

Karbonatbányászatok geológiai környezetekben: feltevésekük, összetételük és fejlődésük

Guzmics Tibor

A Doktori értekezés tézisei

Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Kar

Földtudományi Doktori Iskola

Földtan-Geofizika Doktori Program

Kőzettani és Geokémiai Tanszék

Litoszféra Fluidum Kutató Laboratórium

Prof. Dr. Monostori Mihály (*Öklimai Tanszék, ELTE*)
a *Doktori Iskola és a Doktori Program vezetője*

Szabó Csaba, Ph.D. (*Kőzettani és Geokémiai Tanszék, ELTE*)
lényarvezető

Prof. Roger H. Mitchell (*Lakehead Egyetem, Ontario, Kanada*)
konzultáns

2009 ELTE Budapest

Kulcsszavak: karbonátbányák – szilikátsók – o-vadkőzetvíz – fluidumzáróvíz – karbonát-szilikátszilikátsók – nyílt rendszerű metaszomatizis – nagy nyomású és magphómszilikátsók kísérleti – naturokarbonit – peralkáli obidák – Kermanshah, Tarzania – Oldoinyo Lengai – Alshadoboz-2, Magyarország – Jangpouir

© 2009 – Guzmics Tibor
A megjelent publikációk listája, 2010. 05. 06.

Tartalomjegyzék

Bevezetés

A kutatás rövid bemutatása és célja

Ehőzzet másika

A kutatás hoz felhasználható eszközök listája

Összefoglalás (tézisek)

Köszönetnyilvánítás

A kutatási témában eddig megjelent publikációk listája

Felhasznált irodalom

Brevetés

A karbonátoldóvalak tanulmányozása a geokémiai és kísérleti közelemi kutatások egyik legizgalmasabb és legpovolatibb területe, amelyekkel tudományos és gazdasági jelentősége kenneked. A földi kőanyagforrásoknak megfelelő morális-bölcsészeti követelmények a karbonátoldóvalak stabilizáció és létet az emélt. b) három irányban végezték, számos nagyvonalú és nagyszabású kiterítési áldalmazomány (Wyllie és Huang, 1976; Wallace és Green, 1988; Green és Wallace, 1988; Baker és Wyllie, 1990; Dallon és Wood, 1993; Swerey, 1994; Lee és Wyllie, 1998a, b; Dallon és Pressal, 1998; Lee et al., 2000; Yaxley és Brey, 2004), amelyel többek közt világszerte vált, hogy a szerbkező során a mélybe jutó karbonátotartalmú etológok kísérleti olvadás esetén karbonátminimák is képződhetnek (pl.: Hammond, 2003; Thomsen és Schmidt, 2008). Azonban az elsődleges (földképzéssel szembe) karbonátoldóvalak közvetlen tanulmányozása bizonyult feladat, mert dekarbonizáció (karbonát metasztázis miatt) CO₂-felszabadítás) miatt nagyon kicsi az esély arra, hogy az oldóvalakok jelentős stakuláció nélkül a felszínközelséig jussanak (Wyllie és Huang, 1976; Green és Wallace, 1988). Ezzel magyarázható, hogy közvetlen bizonyítékokról (földképzéssel) jelentőreke ezáltal a nemerzők módjában nem teret említtet. A karbonátoldóvalak képződését nagyon kiterjedt paracális avvalással magyarázhatjuk (1%>>, pl.: Wallace és Green, 1988; Green és Wallace, 1988; Baker és Wyllie, 1992), amely miatt inkompatibilis nyomelemekben (pl.: kómyi ritkaföldégek, S, P, Ba, Sr, Nb, K, U, Th) igen gazdagok (pl.: Guarnies et al., 2008a, b; Mitchell, 2009). Viszokozások olyannyira kicsi a szilikátoldóvalakhoz képest (pl.: Hamer és McKeanze, 1989), hogy szinte akadály nélkül áramlások keresztül a földképzési anyagban, amelyet "heves" reakcióban metaszonitizálhatnak (pl.: Green és Wallace, 1988; Watson et al., 1990; Yaxley et al., 1991; Hamt et al., 1993; Rudnick et al., 1993; Yaxley et al., 1998; Guarnies et al., 2008a, b) és fizikai nyom nélkül emésztődhetnek fel a földképzési szélsőbe téglájában. Nem vitatott az sem, hogy földképzésben való jelenlétek magy hálsaló lehet-e annak reológiai tulajdonságaira. További, nélkülözgete olasz kutatókban bék és viszkózákos megterésben, hogy nyomtatott, böncsékkelről és kémiit összetételről független szétkegyednetek egy szilikát- és egy karbonátragad avvalakká (Lee és Wyllie, 1998a, b és hivatalozási). A szétkegyedés tanulmányozása igen fontos, mert az oldóvalak között lévő frakció (pl.: viszkozitás, sűrűség) különbségek mellett kémiia (pl.- és nyomelem-összetétel, ásványok oldhatósága, pl.: Baker és Wyllie, 1992; Lee és Wyllie, 1997) eltérések is vannak, amelyek ismerete meghatározó lehet az értékes nyomelemek (pl.: ritkaföldégek) és a karbonát-komplexumok sábbeli és térbeli kapcsolatainak megértésében.

A világon több, mint 520 helyen ismerünk karbonátit képzéseket (pl.: Wooley és Kjaragant, 2008) a kontinenseken és az óceán szegletein (pl.: Katarozogrék, Cape Verde, Korgelen). A karbonátok sokszor alkalmasított képzéseket találunk jelenek meg (L. e. Bas, 1977). Azonban összetettelek (pl.: Le Bas, 1977; Wooley és Kempe, 1989; Kogarko et al., 1991; Hoernle et al., 2002; Lonow és Hamer,

2002; Wooley és Church, 2005; Ito et al., 2006) a legutóbb esetben igen nagy előírtéti mintát azekről a oldóvalak-összetételéről, amelyekkel számos kutató (Huang és Wyllie, 1971; Wyllie és Huang, 1976; Kirgandit et al., 1995; Dallon és Pressal, 1998; Lee és Wyllie, 1997, 1998a, b; Lee et al., 2000; Hammond, 2003; Yaxley és Brey, 2004; Thomsen és Schmidt, 2008) jöltett elő nagyszabású kiterítésekben. Az előírés legutóbb megterében az alkáli- és a szilikát-tartalmában mutatkozik. Míg a karbonátit képező alkáli-tartalma világszerte igen eszévely (általában 0,5 tömeg%-os alatt marad), SiO₂ koncentrációjuk általában az 1 tömeg%-ot sem ér, addig a kísérletekben előállított, nem-kegyedés oldóvalakokban az alkáliák meghatározó komponensek (több tömeg%-ot tesznek ki), a SiO₂ tartalom pedig szinte mindig 1 tömeg%- fölötti (általában 1,5 és 10 tömeg%- között marog). Tulajdonképpen ugyanez mondható a földképzési-szilikátos leri karbónit-összeték (pl.: Kogarko et al., 1995; Ito et al., 1996; Lee et al., 2000; Ball et al., 2002; Van Aalterberg et al., 2002; Dentay et al., 2004; van Aalterberg et al., 2004), valamint a kísérleti avvalak-összetételek összehasonlításában azról a különbségek, hogy itt még inkább szembejön a különbség: Wyllie és munkatársai – több évtizedes kísérleti közelemi kutatásuk alapjára (pl.: Lee és Wyllie, 1998a, b, 2000; Lee et al., 2000) – értéket fent említett kis Si- és alkáli-tartalmú összetételeket (a titot avvalakokkal „forhiddan melett”) nevezti utalva arra, hogy ilyen összetételű avvalak nem létezik szilikát-karbonát rendszerekben. További fontos tényező a fluidum-összetétel. Az illó komponensek (H₂O-C₂H₆-N₂-K) – amelyekről (a CO₂, a Na, és a K kivételével) egyelőre sem a karbonátit képzésestelekekben, sem a kísérletekben nem kapunk pontos információt – rájárásuk és nemanyagokévalak együttes változása a magma fejlődési irányának, kiterjedésének böncsékkeltek kiterjedésében kulcsfontosságú. Világos, hogy csigán a karbonátit képező összetételek tanulmányozásával nem lehetséges megmondani a magma fejlődésekor jelentkező illó nyomelemek és nemanyagok következtéképpen a fluidum-tellett magnasozserejét sem. Összegezve tehát megállapítható, hogy más megoldást kellett találniuk a karbonátminimák összetételeinek meghatározásához, az olvadátképzési irányok megismeréséhez és a fent vázolt elemoldások feloldásához. Doktorit munkájában ehhez nagy- (6000) és kisnyomású (kétreg) geológiai környezetből származó kézetek fizikáinak elsődleges karbonátragad avvalakzáróként, a kemék mély kémiia és fizikai tulajdonságok tanulmányozom és vetem össze az általában végezt nagyvonalú (2,2 GPa) és nagyszabású (1200 °C) kísérletek eredményeivel.

A kutatói rövid bemutatása és célja

A bevezetésben elvártoknak megterésben doktori értekezésében három fő nyomonvonalon mutatott be: Az előtben az Árkáidoboz-2 szerbkeztető algráfis állít hárított, késő-kéta kora lampofir telekéről származó ún. CNMP („Chloropyroxene-quartz-K-feldspat-granitit”; Guarnies et al., 2008a, b) földképzési szerbkeztő és a kemék lévő apaitit és illóoldóvalak-gradatíványok hódvona

karbonhidrátok olvadásványok (B- és nyomelem összetételű tárgyalalom. Bemutatom a nyíl- rendszerű a Földképzőben végződésű karbonát méreztanossági nyomat és következtetést, Műhözem a B- a nyomelem természetét.

A monticidit nyomatot a turániai Kermási kalcitkarbonát kőzetminőségben talli- magneit, apatit és moszcitális átal bezt – karbonátolvadásványok geokémia vizsgálati eredményeit mutatja be. Tárgyalom a kalcitkarbonát kőzetek kristályosító karbonátmagma lebeszes összetételét és fő építési irányát, valamint kitérek a karbonát-kőzetek alábbi definíciójára okain.

A harmadik nyomvonal CAKP olvadásványokhoz hasonló kémiai rendszerben végzett nagynyomású ún. piston cylinder („bengetűganyú”) kísérletek eredményeit tárgyalja, különös hangsúlyt fektetve az alumínoszilikát- és a karbonátolvadék szétválasztására és az olvadék alatti gáztól

leeről fűrészek bemutatására. A nagynyomású rendszerben (CAKP szilikát és „piston cylinder” kísérletek) ter megfigyélésment összehasonlított agymással és a felokopyer eredetű xenolitokban szintén előforduló karbonátosok összetételével. A kermási felmetélgétt, majd demesztet olvadásvány-összetételeket összehasonlítom más nagyhőmérsékletű karbonát-kísérletek és természetes olvadásványok összetételével, valamint a különböző helyen előforduló karbonát kőzetekkel. Összegegében analízisnyomom a karbonát-magnai szétválasztások valóságnál okait és vizsgálom összetételük változását a nagynyomású régióbeli (loopyer) a kisebb nyomású (kétreg) geológiai környezetig haladva.

Elvégzett munka

1/ Kifejeztem a CAKP xenolit petrográfiai, B- és nyomelem-geokémiai feldolgozása, amely – a kőzetekből ványok EMPA és LA-ICP-MS analízisétől – 60 db apatit- és 20 db kalcit/oládékhozvona olvadásvány LA-ICP-MS elemzést és azok kvantifikálást, valamint 30 db felát olvadásvány fűrésznak EMPA analízist jelent. 2/ A Kermási kalcitkarbonát kőzetminőség, valamint a magneit apatit, és moszcitális karbonát-olvadásványaim teljes petrográfiai feldolgozása. 3/ Helyen db kermási apatitban lévő karbonát-olvadásvány mikroteromorfiai vizsgálata és az apatit karbonátolvadéke- és fluidumzáróványaimak Raman mikrospektroszkópos elemzése. 4/ Több száz apatit és magneitösszemese és a benne lévő olvadásványok olvasztás-demesztéses kísérletei kőzetben, az olvadásványok feltértele. 5/ 103 db magneitban és 30 db apatitban lévő demesztett karbonát-olvadásvány, 6 db magneitban lévő szilikátolvadék-zárvány, valamint a Kermási kalcitkarbonát kőzetekből fűrésznak EMPA analízise. 6/ Ok db „piston cylinder” kísérlet 2,2 GPa-on és 1000,1300 °C-on a kalcit/apatit-apatit-kalcit-magneit-Na-karbonát és a plágiodoládék/apatit-kalcit-magneit-Na-karbonát kémiai rendszerében. 7/ A „piston cylinder” kísérlet végtermékek petrográfiai, EMPA és Raman-mikrospektroszkópos vizsgálata.

A kutatáshoz felhasznált eszközök, berépl

NIKON E4500 típusú polarizációs mikroszkóp (ELTE Közettanai és Geokémiai Tanszék, Litozfóra Fluidum Kutató Laboratórium, Budapest)

NIKON E4500 típusú digitális fényképezőgépl (ELTE Közettanai és Geokémiai Tanszék, Litozfóra Fluidum Kutató Laboratórium, Budapest)

CARL ZEISS Jena típusú dektomos kemence (ELTE Közettanai és Geokémiai Tanszék, Litozfóra Fluidum Kutató Laboratórium, Budapest)

NIKON E600 típusú polarizációs mikroszkóp szettel: nagyhőmérsékletű, számlógéppel vezérelt

LINKAM TS 1500 fűtésű tárgyalóasztal (ELTE Közettanai és Geokémiai Tanszék, Litozfóra Fluidum Kutató Laboratórium, Budapest)

AMRAY 1860 IT-6 típusú elektronmikroszkópl (ELTE Közettanai és Geokémiai Tanszék, Budapest)

CAMECA SX-100 dektomos mikroszkóp (Bécsi Egyetem, Litozfóra Kutató Tanszék, Ausztria)

JEOL JXA-8200 elektron-mikroszkóp (Zürichi Egyetem, ETH Isotópgokémiai és Ásványtaneg Intézet, Földtudományi Tanszék, Svájc)

LA-ICP-MS (Lézer-Állécsós-Induktív-Capilláris-Plazma-Fűtés-Spektrométer), 193 nm hullámhosszú, homogén AIF lézersugár, ELAN 6100 ICP quadropole típusú tömegspektrométer (Zürichi Egyetem, ETH Isotópgokémiai és Ásványtaneg Intézet; Földtudományi Tanszék, Svájc)

JEOL JXA-8200 elektron-mikroszkóp (Bayerleis-Egyetem, Bayerleisches Geoinstitut, Németország) VOGGENREITER gépművelő, két hidraulikus pedállal rendelkező nyomás- és hőmérséklet tartására és változtatására automatizáltan képes „piston cylinder”- apparátus (Bayerleis-Egyetem, Bayerleisches Geoinstitut, Németország)

JEOL JXA-8200 elektron-mikroszkóp (Szabad Egyetem, Bécsi, Németország)

JEOL-JSM4500 scanning elektron-mikroszkóp szorot LINK ISIS 300 energiadiszperzív analitikai rendszer segítségével egy Super ATW komputertel dektormal (Lakelseis-Egyetem, Thunder Bay, Kanada)

Összefoglaló (térleked)

1/ A CNRP (kémiai-és-aparit-kalibőlkap-ábragy) szemlélt az ultramafikus kőpor nyílt rendszerű karbonát metacronitosa során jelentkező léte. A modell metasomatosz diffezióval és gátlással, foka korrelál a metasomatosz tónus kőporított mikroproton összetételével, amely Cs-ben jelentős lítiumtartalmú, azonban Zn-ben és Hf-ben gazdagabb mint. A CNRP xenolitik olvadásványainak fő és nyomelmosztéktele az mutatja, hogy szelvényegység nyírt egy részletes és dolomitos karbonát- és egy karbonát-tartalmú alumínoszilikát-olvadék között, amelyet valójában a metasomatosz reakció idézett elő.

2/ A karbonát-tartalmú olvadékok részleges és szilícium-konzentrációja befolyásolja a mikroproton-karbonát-olvadék elemösszetételét, és a nemanyag-olvadékok nyomeltartalmát, különös tekintettel a ritkaföldfémekre és az alkálakra.

3/ A CNRP xenolitik olvadásványainak nyomeltartalommal való összehasonlítás a következőképpen történt, hogy kezdeti olvadékok egy karbonatos mátkus kőzet kimerítéke parafázis olvadással jött létre.

4/ A kalibőlkap-aparit-kalcit-magnézit-ba-karbonát rendszerben végezték „piston cylinder” (hangszigetny) kísérleteket megérveltek, hogy kőporos körülmények között (pl. 2,2 GPa-on és 1200 °C-on) a kalibőlkap-aparit-dioxid fázisok együtt létezhetnek egy fluidumban telített, nemanyag-olvadékkoncentrációval, ahol az egy olvadék egy fozofos karbonát-olvadék, a másik egy karbonát-tartalmú alkáli alumínoszilikát-olvadék. Ez a fluidum CO₂-gazdag és dolomitos CO₂-H₂S komponensokkal telített.

5/ A tanulmány kermási kalcit-karbonátit apatitjai és magnézit növekedését, során kalcit- és foszforátum, Cs- és alkál-gázdag karbonát-olvadék csopárdok, míg a magnézit- és egy normatív Na-metaszilikát peralkáli szilikát-olvadék is bebiztosított. Az apatit olvadásványainak mikrotermometriai vizsgálata a foszforát-nemtelített relikvi és az olvadásvány-összetételük szerint a kermási karbonátummagja feloldásának korai szakaszára 900–1000 °C-os hőmérsékleten becsülhető. Ebben a szakaszban legalább három, nemanyag-olvadék folyadékfázis létezik: 1) egy Ca-gázdag P₂- és alkáli-tartalmú karbonát-olvadék, 2) egy Mg- és Fe-gázdag paralkáli szilikát-olvadék és 3) egy CO₂-H₂S és alkáli komponensokban gazdag fluidum. Az olvadékok (karbonát és szilikát) feloldásával a szilikát-olvadék SiAl₂ és Mg-Fe-arányok között az alkáli-tartalom mért az olvív fázisok között, míg a karbonát-olvadék alkáli-tartalma a kalcit fázisok tartalmáig mutat mért. A teljes olvadásványos példamintája jelenléte növekedett az olvadásképződés során. Ez a képződés egy alkálban extrém gazdag olvadék produktum, amely összetételében hasonlítanak az Oldoiny Lengvár mátkoskarbonát litarkoz.

6/ A nagyhőmérsékletű és nagynyomású (P=1100-1200 °C, P=2,2 GPa; kőpor), valamint a kibővíthetőbb és kisnyomású (P = 500-1000 °C, kőpor) karbonátummagokkal összehasonlított

elmondható, hogy előbbiekben a Ca, Mg, a Fe, a foszfor, és a szilikát-komponensek, míg utóbbiakban a Cs és az alkáli fázisok kimerültek szoroptar összetétel kiállításában. A fázis-megoldás a nemanyag-olvadék- és szilikát-olvadék között a következő képlet mutatja: mind a nagynyomású mind a kisnyomású rendszerben a Ca, a P és a Fe a karbonát-olvadékot, míg az Al és a Si a szilikát-olvadékot preferálja. A nagynyomású (kőpor) rendszerekben CNRP xenolitik, TiO₂-es és TiO₂-es kísérletet az alkáli és alumínoszilikát-olvadékok, míg a dolomitos karbonát-olvadékokban és kísérletet az alkáli és kisnyomású (kőpor) rendszerben (kermási) fedlített a helyzet. A kompatibilitás. Ezzel ellentétben a kisnyomású (kőpor) rendszerben (kermási) fedlített a helyzet. A Ca kivételével a dolomitos karmos az alumínoszilikát-olvadékok, az alkáli és karbonát-olvadékok részétik előnyben. A kermási olvadékványok az mutatják, hogy a kén a karbonát-olvadékokban kompatibilisebb, mint a szilikát-olvadékokban. A kőpor kis nyomású karbonát-olvadékokban kompatibilisebb, mint a szilikát-olvadékokban.

7/ A CNRP rendszerben a nyomelmoszték, közti az U, Th, Nb, Ta, Sr, Y és a ritkaföldfémek, a foszforos karbonát-olvadékot, míg a Cs, Rb, Li, H, Al, Zr és a Hf a karbonát-tartalmú alumínoszilikát-olvadékot preferálják.

8/ A karbonátummagokkal felirással oldottólóló fázis, egy többnyire CO₂-H₂S-alkáli komponenseket tartalmazó, CO₂-gazdag fluidum, amely nagy szerepet játszhat az olvadék- és fluidumképződés kései szakaszában a kőporos átalakító illésgázdag fázisok (pl.: szilikátok, alkáli hidroxid-olvadékok, alkáli karbonátok) kristályosításában.

9/ A kermási olvadékványok összetételét alapján valójában, hogy a kalcit-karbonátit kísérletek kéreg körülmények között kizárólagos magának legalább 6-10 tömeg%-os alkáli (Na₂O/K₂O) tartalmúak. Ezet ismét karbonátok (jelöltül karbonátumok), valamint a kalcit-karbonátit fázisok-összetételük nem reprezentatívulak ezeket a képződésüket kizárólagos olvadék összetételét. A karbonátummagok és fluidummagk tanulmányozásához különösen alkalmas és eredményes módszer a részletes ábrányokban lévő olvadék- és fluidumványok karmása.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom lemarozótn, Szabó Csaba, Ph.D. (Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest) és konzulensem, Prof. Roger H. Mitchell (Lakeland University, Thunder Bay, Kanada) a karmásban nyújtott segítségért. Köszönet illeti a Linczfőrn Fluidum Kutató Laboratórium (Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest) valamennyi tagját, különösen Berkesi Márta, Bal Enikő, Hidas Károly, Kodolányi János és Rajnai Gábor a feljegyzett tudományos diskusziókat. Hatalmas köszönet a Csillagomak, Erdőspármak, Komnák, Betnnek és Ágának türelméket és lelki támogatásukat.

A kutatási témában megjelent publikációk listája

- Cikkok:
- Guzmics, T., Zajtay, Z., Kodolányi, J., Habler, W. & Szabó, Cs.** (2008) LA-RFMS study of apatite- and K-feldspar-hosted primary carbonate melt inclusions in clinopyroxene xenoliths from lamprophyres, Hungary: implications for significant melt evolution. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 161, 189-198. [Impakt faktor (2008): 4,235; figyeltlen hivatkozások száma: 7]
- Guzmics, T., Kodolányi, J., Kovács, I., Szabó, Cs., Ball, E., & Nádler, T.** (2003) Primary carbonate melt inclusions in apatite and K-feldspar of clinopyroxene-hosted xenoliths from the mantle xenoliths of the Pannonian Basin, Hungary. *Petrology*, 94, 225-242. [Impakt faktor (2003): 4,511; figyeltlen hivatkozások száma: 2]
- Szabó, Cs., Hidas, K., Ball, E., Zajtay, Z., Kovács, I., Yang, K., **Guzmics, T.** & Trósk, K. (2009) Melting of the central Pannonian Basin (western Hungary). *The Island Arc*, 18, 375-400. [Impakt faktor (2007): 0,837; figyeltlen hivatkozások száma: 0]
- Berkesi, M., Hidas, K., **Guzmics, T.**, Dibessy, J., Bodnar, R.J., Szabó, Cs., Vajna B. & Tsunogae, T. (2008) The Pannonian Basin: A tectonic and magmatic province. *Journal of Asian Earth Sciences*, 40, 1461-1463. [Impakt faktor (2008): 4,536; figyeltlen hivatkozások száma: 0]
- Hidas, K., **Guzmics, T.**, Szabó, Cs., Kovács, I., Bodnar, R.J., Zajtay, Z., Nádler, Zs., Vascari, L. & Trósk, K. (2008) Primary carbonate melt inclusions in the Carpathian-Pannonian region (central Hungary) (2010) *Chemical Geology*; in press. DOI 10.1016/j.chemgeo.2010.03.004 [Impakt faktor (2008): 3,531; figyeltlen hivatkozások száma: 0]
- Guzmics, T., Szabó, Cs., Kovács, I., Bodnar, R.J., Zajtay, Z., Nádler, Zs., Vascari, L. & Trósk, K.** (2008) Primary carbonate melt inclusions in the Carpathian-Pannonian region (central Hungary) (2010) *Contributions to Mineralogy and Petrology*; in press. DOI 10.1007/s0010701040625-z. [Impakt faktor (2008): 3,883; figyeltlen hivatkozások száma: 0]
- Füzetesből konferenciából kivontak és egyéb kiadványok:**
- Guzmics, T., Szabó, Cs., Ball, E., Kovács, I., & Nádler, T.** (2006) Sclerizing phosphorus-bearing carbonate melt inclusions in clinopyroxene xenoliths from lamprophyres. (Transdanubian Central Range, Hungary). Abstract book, ECRHP XVIII Conference, Szeged, July 6-9, 2006.
- Guzmics, T., Szabó, Cs., Ball, E., Kovács, I. & Nádler, T.** (2006) Sclerizing phosphorus-bearing carbonate melt inclusions in ultra high pressure and temperature zone prograde xenoliths placed in M-2 lamprophyres. *Pendrite Workshop 2005*, 27-30 September, 2005, Lanzo (Italy), Orfido, 30, 175.
- Guzmics, T., Zajtay, Z., Habler, W. & Szabó, Cs.** (2007) Primary carbonate melt inclusions in apatite and K-feldspar from clinopyroxene-rich mantle xenoliths from Hungarian lamprophyres: implications for generation and evolution of carbonate melts in the Earth's mantle. *European Current Research on Earth and Planetary Science*, 17(2-3) July, 2007. Abstract Volume, p. 78.
- Guzmics, T., Zajtay, Z., Szabó, Cs. & Habler, W.** (2007) Apatite- and K-feldspar-hosted primary carbonate melt inclusions from mantle xenoliths, Hungary. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 71, 113-122.
- Guzmics, T., Zajtay, Z., Szabó, Cs. & Habler, W.** (2007) LA-RFMS study of clinopyroxene-apatite-K-feldspar-phlogopite metasomatic mantle xenoliths from Hungarian lamprophyres and their primary carbonate melt inclusions: implications for carbonate
- melt metamorphism in the Earth's upper mantle. *European Mantle Workshop Abstract Volume* (prepared).
- Guzmics, T., Gál-Sólymos, K., Németh, B. & Szabó, Cs.** (2007) Microthermometric, textural and geochemical study of melt inclusions from the Transdanubian Central Range, Hungary. *HUNGARIK Workshop Abstract Volume*, p. 4.
- Guzmics, T., Kodolányi, J., Zajtay, Z. & Szabó, C.** (2008) Mantle metasomatism by primary carbonate melts found in melt inclusions in clinopyroxene xenoliths from lamprophyre xenoliths from the Pannonian Basin, Hungary. *Abstracts of the 10th International Assembly 2008 Vienna, Austria*, 13 – 18 April 2008 (A-00319).
- Guzmics, T., Kodolányi, J., Zajtay, Z. & Szabó, C.** (2008) Liquid immiscibility between a P-bearing and a silicate-bearing carbonate melt reflected by primary carbonate melt inclusions in clinopyroxene xenoliths from the Pannonian Basin (Central Range, Hungary). *Abstracts of the 14th International Geological Congress, Abstract (6th)*, 6 - 14 August 2008 (NPM102049).
- Hidas, K., Szabó, Cs., **Guzmics, T.**, Ball, E., Bodnar, R.J., Nádler, Zs., Vascari, L. (2008) C-O-H-S bearing fluids in upper mantle peridotites from the central Pannonian Basin, Pannonia (Hungary). *Abstracts of the 14th International Geological Congress (ACR07143)*, June 25 – 2008, Washington (USA), Abstract Book.
- Guzmics, T.**, in collaboration with E. Ball, A. Audinat, M. Berkesi and C. Szabó (2008) Liquid immiscibility between a phosphorus carbonate melt and a carbonate-bearing alkali silicate melt: implications for carbonate metasomatism in the mantle. *EU RITA (Research Infrastructure Transnational Access), "The Structure and Properties of Materials at High Pressure"* User workshop report, Vienna, Austria. September 2008 (http://www.rta.nsl.gov.au/Workshop/Workshop%20Report%20-%20EU%20RITA%20-%20User%20Workshop%20-%20September%202008.pdf).
- Guzmics, T., Szabó, Cs., Kovács, I., Habler, W., Bodnar, R.J., & Trósk, K.** (2008) Liquid immiscibility between a phosphorus-bearing carbonate melt and a potassic aluminosilicate melt coexisting with apatite, K-feldspar and diopside at 2.2 GPa and 1300 °C. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 161, 199-207.
- Guzmics, T., Mitchell, R.H., Berkesi, M. & Szabó, Cs.** (2009) Carbonate melt inclusions in coexisting magmatic, apatite and monicellite from Kermant carbonate, Tanzania. *Geochim. Cosmochim. Acta* 73, Supplement 1, Goldschmidt Conference Abstracts 2009 (1483).
- Felhasználói irodalom**
- Baker MB, Wyllie PJ (1992) High pressure apatite solubility in carbonate-rich liquids. Implications for the evolution of the Earth's upper mantle. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 111, 122-135.
- Baker MB, Wyllie PJ (1990) Liquid immiscibility in a nepheline-carbonate system at 25 kbar and implications for carbonate origin. *Nature* 346, 1684-70
- Ball E, Szabó, C, Vasselt, O, Trósk, K (2002) Significance of silicate melt pockets in upper mantle xenoliths from the Tisany-Balaton Highland Volcanic Field, Western Hungary. *Lithos* 61, 79-102.
- Blundy J, Dalton J (2000) Experimental comparison of trace element partitioning between clinopyroxene and melt in carbonate-saturated silicate systems, and implication for mantle melting. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 135, 189-200.
- Blundy JD, Wood BJ (1994) Prediction of crystal-melt partition coefficients from elastic moduli. *Nature* 372, 432-434
- Dalton J (2000) Carbonate melt along the solidus of model 1 mantle in the system CaO-MgO-Al₂O₃-SiO₂-FeO-Fe₂O₃-TiO₂-CaF₂-CO₂-H₂O. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 135, 171-185.
- Dalton JA, Wood BJ (1993) The composition of primary carbonate melts and their evolution through wall rock reaction in the mantle. *Earth Planet Sci Lett* 119, 511-525
- Dembek, Z., Zajtay, Z., Szabó, Cs., Habler, W., Kovács, I., Hossainy, Z. (2004) Trace element and C-O-Sr-Nd isotopic evidence for calcalkaline to calc-alkaline-arc-like mantle xenoliths (Pannonian Basin, Hungary). *Lithos* 75, 89-113

- Eggle DJ (1978) The effect of CO_2 upon partial melting of peridotite in the system $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{MgSiO}_3-\text{FeO}-\text{CO}_2$ at 35 kbar, with an analysis of melting in a peridotite-H₂O-CO₂ system. *Am J Sci* 278, 305-343
- Green TH, Albee AL (1988) Mantle metasomatism by ephemeral carbonate melts. *Nature* 336, 478-481
- Greenough PJ (1983) Minor phases in the Earth's mantle: evidence from trace- and minor-element patterns in primitive alkaline magmas. *Chem Geol* 09, 177-192
- Greenough PJ (1985) Trace element geochemistry of MgO-rich, alkali-rich, nephelinitic and kimberlite-hosted primary carbonate melt inclusions in chondrocrystalline xenoliths from lamprophyres, Hungary. Implications for significance of carbonate melts in the Earth's mantle. *Geochim Cosmochim Acta* 49, 1864-1886
- Greenough PJ, Hensen B, Kienast-Brauer I, Nishio T, Okamoto T (1988) Primary carbonatite melt inclusions in quartz and in K-feldspar of clinopyroxene-rich mantle xenoliths hosted in lamprophyre dikes (Hungary). *Mineral Petrol* 90,225-242
- Hammouda T (2003) High-pressure melting of carbonated eclogite and experimental constraints on the oceanic upper mantle. *Nature* 365,221-227
- Hauri EH, Shimizu N, Deu JH, SRK (1993) Evidence for hotspot-related carbonate metasomatism in the oceanic upper mantle. *Nature* 365,221-227
- Hoernle K, Thost G, Le Bas MJ, Duggan S, Ganss-Schönberg D (2002) Geochemistry of oceanic carbonatite. *Contrib Mineral Petrol* 142, 220-242
- Hou Z, Tian S, Xie Y, Yin S, Yi L, Fei H, Yang Z, The Hima/Yan collision zone carbonatites in western Tianshan, China: Petrogenesis, mantle source and tectonic implication. *Earth Planet Sci Lett* 204, 243-250
- Huang WL, Wylie PJ (1974) Eclogite between wollastonite II and calcite constrained with thermal barrier in $\text{MgO}-\text{SiO}_2-\text{CO}_2$ at 30 kbar, with application to kimberlite-carbonate petrogenesis. *Contrib Mineral Petrol* 42, 1-11
- Huang WL, Wylie PJ, NCC, CTC (1980) Subsolidus and liquidus phase relationships in the system $\text{CaO}-\text{SiO}_2-\text{CO}_2$ to 30 kbar with geological applications. *Am Mineral* 65, 285-301
- Hunter RH, McKenzie D (1989) The equilibrium geometry of carbonate melts in rocks of mantle xenoliths from Spitzbergen: phase relationships, mineral compositions and trace-element residence. *Contrib Mineral Petrol* 125, 375-392
- Itano DA, O'Reilly SY, Gessert YS, Kopylova MG (1996) Carbonate-bearing mantle peridotite xenoliths from Spitzbergen: phase relationships, mineral compositions and trace-element immiscibility. *Contrib Mineral Petrol* 125, 375-392
- Kiang M, Wylie PJ (1988) Kimberlite nephelinitic-carbonatites: liquid immiscibility, comparison of phase compositions in experiments and natural lavas from Oldhays Legat. In: Bell K, Keller J (eds) Carbonatite volcanism. Springer, Berlin, pp 162-190
- Kogarko L, Hosenkovs CMB, Peshev II (1995) Primary Ca -rich carbonatite magma and carbonate-sulfate-sulfide liquid immiscibility in the upper mantle. *Contrib Mineral Petrol* 121, 267-274
- Le Bas MJ (1977) Carbonite-nephelinitic volcanism. Wiley-Interscience Publication, Bristol, Great Britain
- Lee CT, Rudick RL, McDonough WF, Hron I (2000a) Petrologic and geochemical investigation of carbonates in peridotite xenoliths from northeastern Tanzania. *Contrib Mineral Petrol* 139, 470-484
- Lee WJ, Wylie PJ (1997) Liquid immiscibility between nephelinitic and carbonatite from 1.02-5 GPa in the system $\text{CaO}-\text{MgO}-\text{SiO}_2-\text{CO}_2$. *Contrib Mineral Petrol* 119, 103-114
- Lee WJ, Wylie PJ (1998a) Petrogenesis of carbonatite magmas from mantle to crust, constrained by the system $\text{CaO}-\text{MgO}-\text{FeO}-\text{NiO}-\text{K}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{CO}_2$. *J Petrol* 39, 1067-1084
- Lee WJ, Wylie PJ (1998b) Processes of Crustal Carbonatite Formation by Liquid Immiscibility and Differentiation. Elucidated by Model Systems. *J Petrol* 39, 2005-2013
- Lee WJ, Wylie PJ (2000) The system $\text{CaO}-\text{MgO}-\text{SiO}_2-\text{CO}_2$ at 1 GPa: metasomatic websters and primary carbonatite magmas. *Contrib Mineral Petrol* 138, 214-228
- Lee WJ, Huang WL, Wylie PJ (2000) Melts in the mantle modeled in the system $\text{CaO}-\text{MgO}-\text{SiO}_2-\text{CO}_2$ at 1 GPa: implications for the origin of the mantle. *Contrib Mineral Petrol* 138, 229-242
- Michell BH (2009) Neoblastic nephelinitic-neobasaltic immiscibility and carbonatite assimilation at Oldhays Legat, Tanzania. *Contrib Mineral Petrol* 158, 589-598
- Rudick RL, Bahr M, Hron I, McDonough WF (2000) Rutile-bearing refractory eclogites, missing link between carbonatite and nephelinitic magmas. *Contrib Mineral Petrol* 138, 243-250
- Rudick RL, McDonough WF, Chappell BW (1993) Carbonatite metasomatism in the northern Tanzanian mantle—petrographic and geochemical characteristics. *Earth Planet Sci Lett* 114, 463-475
- Sweatser J (1994) Carbonate melt composition in the Earth's mantle. *Earth Planet Sci Lett* 128, 259-270
- Thomson TB, Schmidt MW (2008) Melting of carbonated pelites at 2.5-5.0 GPa, silicate-carbonate liquid immiscibility, and potassium-carbon metasomatism of the mantle. *Earth Planet Sci Lett* 270, 135-146
- Van Acherbergh E, Griffin WL, Ryan CG, O'Reilly SY, Pearson NJ, Kivi K, Doyle BJ (2002) Subduction signature for quenched carbonates from the deep lithosphere. *Geology* 30, 743-746
- Van Acherbergh E, Griffin WL, Ryan CG, O'Reilly SY, Pearson NJ, Kivi K, Doyle BJ (2004) Melting of carbonated pelites: implications for the origin and evolution of mantle-derived carbonatite and kimberlite. *Lithos* 76, 461-474
- Wallace ME, Green DH (1988) An experimental determination of primary carbonatite magma composition. *Contrib Mineral Petrol* 98, 143-146
- Woolley AR, Klemperer AA (2005) Kimberlites, carbonatites, monzonitars, average chemical compositions, and trace-element distribution. In: Carbonatites, genesis and evolution (Ed. Bell K.), Unwin Hyman, London, pp 1-14
- Woolley AR, Klemperer DR (1989) Carbonatites, monzonitars, and evolution (Ed. Bell K.), Unwin Hyman, London, pp 1-14
- Woolley AR, Klemperer DR (2008) Carbonatite Occurrences of the World. Map and Database. Geological Survey of Canada, Open File 5796, 1 CD-ROM + 1 map
- Wylie PJ, Huang WL (1976) Carbonation and melting reactions in the system $\text{CaO}-\text{MgO}-\text{SiO}_2-\text{CO}_2$ at 10 kbar and pressures with geophysical and petrological applications. *Contrib Mineral Petrol* 54, 79-107
- Yanley GM, Brey GP (2004) Phase relations of carbonate-bearing eclogite assemblages from 2.5 to 5.5 GPa, implications for parageneses of carbonates. *Contrib Mineral Petrol* 146, 606-619
- Yanley GM, Brey GP, Kogarko L, Hosenkovs CMB, Peshev II (2000) Carbonate-bearing peridotite xenoliths from western Victoria, Australia. *Earth Planet Sci Lett* 107, 305-317
- Yanley GM, Green DH, Kamenasky V (1998) Carbonatite metasomatism in the southeastern Australian lithosphere. *J Petrol* 39, 1917-1930