

Mieczysław F. PAZDUR

Włodzimierz MOŚCICKI

Anna PAZDUR

Andrzej ZASTAWNY

## POMIARY KONCENTRACJI C-14 WE WSPÓŁCZESNYCH STALAGMITACH I STALAKTYTACH

**Streszczenie.** W pracy przedstawiono wyniki pomiarów aktywności C-14 stalagmitów i stalaktytów utworzonych w latach 1966-1974. Mierzone próbki pobrano w jednej z kopalń głębinowych węgla kamiennego w miejscu wypływu wody o praktycznie zerowej aktywności C-14. Stwierdzono, że koncentracja C-14 węgla wytręconego w postaci stalagmitów i stalaktytów przekracza od 30 do 50 razy koncentrację C-14 kwaśnych węglanów rozpuszczonych w wodzie. Przedyskutowano mechanizmy prowadzące do tak wysokiej koncentracji C-14 oraz ich konsekwencje dla chronometrii metodą C-14.

### 1. WSTĘP

Klasykzna chronometria metodą C-14, wykorzystująca założenia sformułowane przez Libby'ego [1], ograniczała się do datowania takich substancji, jak drewno, węgiel drzewny, torf itp., a więc substancji, które mogą być uważane za układy zamknięte ze względu na obieg węgla w przyrodzie i dla których wartość początkowej koncentracji C-14 może być wyznaczona z dostateczną dokładnością. Rozszerzenie się klasy zagadnień praktycznych, rozwiązywanych za pomocą metody C-14, narzuciło jednak konieczność datowania bardziej kontrowersyjnych materiałów, takich jak gleby i różnego rodzaju osady węglanowe.

W szczególności w ostatnich latach dużo uwagi poświęca się próbom datowania jaskiniowych osadów węglanowych typu stalagmitów i stalaktyków [2-13]. Wyniki pomiarów koncentracji C-14 w stalaktytach i stalagmitach wykorzystano między innymi w badaniach zmian linii brzegowej Morza Śródziemnego [6] oraz w badaniach paleoklimatologicznych [13].

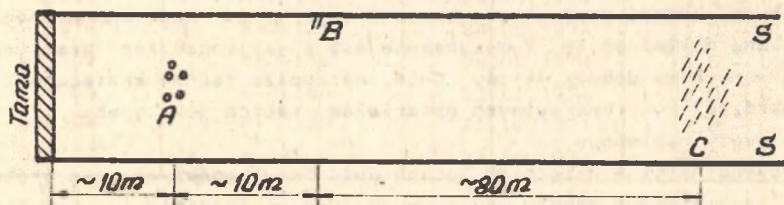
### 2. MECHANIZM POWSTAWANIA STALAKTYTÓW I STALAGMITÓW

Powszechnie przyjęty mechanizm powstawania nacieków węglanowych typu stalaktytów i stalagmitów jest stosunkowo prosty [13]: woda deszczowa, przesączając się przez biologicznie aktywne warstwy gleby, rozpuszcza dwu-

tlenek węgla pochodzący z wydychania korzeni roślin, a następnie przesączając się przez warstwy wapienne powoduje rozpuszczanie zawartego w nich  $\text{CaCO}_3$ . W wodzie zawarte są jony  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3$  oraz rozpuszczony dwutlenek węgla w równowadze termodynamicznej, uwarunkowanej ciśnieniem i temperaturą wody podczas przesączania się przez górotwór. W momencie wypływu wody do atmosfery (do naturalnej lub sztucznej jaskini lub na powierzchnię) zmienia się gwałtownie ciśnienie, a zatem i warunki równowagi termodynamicznej. Większość rozpuszczonego w wodzie dwutlenku węgla ulatnia się do atmosfery i następuje wytrącanie się kryształów  $\text{CaCO}_3$  w postaci stalagmitów, stalaktytów lub innych form węglanowych. Aktywność C-14 wytrąconego  $\text{CaCO}_3$  jest równa aktywności C-14 kwaśnych węglanów rozpuszczonych w wodzie. Wytrącony węglan może krystalizować w formie aragonitu lub kalcytu w zależności od warunków fizykochemicznych (temperatura otoczenia, obecność śladowych ilości innych jonów itp.) [14]. W przypadku, gdy osad wykrył w postaci metastabilnego aragonitu, może zachodzić powolna rekrytalizacja do stabilnej formy kalcytu [15].

### 3. CHARAKTERYSTYKA HYDROGEOLOGICZNA MIEJSCA POBORU PRÓBEK

Próbki stalagmitów i stalaktyków pobrano w sierpniu 1974 r. w jednej z kopalń głębinowych węgla kamiennego na terenie ROW w zamkniętej, nieuczęszczanej części chodnika na głębokości 400 m pod powierzchnią. Podczas pobierania próbek wody do pomiarów aktywności C-14 stwierdzono występowanie znacznej ilości form węglanowych na niewielkim obszarze w pobliżu jednego z trzech miejsc wypływu wody, wyodrębnionych w badanym chodniku.



Rys. 1. Szkic sytuacyjny miejsca poboru próbek

A, B, C - miejsca wypływu wody, S - obszary występowania nacieków węglanowych

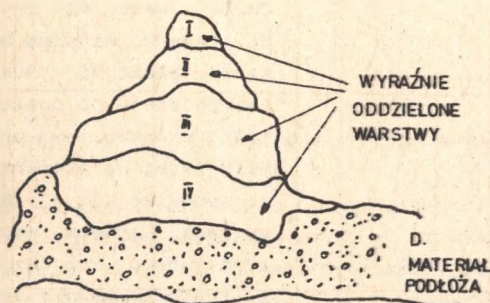
Na rys. 1 przedstawiono schematyczny szkic sytuacyjny miejsca poboru próbek. Symbole A, B i C oznaczają trzy oddzielne miejsca wypływu wody o nieco różnych własnościach fizykochemicznych - A oznacza silny, ujęty w kilka rur wypływ wody ze stropu. B jest stosunkowo słabym wypływem zasolonej wody z rury wpuszczonej w boczną ścianę chodnika. C jest silnym wypływem ze stropu, rozproszonym na przestrzeni kilku metrów kwadratowych.



Symbolem S oznaczono miejsca występowania stalaktytów i stalagmitów. Ich skupisko znajdowało się na obrzeżu obszaru silnego wypływu wody ze stropu, gdzie występowało powolne sączenie się wody ze stropu i bocznych ścian chodnika. Omawiany chodnik został wydrążony po roku 1965, zatem okres tworzenia się nacieków węglanowych przypada na lata 1966-1974.

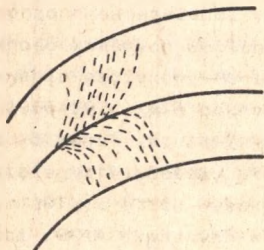
#### 4. OPIS MIERZONYCH PRÓBEK

Ze względu na brak wcześniejszych doświadczeń dotyczących sposobu postępowania z próbkami stalagmitów i stalaktytów podjęto środki ostrożności dla zredukowania kontaktu pobranych próbek z otoczeniem. Próbki po wysuszeniu przechowywano w szklanych słoikach lub woreczkach z folii polietylenowej. Masa suchych próbek wynosiła od 100 g do 250 g, długość pobranych stalaktytów sięgała do 15 cm, ich średnica u nasady wynosiła 1-3 cm. Rozmiary i kształty stalagmitów były bardzo zróżnicowane, z reguły były to jednak nieregularne stożki o wysokości od 5 cm do 10 cm i podobnej średnicy podstawy.



Rys. 2. Wygląd zewnętrzny Stalagmitu Stg 2

Wygląd zewnętrzny stalagmitu oznaczonego symbolem Stg 2 przedstawiono na rys. 2. Budowa zewnętrzna tej próbki wykazuje istnienie wyraźne wyodrębnionych warstw. Po przecięciu próbki Stg 2 wzdłuż płaszczyzny pionowej przechodzącej w przybliżeniu przez środek stalagmitu stwierdzono, że charakterystyczne nieregularności kształtu zewnętrznego znajdują swoje odbicie w budowie wewnętrznej. Na płaszczyźnie otrzymanej po przecięciu stalagmitu Stg 2 widoczne były wyraźnie oddzielone warstwy. Granica podziału między warstwami stanowiły stosunkowo regularne ciemne linie, ponadto w pobliżu granicy można było zaobserwować wyraźnie ukierunkowany, odmienny w sąsiednich warstwach, układ igiełkowatych kryształów, przedstawiony na rys. 3.



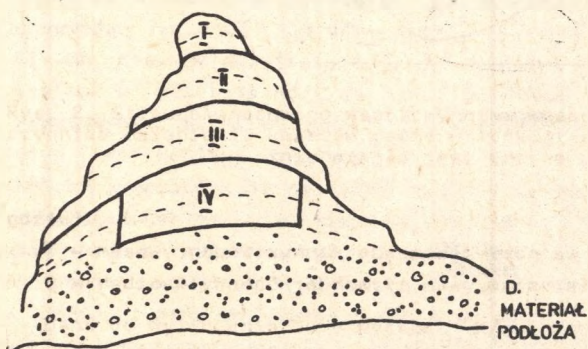
Rys. 3. Układ kryształów na granicy sąsiednich warstw stalagmitu Stg 2

Oprócz stalagmitu Stg 2 do pomiaru wzięto fragment stalaktytu Stk 0, mający kształt ściętego stożka, o średnicy wynoszącej ok. 1 cm i długości ok. 5 cm.

Stalaktyt Stk 0 zbudowany był z wyraźnie oddzielonych współosiowych warstw, otaczających kołową szczelinę przebiegającą centralnie przez cały badany fragment.

## 5. PREPARATYKA PRÓBEK I POMIARY

Pomiary aktywności C-14 wykonano dla dwutlenku węgla otrzymanego ze stalaktytu Stk 0 oraz z czterech warstw stalagmitu Stk 0 oraz z czterech warstw stalagmitu Stg 2. Dla wstępnego zorientowania się o zawartości



Rys. 4. Przekrój poprzeczny stalagmitu Stg 2 z zaznaczonymi oddzielnymi mierzonymi warstwami

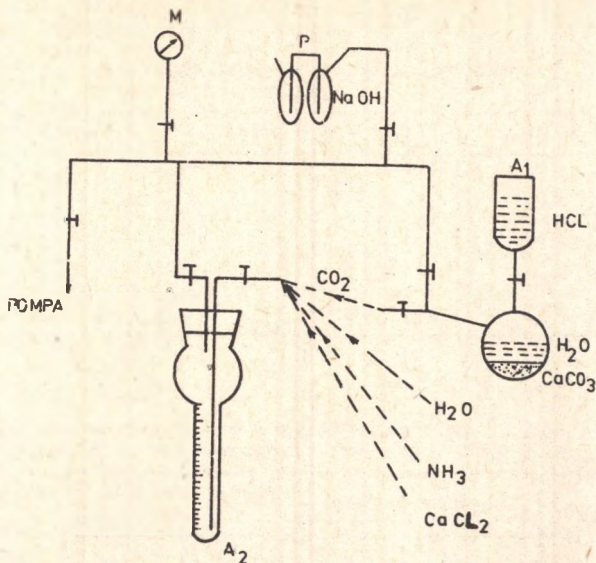
$\text{CaCO}_3$  w materiale próbek do preparatyki wzięto fragment stalaktytu Stk 0, bez podziału na poszczególne warstwy. Masa próbki wziętej do preparatyki wynosiła 33 g, masa suchego węglanu wapnia otrzymanego z próbki 20 g. Ponieważ podczas traktowania 1 n HCl próbka rozłożyła się całkowicie i nie pozostało żadnego nierozpuszczalnego w HCl osadu, można stwierdzić, że strata ilości mate-

riażu, wynosząca 39%, związana jest głównie ze stratami  $\text{CaCO}_3$  podczas jego płukania.

Kolejne warstwy stalagmitu Stg 2, przedstawiono na rys. 4, ścięto mechanicznie pilnikiem. Po zdjęciu warstwy odsłoniętą powierzchnię przemywano rozcieńczonym kwasem solnym i wodą destylowaną. Wstępny rozkład  $\text{CaCO}_3$  z kolejnych warstw stalagmitu Stg 2 i stalaktytu Stk 0 przeprowadzano w oddzielnej małej aparaturze próżniowej, stosowanej do wstępnego oczyszczenia  $\text{CaCO}_3$ , otrzymanego z próbek wody.

Schemat aparatury przedstawiono na rys. 5. Sproszkowany materiał próbki umieszczono wraz z niewielką ilością wody destylowanej w naczyniu reakcyjnym. Po odpompowaniu aparatury z powietrza do zbiornika wpuszczano powoli 1 n roztwór HCl z naczynia  $A_1$ .  $\text{CO}_2$ , powstający z rozkładu węglanów próbki, był absorbowany w nasyconym roztworze zasady amoniakalnej w naczyniu  $A_2$ . Ciśnienie  $\text{CO}_2$  podczas trwania reakcji kontrolowano za pomocą manometru M. Po zakończeniu reakcji do naczynia  $A_2$  wlewamy gorą-





Rys. 5. Schemat aparatury próżniowej do rozkładu węglanu stalagmitów

cy wodny roztwór  $\text{CaCl}_2$ , wytrącany osad  $\text{CaCO}_3$  płukano kilkakrotnie w gorącej wodzie destylowanej aż do uzyskania odczynu obojętnego. Otrzymany  $\text{CaCO}_3$  rozkładano przez traktowanie 1 n HCl w dużej aparaturze próżniowej, a  $\text{CO}_2$  pochodzący z próbki oczyszczano w standardowy sposób jak przy wszystkich pomiarach chronometrycznych [16].

Pomiary szybkości zliczeń C-14 wykonano za pomocą licznika proporcjonalnego L 1.

## 6. WYNIKI POMIARÓW

Wykonano 5 pomiarów szybkości zliczeń C-14 dla dwutlenku węgla otrzymanego z rozkładu stalaktytu Stk 0 oraz czterech warstw stalagmitu Stg 2, przedstawionych na rys. 4. W tabeli 1 przedstawiono wyniki pomiarów w procentach standardu aktywności C-14 współczesnej biosfery.

W miejscu pobrania próbek stalaktytów i stalagmitów wykonywano systematyczne pomiary aktywności C-14 kwaśnych węglanów rozpuszczonych w wodzie. W okresie od stycznia 1972 do listopada 1974 r. pobrano i zmierzono aktywność 16 próbek. Daty poboru próbek oraz wyniki pomiarów przedstawiono w tabeli 2 oraz na rys. 6. Zmierzone wartości aktywności C-14 kwaśnych węglanów rozpuszczonych w wodzie są znacznie niższe niż aktywności próbek stalaktytów i stalagmitów i nie wykazują żadnych zmian czasowych. Średnia wartość względnej koncentracji C-14 kwaśnych węglanów wynosi  $w = 2,0 \pm 0,3\%$  standardu ekstrapolowanej aktywności C-14 współczesnej biosfery.

Tabela 1

Wyniki pomiarów koncentracji C-14  
w próbkach stalagmitów i stalaktytów

Numer laboratoryjny	Symbol próbki	Aktywność względna %
Gd-288	Stg 2/I	100,3 ± 1,7
Gd-289	Stg 2/II	85,3 ± 1,6
Gd-290	Stg 2/III	74,8 ± 1,6
Gd-291	Stg 2/IV	59,1 ± 1,1
Gd-292	Stk 0	62,0 ± 1,3

Tabela 2

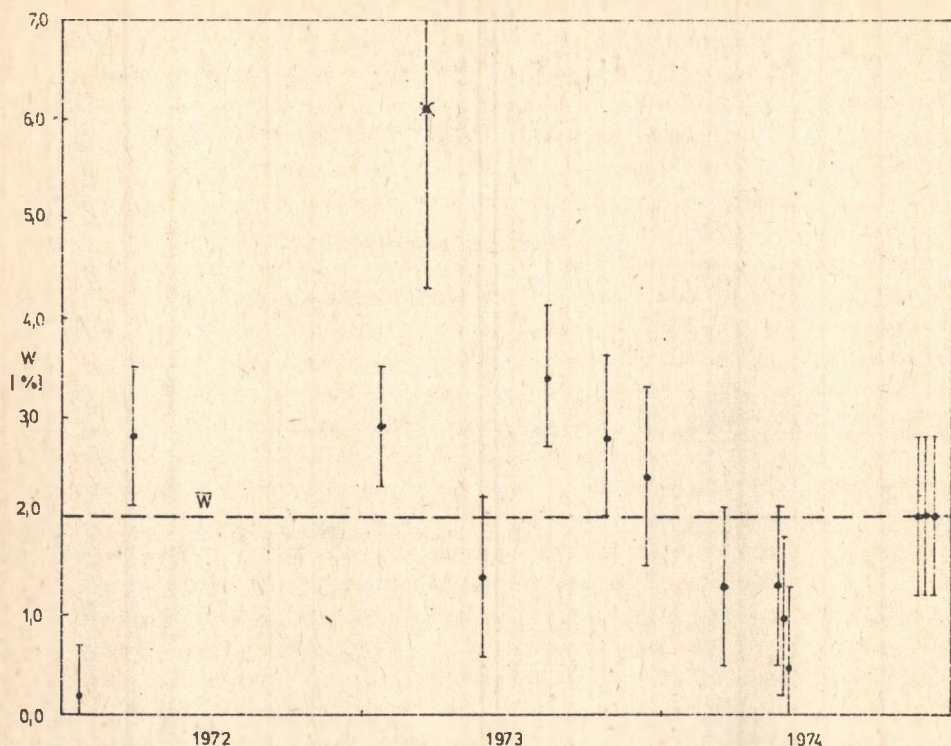
Wyniki pomiarów koncentracji C-14  
w kwaśnych węglanach rozpuszczonych w wodzie

Numer laboratoryjny	Symbol próbki	Data pobrania próbki	Aktywność względna %
Gd-99	R-J-1	25.01.1972	0,2 ± 0,5
Gd-111	R-J-2	28.03.1972	2,8 ± 0,7
Gd-147	R-J-3	12.10.1972	6,0
Gd-155	R-J-4	22.01.1973	2,9 ± 0,6
Gd-198	R-J-5	15.03.1973	6,1 ± 1,9
Gd-207	R-J-6	22.05.1973	1,4 ± 0,8
Gd-223	R-J-7	10.08.1973	3,4 ± 0,7
Gd-237	R-J-8	24.10.1973	2,8 ± 0,8
Gd-244	R-J-9	12.12.1973	2,4 ± 0,9
Gd-251	R-J-10	14.03.1974	1,3 ± 0,8
Gd-261	R-J-11A	24.05.1974	1,3 ± 0,8
Gd-270	R-J-12B	24.05.1974	1,0 ± 0,8
Gd-269	R-J-13C	24.05.1974	0,5 ± 0,8
Gd-305	R-J-14A	23.11.1974	2,0 ± 0,8
Gd-306	R-J-15B	23.11.1974	2,0 ± 0,8
Gd-307	R-J-16C	23.11.1974	2,0 ± 0,8

Oprócz powyższych pomiarów wykonano analizę rentgenowską sproszkowanego materiału próbki Stg 1. Fragment otrzymanego rentgenogramu przedstawiono na rys. 7. Tablicowe wartości odległości międzypłaszczyznowych dla kalcytu podano według podręcznika Mirkina [17].

Widoczna jest doskonała zgodność wartości  $d_{zmierz.$  i  $d_{tabl.}$  dla wszystkich zarejestrowanych linii. Na rysunku zaznaczono również kąt ugięcia odpowiadający najsilniejszej linii aragonitu. Pod względem krystalograficznym próbka Stg 1 przedstawia czysty kalcyt. Otrzymany rentgenogram porównywalny jest z rentgenogramami wzorcowych próbek kalcytu, stosowanych w rutynowych analizach strukturalnych [8].

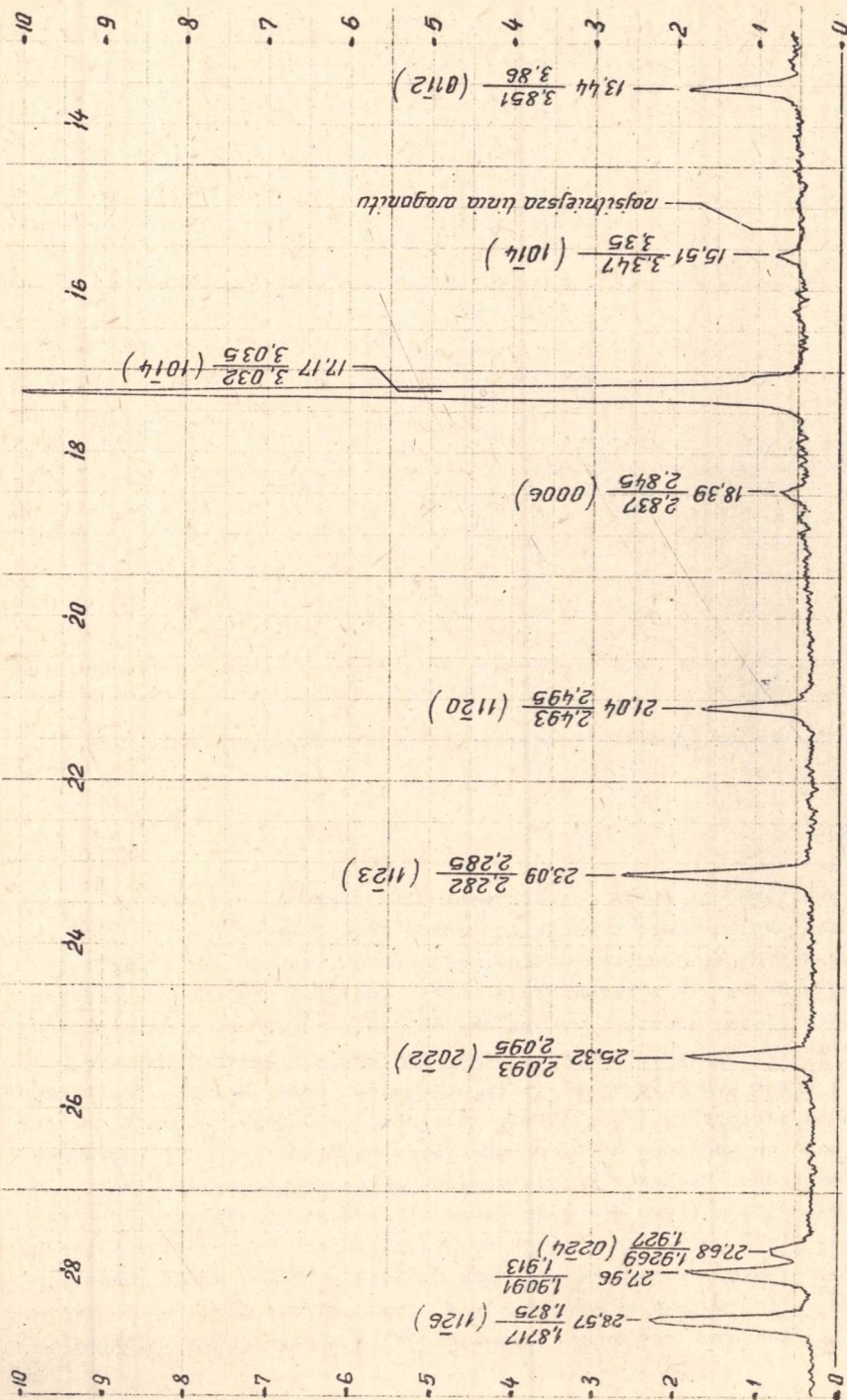




Rys. 6. Wyniki pomiarów koncentracji C-14 w kwaśnych węglanach

## 7. DYSKUSJA

Pomiary aktywności C-14 współcześnie utworzonych nacieków węglanowych z jaskiń Południowej Francji, wykonane przez Labryrie et al [13] wykazują, że aktywność początkowa form węglanowych, takich jak stalaktyty i stalagmity pokrywa się z aktywnością C-14 kwaśnych węglanów rozpuszczonych w wyciekającej wodzie i wynosi ok. 65% aktywności C-14 współczesnej biosfery. Wyniki opisane w obecnej pracy odbiegają w zasadniczy sposób od uzyskanych przez Labeyrie et al [13]. Aktywność C-14 kalcytu, z którego utworzone są stalagmity i stalaktyty jest ok. 30-50 razy większa niż aktywność kwaśnych węglanów otrzymanych z wody wypływającej w miejscu powstawania nacieków. Ponieważ przypuszczalny okres powstawania nacieków (lata 1966-1974) nie pokrywa się całkowicie z okresem, w którym pobierano próbki wody (lata 1972-1974), można by przypuszczać, że badane stalaktyty i stalagmity zostały utworzone w bardzo krótkim okresie czasu (przed rokiem 1972), a ich wysoka aktywność C-14 jest odzwierciedleniem aktywności C-14 kwaśnych węglanów rozpuszczonych w wypływającej wówczas wo-



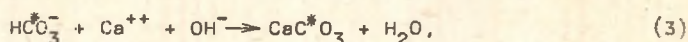
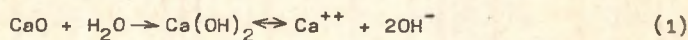
Rys. 7. Fragment rentgenogramu otrzymanego dla sproszkowanego staurolitu Stg 1. Dla każdej linii podano kąt ugięcia (w stopniach) oraz wartości odległości międzypłaszczyznowych (dzmierzone [ $\lambda$ ] dtablicowe [ $\text{\AA}$ ] oraz wskaźniki Millera. Do analizy użyto promieniowania K Cu; natężenie linii podane jest w jednostkach względnych (zakres  $4 \cdot 10^4$  imp./min.)



dzie. Hipotezie tej przeczy jednak fakt utrzymywania się koncentracji C-14 kwaśnych węglanów na niezmiennym, bardzo niskim poziomie i brak jakichkolwiek zauważalnych zmian czasowych w objętym pomiarami blisko trzyletnim przedziale czasu oraz to, że warstwy wcześniejsze (wewnętrzne) mają koncentrację C-14 mniejszą niż warstwy zewnętrzne, a więc późniejsze, przy czym aktywności skrajnych warstw różnią się dwukrotnie.

Jedyną hipotezą, w ramach której można wyjaśnić zarówno dużą różnicę koncentracji C-14 węglanu stalagmitów i kwaśnych węglanów rozpuszczonych w wodzie jak też rozkład koncentracji C-14 w przekroju stalagmitu Stg 2 jest wiązanie radioaktywnego węgla pochodzącego z atmosferycznego CO<sub>2</sub>. Jak wiadomo [20], pod koniec lat sześćdziesiątych i na początku siedemdziesiątych aktywność C-14 atmosferycznego CO<sub>2</sub>, w obszarach nie objętych efektem przemysłowym, wynosiła ok. 155% aktywności nieskażonej biosfery. Biorąc pod uwagę fakt, że pobrane próbki stalagmitów i stalaktytów pochodzą z rejonu wielkoprzemysłowego, gdzie rozcieńczenie radioaktywnego CO<sub>2</sub> pochodzącego z wybuchów termojądrowych przez nieaktywny CO<sub>2</sub>, powstały w wyniku spalania węgla kamiennego i paliw płynnych, może być znaczne i może sięgać do 30%, przewidywane globalne rozcieńczenie w r. 1970 w skali całej kuli ziemskiej wyraża się współczynnikiem 1.05 [22] można spodziewać się aktywności C-14 atmosferycznego CO<sub>2</sub> w granicach 110-130% standardu ekstrapolowanej aktywności C-14 współczesnej biosfery.

Na wyjaśnienia obserwowanych zmian koncentracji C-14 w badanych warstwach stalagmitu Stg 2 można zaproponować następujący mechanizm, prowadzący do włączenia atmosferycznego CO<sub>2</sub>, zawierającego radioaktywny węgiel C-14: woda przepływając przez warstwy górotworu reaguje z tlenkiem wapnia, wskutek czego posiada odczyn zasadowy. Na zwilżonych wodą warstwach zewnętrznych stalagmitu następuje adsorpcja atmosferycznego CO<sub>2</sub>, prowadząc do włączenia radioaktywnych atomów węgla w strukturę skrytalograficzną powstających kryształów CaCO<sub>3</sub>. Proponowany mechanizm można opisać zespołem trzech prostych reakcji chemicznych:



gdzie przez C\* oznaczono węgiel pochodzenia atmosferycznego.

## B. PODSUMOWANIE

Występowanie nacieków węglanowych w kopalniach głębinowych jest zjawiskiem znanym stosunkowo dobrze, m.in. Omori i Tamaoka [23] zbadali stalagmity manganekalcytowe występujące w kopalniach w okręgu Myiagi w Japonii, a Mackin i Coombe [24] opisali nacieki węglanowe z kopalń w stanie Idaho.

Przedstawione w niniejszej pracy pomiary koncentracji C-14 stanowią pierwszy opisany przykład analizy składu izotopowego wchodzącego w skład węglanu stalagmitów kopalnianych. Otrzymane wyniki pomiarów nie mogą być wyjaśnione w oparciu o mechanizm powstawania nacieków węglanowych, przedstawiony w p. 2. Stwierdzona duża różnica koncentracji C-14 w kwaśnych węglanach rozpuszczonych w wodzie i w węglanach stalagmitów wymaga założenia, że znaczna część węgla wchodzącego w skład kryształów  $\text{CaCO}_3$  pochodzi z atmosferycznego dwutlenku węgla. Proces wiązania atmosferycznego  $\text{CO}_2$  może nie mieć większego znaczenia, gdy koncentracja C-14 kwaśnych węglanów rozpuszczonych w wodzie niewiele różni się od koncentracji C-14 atmosferycznego  $\text{CO}_2$ , a szybkość wzrostu stalagmitów jest stosunkowo mała.

Jak świadczą przedstawione wyniki, nieuwzględnienie procesu wiązania atmosferycznego  $\text{CO}_2$  może doprowadzić w niektórych sytuacjach do zupełnie błędnych konkluzji co do wieku (lub szybkości wzrostu) nacieków węglanowych typu stalaktytów i stalagmitów, wyznaczonego na podstawie pomiaru koncentracji C-14. Interpretacja wyników pomiarów dla stalagmitu Stg 2 bez uwzględnienia udziału atmosferycznego  $\text{CO}_2$  w procesie jego powstawania prowadzi do absurdalnego wniosku, że różnica wieku między wewnętrzną a zewnętrzną warstwą wynosi około 5000 lat.

## LITERATURA

- [1] Libby W.F.: Phys. Rev. 69 (1946) 671.
- [2] Delibrias G., Guillier M.T., Labeyrie J.: Radiocarbon 11 (1969) 327.
- [3] Jun Sato, Tomoto Sato, Jasuko Otomori, Hisashi Suzuki: Radiocarbon 11 (1969) 509.
- [4] Stuiver M.: Radiocarbon 11 (1969) 545.
- [5] Vogel J.C., Marais M.: Radiocarbon 13 (1971) 378.
- [6] Evin J., Marien J.G., Pacchiaudi Ch.: Radiocarbon 15 (1973) 134.
- [7] Usacev S., Povinec P., Chudy M., Saro S.: Radiocarbon 15 (1973) 443.
- [8] Delibrias G., Guillier M.T., Labeyrie J.: Radiocarbon 16 (1974) 15.
- [9] Srdoč D., Slipecevič A., Planinič J.: Radiocarbon 17 (1975) 149.
- [10] Felber H.: Radiocarbon 18 (1976) 240.
- [11] Williams R.E.G., Johnson A.G.: Radiocarbon 18 (1976) 249.
- [12] Williams E.T.: Radiocarbon 19 (1977) 1.



- [13] Labeyrie J., Duplessy J.C., Delibrias G., Letolle R.: Proc. Int. Conf. on Radioactive Dating and Methods of Low-Level Counting, IAEA, Monaco (1967) ss. 153-159.
- [14] Deer W.A., Howie R.A., Zussman J.: Rock-Forming Minerals. vol. 5, Non-Silicates, Longmans, London (1962).
- [15] Dasgupta D.R.: Mineral. Mag. 33 (1963) 608.
- [16] Kosrkiewicz E., Mościcki W., Pazdur A., Pazdur M., Zastawny A., Pomykała W.: Zesz. Nauk. Politechniki Śląskiej seria Mat.-Fiz. z. 23 (1973) 15.
- [17] Mirkin L.I.: Sprawocznik po rentgenostrukturnomu analizu polikristalów, Moskwa 1961.
- [18] Woch M.: Inf. prywatna (1977).
- [19] Jureczko J., Mościcki W., Zastawny A.: Materiały Konf. Nauk. Techn., "Zastosowanie naturalnych izotopów promieniotwórczych w hydrogeologii". Katowice 1974, s. 271.
- [20] Nydal R., Lovseth K., Gulliksen S.: Proc. 9 th Inst. Radiocarbon Conf., Los Angeles, USA (1976).
- [21] Suess H.E.: Science 122 (1953) 415.
- [22] Olsson I.U.: Earth Sci. Rev. 4 (1968) 203.
- [23] Omori K., Yamaoka K.: J. Jap. Assoc. Min. Petr. Econ. Geol. 38 (1954) 31.
- [24] Mackin J.H., Coombs H.A.: J. Geol. 53 (1945) 58.

#### ИЗМЕРЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ C-14 В СОВРЕМЕННЫХ СТАЛАГМИТАХ И СТАЛАКТИТАХ

##### Р е з ю м е

В работе представлены результаты измерений активности C-14 сталагмитов и сталактитов, образовавшихся в 1966-1974 г. Измеряемые образцы были взяты из одной глубинной шахты каменного угля на месте вытекания воды с практически нулевой активности C-14. Установлено, что концентрация C-14 карбоната, осажденного в виде сталагмитов и сталактитов превышает в 30-50 раз концентрацию C-14 карбонатов, растворенных в воде. Обсуждены механизмы, ведущие к такой высокой концентрации C-14 и их следствия для хронометрии методом C-14.

#### MEASUREMENTS OF C-14 CONCENTRATION IN RECENTLY GROWING STALAGMITE AND STALACTITE FORMS

##### S u m m a r y

The results of C-14 concentration measurements in stalagmites and stalactites formed in years 1966-1974 are presented. Samples of stalactites and stalagmites were collected in a deep coal mine near great dispersed outflow of water showing very low C-14 activity. It was found

that C-14 concentration in stalactites and stalagmites exceeds over 30 to 50 times the C-14 concentration in dissolved bicarbonates. The mechanisms causing observed enrichment of C-14 concentration in stalagmites and stalactites are discussed. The consequences for radiocarbon dating method are briefly outlined.