszarze przedsudeckim. *Kwart. geol.*, **13**, p. 889 — 896, nr 4. Warszawa.
- DĄBROWSKI A. (1971) — Własności fizyczne skał obniżenia podlaskiego. *Kwart. geol.*, **15**, p. 441 — 464, nr 2. Warszawa.
- DĄBROWSKI A., KARACZUN K. (1956) — Wstępna interpretacja wyników badań geofizycznych w północno-wschodniej Polsce. *Arch. Inst. Geol. Warszawa*.
- DĄBROWSKI A., KARACZUN K. (1958) — Mapa magnetyczna Polski 1:2 000 000. *Biul. Inst. Geol.*, **137**. Warszawa.
- GUTERCH A., MATERZOK R., PAJCHEL J., PERCHUC E. (1975) — Sejsmiczna struktura skorupy ziemskiej wzdłuż VII profilu międzynarodowego w świetle badań metodą głębokich sondowań sejsmicznych. *Prz. geol.*, **23**, p. 153 — 163, nr 4. Warszawa.
- HURTIG E., SCHLOSSER P. (1975) — Untersuchung des terrestrischen Wärmeflusses in der DDR. *Gerlands Beitr. z. Geophysik.*, **84**, p. 235 — 246. Leipzig.
- JUSKOWIAK O. (1973) — Skały plutoniczne. W: Skały platformy prekambryjskiej w Polsce. Cz. 1. Podłoże krystaliczne. *Pr. Inst. Geol.*, **68**, p. 69 — 108. Warszawa.
- KOZERA A. (1976) — Wstępna interpretacja wyników badań geofizycznych wzdłuż profilu Bytów — Kalisz Pomorski (Pomorze Zachodnie). *Biul. Inst. Geol.*, **293**, p. 145 — 165. Warszawa.
- LACHENBRUCH A. M. (1970) — Crustal temperature and heat production. Implication of the linear heat-flow relation. *Jour. Geoph. Res.*, **75**, p. 3291 — 3300. Richmond.
- MAC DONALD G. J. F. (1965) — Geophysical deductions from observations of heat flow. *Terrestrial heat flow. Ann. Geophys. Union Monograph.*, **8**, p. 191 — 210. Washington.
- MAJOROWICZ J. (1973) — Heat flow and its relation to the geological structure. *Geothermics*, **2**, p. 24 — 28. Pisa.
- MAJOROWICZ J. (1975) — Strumień ciepły na obszarze Nizy Polski. *Acta geoph. pol.*, **23**, p. 259 — 275. Warszawa.
- MAJOROWICZ J. (1976) — Mapa strumienia ciepłego Polski na tle pola geotermicznego Europy oraz niektóre aspekty interpretacji. *Acta geoph. pol.*, **24**, p. 147 — 156. Warszawa.
- PAWŁOWSKI S. (1947) — Anomalie magnetyczne w Polsce. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **137**. Warszawa.
- PAWŁOWSKI S. (1953) — Badania magnetyczne w latach 1941 — 1944. *Biul. Inst. Geol.*, b.n. Warszawa.
- POŻARYSKI W. (1975) — Interpretacja geologiczna wyników głębokich sondowań sejsmicznych na VII profilu międzynarodowym. *Prz. geol.*, **23**, p. 163 — 171, nr 4. Warszawa.
- SKORUPA J. (1975) — Regional refraction investigations of deep basement in Poland. *Mater. Pr. Inst. Geof. PAN*, **82**, p. 39 — 49. Warszawa.
- TORNQUIST A. (1908) — Die Feststellung des Südrandes des baltisch-russischer Schildes und die geotektonische Zugehörigkeit der ostpreussischen Scholle. *Schr. Phys-ökon. Ges.*, **49**. Berlin.
- TORNQUIST A. (1910) — *Geologie von Ostpreussen*. Berlin.

- ДУЧКОВ А. Д., СОКОЛОВА Л.С. (1974) — Геотермические исследования в Сибири
Изд. Наука. Новосибирск.
ЛОГАЧЕВ А. А. (1951) — Курс магниторазведки. Москва.

Адам ДОМБРОВСКИ, Яцек МАЙОРОВИЧ

ГЛУБИННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУР КЮРИ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА МАГНИТНОЕ ПОЛЕ В ПОЛЬШЕ

Резюме

Отсутствие интенсивных локальных магнитных аномалий на западе Польши (Великопольская впадина) объяснялось различно геофизиками, занимающимися этой проблемой в течение последних 70 лет. Для того, чтобы ограничить многозначность решения этого вопроса, для территории Польши впервые составлена карта глубинного распределения температур Кюри, с приведением способа и принципов ее составления. На западе Польши определены также максимальные значения аномалий составляющей Z магнитного поля, причиной которых могут быть возмущающие тела, залегающие между подошвой неконсолидированных осадочных пород и поверхностью с температурой Кюри.

Опираясь на полученные таким образом данные изучено, вытекающие из них, ограничение многозначности интерпретации магнитной картины Польши, особенно внимание при этом обращено на причины отсутствия интенсивных локальных аномалий на западе страны.

Установлено, что температура Кюри отмечается на всей территории страны между подошвой неконсолидированной осадочной толщи и поверхностью Мохо, аномальное ее увеличение наблюдается в зонах повышенных мощностей и проходит главным образом в пределах гранитного пласта.

Магнитные аномалии, наблюдаемые в Польше, имеют свои источники над поверхностью Мохо. Отсутствие интенсивных локальных аномалий на большей части запада Польши связано с отсутствием более восприимчивых пород под подошвой неконсолидированной осадочной толщи. На СВ этого района под неконсолидированными породами могут залегать метасоматические гранитоиды. Локальные малоамплитудные аномалии проявляются, вероятно, вследствие различия магнитных свойств четвертичных пород.

Adam DĄBROWSKI, Jacek MAJOROWICZ

**DEPTH DISTRIBUTION OF CURIE POINT AND ITS INFLUENCE ON
MAGNETIC FIELD OF POLAND**

Summary

The lack of intense local magnetic anomalies in the western Poland (Wielkopolska Depression) was differently explained by geophysicists which have been studying this problem for 70 years. In order to avoid ambiguous solutions of this problem a map of depth distribution of Curie point in Poland has been prepared for the first time. The map is accompanied by a description of the mode and premises of its preparation. There are also established maximum values of component Z anomalies of magnetic field; the anomalies can be evoked by disturbing bodies situated between the base of unconsolidated sedimentary deposits and Curie isotherm in the western Poland.

The limitations of ambiguity of interpretation of magnetic picture of Poland, which result from the data gathered, were analysed. Special attention was given to the reasons for the lack of intense local anomalies in the western Poland.

It was found that the Curie point is situated between the base of unconsolidated sedimentary rocks and Moho discontinuity throughout the country. It anomalously rises in the zone of maximum thickness of these rocks and commonly passes within granite layer. The source of magnetic anomalies recorded in Poland is always located above Moho discontinuity. The lack of intense anomalies in large area of western Poland is connected with the lack of more susceptible rocks below the base of unconsolidated sedimentary rocks. Metasomatic granites may occur beneath these rocks in north-eastern part of that region. Local low-amplitude anomalies recorded in that region presumably result from differentiation in magnetic properties of Quaternary deposits.