

Kőzetmágnességi kutatások szerpentiniteken

F. Ch. WAGNER

A DDR déli részén, a szász granulitgeységben, Hohstein-Ernstthal közelében igen szabálytalan mágnesezettségű szerpentinitek fordulnak elő. Hogy a mágnesezettség fajtáját és stabilitását, valamint ennek az előforduló ásványokkal való összefüggését megállapíthassuk, mintegy 200 kockaalakú mintán egyenáramú, váltóáramú és termikus mágnesezéssel kísérleteket végeztünk. A demagnetizálási görbék-ből folytonos sorát kaptuk a mintáknak az instabiloktól a stabilokig, vagyis többféle mágnesezettség lép fel. Ugyanilyen képet nyújtanak a mágnesezettségi irányok a hőmérséklet függvényében.

A stabilitási értékek statisztikai eloszlása továbbá azt mutatja, hogy metastabilis mágnesezettség az uralkodó. A fellépő mágnesezettségi fajták analizálására mesterséges mágnesezéseket állítottunk elő, demagnetizáltunk és a demagnetizálási görbéket összehasonlítottuk a természetes mágnesezettségek esetén fellépőkkel. A természetes mágnesezettségnek analizálásánál viszkozitási, termikus és kémiai mágnesezettségeket különböztettünk meg.

A mágnesezettségek jellege jól egyezik a geológiai és mineralógiai viszonyokkal. A mágnesezettség stabilitása a mélységtől függ. A stabilitás nagysága a mélységgel egyre erősebben csökken, amit az ásványoknak a mélységgel kapcsolatos eltérő eloszlására és méretére vezethetünk vissza. A fajta és nagyság szerint csoportosított demagnetizálási görbék feltűntetik a mágnesez stabilitás és az ásványfajta- és méret közötti összefüggést.

В южной части ГДР в саксонском гранулитовом массиве, близки Гонштейн – Эрнст-тала имеются проявления совершенно закономерно намагниченных серпентинитов. Для определения вида и устойчивости намагниченности, а также связи их с другими присутствующими минералами, на 200 образцах правильной кубической формы были проведены исследования с использованием термического намагничивания и намагничивания с постоянным и переменным током. Из кривых размагничивания получается непрерывный спектр от устойчивой до неустойчивой намагниченности, т. е. имеет место несколько видов намагниченности. Такую же картину дают и графики зависимости намагниченности от температуры.

Кроме этого, статистическое распределение степени устойчивости показывает, что преобладающей является метастабильная намагниченность. Для анализа разновидностей намагниченности проведено искусственное намагничивание и размагничивание образцов, причем кривые размагничивания сравнивались с кривыми естественного размагничивания. При анализе естественное намагничивание разделялось на вязкое, термическое и химическое.

Характер видов намагниченности хорошо согласуется с геологическими и минералогическими условиями. Устойчивость намагниченности зависит от глубины. Степень устойчивости все сильнее снижается с глубиной, что связано с различным распространением и различными размерами отдельных минералов на различных глубинах. На кривых размагничивания, группированных по виду и степени устойчивости, выявляется связь магнитной устойчивости с видами и размерами различных минералов.

Im Süden der DDR, im Sächsischen Granulitgebirge, treten nahe dem Ort Hohstein-Ernstthal Serpentinite mit stark irregulären Magnetisierungen auf. Zur Ermittlung der Stabilität und Art der Magnetisierung sowie ihres Zusammenhanges mit den vorhandenen Mineralien wurden an etwa 200 Würfelproben Gleichfeld-, Wechselfeld- und thermische Entmagnetisierungen vorgenommen. Aus den Entmagnetisierungskurven ergibt sich ein lückenloses Spektrum von magnetisch instabilen bis stabilen Proben, d.h., es treten mehrere Arten von Magnetisierungen auf. Ein gleiches Bild bieten die Magnetisierungsrichtungen in Abhängigkeit von der Temperatur.

Die statistische Verteilung der Stabilitätswerte ergibt weiter, dass eine metastabile Magnetisierung vorherrscht. Zur Analyse dieser Magnetisierungsarten wurden künstliche Magnetisierungen erzeugt, entmagnetisiert und ihre Entmagnetisierungskurven mit denen der natürlichen Magnetisierungen verglichen. Die natürlichen Magnetisierungen wurden als viskose, thermische und chemische Magnetisierungen analysiert.

Der Charakter der Magnetisierungen stimmt gut mit den geologischen und mineralogischen Verhältnissen überein. Die magnetische Stabilität ist von der Tiefe abhängig. Die Stabilitätswerte zeigen eine zunehmende Abnahme mit der Tiefe, die auf eine unterschiedliche Verteilung und Grösse der Minerale mit der Tiefe zurückgeführt werden kann. Entmagnetisierungskurven, zusammengestellt nach Gruppen von Art und Grösse der Minerale, zeigen den Zusammenhang zwischen magnetischer Stabilität und Art und Grösse der Minerale.

A DDR déli részén, az ún. százsz granulithegységben gyakran találunk igen szabálytalanul mágnesezett szerpentiniteket. A *VEB Geophysik*, Leipzig által Hohenstein-Ernstthaltól északra végzett mágnesez felmérés kis területen $\pm 15,000$ gammás anomáliákat adott számtalan szabálytalan elhelyezkedésű szerkezeti elemmel. Külön meg kell jegyezni itt, hogy – ellentétben a szokásos homogén mágnesez anomália tömegekkel – a szabálytalan elhelyezkedés a mikromágnesez szerkezeti elemeken (azaz méternagyságrendű távolságokon) túlmenően egészen a belső közetszerkezetig, (tehát centiméter nagyságrendű távolságokig) ment, amint azt *Jubelt* és *Lauterbach* mikromágnesez és petromágnesez vizsgálatai mutatták. A felmérés alapján így a szerpentiniteket el lehetett választani a mellékes kőzettől, de nehéz volt további vizsgálatok nélkül támpontokat nyerni a szabálytalan mágneseződés jellegéről és keletkezéséről.

Ezért mintegy 200 kőzetmintán laboratóriumi vizsgálatokat végeztünk. Mintegy 50. mintát vettünk a *Kiefenberg*-i és *Callenberg*-i masszívumok in situ szerpentinitjéből, míg a többi a *Callenberg*-i terület egy fúrásából és a *Kiefenberg*-i terület két fúrásából származik. A mineralógiai vizsgálat azt mutatta, hogy mágnesez ásványként elsősorban magnetit szerepelt, de itt-ott magnetitot is találtak. Ezt az eredményt a *Debye-Scherrer* eljárással és röntgenszám-lálócső-goniométerrel végzett röntgen-kutatás is igazolta. A thermomágnesez analízis (vagyis a telítettségi mágnesezottség hőmérséklet-függésének vizsgálata) az esetek többségében azt mutatta, hogy temperaturastabil magnetit van jelen, kb. $580\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os *Curie*-ponttal; más *Curie*-pontokat nem sikerült megállapítani. A spektrálanalízis a magnetit részarányára $1-10$ súlyszázalékot adott, középértékben $3,5\%$ -ot. A magnetit feltűnően sok *Co*-ot ($2,1\%$) és *Ni*-t ($2,7\%$) tartalmazott. *Pouillard* szerint a *Co*-nak és *Ni*-nek a magnetitban való jelenléte a *Curie*-pontot megváltoztatja, de a kis részarány semmiesetre sem eredményezhet lényeges *Curie*-pont-eltolódást. Titánt nem találtak.

Összefoglalva tehát ezekből a szerkezeti kutatásokból azt következtethetjük, hogy a mágnesez anyag stabil magnetit, amely mágnesezen mint egykomponenses rendszer jelentkezik.

Mágnesez vizsgálatok

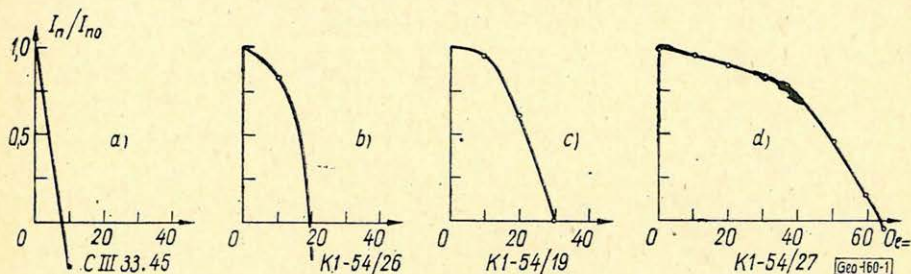
A szuszceptibilitást egy kiegészítő résszel ellátott *Fanselau*-féle terepi mérleggel mértük. Középértékben $10-20 \cdot 10^{-4}$ *cgs-t* kaptunk; egyes magnetitben dús minták magasabb, magnetitszegény esetek alacsonyabb értéket adtak.

A remanens mágnesezottséget egy *Blackett*-féle asztatikus magnetométerrel (2-mágnesez rendszer) mértük: középértékben $10-20 \cdot 10^{-4}$ *Oe* adódott, vagyis a szabálytalan anomáliákat egyként lehet induktív és remanens eredetre visszavezetni. Egyes orientált mintákon mértük a mágnesezottség irányát: a remanens mágnesez szabálytalan jellege beigazolódott azzal, hogy $+62^{\circ}$ -tól -38° -ig kaptunk inklinációs és 7° -tól 191° -ig deklinációs értékeket.

A remanens mágnesezottség stabilitásának mérésére alkalmaztuk a három ismert demagnetizáló eljárást: az egyenáramú térrel, a váltóáramú térrel való és a termikus demagnetizálást. Az egyenáramú térrel való és a termikus demagnetizálás céljára rendelkezésre álló tekeresáram 300 *Oe* térerősséget szolgáltatott, a váltóáramú tekeres erőssége (tér) maximálisan 800 *Oe* volt. Termikusan nem a *Thellier* (mágnestérben való laboratóriumi lehűtés) eljárást alkalmazták, hanem mágnesezgmentes térben hűtöttek. Mindhárom eljárás lényegében ugyanazt az eredményt adta, úgy hogy a demagnetizálás alatti kőzetviselkedés leírásánál az egyenáramú térben végzett mérésekre lehet szorítkozni.

Ha külön mást nem mondunk, mindég a legerősebb természetes mágnesezettségi komponenst demagnetizáljuk.

Az 1. ábra néhány egyenáramú demagnetizálási görbét mutat be. Az abszcissa-tengelyen a demagnetizáló-egyenáram, az ordinátán a remanens mágnesezettség (I_n) és a kezdeti remanens mágnesezettség (I_{n0}) viszonya szerepel. A görbéknek az abszcisszatengellyel való metszéspontja: H'_c . Ha Petrovával a következő felosztást alkalmazzuk: a $H'_c < 10$ Oe tartomány, az instabil, a 10 Oe $< H'_c < 40$ Oe tartomány a metastabil, a $H'_c < 40$ Oe pedig a stabil eseteket foglalja magában, akkor a bemutatott görbéken folytonos spektrumot találunk az instabil mágnesezettségi állapottól a stabilig. Fel kell tehát tennünk, hogy több különböző mágnesezettségi komponens van jelen, melyek fajta és keletkezési mód tekintetében eltérőek lehetnek. Egyes – itt nem közölt – mágnesezettségi görbékből az is kitűnik, hogy ezek a komponensek szuperponálódhatnak és lehet, hogy a szabálytalan mágnesezettség ilyen szuperponálódások eredménye.



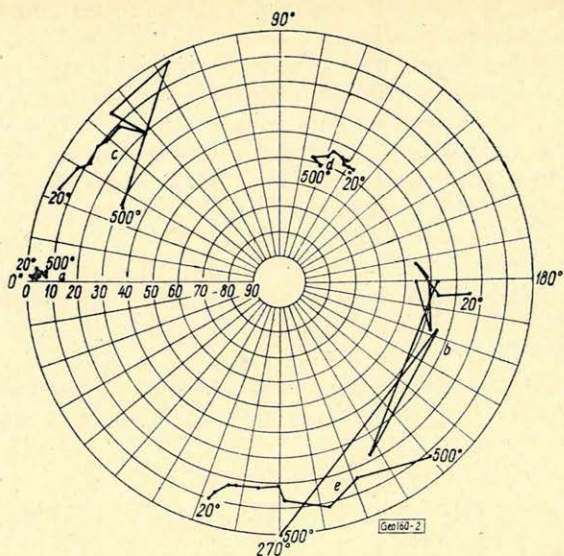
1. ábra. Egyenáramú térrel végzett demagnetizálás görbéi

Фиг. 1. Кривая размагничивания, проведенного в поле постоянного тока

Fig. 1. Gleichfeldentmagnetisierungskurven

Ennek kikutatása érdekében egyes instabil, metastabil és stabil mintákon megvizsgáltuk a mágnesezettségi irányoknak a termikus demagnetizálástól való függését. A 2. ábra mutatja a relatív mágnesezettségi irányváltozásokat nem orientáltan vett minták esetén egy a 20 °C-tól 500 °C-ig terjedő közben. Az a görbe egy stabil jelzésű mágnesezettség irányváltozását mutatja. Látható, hogy az irány egészen 500 °C demagnetizálási hőmérsékletig stabil marad. A c , d és e görbék a metastabilis mágnesezettség irányváltását mutatják. Bár itt már nagyobbak a változások, teljes irányfordulás nem mutatkozik. Végül a b görbe egy instabil minta irányváltozását mutatja, amely szintén nem mutat fel inverziót, bár erős irányváltozásokat láthatunk, amelyek mindenesetre csak magasabb hőmérsékletnél lépnek fel. A mágnesezettségi irányok viselkedése tehát igazolja azt, hogy a stabiltól az instabilig menő mágnesezettségű komponensek léteznek, de nem mutatja azt, hogy az ilyen komponensek szuperponálásának eredményeképpen iránymegfordulás jönne létre.

Míg a mágnesezettség fajtája egyenletesen oszlik el a stabiltól az instabilig, a különböző mágnesezettségi módok mennyiségi eloszlása más képet mutat. A 3. ábra a H'_c értékek eloszlását mutatja a következő tartományokra: $H'_c < 10$ Oe, 10 Oe $< H'_c < 20$ Oe, 20 Oe $< H'_c < 40$ Oe, és $H'_c < 40$ Oe. A négy görbe megfelel a H'_c értékek eloszlásának a következő mintáknál: in situ (K1-54),



2. ábra. A mágnesezettségi irány függése a demagnetizálástól

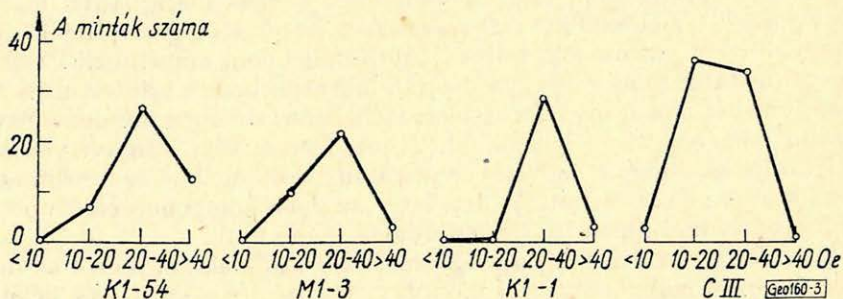
- Termikusan stabil: a (K-1/18,0)
 Termikusan instabil: b (C III/12,90)
 Termikusan metastabil: c (C III/19,05) d (K-44/4,3) e (K-54/7)
 ● A teljes vektor felfelé irányul
 ○ A teljes vektor lefelé irányul

Fig. 2. Зависимость направления намагничения от размагничения

- Термически устойчивы: a (K-1/18,0)
 Термически неустойчивы: b (C III/12,90)
 Термически метастабильные: c (C III/19,05) d (K-44/4,5) e (K-54/7)
 ● полный вектор направле вверх
 ○ полный вектор направлен вниз

Fig. 2. Die Abhängigkeit der Magnetisierungsrichtung von der thermischen Entmagnetisierung

- Thermisch stabil: a (K-1/18,0)
 Thermisch instabil: b (C III/12,90)
 Thermisch metastabil: c (C III/19,05) d (K-44/4,3) e (K-54/7)
 ● Totalvektor nach oben gerichtet
 ○ Totalvektor nach unten gerichtet



3. ábra. A H_c -értékek eloszlása a <10 , $10-20$, $20-40$ és >40 Oe tartományokra

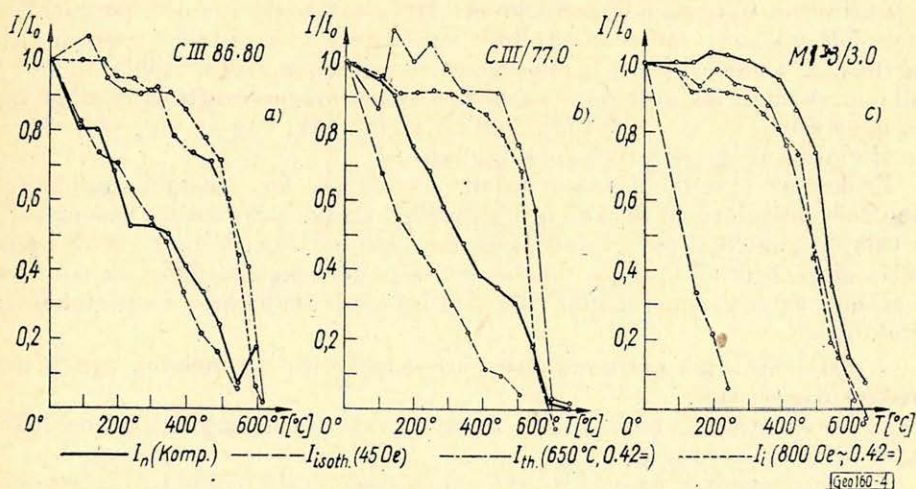
Fig. 3. Распределение величин H_c в диапазонах <10 , $10-20$, $20-40$ и >40 э

Fig. 3. Verteilung der H_c -Werte auf die Bereiche <10 , $10-20$, $20-40$, >40 Oe

fűrómagok a *Kiefernberg*-fűrásból (*MI-3* és *KI-1*), valamint fűrómagok a *Callenberg* fűrásból (*C-III*). Mind a négy esetben látható, hogy a minták túlnyomó része a *10 Oe* és *40 Oe* közötti H'_c értékeket mutatja, tehát a metastabilis mágnesezettség az uralkodó. Ezzel szemben az instabil és stabil mágnesezettség részaránya kicsiny.

Az említett – az instabiltól a stabilig terjedő – mágnesezettségi komponensek azonosítására egy sor mintán egymásután mesterséges mágnesezést hajtottunk végre, azután váltakozó áramú térben, valamint thermikusan is demágneseztünk. Ha feltesszük, hogy a demagnetizálási görbék egyezése esetén a mágnesezettség fajtája is egyező, akkor a természetes mágnesezettség demagnetizálási görbéinek a mesterséges mágnesezettség demagnetizálási görbéivel való összehasonlításából következtetést vonhatunk le a természetes mágnesezettség fajtájára. Három mesterséges mágnesezést hajtottunk végre, amint a 4. ábra mutatja. Egy *45 Oe* erősségű egyenáramú térben izoterm – $J_{\text{isoth}}(45\text{Oe})$ mágnességet keltettünk; ez a mágnesezettség a természetes viszko-kózus mágnesezettségnek felelhet meg. Továbbá *650 °C*-nál a földi térben (*0,42 Oe*) thermoremanens mágnességet keltettünk; ez megfelelhet az effuzív kőzetek természetes thermoremanenciájának. Végül ideális mágnesezettséget állítottunk elő *800 Oe* erősségű váltóáramú demagnetizálással a *0,42 Oe*-t kitevő természetes földi tér hatása alatt. Ezen mágnesezettséghez a természetben előforduló mágnesezettségek között nem találunk analogot.

A váltóáramú térrel és termikával történő demagnetizálások eredményei megegyeznek, úgy hogy a 4. ábra mindkét demagnetizáló eljárás esetére érvényes. Az ábrán mindég az erősen kihúzott demagnetizálási vonal jelenti a természetes mágnesezettség legerősebb komponensét (I_n-t). Az *a* görbe (balra) az instabil mágnesezettség menetét ábrázolja, *a*'*b* kép (középen) a metastabil mágnesezettséget, míg a *c* rajz (jobbról) stabil mágnesezettségre vonatkozik. Az *a* képen (balról) látható, hogy a természetes mágnesezettség demagnetizálási



4. ábra. Mesterséges mágnesezések termikus demagnetizálása

Fig. 4. Термическое размагничивание искусственных намагничений

Fig. 4. Thermische Entmagnetisierung von künstlichem Magnetisierungen.

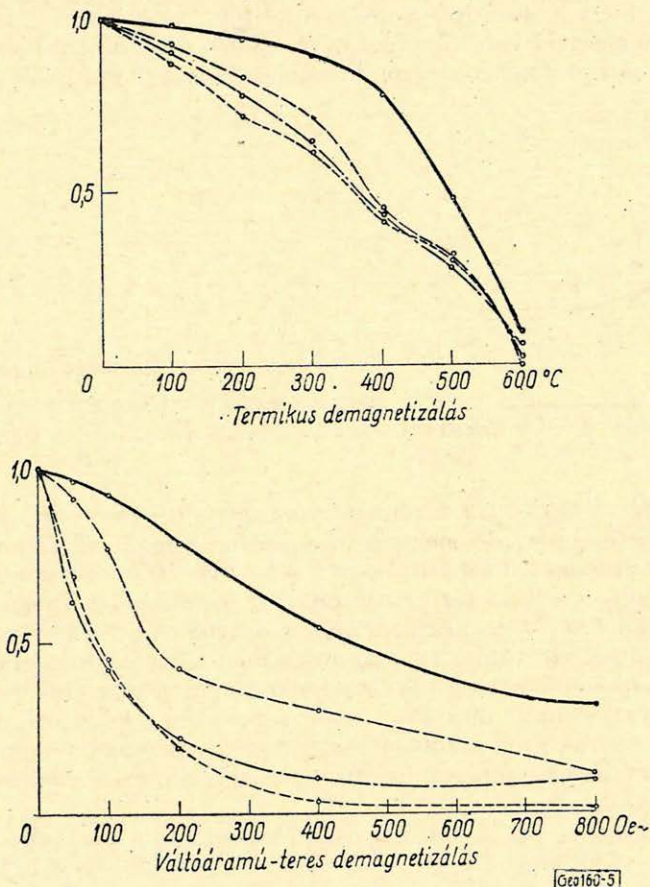
görbéje az irothermális mágnesezettségének felel meg. Feltehetjük tehát, hogy az instabil természetes mágnesezettség viszkózus mágnesezettség. A *c* képen (jobbról) a természetes mágnesezettség demagnetizálási görbéje a termikus mágnesezettségének felel meg, feltehető tehát, hogy a stabil természetes mágnesezettség termikus remanens mágnesezettség. A *b* képet (középen) nehezebb interpretálni. Egyelőre annyit vehetünk ki belőle, hogy a domináló remanens mágnesezettség esetében sem viszkózus, sem termoremanens mágnesezettségről nem lehet szó. Ennek a mágnesezettségnek meghatározására még további geológiai és petrográfiai vizsgálatokra van szükség.

A mágneses viselkedés jól összhangba hozható a geológiai és petrográfiai viszonyokkal, vagyis a szerpentinitek keletkezésével és átalakulásával. A szerpentinitek vízfelvétel kíséretében egy mágneses őskőzetből állottak elő, amely ma már nincs jelen, csak maradványos alakban szerepel, mint pyroxén és olivin a szerpentinitben. A pyroxénnal és olivinnal együtt lép fel itt-ott kisszemcséjű, magmatikus eredetű magnetit is és feltehető, hogy a stabil mágnesezettség a magmatikus magnetit termoremanenciájára vezethető vissza. Ezen magnetitek aránylag kis előfordulási mértéke magyarázhatja a stabil mágnesezettség aránylag ritka fellépését. A szerpentinizálódás folyamán tektonikai igénybevétellel kapcsolatban a szerpentinitben magnetit rakódik le a szemcseközökben, résekben és nyílásokban. Ez a kémiai úton történő újrakiválasztódás a domináló folyamat a szerpentinitek keletkezésénél és átalakulásánál, és ezt összhangba kell hoznunk az uralkodó metastabilis magnetizálódással. Ebből következik, hogy a metastabilis mágnesezettség: kémiai remanens mágnesezettség. A kémiai remanencia létezése *Haigh* és *Kobayashi* szerint ismeretes és utóbbi meg is vizsgálta a kémiai remanenciát mágneses stabilitására vonatkozóan. Az egyedi tartományokról a többszörös tartományokra való átmenetnél szereplő mágneses részecskék (kb. $1 \mu\text{m}$) számára a mágneses stabilitás a termoremanenciás stabilitásnak felel meg, míg nagyobb részecskéknél a mágneses stabilitás csökken és a részecskeméret növekedésével a viszkózus mágnesezettség stabilitásába megy át. Ez utóbbi eset felel meg éppen a szerpentinitnél uralkodó viszonyoknak. Itt a magnetit szemcsenagysága kb. 1μ és 500μ között van és a stabilitás spektruma az instabiltól egészen a stabilig terjed, aholis közepes szemcsenagyság esetén a metastabilis állapot az uralkodó. A talált instabil vagy viszkózus kémiai mágnesezettség ilyenkor vagy igen nagy szemcsék instabil kémiai remanenciájának, vagy a nagyobb részecskék viszkózus mágnesezettségének fogható fel.

Ezeket az egyedi mintákon talált összefüggéseket hasonló tulajdonságú csoportok vizsgálatával tovább is alátámaszthatjuk. Erre a célra hasonló ásványi tulajdonságokkal rendelkező 15-ös mintacsoportokat képeztünk és mágnesezettségi görbéikből közepes mágnesezettségi görbéket számoltunk (5. ábra). Az alábbi, azonos mineralógiai tulajdonságokkal rendelkező csoportokat állítottuk össze:

1. Szerpentinitek maradványos pyroxénnal és olivinnal, vagyis magmatikus magnetittal,
2. Szerpentinitek kicsiny, kb. 10μ nagyságrendű magnetitrészecskékkel, vagyis újkiválasztódással,
3. Szerpentinitek nagy, kb. $300 \mu\text{m}$ nagyságrendű magnetitrészecskékkel, vagyis itt is újkiválasztódással,
4. Szerpentinitek magnetittal feltöltött repedésekkel és résekkel (helyenként ezek kiterjedése a néhány mm-t eléri, itt is van újkiválasztódás).

Ezen csoportok átlagolt demagnetizálódási görbéit az 5. ábra tartalmazza. Az a ábra (fent) a termikus demagnetizálást mutatja. A pyroxén- és olivin-tartalmú minták elsősorban termoremanens mágnesezettséget hordoznak, minek következtében a demagnetizálási görbe itt van a legmagasabb helyzetben. A stabilitás szempontjából szembetűnő távolságban következnek csak az újkiválasztódás magnetites és kémiai mágnesezettségű szerpentinit-csoportjai. A



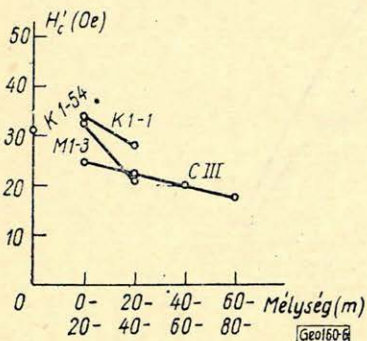
5. ábra. Demagnetizálási görbék (kiválasztott minták középértékei)
 Pyroxén, Olivin
 ----- kisebb mágneses részek
 - . - . - . nagyobb mágneses részek
 Repedések, rések magnetitvel

Fig. 5. Кривые размагничивания (средние величины выбранных образцов)
 ----- пироксен, оливин,
 ----- меньшая магнитная часть
 - . - . - . большая магнитная часть
 трещины, щели с магнетитом

Fig. 5. Entmagnetisierungskurven, Mittelwerte von ausgewählten Proben
 ----- Pyroxen, Olivin
 ----- kleinere Magnetpartikel
 - . - . - . grössere Magnetpartikel
 Risse, Klüfte mit Magnetit

stabilitás itt kisebb és a szemcsenagyság növekedésével csökken. Ugyanezt a képet mutatja a *b* ábra, a váltakozó térrel végzett demagnetizálás görbéje. Itt is a pyroxén- és olivintartalmú minták demagnetizálási görbéje van a legmagasabban és a szemcsenagyság növekedésével a stabilitás csökken.

Ezen összefüggések alapján a mágneses stabilitás egész viselkedése megvizsgálható (6. ábra). Ugyanis ha a stabilitási értékeket egyes, kb. 20 m vastag mélységintervallumokra vonatkozóan átlagértékekbe foglaljuk össze, nyilvánvalóvá lesz, hogy a stabilitás a mélységtől függ. A 6. ábrán látható a H_c' értékeknek a mélységtől való függése; a váltakozó áramú térrel és a termikával eszközölt demagnetizálással szemben a stabilitás hasonlóképpen viselkedik.



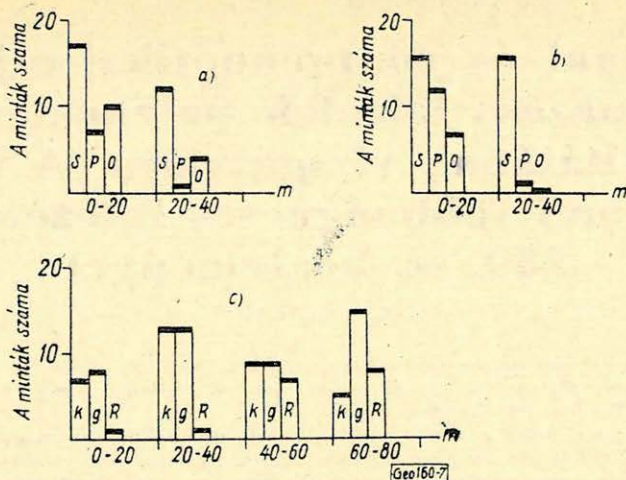
6. ábra. A H_c' -középértékek függése a mélységtől

Фиг. 6. Зависимость средних величин H_c' от глубин

Fig. 6. Mittelwerte von H_c' in Abhängigkeit von der Tiefe

Az *M-3*, *K1-1* és *C-III* fúrómagok mintáit a 0–20 m, 20–40 m, 40–60 m és 60–80 méterig terjedő mélységű csoportokba foglaltuk össze és felraktuk a közepes H_c' értékeket. Látható, hogy a *K1-1* és *M1-3* fúrások felső tartományában (vagyis 0–20 méterig) a közepes H_c' érték magasabban van és az alsó tartományban (20–40 m) észrevehetően süllyed. A *C-III* fúrásnál a közepes H_c' értékek általában valamivel alacsonyabban helyezkednek el és a mélységgel állandóan csökkennek. Hogy ezt a viselkedést az ásványtartalomra visszavezethessük, valamennyi mintából vékony metszetet készítettünk és megvizsgáltuk ezeket az ásványi alkotórészek és a magnetit szemcsenagyság szempontjából. Itt két megállapításra jutottunk, amelyek ezt a mágneses viselkedést magyarázhatják.

A 7. ábrában, annak felső részén blokkdiagram alakjában ábrázoltuk a maradványos pyroxének és olvineknek a szerpentiniben való fellépését a *K1*-fúrásban két mélységintervallumtól (0–20 m és 20–40 m) való függésben. Látható, hogy a felső tartományban (0–20 m) a minták összes számához viszonyítva aránylag sok minta tartalmaz maradványos pyroxént és olivint: így tehát a szerpentinitek mintegy 50%-os termoremanens mágnesezettségi részarányt tartalmaznak, amelynek stabilitása nagy kell, hogy legyen. Az alsó tartományban a *K1-1* fúrásnál ezzel szemben kevésbé gyakran lépnek fel maradványos pyroxének és olvinek és az így túlnyomó kémiai remanencia stabilitása ennek megfelelően lényegesen kisebb kell, hogy legyen. Ugyanezt az ásványi összetételt mutatja az *M1-3 fúrás* (7. ábra) (középen). Itt is a stabilitás csökkenését a termoremanens mágnesezettségű részek részarányának csökkenésével magyarázhatjuk. A *C-III* fúrás főként olyan szerpentinitet tartalmaz, amelynek kémiai remanenciája már amúgy is csekély stabilitású. A 7. ábrában, lent, ha a magnetitrezecskék méretét durván a következő csoport-



7a. ábra. Maradék pyroxének és olivének a K-1 fúrás szerpentiniteiben (S = szerpentinít, P = pyroxén, O = olivin)

7b. ábra. Maradék pyroxének és olivének az M-3 fúrás szerpentiniteiben (S = szerpentinít, P = pyroxén, O = olivin)

7c. ábra. A magnetit részecskeméretei a C III fúrás magban (k ≈ 10 μm, g ≈ 300 μm, R = repedések)

Фиг. 7а. Остатки пироксена и оливина в серпентинитах разреза скважины К1-1 (S - серпентинит, P - пироксен, O - оливин)

Фиг. 7б. Остатки пироксена и оливина в серпентинитах разреза скважины М1-3 (S - серпентинит, P - пироксен, O - оливин)

Фиг. 7в. Размеры зерен магнетита в буровом керне С III (K ≈ 10 мкм, g ≈ 300 мкм, R - трещины)

Fig. 7/a. Reliktische Pyroxene und Olivine im Serpentinít der Bohrung K-1 (S = Serpentinít, P = Pyroxen, O = Olivin)

Fig. 7/b. Reliktische Pyroxene und Olivine im Serpentinít der Bohrung M-3 (S = Serpentinít, P = Pyroxen, O = Olivin)

Fig. 7/c. Partikelgrößen des Magnetits im Bohrkern C III (k ≈ 10 μm, g ≈ 300 μm, R = Risse)

tokba osztjuk: kisebb mint 10, nagy (300 μm körüli), és R-rel jelöljük a repedéseket és réseket, akkor a részecskeméretűségekre a 0-20 m, 20-40 m, 40-60 m és 60-80 m-es mélységtartományokra való eloszlásából következik, hogy a mélység növekedésével a kicsiny magnetitrészecskék aránya csökken és a nagyobb részecskék valamint a rések részaránya nő. Ez különösen a két alsó mélységtartományban szembeeső. A magnetitrészecskék méretének növekedésével magyarázható azután a mágneses stabilitás csökkenése.

Az elmondottak alapján végül is megállapíthatjuk, hogy bonyolult mágneses viszonyok esetében is értelmezni lehet a mágneses eredményeket, ha komplex vizsgálatot végzünk, vagyis ha segítségül hívjuk a geológiai, mineralógiai, szerkezetfizikai és laboratóriumi mágnességi vizsgálatok eredményeit.