Werk

Label: Article

Jahr: 1950

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?31311028X_0075|log63

Kontakt/Contact

Digizeitschriften e.V.
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

info@digizeitschriften.de

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky, roč. 75 (1950)

FYSIKA V TECHNICE

EXPERIMENTÁLNÍ STUDIUM GEOMAGNETICKÝCH PROSTOROVÝCH GRADIENTŮ JAKO PROSTŘEDEK K OBJASNĚNÍ NĚKTERÝCH PROBLÉMŮ GEOMAGNETICKÉHO POLE.

Dr JAN BOUŠKA, Praha.

Geomagnetické gradienty mají tentýž vědecký a praktický význam, jako gradienty tíže. Měříme je gradiometrem. Geomagnetický gradient je veličina nepatrná, proto konstrukce gradiometru je úkol velmi nesnadný. Jeho rozřešení položí základy nové kapitoly zemského magnetismu.

Pokroky v geomagnetismu, dosažené v první polovině tohoto století, jsou převážně připisovány theoriím, vybudovaným na nejnovějších objevech moderní fysiky. U těchto theorií, na př. u theorií permanentního pole včetně nejnovějších theorií rotačních, se často objevují zřetelné nedostatky tam, kde mají vykázat kvantitativní souhlas s výsledky pozorování skutečného geomagnetického pole. V mnohých případech však nelze přičítat nesouhlas jen nedostatkům theorií, nýbrž naopak zase neúplnosti a nepřesnosti výsledků pozorování. Tak je tomu na př. v otázce bezpotenciální části geomagnetického pole. Proto vedle zájmů ryze theoretických vzrůstá též zájem o vybudování nových method měření a nových konstrukcí přístrojů, spočívajících na jiných principech a poskytujících větší přesnost než dosud obvyklé methody měření geomagnetických elementů a složek. Jedním z úkolů tohoto druhu je experimentální studium možných způsobů měření geomagnetických prostorových gradientů, jež jsou vědecky i prakticky stejně významné, jako gradienty tíhového pole [1], [2].

Pozorovací methoda v geofysice závisí vždy na řádové velikosti pozorované veličiny. Proto nejprve vyšetříme řádové velikosti geomagnetických gradientů. Pro jednoduchost předpokládejme, že geomagnetické pole lze nahradit polem centrovaného dipólu a že toto pole je časově neproměnné. Zvolíme-li polární souřadnice r, Λ, Φ, jsou polární geomagnetické složky vzhledem ke geomagnetické ose a severnímu magnetickému pólu: $H = -\frac{H_0 a^3}{r^3} \sin\Phi$, $Z = -\frac{2H_0 a^3}{r^3} \cos\Phi$. Pole je tedy rozloženo zonálně tak, že jeho rozložení nezávisí na Λ. Příslušné gradienty pro $r = a$ jsou:

$$\frac{\partial H}{\partial r} = \frac{3H_0}{a}\sin\Phi,\quad \frac{\partial Z}{\partial r} = \frac{6H_0}{a}\cos\Phi,\quad \frac{\partial H}{r\partial\Phi} = -\frac{H_0}{a}\cos\Phi,$$

$$\frac{\partial Z}{r\partial\Phi} = \frac{2H_0}{a}\sin\Phi.$$

H_0 je intensita magnetického pole na rovníku. Položíme-li $H_0 = 0{,}315\ \Gamma$, $a = 6{,}371 \cdot 10^8$ cm, jsou řádové velikosti gradientů $\frac{\partial Z}{\partial r} = 3 \cdot 10^{-4}\cos\Phi$ γ/cm, $\frac{\partial H}{\partial r} = 1{,}5 \cdot 10^{-4}\sin\Phi\,\gamma$/cm, $\frac{\partial Z}{r\,\partial\Phi} = 1 \cdot 10^{-4}\sin\Phi\,\gamma$/cm, $\frac{\partial H}{r\partial\Phi} = -0{,}5 \cdot 10^{-4}\cos\Phi\,\gamma$/cm.

Zvolme pravoúhlou soustavu souřadnou x, y, z, libovolně orientovanou. Každý bod na povrchu Země a nad ním můžeme pak charakterisovati třemi magnetickými složkami X, Y, Z a devíti magnetickými gradienty $\frac{\partial X}{\partial x}, \frac{\partial X}{\partial y}, \ldots, \frac{\partial Z}{\partial z}$. Tyto gradienty jsou ve skutečném geomagnetickém poli obecně od nuly různé. Bylo by užitečné vyšetřit přímým měřením gradientů obecné vztahy mezi nimi a ověřiti tak domněnku, že geomagnetické pole má nebo nemá potenciál. Má-li pole skalární potenciál V, je

$$X = \frac{\partial V}{\partial x},\quad Y = \frac{\partial V}{\partial y},\quad Z = \frac{\partial V}{\partial z}.$$

Dosadíme-li za X, Y, Z pravé strany těchto rovnic do výše uvedených gradientů, zjistíme, že platí vztahy

$$\frac{\partial X}{\partial z} = \frac{\partial Z}{\partial x},\ \frac{\partial Z}{\partial y} = \frac{\partial Y}{\partial z},\ \frac{\partial Y}{\partial x} = \frac{\partial X}{\partial y} \text{ a } \frac{\partial X}{\partial x} + \frac{\partial Y}{\partial y} + \frac{\partial Z}{\partial z} = \mathrm{div}T = 0.$$

Význam nejpřesnějšího měření všech devíti jednotlivých gradientů pro ověření uvedených vztahů je zřejmý.

Sférická harmonická analysa magnetických dat vede k poznatku, že geomagnetické pole je složeno ze tří částí: vnitřní (příčina uvnitř pevné Země), vnější (příčiny mimo pevnou Zemi) a bezpotenciální. Dále bylo prokázáno, že vnější část je jen nepatrným zlomkem (asi 2 až 3%) celkového pole. Tyto poznatky by mohly býti ověřeny přímým měřením geomagnetických gradientů. Podrobnější rozbor však ukazuje, že experimentální zjišťování změn $\frac{\partial H}{\partial r}$ a $\frac{\partial Z}{\partial r}$, náležejících vnější části pole, by pro jejich nepatrnou velikost působilo takové nesnáze, že bude i nadále lépe zůstat u dosavadního způsobu pozorování elementů resp. složek a jejich vyšetřování harmonickou analysou.

Při soustavném výzkumu uzavřených smyček přes rozsáhlá území bylo zjištěno, že integrály $\oint H_s\,ds$ horizontální složky H_s podél elementu dráhy ds nejsou rovny nule, jak by měly býti, kdyby celkové geomagne-