

ALICJA KASPRZYK

Państwowy Instytut Geologiczny

ZAWARTOŚĆ STRONTU W MIOCEŃSKICH SKAŁACH GIPSOWYCH W REJONIE STASZOWSKIM

UKD 550.42:546.42]:551.782.1(438.132)

Stront jest pierwiastkiem powszechnie towarzyszącym miocenijskim osadom ewaporatowym zapadliska przedkarpackiego. Występuje on zarówno w skałach siarczanowych i węglanowych brzeżnej strefy zapadliska przedkarpackiego (11, 15, 22, 17, 19, 8) jak i w soli kamiennej jego centralnej części (21).

Warunki koncentracji strontu w osadach chemicznych miocenu, aczkolwiek od dawna badane, nie są jeszcze w pełni poznane. Przypuszcza się, że pewne nagromadzenia tego pierwiastka powstały w procesie ewaporacji zachodzącym w zbiorniku miocenijskim. Stront wytrącał się z roztworu tworząc własne fazy

mineralne, głównie w etapie przejściowym pomiędzy krystalizacją węglanów i siarczanów wapnia (13, 27), bądź też – jak sądzą O. Braitsch (1), G.P. Butler (2), E. Usdowski (26), A. Nadler i M. Magaritz (14) – w końcowej fazie krystalizacji siarczanów oraz na początku krystalizacji halitu. W trakcie ewaporacji znaczna ilość strontu uległa izomorficznemu rozproszeniu w siarczanach wapnia.

Przedmiotem dotychczasowych zainteresowań geologów były głównie węglanowe utwory pogipsowe, w których stwierdzono wysoką zawartość strontu dochodzącą do 42% oraz udokumentowano złożowe zasoby rudy

strontu w Czarkowych (12, 25, 20, 9, 17, 16). Mniej uwagi w aspekcie strontonośności poświęcano dotąd skałom macierzystym dla złóż siarki i strontu, to jest skałom siarczanowym.

W latach 1980–1987 w Oddziale Świętokrzyskim Państwowego Instytutu Geologicznego w Kielcach autorka prowadziła, we współpracy z doc. dr T. Osmólskim z Zakładu Geologii Złóż Surowców Chemicznych PIG w Warszawie, badania geologiczno-surowcowe mioceni-
skich osadów siarczanowych północnej strefy brzeżnej zapadliska przedkarpaccyego na obszarze między Chmielnikiem a Tarnobrzegiem. Wynikiem pierwszego etapu badań (lata 1980–82) było wytypowanie obszarów perspektywicznych do dalszych poszukiwań strontu oraz wstępne określenie warunków koncentracji tego pierwiastka w profilu mioceni-
skich osadów chemicznych (3, 4, 8).

Dalsze badania wykonywane przez autorkę w rejonie staszowskim (między Chmielnikiem a Staszowem, ryc. 1) w latach 1984–1986 dostarczyły nowych danych odnośnie mineralizacji strontowej i jej związku z litologicznym wykształceniem osadów siarczanowych, a ich prezentacja jest przedmiotem niniejszego opracowania.

Autorka pragnie serdecznie podziękować dr E. Pili-chowskiej za dyskusję, dotyczącą zagadnień mineralogicznych, doc. dr hab. T.M. Perytowi za uwagi krytyczne po przeczytaniu rękopisu oraz Pani T. Moszczyńskiej za wykreślenie rysunków.

CHARAKTERYSTYKA LITOLOGICZNA OSADÓW SIARCZANOWYCH

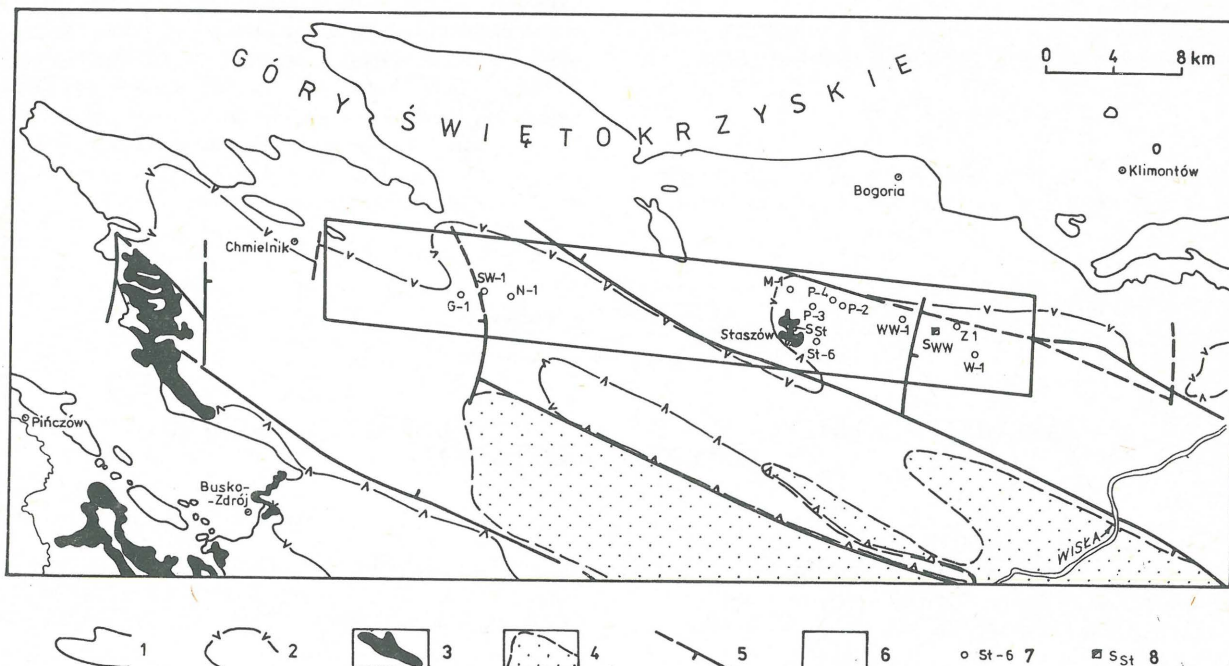
Zmienność wykształcenia osadów siarczanowych znajduje wyraźne odzwierciedlenie w przestrzennym roz-

mieszczeniu koncentracji strontu (12, 2, 22, 24, 8). Dlatego też szczegółowe badania skał gipsowych, ściśle związane z ich badaniami geochemicznymi, stanowiły punkt wyjścia do rozważań nad warunkami występowania strontu i ich zróżnicowaniem w profilu sekwencji gipsowej rejonu staszowskiego.

Charakterystykę odmian litologicznych utworów gipsowych i węglanowych oraz ich następstwo w profilu osadów chemicznych na obszarze między Chmielnikiem a Staszowem autorka omówiła szerzej we wcześniejszych publikacjach (5, 6, 7). Niżej przedstawiono główne cechy wykształcenia tych skał, ukazując na ich tle prawidłowości rozmieszczenia strontu.

Zróżnicowanie litologiczne osadów siarczanowych miocenu w rejonie staszowskim jest wyrażone bogactwem struktur skał oraz dużą zmiennością składu chemicznego. Osady te tworzą charakterystyczną sekwencję 16 litotypów (oznaczonych na ryc. 2 od a do o), odznaczających się stałością wykształcenia. Reprezentują je różnorodne odmiany skał gipsowych wraz z przerostami skał ilastych i ilasto-mułowcowych. Podstawowe odmiany skał gipsowych to: selenitowe, selenitowo-mikrytowe i mikrytowe oraz brekcje gipsowe, w obrębie których wyróżniono wiele dalszych odmian litologicznych skał gipsowych (5, 7).

Sekwencję mioceni-
skich osadów siarczanowych w rejonie staszowskim rozpoczynają selenitowe skały gipsowe szklicowe, reprezentujące litotyp a (ryc. 2), lokalnie podścielone ciekłą warstewką ilitu lub rytmitu gipsowo-ilastego. Przykryte są warstwami mikrytowych i selenitowych skał gipsowych z wkładkami skał gipsowych o strukturach stromatolitowych (litotypy b, c, d, e). Wyżej w profilu występują selenitowe skały gipsowe szkieletowe (litotyp f), zbudowane z kilkucentym-



Ryc. 1. Zasięg osadów siarczanowych miocenu w południowym obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich (wg 10, uzupełnione)

1 – zasięg osadów mioceni-
skich, 2 – zasięg osadów siarczanowych, 3 – wychodnie skał gipsowych, 4 – zasięg anhydrytów i dehydrytów, 5 – ważniejsze uskoki, 6 – obszar badań, 7 – otwór wiertniczy i jego symbol, 8 – szybk i jego symbol

Fig. 1. Extent of Miocene sulphate deposits of the southern border of Holy Cross Mts (after 10, simplified)

1 – extent of Miocene deposits, 2 – extent of sulphate deposits, 3 – outcrops of gypsum rocks, 4 – extent of anhydrites and dehydrites, 5 – important faults, 6 – area studied, 7 – borehole and its symbol, 8 – hole and its symbol

trowych selenitów chaotycznie wzajemnie się zrastających i przerastających. Ku stropowi skały te stopniowo przechodzą w selenitowe skały gipsowe szablaste (litotypy g, i) z silnie wydłużonymi (ponad 15 cm długości), skośnie, często jednorodnie zakrzywionymi selenitami. Selenitowe skały gipsowe szkieletowe i szablaste wykazują wyraźne uławicenie, podkreślone obecnością przewarstwień mikrytowych skał gipsowych, zazwyczaj drobno, faliście laminowanych. Jedno z tych przewarstwień wyróżniające się największą grubością (do 30 cm), tworzy litotyp h.

Wyżej w profilu występują mikrytowe skały gipsowe alabastrowe, marmurkowe i smugowane, lokalnie laminowane, reprezentujące litotypy j i l, z wkładkami skał ilastych i mułowcowo-ilastych, brekcji gipsowych lub skał gipsowych silnie zailonych (litotypy k, l). Górną część sekwencji gipsowej rejonu staszowskiego budują mikrytowe i selenitowo-mikrytowe skały gipsowe z poziomami brekcji gipsowych (litotypy m, n, o).

Ponad kompleksem skał gipsowych w kilku otworach stwierdzono skały pogipsowe, reprezentowane przez wapień porowate, wapień brekcyjowy, wapień grubo laminowane iłem oraz margle. Zachowują one wyraźne struktury i tekstury pierwotnych skał gipsowych.

STRONT W PROFILU OSADÓW SIARCZANOWYCH

Szczegółowa geochemiczna analiza zawartości strontu w profilu skał gipsowych w rejonie staszowskim wykazała, że stront jest stałym, typowym i wykrywalnym w każdej próbce (o zawartości >0,001% Sr) pierwotnym

LITOTYP	MIAŻSZOŚĆ (m) od - do	LITOLOGIA	ZAWARTOŚĆ Sr (%)	
			od - do	średnia
o	2,90 - 4,20	miG laminowana i se-miG z wprysnięciami i skupieniami selenitów	0,18 - 0,58	0,35
n	0,70 - 5,85	brekcja gipsowa o spoiwie mikrytowym gipsowo-węglanowym	0,16 - 1,95	0,67
m	2,00 - 3,88	se-miG i miG smugowana i laminowana ze skupieniami selenitowymi	0,11 - 0,43	0,85
ł	0,35 - 1,58	iłowiec marglisty drobno laminowany lub brekcja gipsowa	0,14 - 1,23	0,47
l	0,50 - 2,65	miG smugowana i laminowana	0,11 - 0,55	0,32
k	0,10 - 2,50	iłowiec marglisty lub brekcja gipsowa	1,91 - 3,43	2,35
j	1,10 - 3,55	miG marmurkowa i smugowana	0,27 - 1,00	0,47
i	1,95 - 7,80	seG grubo- i wielokryształiczna szablasta	0,20 - 1,24	0,62
h	0,10 - 0,30	miG drobno laminowana	0,20 - 3,54	0,94
g	1,90 - 7,20	seG grubo- i wielokryształiczna szablasta z przewarstwieniami miG	0,19 - 1,41	0,80
f	0,80 - 5,15	seG grubo- i wielokryształiczna szkieletowa	0,18 - 2,22	1,07
e	0,85 - 2,70	se-miG stramatolitowa	0,16 - 0,40	0,24
d	0,90 - 2,90	seG z przewarstwieniami miG i se-miG	0,17 - 0,50	0,26
c	0,25 - 0,50	miG alabastrowa	0,11 - 0,43	0,24
b	0,50 - 3,34	seG grubokryształiczna z przewarstwieniami miG i se-miG	0,14 - 1,29	0,51
a	1,85 - 5,20	seG wielokryształiczna szkieletowa	0,25 - 1,67	0,57

seG - selenitowa skała gipsowa
se-miG - selenitowo-mikrytowa skała gipsowa
miG - mikrytowa skała gipsowa

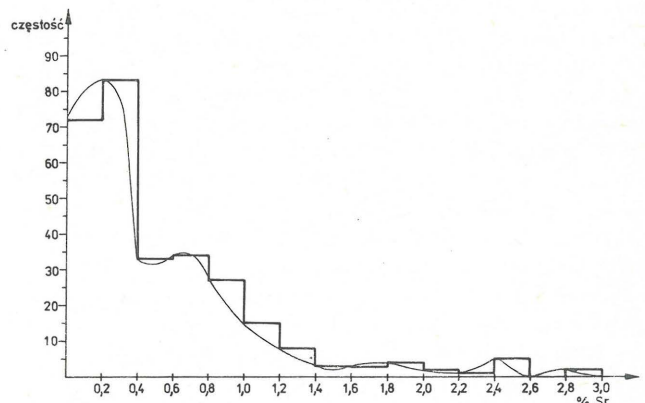
Ryc. 2. Zawartość strontu w profilu osadów siarczanowych rejonu staszowskiego

Fig. 2. Strontium content in the profile of sulphate deposits of Staszów region

składnikiem tych skał. Wskazują na to wyniki 319 oznaczeń zawartości Sr przeprowadzonych metodą rentgenowskiej analizy fluorescencyjnej w Zakładzie Geochemii i Chemii Analitycznej PIG w Warszawie. Próbkę do badań pobierano z rdzeni wieńcicznych oraz ze ścian odsłonięć w sposób ciągły, bruzdowo, uwzględniając różnicowanie litologiczne skał. Taki sposób opróbowania umożliwił prześledzenie zmienności rozmieszczenia strontu w rozpozniomowanych litologicznie profilach osadów siarczanowych.

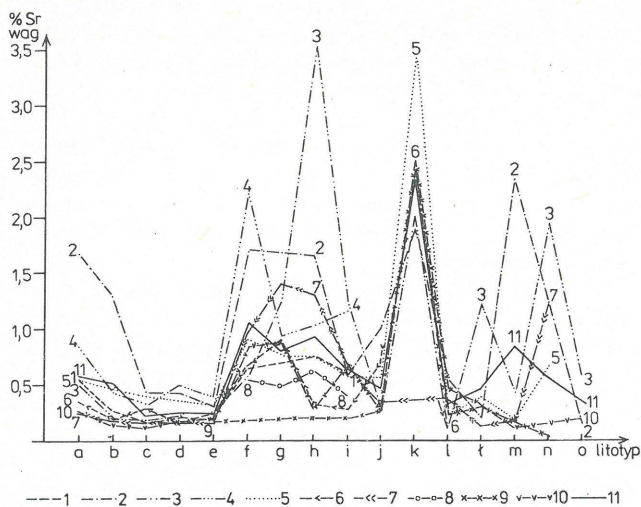
Rozkład częstości zawartości strontu w obrębie tych utworów, przedstawiony w układzie: częstość i zawartość strontu w pojedynczych próbkach bruzdowych, ma charakter wielomodalny (ryc. 3). Swym kształtem jest on zbliżony do rozkładu gamma i obrazuje stopniowe zmniejszanie się koncentracji strontu. W przeważającej liczbie badanych próbek zawartość strontu nie przekracza 0,4%. Zawartość ponad 3% Sr stwierdzono w czterech próbkach, reprezentujących skały ilaste oraz mikrytowe, laminowane skały gipsowe. Zawartość strontu, jaką rejestrowano w pojedynczych próbkach w skałach gipsowych oraz w przewarstwiających je utworach ilasto-marglistych, są zawarte w szerokim przedziale zmienności od 0,08 do 5,13%. Po wyeliminowaniu wkładek ilastych zawartość strontu nie przekracza 3,54% i jest porównywalna z wynikami otrzymanymi przez badaczy radzieckich dla osadów siarczanowych ukraińskiej części zapadliska przedkarpackiego (22). Podana przez nich zawartość strontu zamyka się w przedziale od setnych części procenta do 2%.

Zależność między zawartością strontu a litologicznym wykształceniem skał w profilu osadów siarczanowych rejonu staszowskiego przedstawiona jest na ryc. 2 i 4. Na ryc. 2 zamieszczono ekstremalną i średnią zawartość strontu w sekwencji litotypów (od a do o), wydzielonych w profilach dziesięciu wierceń, a wartości średnie dla poszczególnych litotypów graficznie przedstawia ryc. 4. Spośród 16 litotypów (a - o) szczególnie wysoką koncentracją strontu wyróżnia się litotyp k. Stwierdzono w nim najwyższą zawartość strontu (5,13% w pojedynczej próbce) przy średniej 2,35% Sr. Lokalnie notowano podwyższoną zawartość strontu również w mikrytowych skałach gipsowych (3,54% Sr - litotyp h w otw. Niwa 1), w obrębie brekcji gipsowych (1,95% Sr - litotyp n w otw. Niwa 1), a także w skałach gipsowych szkieletowych i szablastych (2,22% Sr - litotyp f w otw. Maleniec 1; 1,41% Sr - litotyp g w otw. Staszów 6).



Ryc. 3. Histogram zawartości strontu w osadach siarczanowych rejonu staszowskiego

Fig. 3. Histogram of strontium content in sulphate deposits of Staszów region



Ryc. 4. Zmienność zawartości strontu w sekwencji litotypów (a-o), wydzielonych w profilach wierceń w rejonie staszowskim

Otwory wiertnicze: 1 - Grabie 1, 2 - Stara Wieś 1, 3 - Niwa 1, 4 - Maleniec 1, 5 - Pocieszka 3, 6 - Pocieszka 4, 7 - Staszów 6, 8 - Wola Wiśniowska 1, 9 - Zawada 1, 10 - Wiązownica 1, 11 - wartości średnie dla 10 otworów

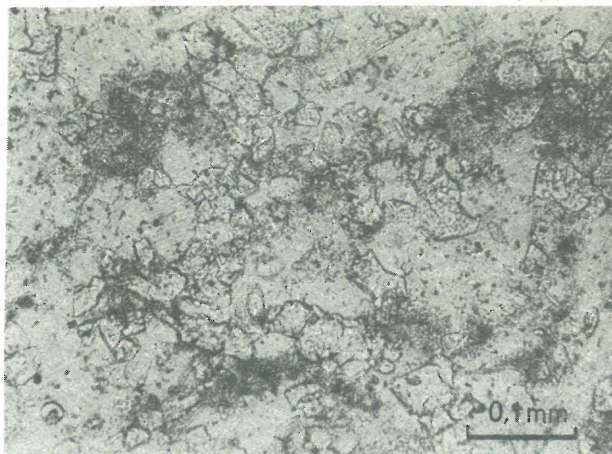
Fig. 4. Variability of strontium content in the sequence of lithotypes (a-o) which were distinguished in the borehole profiles of Staszów region

Boreholes: 1 - Grabie 1, 2 - Stara Wieś 1, 3 - Niwa 1, 3 - Niwa 1, 4 - Maleniec 1, 5 - Pocieszka 3, 6 - Pocieszka 4, 7 - Staszów 6, 8 - Wola Wiśniowska 1, 9 - Zawada 1, 10 - Wiązownica 1, 11 - average value of 10 boreholes

W badaniach mikroskopowych w obrębie tych skał obserwowano drobne kryształy celestynu, wielkości do 0,17 mm, o pokroju blaszkowym, słupkowym lub pręcikowym (ryc. 5). Pręcikowe i słupkowe, automorficzne kryształy celestynu nie przekraczają 0,03 mm długości. Występują one na powierzchni kryształów gipsu w formie pojedynczych kryształów lub w agregatach (ryc. 6), niekiedy promienistych i wiązkowych przypominających skupienia typu szczotek krystalicznych (ryc. 8, 9), bądź też tworzą wraz z substancją węglanowo-iłastą wypełnienia wolnych przestrzeni interstycyjnych (ryc. 7).

Najniższą średnią zawartość Sr wykazują litotypy c, d i e. Reprezentujące je skały gipsowe odznaczają się wysoką zawartością $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ oraz stosunkowo małym udziałem CaCO_3 i części nierozpuszczalnych w HCl (7). Wydaje się być regułą, że zawartość Sr w profilu osadów chemicznych wzrasta wraz ze zwiększającym się udziałem węglanów oraz domieszki minerałów ilastych (przy założeniu, że minerały ilaste stanowią główny składnik części nierozpuszczalnych w HCl). Jest to zgodne z wcześniejszymi obserwacjami, poczynionymi przez A. Kasprzyk i T. Osmólskiego (8). Wzbogacone w minerały ilaste rezydualne produkty rozpuszczania skał gipsowych rejonu nadnidziańskiego wykazują podwyższoną zawartość strontu osiągnającą 7,6% (12, 19).

Reprezentatywność opróbowania oraz duża liczba analiz stanowiły podstawę wyliczenia średniej zawartości strontu w osadach siarczanowych rejonu staszowskiego. Wynosi ona 0,67% Sr, co znacznie przewyższa wartości średnie dla osadów siarczanowych w różnych innych formacjach ewaporatowych, przyjmowane przez G. Müllera (13) na 0,23% Sr, a według G.P. Butlera (2) nie przekraczające 0,25%. Obliczona średnia jest jednocześnie



Ryc. 5. Skupienia blaszkowych i pręcikowych kryształów celestynu (szare) w skale gipsowej. Litotyp h. Otw. Niwa 1, głęb. 61,65 m; nikole równoległe

Fig. 5. Concentration of lamellar and rod-shaped crystals of celestine (grey) in gypsum. Lithotype h. Borehole Niwa 1, depth 61.65 m, parallel polars



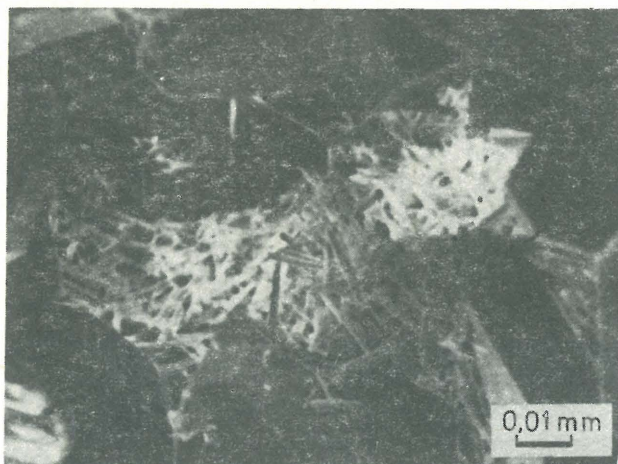
Ryc. 6. Promieniste agregaty kryształów celestynu wokół skupień mikrytu węglanowo-iłastego w wapieniu pogipsowym. Otw. Niwa 1, głęb. 41,5 m; nikole równoległe

Fig. 6. Radial aggregates of celestine crystals around the concentrations of carbonate-clayey micrite in limestone after gypsum. Borehole Niwa 1, depth 41.5 m, parallel polars

nie ponad 3-krotnie wyższa od wartości uzyskanych przez J. Parafiniuka (19) dla skał gipsowych rejonu nadnidziańskiego (150 analiz) oraz pochodzących z obszarów złóż siarki rodzimej w okolicach Tarnobrzega (40 analiz). Według tego autora miocieńskie skały gipsowe zapadliska przedkarpaccy zawierają średnio 0,18% Sr.

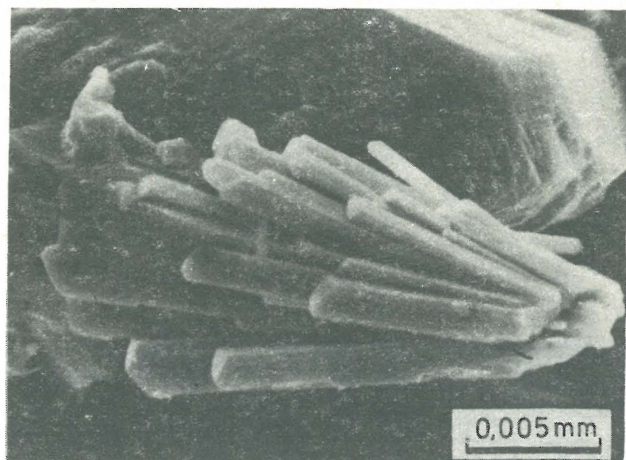
Wysoką zawartość strontu osiągnającą 5,89%, stwierdzono w obrębie ilów bitumicznych, podścielających osady siarczanowe w otworach: Pocieszka 3 (gl. 64,36-64,4 m) oraz Grabie 1 (głęb. 60,0-60,04 m). Wartości tych nie uwzględniono podczas obliczania średniej zawartości strontu dla kompleksu gipsowego.

Głównym przedmiotem zainteresowania autorki były pierwotne skały gipsowe o zawartości strontu nie przekraczającej 3,6%. Znacznie bogatsze w ten pierwiastek są pogipsowe utwory węglanowe, w których zawartość strontu zmienia się od 0,04 do 7,59%. Podobne koncentracje strontu stwierdzano w wapieniach pogipsowych, towarzyszących złożom siarki rodzimej w miocenie pół-



Ryc. 7. Skupienie pręcikowych kryształów celestynu w skale gipsowej drobnokrystalicznej. Litotyp h. Otw. Niwa 1, głęb. 61,6 m; SEM

Fig. 7. Concentration of rod-shaped crystals of celestine in finely crystalline gypsum. Lithotype h. Borehole Niwa 1, depth 61.6 m, SEM



Ryc. 9. Pręcikowe kryształy celestynu w skupieniu wiązkowym. Fragment skały przedstawionej na ryc. 7. Otw. Niwa 1, głęb. 61,6 m; SEM

Fig. 9. Rod-shaped crystals of celestine in cluster concentration. A fragment of rock shown in Fig. 7. Borehole Niwa 1, depth 61.6 m, SEM



Ryc. 8. Skała gipsowa drobnokrystaliczna z pręcikowymi kryształami celestynu. Obraz ogólny dla ryc. 8. Litotyp h. Otw. Niwa 1, głęb. 61,6 m; SEM

Fig. 8. Finely crystalline gypsum with rod-shaped celestine crystals. General view of Fig. 8. Lithotype h. Borehole Niwa 1, depth 61.6 m, SEM

nocnej części zapadliska przedkarpackiego (12, 17, 16, 19). W rejonie staszowskim najwyższą zawartość strontu stwierdzono w obrębie skał węglanowych, występujących nad kompleksem skał gipsowych na głębokości 39,5–43,3 m w otworze Niwa 1. Skały węglanowe – wapień brekcyjne oraz wapień porowate, niekiedy silnie zailone, lokalnie przechodzące w margle – zawierają średnio 73,41% CaCO_3 oraz 21,64% części nierozpuszczalnych w HCl. Niekiedy zachowują one struktury i tekstury pierwotnych skał gipsowych.

W obrębie wapieni obserwowano relikty kryształów gipsu o nieregularnych, silnie postrzępionych zarysach. Ich obecność znajduje odzwierciedlenie w wynikach analiz chemicznych, wskazujących w pojedynczych próbkach na udział 1,96–12,62% $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Badane skały węglanowe zawierają niewielkie (do 3 mm średnicy) nieregularne, niekiedy soczewkowe skupienia celestynu. Szczegółowe badania mikroskopowe wykazały, że celestyn występuje w nich w formie drobnych (do

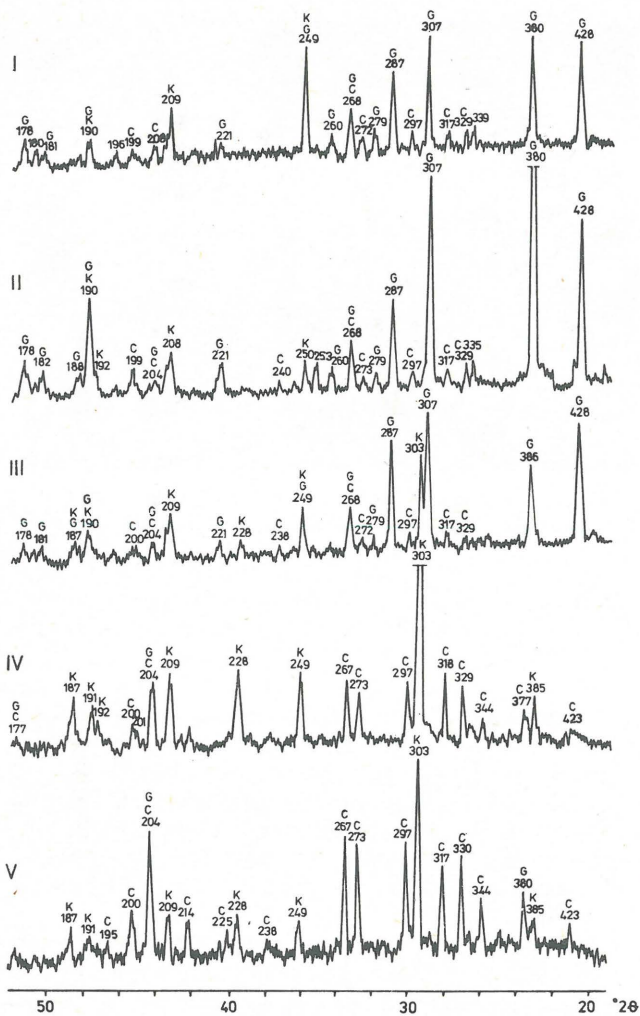
0,15 mm średnicy), słupkowych kryształów, rozproszonych w całej masie skały węglanowej, często w obrębie smug ilasto-węglanowych, bądź też tworzących wokół skupień mikrytu węglanowo-ilastego promieniste agregaty krystaliczne do 3 mm średnicy (ryc. 6). W obrębie tych skał w interwale o grubości 3,8 m stwierdzono koncentracje strontu od 2,82% do 7,59% (średnio dla całego interwału 6,33% Sr).

W Staszowie wapień pogipsowe tworzą nieregularne płyty, lokalnie przykrywające osady siarczanowe w obrębie ich wychodni. Zostały one udostępnione szybkim S_{Sr} . Na głębokości od 0,2 do 4,1 m występują tu wapień porowate, silnie kruche i rozsypliwie, lokalnie tworzące rumosz wapienno-marglisty, ku spągowi przechodzące w brekcję o obfitym spoiwie gipsowo-węglanowym. Skały te tworzą warstwę o grubości 3,9 m i o średniej zawartości 2,56% Sr (max. 7,4% Sr).

Wysokie koncentracje strontu w obrębie wapieni pogipsowych E. Pilichowska (20), W. Kowalski, T. Osmólski, E. Pilichowska (9) oraz T. Osmólski (16) tłumaczą uwalnianiem strontu związanego w pierwotnych skałach gipsowych w procesach ich metasomatycznego przeobrażenia, prowadzącego do powstania złoża siarki.

PODSUMOWANIE

Na podstawie dokonanych obserwacji i badań stwierdzić można, że stront w skałach gipsowych i węglanowych występuje w rozproszeniu, w formie domieszki izomorficznej bądź też tworzy własne fazy mineralne, spośród których dotąd rozpoznano jedynie celestyn. Jego obecność dokumentują zarówno obserwacje makro- i mikroskopowe jak i wyniki rentgenowskiej analizy fazowej (ryc. 10). W skałach gipsowych rozpoznano dwie generacje celestynu, z których starszą, prawdopodobnie syngenetyczną z gipsem reprezentują większe (średnica do 0,17 mm), kseno- i hipautomorficzne kryształy celestynu (ryc. 5). Pręcikowe i słupkowe, automorficzne kryształy celestynu towarzyszące skupieniom węglanowo-ilastym (ryc. 5, 7, 8, 9), tworzą młodszą generację, genetycznie związaną z procesami przemian dia- i epigenetycznych skał gipsowych.



Ryc. 10. Dyfraktogramy skal gipsowych (I, II, III) i skal węglanowych (IV, V)

G – gips, K – kalcyt, C – celestyn

Fig. 10. Diffractogram of gypsum (I, II, III) and carbonate rocks (IV, V)

G – gypsum, K – calcite, C – celestine

Zdaniem G.P. Butlera (2) i E. Usdowskiego (26) zawartość strontu wbudowanego w strukturę gipsu w formie domieszki izomorficznej nie przekracza 0,7%, natomiast powyżej tej granicznej wartości w kryształach gipsu występuje zarówno stront elementarny, jak i inkluzje mineralne celestynu. Drobne wrostki ziarn celestynu w kryształach gipsu zarejestrowano za pomocą mikros sondy elektronowej w obrębie skal gipsowych towarzyszących tarnobrzeskemu złożu siarki (23). Analizy w mikroobszarze przeprowadzone przez autorkę dla selenitów ze skal gipsowych o zawartości strontu powyżej 0,7% (otw. Grabie 1, głęb. 46,8 m i otw. Niwa 1, głęb. 61,6 m) nie wykazały obecności kryształów celestynu.

Podsumowując wyniki badań (ryc. 2, 3, 4) można stwierdzić, że stront występuje w całym profilu osadów chemicznych, z tendencją do wzrostu koncentracji w partiach silniej zanieczyszczonych węglanami lub substancją ilastą. Szczególnie wymownym tego przykładem jest podwyższona zawartość strontu w obrębie ilów i mułowców marglistych oraz w skałach gipsowych silnie zailonnych, reprezentujących litotyp k.

Czynniki regulujące rozkład zawartości strontu w profilu osadów siarczanowych nie są jeszcze w pełni poznane. Rezultaty badań sugerują, że związane są one zarówno z warunkami sedimentacji w zbiorniku ewaporatowym, jak sądzą F. Orti Cabo i in. (18), jak i z późniejszymi procesami, dia- i epigenetycznymi, determinującymi stabilność strontu w obrębie macierzystych skal gipsowych. Wśród tych czynników ważną rolę mogły odgrywać procesy krasowienia i rozpuszczania gipsów, prowadzące do uwalniania strontu i powstawania rezydualnych produktów rozpuszczania, wzbogaconych w ten pierwiastek.

LITERATURA

1. Braitsch O. – Salt Deposits – Their Origin and Composition. Springer Berlin, 1971 pp. 297.
2. Butler G.P. – [In:] B.H. Purser – The Persian Gulf. Springer Berlin, Heidelberg, New York, 1973 p.423–453.
3. Kasprzyk A. – Badania geologiczno-poszukiwawcze złóż strontu w miocenie południowego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich. Arch. Państw. Inst. Geol. Warszawa, 1982.
4. Kasprzyk A. – Kwart. Geol., 1983 nr 4 s. 888–889.
5. Kasprzyk A. – Ibidem, 1988 nr 2.
6. Kasprzyk A. – Ibidem, 1988 nr 4 (w druku).
7. Kasprzyk A. – Ibidem, (w druku).
8. Kasprzyk A., Osmólski T. – Biul. Państw. Inst. Geol., 1989 (w druku).
9. Kowalski W., Osmólski T., Pilichowska E. – Arch. Miner. 1980 nr 2 p. 29–46.
10. Kubica B. – Rozwój litofacjalny badeńskich osadów chemicznych między Chmielnikiem i Tarnobrzegiem. Arch. Państw. Inst. Geol. Warszawa, 1983.
11. Morawiecki A. – Prz. Geol., 1955 nr 3 s. 364–366.
12. Morawiecki A., Domaszewska T. – Arch. Miner., 1957 nr 1–2 s. 121–160.
13. Müller G. – Geologie Berlin, 1962 H. 35 pp. 90.
14. Nadler A., Magaritz M. – Develop. in Sediment., 1980 no. 28 p. 115–129.
15. Osmólski T. – Arch. Państw. Inst. Geol. Warszawa, 1978.
16. Osmólski T. – Prz. Geol., 1986 nr 7 s. 353–361.
17. Osmólski T., Pizon A., Uberta J. – Kwart. Geol., 1982 nr 2 s. 458–459.
18. Orti Cabo F., Pueyo Mur J.J., Geisler-Cussey D., Dulau N. – Rev. Inst. Inv. Geol. Dip. Prov. Barcelona, 1984 no. 38/39 p. 169–200.
19. Parafiniuk J. – Arch. Miner., 1987 nr 1 s. 87–143.
20. Pilichowska E. – Geochemia i mineralogia strontu w utworach siarkonośnych i odpadach poflotacyjnych rejonu Piaseczna–Machowa. Arch. Wyd. Geol. UW., 1979.
21. Prochazka K., Wala A., Wiewiórka J. – Pr. Miner., 1969 nr 18 ss. 62.
22. Roskosz J.T., Denisewicz A.N., Zelizna S.T. – Stroncju w sulfatnych parodach

- i siernych miastorozdzenij SSSR. Nauk. Dumka Kijew, 1979.
23. Ryka W. — Kwart. Geol., 1986 nr 3—4 s. 473—498.
 24. Siemińska B. — Geochemia i mineralogia gipsów niecki niziańskiej. Arch. IGMiP UW, 1982.
 25. Srebrodolski W.J. — Dopowidz. Akad. Nauk Ukr. SSR. Kijew, 1974 B nr 11.
 26. Usdowski E. — Contr. Mineral. and Petrol. Springer, 1973 vol. 38 p. 177—195.
 27. Żeriewcowa J.K., Wołkowa N.N. — Geochemija, 1966 nr 7 s. 832—845.

SUMMARY

Sulphate deposits of the Staszów region form a sequence of 16 lithotypes. The strontium content varies between 0.08% and 5.13%, averaging 0.67%. The greatest value was found in clayey and clayey-gypsum intercalations (2.35%), and increased strontium content was locally recorded within micrite gypsum, gypsum breccia and selenitic skeletal and sabre gypsum. High strontium content (5.89%) was found in bituminous clays which underlie sulphate deposits. In the section the strontium content increase parallel to increased carbonate and insoluble residue contents. The highest strontium concentration (6.33% in average) is related to limestones after gypsum. Strontium in gypsum and carbonate rocks occurs dispersed or forms its own mineral, celestine. Two

generations of celestine were recognized: the older syngenetic with gypsum and the younger related to diagenetic and epigenetic processes.

Translated by T. Peryt

РЕЗЮМЕ

Сульфатные осадки сташовского района образуют секвенцию 16-и литотипов. Содержание стронция в этих осадках изменяется с 0,8 до 5,13% (в среднем 0,67% Sr). Самое большое его содержание наблюдается в глинистых и глинисто-гипсовых вкладышах (в среднем 2,35% Sr). Повышенное содержание стронция отмечается местно в пределах микритовых гипсовых пород, в гипсовых брекчиях, а также в селенитовых гипсовых породах — скелетных и саблевидных. Большое содержание стронция (5,89% Sr) было установлено в битуминозных глинах, подстилающих сульфатные осадки.

В разрезе содержание стронция увеличением доли карбонатов и частей нерастворимых в HCl. Самую высокую концентрацию стронция (в среднем 6,33%) отмечается в пределах послегипсовых известняков. В гипсовых и карбонатных породах стронций находится в рассеянном состоянии или же образует собственный минерал — целестин. Определены две генерации целестина: старшая, сингенетическая с гипсом и младшая, связанная с процессами диа- и эпигенетических превращений гипсовых пород.