

Ordoviko–kambro vandeningojo komplekso chloridinio požeminio vandens hidrogeocheminiai ypatumai

Julius Paltanavičius

Paltanavičius J. Hydrogeochemical peculiarities of the Ordovician–Cambrian water-bearing complex chloride ground water. *Geologija*. Vilnius. 2001. No. 34. P. 32–37. ISSN-1392–110X.

The type of distribution of ion concentrations in the chloride groundwater of Ordovician–Cambrian aquifers is explained by different intensity of metamorphisation in different distribution areas of a water-bearing complex. The metamorphisation of chloride water is evaluated taking into account not only the hydrochemistry, but also the composition of the Cambrian rocks, as well as postsedimentational changes in the rocks. The key hydrogeochemical processes that determined chloride water composition have been elucidated and assessed.

Keywords: groundwater, metamorphisation, sulphate reduction, cation exchange, dolomite, Lithuania, Kaliningrad region

Received 13 April, 2001 accepted 8 May 2001

Julius Paltanavičius. Vilnius Pedagogical University, Department of General Geography, Studentų 39, LT-2034 Vilnius, Lithuania

ĮVADAS

Chloridinis (pagal Kurnakovo ir Valiaškos klasifikaciją) ordoviko–kambro komplekso požeminis vanduo centrinėje Baltijos artezinio baseino dalyje susidarė dėl jūrinės sedimentacijos (Paltanavičius, 1998). Jo slūgsojimo gylis kinta nuo 400–450 m pietrytinėje Lietuvos dalyje iki 2700–2900 vakarinėje Karaliaučiaus srities dalyje. Tai pati didžiausia vieno cheminio tipo vandens slūgsojimo gylių amplitudė centrinėje Baltijos artezinio baseino dalyje. Hidrogeologinėje literatūroje chloridinio tipo požeminis vanduo apibūdinamas laipsniška cheminės sudėties kaita ir monotonišku mineralizacijos didėjimu gelmėjimo kryptimi. Tačiau ordoviko–kambro vandenims ši nuostata galioja tik su nemažomis išlygomis (Муромцева, 1981; Jurgaitis, Mokrik, 1990; Paltanavičius, 1995, 1998).

Sedimentacinės genezės požeminio vandens cheminės sudėties raidoje skiriami du etapai, kurių pirmasis sutampa su sedimentogeneze, o antrasis – su posedimentaciniais (diagenezės ir katagenezės) procesais. Antrasis etapas požeminio vandens metamorfizacijai yra svarbiausias. Jo metu vanduo dalyvauja

nuosėdų ir nuosėdinių uolienu litogenetinio kitimo procese, tuo įgydamas galimybę keisti ir savo sudėtį. Nevienodos ordoviko–kambro laikotarpio sedimentacinės sąlygos, vėlesni posedimentaciniai procesai bei kiti veiksniai (hidrodinaminiai ir terminiai) lėmė požeminio vandens cheminės sudėties formavimosi eigą. Šiame straipsnyje įvertinama minėtų aplinkybių reikšmė ordoviko–kambro vandeningojo komplekso chloridinio vandens metamorfizacijai.

HIDROCHEMIJA

Chloridinio vandens cheminę sudėtį patogu nagrinėti analizuojant makrokomponentų migracines kreives. Jos labai išryškina įvairios mineralizacijos vandens cheminės sudėties skirtumus. Sprendžiant iš migracinių kreivių pobūdžio, dėsningiausia yra anijonų koncentracijos kaita mineralizacijos didėjimo linkme. Pagrindiniais šio kitimo požymiais yra Cl^- santykinės koncentracijos laipsniškas didėjimas ir SO_4^{2-} bei HCO_3^- santykinų koncentracijų mažėjimas. Tačiau akyliau paanalizavę Cl^- ir SO_4^{2-} migracines kreives, o ypač visų anijonų absoliučią koncentracijų ki-

timo priklausomybes, pastebėtume skirtingas koncentracijas bei jų kitimo tendencijas tam tikruose mineralizacijos intervaluose. Tokių intervalų galime išskirti du, riba tarp jų – 115–125 g/l mineralizacija. Cl^- absoliučios koncentracijos ir mineralizacijos tiesioginės linijinės priklausomybės grafiko polinkio koeficientas mažesnės mineralizacijos intervale yra 0,62, o didesnės – 0,64. Ribinės mineralizacijos intervale fiksuojama padidėjusi koncentracijos reikšmių dispersija. Čia gali būti išskirtos mažesnių ir didesnių reikšmių grupės, tarp jų esant akivaizdžiam, nors santykinai nedideliam skirtumui. Išraiškingesnis šia prasme yra SO_4^{2-} absoliučios koncentracijos pasikeitimas. Pirmajame intervale (mažesnės mineralizacijos) sulfatų koncentracija siekia 2,0–2,6 g/l ir mineralizacijai didėjant truputį mažėja. Antrajame intervale sulfatų koncentracija dažniausiai neviršija 200 mg/l. Sulfatų koncentracijos pasikeitimas iš didelės į mažą yra labai staigus (Paltanavičius, 1995). Analogiškai, tik atvirkštine tvarka, keičiasi HCO_3^- absoliuti koncentracija. Pirmajame intervale ji palaipsniui mažėja nuo 230 mg/l iki 30, antrajame jos vidurkis siekia 90–100 mg/l. HCO_3^- koncentracija intervalų riboje vėlgi kinta staiga.

Dar sudėtingesnis ir išraiškingesnis yra Na^+ ir Ca^{2+} koncentracijų kitimas. Pastebimas gana staigus šių jonų koncentracijų kitimas 115–125 g/l mineralizacijos intervale. Iki pastarosios ribos Na^+ santykinė koncentracija palaipsniui didėja nuo 75 iki 80 %-ekv., o Ca^{2+} mažėja nuo 16–18 iki 12–13 %-ekv. Esant didesnei nei 125 g/l vandens mineralizacijai, Na^+ santykinė koncentracija yra apie 52, o Ca^{2+} – apie 36 %-ekv. be ženklesnės jų kitimo tendencijos plačiame mineralizacijų kitimo intervale. Šių katijonų absoliučios koncentracijos tiek mažesnių, tiek ir didesnių mineralizacijų intervaluose didėja, tačiau skirtingu intensyvumu. Intervalų riboje katijonų koncentracijos pakinta staiga: Na^+ sumažėja, o Ca^{2+} padidėja. Esant labai didelėms mineralizacijoms (>170 g/l) dar gali būti išskirtas kalcio-natrio katijoninės sudėties chloridinis vanduo. Jis paplitęs centrinėje Vakarinės Lietuvos ir vakarinėje Karaliaučiaus srities dalyse. Mg^{2+} santykinė koncentracija tolygiai, bet neženkliai didėja abiejuose mineralizacijos intervaluose. Tačiau absoliuti šio jono koncentracija didėja netolygiai – koncentracijos ir mineralizacijos linijinės priklausomybės grafiko polinkio koeficientas mažesnės mineralizacijos intervale yra 0,018, o didesnės – 0,023. Minėtų intervalų riboje Mg^{2+} absoliuti koncentracija vėlgi pakinta gana staigiai.

Ordoviko–kambro chloridinis vanduo pasižymi būdingais tokiems vandenims požymiais – sumažėjusiomis, lyginant su jūros vandeniu (atsižvelgiant į jo koncentravimosi laipsnį), Mg^{2+} ir SO_4^{2-} koncentracijomis bei dideliu CaCl_2 kiekiu. Be to, jis turi ir kitų specifinių bruožų. Visų pirma paminėtina tai, kad

anijonų ir katijonų koncentracijos bei jų kitimo tendencija tam tikruose mineralizacijos intervaluose yra labai skirtingos, o koncentracijų pokytis iš mažesnių į didesnes (ir atvirkščiai) fiksuojamas siaurame mineralizacijos intervale. Kitu išskirtiniu bruožu laikytinas lygiagretus vienodos mineralizacijos, bet skirtingos katijoninės sudėties chloridinių vandenų egzistavimas. Ši hidrocheminė ypatybė būdinga didelės mineralizacijos (>170 g/l) chloridiniam vandeniui. Toks jonų koncentracijos pasiskirstymo pobūdis gali būti paaiškinamas nevienodo intensyvumo metamorfizacijos procesais skirtingose vandeningojo komplekso paplitimo srityse. Šį aiškinimą galima akivaizdžiai pagrįsti skiriant tris hidrocheminius rajonus. Pirmajam hidrocheminiam rajonui priskiriama Rytų ir Centrinė Lietuva, antrajam ir trečiajam – Vakarų Lietuva ir Karaliaučiaus sritis. Šių rajonų išskyrimas palyginti gerai siejasi su apibendrintomis kambro facijų (pagal Jankauską, 1994; Paškevičių, 1994) zonomis. Centrinė Vakarinės Lietuvos ir vakarinė Karaliaučiaus srities dalys priskiriamos trečiajam rajonui. Jame vyrauja kalcio-natrio katijoninės sudėties chloridinis vanduo, nors hidrocheminiu požiūriu rajonas yra nevienalytis. Šio vandens paplitimas tik sąlyginai koreliuoja su jų slūgsojimo gyliu, geriau su jų mineralizacijos ir visiškai gerai su kambro uolienose esančios organinės medžiagos bei vandens temperatūros pasiskirstymu. Minėtas vanduo aptinkamas tose zonos, kuriose kambro storymės kraigo temperatūra viršija 80°C.

Išskiriant hidrocheminius rajonus pravartu įvertinti galimas vandens srauto kryptis horizontalia ir vertikalia kryptimis. Palygintųjų spūdžių pasiskirstymas Kuršių įduboje rodo galimą vandens srovą jos periferinės dalies link. Tuo tarpu Baltarusijos-Mazūrijos anteklizės bei Latvijos balno srityse potencialus vandens srautas yra šiaurės vakarų krypties. Vertikaliųjų spūdinių gradientų ženklas taip pat gali rodyti potencialiai galimą ordoviko–kambro požeminio vandens srovą per silūro–ordoviko vandensparą. Kuršių įduboje, išskyrus pačią pietinę jos dalį, neigiamas gradientų ženklas liudija galimą požeminio vandens iškrovą. Iš pateiktų faktų galima spręsti, kad hidrodinaminės sąlygos galėjo paveikti jonų koncentracijas pirmojo ir antrojo hidrocheminių rajonų riboje.

METAMORFIZACIJOS VERTINIMAS

Požeminio vandens metamorfizacija vertinama pagal tam tikrų koeficientų, t. y. cheminės sudėties rodiklių santykių, reikšmes. Cheminės sudėties rodikliais parenkami konservatyvieji ar nekonservatyvieji, skirtingos genetinės kilmės, stiprių ir silpnų rūgščių jonai bei kiti jonai ar cheminiai junginiai, kurių santykiai turi aiškia geocheminę prasmę. Ben-

driausia prasme šie santykiai charakterizuoja požeminio vandens cheminės sudėties nuokrypį nuo normalios jūros vandens cheminės sudėties (atsižvelgus į pastarojo koncentravimosi laipsnį). Įvertinant ordoviko–kambro vandeningojo komplekso chloridinio vandens metamorfizaciją pasirinkome šešis koeficientus – rNa/rCl , $Br \cdot 10^3/Cl$, $rSO_4 \cdot 10^2/rCl$, rCa/rNa , rMg^*/rCl , rNa^*/rCl , kurie, mūsų nuomone, geriausiai atspindi pagrindinių hidrogeocheminių procesų esmę. Nagrinėjant šiuos procesus buvo atsižvelgta ne tik į hidrocheminius duomenis, bet ir į kambro uolienų sudėtį ir ypač organinės medžiagos, esančios uolienose, pasiskirstymą, taip pat į posedimentacinius kambro uolienų pokyčius.

Vertinant ordoviko–kambro chloridinio vandens metamorfizaciją reikėtų prisiminti tai, kad kambro sedimentacinio vandens druskingumą nulėmė ordoviko jūros transgresija (Mokrik, 1997). Atsižvelgiant į rNa/rCl ir $Br \cdot 10^3/Cl$ koeficientų reikšmių pasiskirstymą galima teigti, kad šio vandens konservatyviųjų jonų koncentracijos kitimas pirmajame hidrocheminiame rajone, iki pasiekiant 120 g/l mineralizaciją, vyko pagal normaliam jūros vandeniui artimą koncentravimosi schemą (lentelė).

Antrajame ir trečiajame rajonuose minėtų koeficientų reikšmės rodo labai ryškų chloridinio vandens cheminės sudėties nuokrypį nuo minėtos koncentravimosi schemos. Kitų koeficientų reikšmių pasiskirstymas taip pat labai charakteringai atspindi vandens metamorfizacijos procesus bei jų intensyvumo pokyčius. Manome, kad vieningas daugelio metamorfizacijos rodiklių reikšmių staigus pakitimas tame pačiame mineralizacijų intervale rodo ir daugelio metamorfizacijos procesų sąsają.

Sulfatų redukcijos procesą aiškiausiai ir geriausiai patvirtina hidrocheminiai duomenys bei kambro uo-

lienių posedimentaciniai pokyčiai. Chloridinio vandens sulfatingumas, didėjant jo metamorfizacijai, keičiasi pagal bendrą hiperbolinę priklausomybę, kurios sudėtingumą išryškina gana staigus lūžis 120 g/l mineralizacijos riboje. Iki šios ribos, sprendžiant iš palyginti neženklaus SO_4^{2-} koncentracijos sumažėjimo, sulfatų redukcijos procesas buvo neintensyvus. Esant didesnei mineralizacijai, sulfatų redukcijos procesas, kurį skatino uolienose esanti organinės kilmės anglis, labai suintensyvėjo. Šį suintensyvėjimą patvirtina tai, kad vidurinio kambro metu vakarinėje teritorijos dalyje kartu su nuosėdomis buvo palaidotos didelis organinės medžiagos kiekis, o pati sedimentacija vyko redukcinėmis sąlygomis. Vidurinio kambro smėlingose-molingose uolienose rytinėje nagrinėjamos teritorijos dalyje C_{org} vidutiniškai sudaro 0,18%, o vakarinėje dalyje pasiskirsto taip: argilituose – 0,53%, aleurilituose – 0,42%, smiltainiuose – 0,20% (Кадунене, 1987). Kai kuriose teritorijos vakarinės dalies zonose organinės medžiagos kiekis argilitų sluoksniuose gali viršyti 1% (Лашкова, 1979). Atsižvelgus dar į santykinę molio ir aleurito uolienų storio pasiskirstymą centrinėje Baltijos artezinio baseino dalyje galima teigti, kad sulfatų redukcijos intensyvumą lėmė kambro uolienose esančios organinės medžiagos kiekis. Todėl akivaizdu, kad mažo sulfatingumo vandenų zona palyginti gerai sutampa su Vakarų Lietuvos ir Rytprūsių facijiniu parajoniu. Redukcijos procesą liudija kambro uolienose esantis autigeninis piritas, kurio smulkūs kristalėliai yra tolygiai pasiskirstę uolienose arba sudaro sankaupas. Be to, šio proceso suaktyvėjimą patvirtina ir padidėjusi HCO_3^- koncentracija požeminiame vandenyje. Vertinant sulfatų redukcijos procesą III hidrocheminiame rajone būtina atsižvelgti ne tik į organinės medžiagos kiekį, jos pasiskirstymą vertikaliame pjūvyje, bet ir į jos sudėtį bei pa-

Lentelė. Metamorfizacijos koeficientų reikšmių pasiskirstymas išskirtuose hidrocheminiuose rajonuose
Table. Distribution of metamorphisation coefficient values in separate hydrochemical regions

Hidrocheminis rajonas Hydrochemical region	Mineralizacija TDS, g/l	Cheminė sudėtis Chemical composition	Koeficientai / Coefficients					
			rNa/rCl	$Br \cdot 10^3/Cl$	$rSO_4 \cdot 10^2/rCl$	rCa/rNa	rMg^*/rCl	rNa^*/rCl
I	10–120	Cl–Na	0,89–0,77**	<u>3,2–4,0</u> 3,4	18,0–2,0**	<u>0,15–0,27</u> 0,18	<u>0,11–0,27</u> 0,20	<u>0,88–0,92</u> 0,905
II	120–193	Cl–Na–Ca	<u>0,46–0,53</u> 0,52	<u>6,3–9,5</u> 8,0	<u>0,01–0,22</u>	<u>0,59–0,99</u> 0,74	<u>0,44–0,53</u> 0,47	<u>0,89–0,91</u>
III	170–195	Cl–Ca–Na	<u>0,41–0,45</u> 0,43	<u>10,1–10,6</u> 10,3	0,06	<u>1,04–1,18</u> 1,11	<u>0,57–0,60</u> 0,58	0,895

TDS – Total Dissolved Solids

$rMg^* = (rMg^{2+} + rCa^{2+}) - (rHCO_3^- + rSO_4^{2-})$;

$rNa^* = [rNa^+ (+ rK^+) + rCa^{2+}] - (rHCO_3^- + rSO_4^{2-})$;

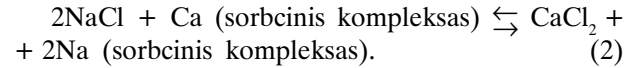
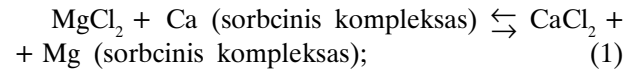
** Dėsningsai mažėjančių reikšmių grupės didžiausia ir mažiausia reikšmės.

kitimo laipsnį. Tačiau dėl faktinių duomenų stokos kol kas negalima įvertinti jų reikšmės redukcijos procesui.

Magnio koncentracija chloridiniame vandenyje yra mažesnė nei jūros, žinoma, atsižvelgus į pastarojo koncentravimosi laipsnį. Šį faktą gali patvirtinti Mg^{2+} santykinų koncentracijų ir rMg/rCl koeficiento reikšmių chloridiniame ir jūros vandenyje palyginimas. Tokio neatitikimo priežastys gali būti įvairios. Čia paminėsime tik tas, kurias akivaizdžiai gali patvirtinti centrinės artezinio baseino dalies geologinė-hidrogeologinė situacija. Teigiama, kad Mg^{2+} koncentracija sumažėja jūrinėse nuosėdose susidarant autigeniniams molio mineralams, savo sudėtyje turintiems magnio. Šio aiškinimo pagrįstumą ap sunkina tai, kad tokios sudėties autigeniniai moliai randami gana retai. Lietuvos ir Karaliaučiaus srities kambro pjūviuose aptinkami autigeniniai chloritas ir šamozitas (Paškevičius, 1994). Jų kiekis pjūvyje einant gilyn didėja, o horizontalia kryptimi didėja sineklizės ašinės dalies link (Лашкова, 1979). Turėdami omenyje, kad MgO šiuose mineraluose nedaug, manome, kad jų susidarymas negalėjo labai paveikti Mg^{2+} koncentracijos sumažėjimo.

Dar viena Mg^{2+} koncentracijos sumažėjimo priežastimi gali būti dolomitų susidarymas (Лашков, Трипонис, 1977; Лашкова, 1979). Tokio proceso realumą liudija kambro smiltainiuose, smėliuose ir aleurituose aptinkamas autigeninės kilmės dolomitas, kuris sudaro porinio arba bazinio tipo cementą, taip pat užpildo uolienų plyšius bei kitas tuštumas. Šio dolomito susidarymą vieni autoriai sieja su uolienų porose esančių tirpalų persotinimu kalcio ir magnio karbonatais ir priskiria vėlyviems posedimentaciniais procesams (Лашкова, 1979). Mūsų nuomone, autigeninio dolomito formavimasis yra susijęs su sulfatų redukcija ir vyksta vėliau negu pastaroji. Šį dolomitų susidarymą suprantame kaip $Ca(HCO_3)_2$, atsiradusio redukuojantis sulfatams, reakciją su $MgSO_4$ ir $MgCl_2$. Tokiame procese išsiskiria dvi stadijos, kurios siejasi su skirtingo cheminio tipo vandens (jūrinio ir chloridinio) sulfatų redukcija. Vertinant dolomitų susidarymo reikšmę požeminio vandens metamorfizacijai reikia atsižvelgti, kad tai yra vienas lėčiausių geologinių procesų, kurio galimybę lemia daugelis veiksnių: jonų jėga tirpaluose, temperatūra ir kt. (Крайнов и др., 1988). Mūsų pateikiamą proceso sampratą palyginti gerai patvirtina dolomito kristalizacijos pobūdis bei kvarco ir lauko špatų grūdelių korozija. Minėtų procesų reikšmė Mg^{2+} sumažėjimui chloridiniame ordoviko–kambro požeminiame vandenyje kol kas negali būti patikimai įvertinta. Vertinimą ap sunkina informacijos apie kambro jūros vandens sūrumą bei cheminę sudėtį trūkumas.

Svarbiausia Mg^{2+} , taip pat Na^+ koncentracijos sumažėjimo ir Ca^{2+} didėjimo priežastimi laikytini kationų mainai, vykę pagal schemą:



Atsižvelgę į jonų mainų energetinius dydžius turėtume suabejoti šios schemos realumu. Tačiau kambro uolienų smulkiadispersiškumas bei požeminio vandens didelė mineralizacija, taip pat didelės Mg^{2+} bei Na^+ koncentracijos sudaro realias prielaidas pusiausvyrai slinkti į dešinę. Tikėtina, kad jonų mainus skatino molio uolienose esanti organinė medžiaga, siliciniai koloidai, redukcinė sedimentacinio ir posedimentacinio laikotarpių aplinka. Minėtos katijonų mainų schemos realumą patvirtina gausūs lėtos vandens apykaitos zonos požeminio vandens ir uolienų jonų bei druskų komplekso cheminės sudėties palyginamieji rezultatai. Mainų reakcijų svarbą Ca^{2+} didėjimui galima vertinti lyginant rMg^*/rCl ir rNa^*/rCl koeficientų dydžius su jų teorinėmis reikšmėmis – 0,125 ir 0,875, būdingomis jūros vandeniui. Lyginimas akivaizdžiai patvirtina antrosios mainų reakcijos svarbą Ca^{2+} didėjimui ir kartu Na^+ mažėjimui chloridiniame vandenyje. Šie mainai dar svarbesni didesnės mineralizacijos vandens cheminei sudėčiai. Jonų mainai, vykę pagal pirmąją reakciją, galėjo turėti reikšmės tik mažesnės mineralizacijos (<120 g/l) chloridinio vandens katijoninei sudėčiai (žr. lentelę). Pritaikius jūros vandens koncentravimosi modelį chloridinio požeminio vandens cheminės sudėties raidai analizuoti, galima kiekybiškai įvertinti minėtų katijonų mainus. Skaičiavimai patvirtina, kad mažesnės mineralizacijos chloridiniame požeminiame vandenyje iki 30% Ca^{2+} kiekio susidaro dėl pirmojo tipo (1) ir per 70% – dėl antrojo tipo (2) mainų. Didesnės mineralizacijos chloridiniame vandenyje Ca^{2+} koncentracija dėl antrojo tipo mainų sudaro apie 95% viso jo kiekio.

Taigi Ca^{2+} koncentracijos didėjimą galime nagrinėti kaip chloridinio vandens sąveikos su molio uolienomis procesų pasekmę. Jų reikšmę netiesiogiai patvirtina intensyvesnis autigeninių mineralų susidarymas smėlio ir molio sluoksnių kontakte (Лашкова, 1987). Sąveikos procesus atspindi $Br \cdot 10^3/Cl$ ir rCa/rNa koeficientų reikšmių pasiskirstymas. Didesnės nei įprasta sedimentacinės-jūrinės kilmės vandenims bromo koncentracijos ordoviko–kambro vandenyje randamos mūsų išskirtuose II ir III hidrocheminiuose rajonuose. Tikėtina, kad šį koncentracijos padidėjimą lemia biogeninės kilmės bromas, kuris išsiskiria iš organinės medžiagos išslegiant porų tir-

palą iš molio uolienu arba yra tiesiog išplaunamas iš litifikuotų uolienu. rCa/rNa koeficiento reikšmių pasiskirstymas yra analogiškas $Br \cdot 10^3/Cl$ reikšmių pasiskirstymui. Abiejų koeficientų reikšmės susijusios tiesialinijine priklausomybe, patvirtinančia Br^- ir Ca^{2+} geocheminės migracijos kelių lygiagretumą.

Minėtų dviejų koeficientų reikšmės palyginti gerai koreliuoja su kambro smiltainiuose esančio regeneracinio-kvarcinio cemento kiekiu. Didelės mineralizacijos chloridinis kalcio-natrio vanduo, pasižymintis didžiausiomis Br^- koncentracijomis, aptinkamas zonoje, kuriose regeneracinio-kvarcinio cemento kiekis uolienose viršija 26%. Savo ruožtu šio cemento kiekis koreliuoja su molio uolienose esančios organinės medžiagos kiekiu. Pastaroji diagenozės metu sudarė sąlygas susidaryti autigeniniam kvarcui (Лашкова, 1979). Intensyviai autigeninio kvarco susidarymui galėjo turėti reikšmės ir padidėjusi šiose zonoje požeminio vandens temperatūra, kadangi pastaroji ir silicio rūgšties koncentracija siejasi tiesiogine priklausomybe. Iš pateiktų faktų galima daryti pakankamai pagrįstą išvadą, kad molio uolienose esanti organinė medžiaga turėjo esminės įtakos pasiskirstant Ca^{2+} ir Br^- koncentracijoms.

Dar viena Ca^{2+} koncentracijos didėjimo priežastimi galėtų būti katagenetiniai lauko špatų pokyčiai. Vieni faktai gali patvirtinti tokio pobūdžio reakcijų realumą, o kiti paprieštarauti. Manome, kad tokių reakcijų galimybę gali rodyti kambro smiltainių ir aleuritų nuolaužinę medžiagą sudarantys K-Na lauko špatai bei rūgštūs plagioklazai, taip pat į šios medžiagos cementą įeinantys autigeniniai kvarcas ir kaolinitas. Tačiau duomenų apie mineralinę ir ypač cheminę kambro uolienu sudėtį nepakanka išsamesniam apibendrinimui. Vertinant šio proceso reikšmę reikia atsižvelgti į tai, kad minėtų reakcijų intensyvumas mažėja didėjant slėgiui ir temperatūrai (Коротков, Павлов, 1972). Tai turėtų reikšti, kad pačioje centrinėje Vakarinės Lietuvos ir vakarinėje Karaliaučiaus srities dalyse didelės rCa/rNa santykio reikšmės bei labai ryškus kambro uolienu sukvarcėjimas nesietini su lauko špatų katagenetiniais pokyčiais.

IŠVADOS

Ordoviko-kambro chloridiniame vandeniui, be būdingų tokiems vandenims cheminės sudėties požymių, pažymėtini ir tam tikri specifiniai bruožai. Labiausiai akivaizdžios yra skirtingos jonų koncentracijos bei jų kitimo tendencijos tam tikruose mineralizacijos intervaluose, taip pat lygiagretus vienodos mineralizacijos, bet skirtingos joninės sudėties chloridinio vandens egzistavimas. To priežastimi yra intensyvūs cheminių reakcijų ir procesų pokyčiai, kuriuos lemia

litologiniai-facijiniai, hidrodinaminiai, geoterminiai ir kiti veiksniai. Šis aiškinimas interpretuojamas išskiriant tris hidrocheminius rajonus. Dar vienu specifiniu bruožu laikytina tai, kad labai sūraus chloridinio kalcio-natrio vandens paplitimas tik iš dalies koreliuoja su jų slūgsojimo gyliu, geriau – su mineralizacijos ir visiškai gerai – su uolienose esančios organinės medžiagos ir vandens temperatūros pasiskirstymu.

Pagrindiniais chloridinio vandens cheminės sudėties kitimą lėmusiais procesais gali būti laikomi sulfatų redukcija, katijonų mainai, molio mineralų, kurių sudėtyje yra magnio, taip pat dolomito susidarymas. Šių procesų reikšmę požeminio vandens metamorfizacijai patvirtina hidrocheminiai duomenys, uolienu sudėtis ir ypač uolienose esančios organinės medžiagos pasiskirstymas, taip pat posedimentaciniai kambro uolienu pokyčiai. Daugeliui metamorfizacijos procesų būdinga akivaizdi sąsaja, tačiau kol kas nesuteikianti galimybės įvertinti jų stadijiškumą.

Literatūra

- Jankauskas T. 1994. Kambras. *Lietuvos geologija*. Vilnius: Mokslo ir enciklopedijų leidykla. 35–46.
- Jurgaitis A., Mokrik R. 1990. Baltijos artezinio baseino permio-famenio vandeningojo komplekso požeminio vandens cheminės sudėties formavimosi ypatumai. *Lietuvos TSR Aukštųjų mokyklų mokslo darbai. Geologija. 11.* 39–50.
- Mokrik R. 1997. The Palaeohydrogeology of the Baltic Basin. Vendian & Cambrian. Tartu: Tartu University Press. 138 p.
- Paltanavičius J. 1995. Apie Lietuvos giliųjų vandeningų horizontų požeminio vandens cheminę sudėtį. *Geologijos akiračiai. 4.* 46–49.
- Paltanavičius J. 1998. Baltijos artezinio baseino centrinės dalies sūrų genetiniai požymiai. *Geologijos akiračiai. 4.* 12–16.
- Paškevičius J. 1994. Baltijos respublikų geologija. Vilnius: Valstybinis leidybos centras. 447 p.
- Кадунене Е. Ф. 1987. Рассеянное органическое вещество. *Нефтяные месторождения Прибалтики*. Вильнюс: Мокслас. 94–100.
- Коротков А. И., Павлов А. Н. 1972. Гидрохимический метод в геологии и гидрогеологии. Ленинград: Недра. 184 с.
- Крайнов С. Р. и др. 1988. Методы геохимического моделирования и прогнозирования в гидрогеологии. Москва: Недра. 254 с.
- Лашков Е. М., Трипонис А. И. 1977. Доломитизация отложений нижнего ордовика юго-восточной части Балтийской сеноклизы. *Опыт изучения вторичных изменений в карбонатных породах Прибалтики и Беларуси*. Таллин: АН ЭССР. 30–32.
- Лашкова Л. Н. 1979. Литология, фации и коллекторские свойства кембрийских отложений Южной Прибалтики. Москва: Недра. 102 с.

Лашкова Л. Н. 1987. Кембрийская система. *Нефтяные месторождения Прибалтики*. Вильнюс: Мокслас. 10–23.
Муромцева В. А. 1981. Гидрогеологическая характеристика горизонтов, перспективных для поисков нефти и газа, по данным параметрического бурения. *Материалы VI научной конференции геологов Литвы*. Вильнюс. 194–196.

Julius Paltanavičius

HYDROGEOCHEMICAL PECULIARITIES OF THE ORDOVICIAN–CAMBRIAN WATER-BEARING COMPLEX CHLORIDE GROUND WATER

S u m m a r y

The principal feature of chloride underground waters is a different concentration of ions with a tendency of concentration changes in the given mineralization intervals and the fact of existence of waters having the same mineralization, but differing in ion composition. These features are determined by lithological-facial, hydrodynamical and geothermical factors. Taking into account the mentioned specific hydrochemical factors, three hydrochemical regions can be singled out.

The principal factors determining the metamorphosis of chloride underground waters are sulphate reduction, ion exchange, formation of the clay magnesium minerals and dolomite. Hydrochemical data, composition of rocks, quantity of organic matter in the rocks and postsedimentation changes of the Cambrian rocks corroborate these developments. An evident correlation is characteristic of many of metamorphosis processes.

Юлюс Палтанавичюс

ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ХЛОРИДНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ОРДОВИКО–КЕМБРИЙСКОГО ВОДОНОСНОГО КОМПЛЕКСА

Р е з ю м е

Для хлоридных подземных вод ордовико–кембрийского водоносного комплекса характерны как общеизвестные для вод такого типа признаки химического состава, так и некоторые специфические гидрохимические особенности. Наиболее очевидными среди них являются характерные концентрации ионов и тенденции их изменения, а также параллельное существование хлоридных вод разного ионного состава при одинаковой их минерализации. Упомянутые особенности являются следствием изменения интенсивности химических реакций и процессов, обусловленных литолого–фациальными, гидродинамическими и геотермическими факторами. На основании вышеизложенных обстоятельств выделены три гидрохимические района.

Основными процессами, определившими метаморфизм хлоридных подземных вод, являются сульфатредукция, ионный обмен, образование магнийсодержащих аутигенных глинистых минералов и доломита. Значение этих процессов для метаморфизации хлоридных вод подтверждается гидрохимическими данными, составом пород, наличием органического вещества в данных породах, а также постседиментационными изменениями кембрийских пород. Для многих вышеуказанных процессов характерна очевидная связь.