

Orientačné stanovenie intenzity chemickej denudácie v oblasti kryštalinika Malých Karpát

KAMIL VRANA, [STANISLAV GAZDA]

Geologický ústav Dionýza Štúra, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava

(1 tab. v texte)

Doručené 11. 3. 1982

Ориентировочные определения интенсивности химической денудации в районе кристаллика Малых Карпат

На основании данных среднего специфического оттекания изучаемой территории была установлена интенсивность химической денудации в пределах 7—11 мм/1000 лет, что приблизительно совпадает с интенсивностью химической денудации континентов.

Rough estimation of the intensity of chemical denudation in the crystalline of the Little Carpathians

Based on values of the average specific groundwater passage, the intensity of chemical weathering has been calculated for the area investigated. Obtained values are in the range of to 11 mm/1,000 years what is near to the average intensity of chemical weathering of continents.

Chemické zvetrávanie hornín je príčinou ustavičného presunu množstva hmoty z kontinentov do oceánov a morí a jeho výsledkom je celkové znižovanie povrchu kontinentov. Pod chemickou denudáciou sa spravidla rozumie znižovanie zemského povrchu na úkor výnosu rozpustených látok podzemným a povrchovým odtokom. Chemická denudácia je súčasťou celkovej denudácie kontinentov, ktorá zahŕňa nie-

len odnos látok v pravom roztoku, ale aj v koloidnom stave a v celom procese mechanickej erózie.

Stanovovanie intenzity chemickej denudácie vychádza z dvoch princípov:

1. Na základe podrobných geochemických hmotových bilancií v malých povodiach sa určujú hodnoty lokálnej intenzity odnosu látok (resp. ich celkového množstva) z istého územia. Intenzitu chemickej

denudácie hornín možno vypočítať z poznania petrografie (napr. Likens et al., 1977, Moldan — Pačes, 1980).

2. Poznanie hydrologických a hydrochemických parametrov veľkých hydrografických povodí v miestach, kde rieka opúšťa skúmaný región, umožňuje stanoviť hodnoty regionálnej chemickej denudácie (Pulina, 1972, Zverev, 1973, Zverev, 1974 a i.). Sem možno zaradiť aj určovanie chemickej denudácie kontinentov pomocou bilancovania celkového odtoku povrchovej vody z nich za predpokladu, že je dostatočne presne známe jej chemické zloženie (Garrels — Mackenzie, 1970).

Podrobné štúdium mineralizačných procesov vody a procesov chemického zvetrávania kryštallických hornín v Malých Karpatoch (Vrana, 1981) ukázalo, že existuje možnosť využiť hydrogeochemické pozatky na orientačné stanovenie intenzity chemickej denudácie takýchto hornín.

Princíp použitej metódy

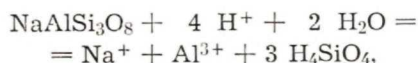
Súčasný poznatky (Likens et al., 1977, Moldan — Pačes, 1980, Vrana, 1981) ukázali, že sodík, draslík, horčík a vápnik vo vodách kryštallinika možno z hydrogeochemického hľadiska pokladať prevažne za petrogénne zložky, vytvárajúce v priebehu zvetrávania pravé iónové roztoky. Tejto charakteristike sa najviac približuje sodík. V prípade vôd bratislavského granitoidného masívu aj laboratórne bádanie potvrdilo (Gazda et al., 1980), že sa sodík zúčastňuje na iónovýmienných procesoch iba v nepatrnej miere. Ukázalo sa, že sorpčný komplex je prevažne vápny. Intenzitu chemickej denudácie podmieňuje rad faktorov, ale predovšetkým je odrazom celkových geologicko-tektonických, klimatických a hydrogeologických pomerov. Pretože jej hodnota lokálne veľmi kolíše, výpočet intenzity chemickej denudá-

cie sme založili na nasledujúcich predpokladoch a zjednodušeníach:

— Výpočet sa urobil na príklade zalesneného povodia potoka Bystrica (Malé Karpaty, bratislavský masív), ktoré je prevažne z muskoviticko-biotitického granodioritu, z množstva aplitových a pegmatitových žíl a so zvyškami kryštallických bridlic. Niektoré hydrologické charakteristiky uvažovaných orografických povodí sú v tab. 1.

— Všetok sodík opúšťajúci územie povrchovým aj podzemným odtokom pochádza z rozkladu albitovej zložky plagioklasu An_{20} . Za alochtónny považujeme iba sodík pochádzajúci zo zrážok, a preto použitý obsah Na^+ pri výpočtoch predstavuje korigované hodnoty o 0,4 mg/l (hodnota sa stanovila podľa údajov chemickej analýzy snehu z uvedenej oblasti, Gazda et al., 1980).

— Schematicky možno rozklad albitu pri chemickom zvetrávaní znázorniť nasledujúco:



t. j. 1 mól albitu uvoľňuje do roztoku 1 mól Na^+ .

Pri prepočte albitu na celkové množstvo plagioklasu sa použila konštanta

$$K_{An} = \frac{20}{80} \cdot \frac{262,25}{278,22} = 0,265,$$

v ktorej pomer 20 : 80 vyjadruje obsah anortitovej a albitovej zložky v plagioklase a 278,22 a 262,25 je molekulová hmotnosť anortitu, resp. albitu. Plagioklas An_{20} tvorí 35 % obj. horniny.¹ Hustota horniny je 2,7 g/cm³. Celkový spôsob a postup výpočtu je zřejmý z tab. 1.

¹ Na orientačný výpočet sme údaj konzultovali s akademikom B. Cambelom zo SAV, ktorý ho odporučil.

Výsledky výpočtov a diskusia

Ako vidieť z údajov tab. 1, hodnoty chemickej denudácie vypočítané na základe odnosu sodíka povrchovým tokom sa pohybujú v rozmedzí 19 až 46 mm/1000 rokov. Pritom je očividné, že zvýšené hodnoty Na^+ stanovené vo vode potoka Bystrica (tab. 1, d) sú výsledkom sekundárneho znečistenia spôsobeného napr. prevádzkou Sanatória na Železnej Studienke, turistickými zariadeniami na Kačine a pod., a preto ich pokladáme za najmenej reprezentatívne.

Výpočtom chemickej denudácie na základe odnosu sodíka podzemným odtokom sme získali hodnoty 3 až 12 mm/1000 rokov, t. j. oveľa nižšie ako v prvom prípade.

H. C. Helgeson et al. (1969), ktorí použili údaje práce J. H. Fetha et al. (1964), vypočítali pre granitoidný masív Sierra Nevada (USA) intenzitu chemického zvetrávania 56 m za 1 milión rokov (rozloha masívu je 50 000 km², infiltračná rýchlosť pôdnej vody 50 cm³/cm², v horninách masívu je 33 % hmotnostných oligoklasu, hustota horniny 2,7 g/cm³).

Spôsob a výsledky výpočtov intenzity chemickej denudácie kryštallických hornín v Malých Karpatoch (povodie p. Bystrica, bratislavský masív)

Procedure and results of calculation of the intensity of chemical weathering of crystalline rocks in the Little Carpathians (water system of the Bystrica brook, Bratislava massif)

a) Výpočet intenzity chemickej denudácie na základe odnosu sodíka povrchovým tokom

Calculation of the intensity of chemical denudation based on sodium wash-off by surficial water passage

Tab. 1

Vodomer- ná stanica	Plocha povodia km ²	Obsah sodíka vo vode v mg/l				Priemerný prietok za roky l/s	Očistené množstvo vody v l/rok	Odnosené množstvo sodíka v t/rok			
		a	b	c	d			a	b	c	d
Červený most (1)	23,65	7,3	9,3		12,9	1971—1980	130	4,1 · 10 ⁹	29,93	38,13	52,89
						1930—1944	174	5,5 · 10 ⁹	40,15	51,55	70,95
						1930—1974	164	5,2 · 10 ⁹	37,96	48,33	67,08
Spariská (2)	7,52	7,3		8,2		1971—1980	65	2,0 · 10 ⁹	14,60		16,40
						1929—1940	78	2,5 · 10 ⁹	18,25		20,50

Zodpovedajúce množstvo horniny v t/km ² /rok				Množstvo horniny v m ³ /km ²				Zníženie horninového masívu v mm/rok			
a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d
(1)	52,18	66,47		92,20	19,30	24,62	34,15	0,019	0,025		0,034
	69,99	89,17		123,69	25,92	33,03	45,81	0,026	0,033		0,046
	66,18	84,31		116,94	24,51	31,23	43,31	0,025	0,031		0,043
(2)	80,04		89,92		29,64	33,30		0,030		0,033	
	100,06		112,39		37,06	41,63		0,037		0,042	

b) Výpočet intenzity chemickej denudácie na základe odnosu sodíka podzemným odtokom
 Calculation of the intensity of chemical denudation based on sodium wash-off by groundwater passage

Vodo- merná stanica	Plocha povodia km ²	Obsah sodíka vo vode v mg/l				Špecifický podzemný odtok za roky 1968—1977 priemerný/ minimálny	Množstvo vody odtečené z povodia v l/rok	Odnesené množstvo sodíka v t/rok			
		a	b	c	d			a	b	c	d
(1)	23,65	7,3	9,3		12,9	1,86 0,84	$1,4 \cdot 10^9$ $6,3 \cdot 10^8$	10,22 4,60	13,02 5,90		18,06 8,13
(2)	7,52	7,3		8,2		2,76 1,20	$6,5 \cdot 10^8$ $2,8 \cdot 10^8$	4,75 2,04		5,33 2,30	— —

	Zodpovedajúce množstvo horniny v t/km ² /rok				Množstvo horniny v m ³ /km ²				Zníženie horninového masívu v mm/rok			
	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d
(1)	17,82 8,02	22,70 10,18		31,48 14,17	6,6 3,0	8,4 3,8		11,7 5,3	0,007 0,003	0,008 0,004		0,012 0,005
(2)	26,01 11,21		28,95 12,59		9,6 4,2		10,7 4,7		0,010 0,004		0,011 0,005	

Poznámky: obsah sodíka vo vodách podľa K. Vranu (1981), špecifické podzemné odtoky podľa V. Dovinu (1979), hydrologické údaje podľa HMÚ Bratislava
 a — pramene — bratislavský masív, b — pramene v povodí stanice Červený most, c — pramene v povodí stanice Spariská, d — potok Bystrica — Železná studienka
 a — spring in the Bratislava massif, b — spring in the water system of the Červený most station, c — spring in the water system of the Spariská station, d — the Bystrica brook, Železná studienka station

M. Pulina (1972) pomocou hydrometrickej metódy určil pre oblasť Vysokých Tatier (Bialka) budovanú kryštallickými horninami chemickú denudáciu 13,7 mm/1000 rokov.

B. Moldan — T. Pačes (1980) na základe bilancie sodíka v dvoch malých zalesnených povodiach so smrekovým porastom na kryštallických horninách v Českomoravskej vrchovine vypočítali chemickú denudáciu 5,3—7,0 mm/1000 rokov. Celková denudácia v daných povodiach predstavovala 8,5, resp. 12,3 mm/1000 rokov.

Podľa G. A. Maximoviča (in Pereľman, 1975) je priemerná chemická denudácia

povrchu kontinentov 12 mm/1000 rokov a pre ZSSR celkove 7 mm/1000 rokov, t. j. približne 12, resp. 7 m za 1 milión rokov.

Ďak v našom prípade považujeme za najreprezentatívnejšie hodnoty vypočítané na základe priemerného prietoku potoka Bystrica za obdobie rokov 1930—1974 (stanica Červený Most), priemerného špecifického podzemného odtoku za roky 1968—1977 a obsahov sodíka vo vode prameňov bratislavského masívu (tab. 1), potom chemickú denudáciu v oblasti kryštallinika Malých Karpát možno vyjadriť nasledujúcimi hodnotami:

7, resp. 25 mm/1000 rokov pre stanicu Červený Most,

4 až 11 mm/1000 rokov pre stanicu Sparská.

Z uvedeného vidieť, že bližšie k hodnotám priemernej chemickej denudácie kontinentov sú hodnoty, ktoré sme získali výpočtom uvažujúcim priemerný špecifický podzemný odtok.

Naše výsledky treba pokladať iba za úvodné štádium stanovovania presnejších hodnôt intenzity chemickej denudácie v kryštaliniku Západných Karpát. Presnejšie výsledky bude možno získať iba podrobnejším výskumom hmotovej geochemickej bilancie v experimentálnych povodiach, ktorý sa v súčasnosti začal v rámci výskumných úloh GÚDŠ Bratislava.

Význam tohto štúdia pre mnohé oblasti ľudskej činnosti možno dokumentovať zistením (Moldan — Pačes, 1980), že v poľných (odlesnených) oblastiach sa intenzita chemickej denudácie oproti zalesneným zväčšuje až 15-krát. Uvedené údaje sú potrebné pre hydrogeochémiu (kvantifikácia mineralizačných procesov vody), ale aj pre celkový výskum exogénnych geochemických procesov v našich prírodných podmienkach, ktorý sa dostáva do popredia aj v súvislosti s rozvojom základného výskumu životného prostredia (stanovovanie a kvantifikácia geochemických cyklov jednotlivých prvkov, hlavne biogénnych a pod.).

Recenzoval M. Harman

LITERATÚRA

- Dovina, V. 1979: Hydrogeologická charakteristika kryštalinika Západných Karpát. *Manuskript — GÚDŠ Bratislava*, 216 s.
- Feth, J. H. — Roberson, C. E. — Polzer, W. L. 1964: Sources of mineral constituents in water from granitic rocks, Sierra Nevada, California and Nevada. *U. S. Geol. Water Supply Paper*, 1535, 70 p.
- Garrels, R. M. — Mackenzie, F. T. 1970: Evolution of sedimentary rocks. *New York, Norton*, 270 p.
- Gazda, S. — Kovařík, K. — Bodiš, D. — Vrana, K. 1980: Rozpracovanie metód ochrany podzemných vôd pred znečistením. *Manuskript — GÚDŠ Bratislava*, 52 s.
- Helgeson, H. C. — Garrels, R. M. — Mackenzie, F. T. 1969: Evaluation of irreversible reactions in geochemical processes involving minerals and aqueous solutions. II. Applications. *Geochim. cosmochim. Acta (London)*, 33, pp. 455—481.
- Likens, G. E. — Bormann, F. H. — Pierce, R. S. — Eaton, J. S. — Johnson, N. M. 1977: Biochemistry of a forested ecosystem. *New York, Springer-Verlag*, 146 p.
- Moldan, B. — Pačes, T. 1980: Biogeochemický oběh prvků v zemědělsky a vodohospodářsky využívané krajině. *Manuskript — ÚÚG Praha*, 78 s.
- Pereľman, A. I. 1975: Geochimija landšafta. *Moskva, Izd. Vyssaja škola*, 270 s.
- Pulina, M. 1972: A comment on present-day chemical denudation in Poland. *Geogr. Polonica (Wroclaw)*, 23, 60 p.
- Vrana, K. 1981: Geochemické štúdium vôd v procese chemického zvetrávania kryštalických hornín Malých Karpát. *Manuskript — Katedra geochémie a mineralógie PFUK Bratislava*, 150 s.
- Zverev, V. P. 1973: Hydrogeochemical criteria and quantitative evaluation of matter mobilization in the process of lithogenesis. *Inter. Geoch. Congr. 1st, IV, 1, Moscow*, pp. 293—301.
- Zverev, V. P. 1974: Migracija chimičeskich elementov v podzemnyh vodach SSSR. *Moskva, Izd. Nauka*, 236 s.

Rough estimation of the intensity of chemical denudation in the crystalline of the Little Carpathians

KAMIL VRANA — STANISLAV GAZDA

Detailed investigations over mineralization processes in waters and of chemical weathering processes in crystalline rocks of the Little Carpathians (Gazda et al., 1980, Vrana, 1981) demonstrated that there is possibility to use hydrogeochemical data for a rough evaluation of the intensity of chemical weathering in the respective rocks.

The calculation is based on the condition that all sodium diluted in waters of the area is derived from hydrolytic dissolution of plagioclase (An_{20}) composing 35 volume per cent of granodiorite. As allochthonous sodium are assumed only amounts proved in precipitations within the respective territory.

The calculation in the whole is evident from Tab. 1. According to the various cases assumed, the most representative values of chemical denudation may be counted for the

data obtained from average water passage of the Bystrica brook in years 1930—1974 (Červený most station), from average specific groundwater passage in years 1968—1977 and from sodium contents in spring-waters of the Bratislava granitoid massif (Tab. 1). The intensity of chemical weathering calculated in this manner is 7 and 25 mm/1,000 years respectively for the Červený most station 4 and 11 mm/1,000 years for the Spariská station.

Indicated results represent only preliminary stage to the assessment of exact values on the intensity of chemical weathering in conditions of crystalline rocks of the Little Carpathians what will be based on detailed investigations of geochemical material balance in experimental drainage systems.

Preložil I. Varga