

ANTONI GAWEŁ.

DOLOMITYZACJA W WAPIENIACH JURAJSKICH OKOLIC KRAKOWA

(Tabl. VII i 1 rys.)

*Dolomitisation des calcaires jurassiques des environs
de Cracovie.*

(Planche VII et 1 fig.)

Zagadnienie tworzenia się dolomitów rozpatrywano zarówno w świetle wyników laboratoryjnych doświadczeń fizyko - chemicznych, jak i pod kątem widzenia geologa, obserwującego stosunki w terenie. Z pośród licznych doświadczeń laboratoryjnych należy jednakowoż pominąć wszystkie te, które przy próbach odtworzenia dolomitu posługują się wysokim ciśnieniem i temperaturą powyżej 100° C, gdyż warunki te nie odpowiadają stosunkom geologicznym, towarzyszącym powstaniu skał dolomitowych. Dlatego też po słynnych doświadczeniach G. Lincka¹⁾, zmierzających do syntezy dolomitu, szczególnie ważnymi okazały się jedynie badania O. Bära²⁾ nad zachowaniem się dolomitu i innych węglanów wobec roztworów o różnej zawartości CO₂. Na ich podstawie autor ten doszedł do wniosku, że do wydzielania się dolomitu, zarówno pierwotnego, jak i metasomatycznego jest potrzebne nieznaczne nadciśnienie CO₂ w roztworze.

¹⁾ G. Linck: Über die Bildung der Carbonate des Calciums, Magnesiums und Eisens. C. Doelter's Handb. d. Mineralchemie Bd. I. 1912. pp. 113 — 138.

²⁾ Otto Bär: Beitrag zum Thema Dolomitentstehung. Cbl. Min. etc. 1932, pp. 46 — 62.

Liczny szereg geologów, usiłujących zbliżyć się do rozwiązania tego zagadnienia od strony spostrzeżeń terenowych, zamyka H. U d l u f t¹⁾, który stwierdził, że istnieje zależność procesu dolomityzacji od struktury skały pierwotnej, wyrażającej się w jej zwięzłości i drobnoziarnistości, jakoteż od obecności w niej bituminów.

Rozbieżnym zdaniom licznych w ostatnich latach przed wojną prac na temat dolomityzacji starał się wytknąć wyraźny kierunek G. L i n c k²⁾. Zestawił on jeszcze raz dotychczasowe wyniki badań tego zagadnienia w postaci następujących sformułowań:

a) dolomity pierwotne nie są utworami pełnego morza lecz tylko utworami powstałymi w szczelinach i próżniach.

b) wszystkie skały dolomityczne powstały dzięki metasomatozie, zachodzącej w skałach wapiennych zarówno przed diagenезą (w mułach wapiennych lagun), jak i po diagenезie.

c) dolomityzacja jest możliwa na skutek działania roztworów dwuwęglanu, chlorku i siarczanu magnezu, przy czym w ostatnich dwóch przypadkach konieczne jest nieznaczne nadciśnienie CO₂ i obecność soli amonowych względnie produktów zwęglania szczątków organicznych.

Problem dolomityzacji nabiera szczególniejszego znaczenia dla petrografii skał osadowych Ziemi Polskich z uwagi na szerokie rozpowszechnienie skał dolomitycznych w różnych częściach kraju i w różnych formacjach geologicznych, nieraz gospodarczo ważnych. W literaturze petrograficznej polskiej pojawiła się dotychczas zaledwie jedna praca K. S m u l i k o w s k i e g o³⁾, opisująca dolomit triasowy z Imielina.

W opracowaniu niniejszym ograniczyłem się do próby wyjaśnienia procesu dolomityzacji w górnych poziomach wapieni jurajskich okolic Krakowa. Proces ten, jako ograniczony

¹⁾ H. U d l u f t: Die Genesis der flächenhaft verbreiteten Dolomite des mitteldevonischen Massenkalkes, insbesondere des Schwelmer Kalkes der Gegend von Elberfeld-Barmen. Jahrb. Preuss. Geol. L.-A. 1929.

²⁾ G. L i n c k: Bildung des Dolomits und Dolomitisierung. Chemie der Erde, Bd. 11. pp. 278 — 286.

³⁾ K. S m u l i k o w s k i: O dolomicie z Imielina na Górnym Śląsku. [On the dolomite of Imielin (Upper Silesia, Poland)]. Rocznik Polskiego Tow. Geol. t. 16. 1946. p. 159 — 168.

do niewielkiej przestrzeni w obrębie skał wapiennych, stał się na skutek tego łatwiejszy do prześledzenia, co następnie też umożliwiło odcyfrowanie i ustalenie jego przebiegu. Opisanymi i zbadanymi petrograficznie utworami dolomitycznymi, są soczewki w wapieniach skalistych jury białej pod Krakowem. O wkładkach dolomitycznych w tych skałach wspominali L. Zeuschner, L. Alth i J. Siemiradzki, wymieniając Nielepice i Skotniki jako miejsca ich występowania. St. Zaręczny¹⁾ uważał te skały za utwór cenomański, transgredujący na jurze. Podaje on prócz Nielepic i Skotnik jeszcze dalsze odkrywki dolomitu, mianowicie w zachodnim zboczu wzgórza Winnicy, przy drodze ze Skotnik do Kostrza i w południowo zachodnim stoku jurajskiego pasma Chmielnic w Pychowicach.

W latach 1926 i 1927 zostały dostarczone Zakładowi Min. U. J. próbki skał dolomitycznych, pochodzące z kamieniołomu leżącego na pn. zboczu Chmielnic, tuż za opłotkami pierwszych od strony Krakowa domów wsi Pychowice. Zwrócił na nie uwagę w terenie i podjął się ich opracowania petrograficznego nauczyciel gimn. X. A. Cieślar, wykonując obserwacje mikroskopowe i pomiary planimetryczne. Zmuszony jednak warunkami służbowymi do przerwania pracy, oddał je do dalszych badań, zwłaszcza chemicznych, autorowi niniejszego artykułu. Znaczną część analiz chemicznych i obserwacji terenowych wykonano jeszcze przed wojną. Wyniki te nie były publikowane, gdyż jednocześnie robiono próby odtworzenia w laboratorium procesu dolomityzacji w myśl koncepcji, jaka nasunęła się w ciągu opracowania znalezionej skały.

Opis odkrywek

I. Pychowice, kamieniołom Bergera, w pn. wsch. części Chmielnic.

Kamieniołom ten jest od dawna nieczynny, gdyż nieużyteczny nakład wapienia jurajskiego, składający się zrazu z gleby gliniastej i zwietrzliny wapiennej, powiększył się w miarę rozrostu robót eksploatacyjnych o kilkumetrową serię szarozielonych senońskich margli glaukonitowych. Mar-

¹⁾ St. Zaręczny: Tekst do zeszytu III-go Atlasu Geol. Galicji. Kraków 1894. porówn. str. 178 — 179.

gle te podścielają wapienną opokę kredową, budującą płaski rozległy szczyt wzgórza. Transgresję senońską poprzedzają transgresja cenomańska i turońska, które na jurajskim wpałeniu skalistym złożyły warstewki skały wapiennej, kilkucentymetrowej zaledwie miąższości, z licznie usianymi w niej ziarnami i otoczkami kwarcu. Materiał wapienny tych utworów zlepieńcowych, powstały z detritusu drobno roztartego wapienia jurajskiego, odgranicza się w sposób mało wyraźny od podłoża, wykazując obok właściwej swej formacji fauny jedynie słabo zaznaczającą się podzielność i mniejszą zwięzłość.

Skały kredowe, ścinające niezgodnie ławice wapienia jurajskiego, zostały wraz z nim przechylone ku pd.-zach. Przebieg tak nachylonych ławic przez południową i zachodnią ścianę kamieniołomu stwarza złudzenie, iż są one wygięte w płaską synklinę, zanurzającą się ku pd. - zach., a wypełnioną marglami senońskimi i opoką.

Grube ławice białego wapienia jurajskiego zawierają w sobie liczne konkretje krzemienia, układające się najczęściej na powierzchniach międzywarstwowych lub w poziomach równoległych do nich.

Wapienie jurajskie są pocięte szczelinami przeważnie niezmineralizowanymi, o biegu NS i EW. Od strony pn. są one obcięte uskokiem, równoległym do biegu Wisły. W korycie Wisły znajdują się pod cienką pokrywą żwirów dennych ławice glaukonitycznego piaskowca ilastego, wieku miocenckiego. Odłamki tego piaskowca można wydobywać z dna rzeki przy niskim stanie wody. Miocen w wykształceniu ilastym jest widoczny w postaci skąpych płatów na wsch. krańcu kamieniołomu i na przyległym wsch. zboczu wzgórza. Iły miocenckie wypełniają natomiast obszerne płaskie zagłębienie synklinalne, rozciągające się na pd. od Chmielnic. Znajdują się także w wąskim rowie tektonicznym, oddzielającym od wsch. pasmo Chmielnic od niskich wzniesień u stóp Krzemionek na terenie Krakowa.

Soczewka dolomitu w wapieniu

W górnej części zachodniej ściany łomu jest widoczna na jasnym tle białego wapienia skalistego soczewka dolomitu, jasno-brunatnego koloru, zalegająca zgodnie z uławiczeniem wapieni i nachylona ku pd. wsch. Wyklinia się ona na prze-

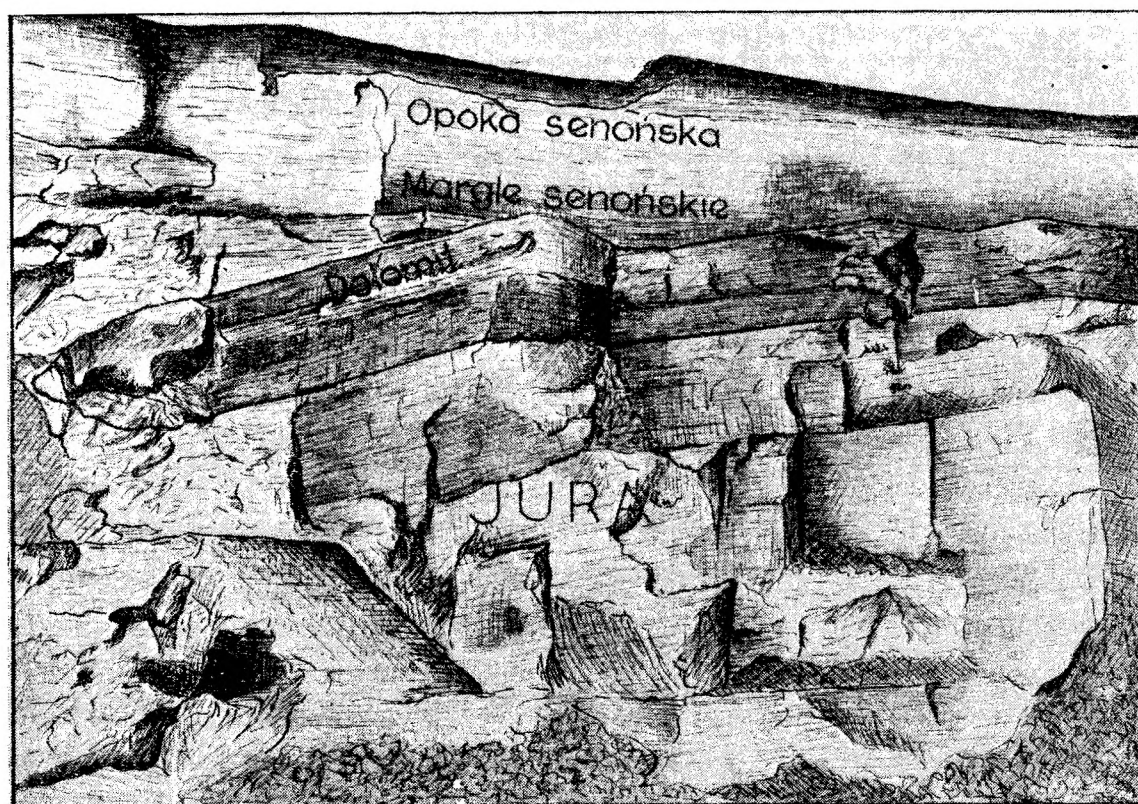
strzeni kilku metrów w kierunku upadu, a jej wychodnia jest ścięta transgresją cenomańską. Wapień ławicy, w której znajduje się soczewka dolomitu, jest wapieniem skalistym, twardym i zbitym, pozbawionym jakiegokolwiek makroskopowo dostrzegalnej struktury. Wewnątrz natomiast soczewki istnieją, zwłaszcza w jej części zwężającej się ku dołowi, partie wapienia nieprzeobrażonego, w którym okiem nieuzbrojonym widzi się wyraźną strukturę zlepieńcową. Drobne mianowicie i nieregularne okruchy białego wapienia zbitego tkwią w masie wapiennej bardziej porowatej, zabarwionej od drobno rozsianego pirytu na kolor ciemnoszary. Partie wapienia niezmiennego przechodzą w sposób ciągły w utwór dolomityzowany, przy czym dokładnie można zauważyć, iż dolomityzacji ulega spoiwo wapienne o strukturze porowatej, podczas gdy okruchy wapienia zwiezłego, zbitego i twardego opierają się skutecznie temu procesowi. Dolomit soczewki posiada więc wskutek tego wyraźną strukturę detrytyczną, zlepieńcową, zaznaczającą się obecnością białych plamek wapiennych na żółtawym, drobnoziarnistym i szorstkim tle dolomitycznym.

W partii środkowej i górnej soczewki dolomitycznej zanika jednak część owych okruchów wapiennych na skutek późniejszego wyługowania, a na ścianach w ten sposób powstałych próżni osadziły się drobniutkie kryształki narosłego kwarcu.

Ponad soczewką dolomitu zalega wapień jurajski barwy słabo różowej, ku górze przechodzący w odmianę z domieszką iłu, mało zwiezłą i wykazującą wyraźną strukturę gruzelkową, względnie zlepieńcową.

Utwory szczelinowe

W ścianie południowej kamieniołomu, w odległości około 10 m. od soczewki dolomitu w kierunku wschodnim, istnieje w wapieniu jurajskim szczelina prawie pionowa o biegu NS, zamknięta u góry poniżej powierzchni transgresyjnej cenomanu. Wypełniona jest miejscami całkowicie, miejscami tylko na ścianach, dużymi kryształami kalcytu. Są one w łupinie żyły zabarwione na żółto brunatno, w jej środku natomiast są białe lub półprzeźroczyste i posiadają charakterystyczny perłowy połysk oraz nierówne płaszczyzny łupliwości. Na kryształach narosłych występują ściany odwróconego rombo-



Rys. 1. Kamieniołom w Pychowicach. Na wapieniach jury leżą margle senonu. Widoczna ławica zdolomityzowana.

Fig. 1. La carrière à Pychowice. Sur les calcaires jurassiques reposent en discordance les marnes du Senonien. Le banc du dolomite indiqué.

edru (111) = (02 $\bar{2}$ 1). Ściany te są nieraz zaokrąglone i wtedy usiane bardzo licznymi akcesoriami, zawdzięczającymi swe powstanie bądź procesom trawienia bądź też narastaniu wielokrotnie powtarzających się wierzchołków romboedru. Kryształy kalcytu, o których pokroju decydują ściany romboedru (02 $\bar{2}$ 1), powstają zdaniem S. Kreutz'a¹⁾ z roztworów zawierających sole żelaza. Nierówne, muszlowato wygięte płaszczyzny łupliwości, obserwowane na kryształach z Pychowic, następnie ich zabarwienie żółte od tlenków żelaza, każą domyślać się dość znacznej w nich domieszki węglanu żelaza. Zauważyć należy, że pokrój kryształów tej szczeliny różni się od pokroju kryształów kalcytu, spotykanych najczęściej

¹⁾ S. Kreutz: Przyczynki do morfologii kalcytów polskich. Rozpr. Wydz. mat. - przyr. P. A. U. seria A. Kraków 1916. p. str. 75. — Beiträge zur Morphologie der Kalkspatite aus den Lagerstätten Polens. Bull. Ac. Sci. et Lettr., Cl. sc. mat. et natur., sér. A. Cracovie 1916. pp. 172—192+2 pl.

w szczelinach wapieni krakowskich, gdzie na kryształach prze-
ważają ściany skalenoedru prostego $k(201) = (21\bar{3}1)$.

Wapień wzdłuż szczeliny kalcytowej posiada odcień szary, pochodzący od delikatnych pyłków siarczków żelaza. Wytworzyły się one prawdopodobnie pod wpływem wód lub wyziewów z siarkowodorem, przepływających tą szczeliną, za-
nim została wypełniona kalcytem.

Tworzenie się pirytu w wapieniu jurajskim jest zjawis-
kiem dość częstym. Cz. Kuźniar¹⁾ np. opisał złożę pirytu z Jaroszewic koło Kluczów, tłumacząc jego genezę działaniem siarkowodoru na krasowe wypełnienia limonitem w szczeli-
nach wapienia jurajskiego pasma krakowsko-wieluńskiego. Prócz tego pirytu wyraźnie epigenetycznego znane są impreg-
nacje siarczkami żelaza w czarnych krzemieniach z Bonarki, które w odróżnieniu od brunatnych krzemieni syngenetycz-
nych z wapieniem, wypełniają szczeliny w nim, wystając z powodu twardości ponad powierzchnię abrazyjną cenomanu. Otoczaki tych krzemieni tkwią w zlepieńcu cenomańskim. Wreszcie drobne ilości pirytu tworzyły się wspólnie z osadem wapiennym częściowo talassoklastycznym w momencie spły-
cenia dna morskiego. Prawdopodobnie towarzyszyły im rów-
nież nagromadzenia substancyj bitumicznych. Tak wykształ-
cone wapień stanowią resztki w soczewce dolomitycznej.

II. Dolomit w kamieniołomie na granicy Krakowa i Py-
chowic, przy drodze z Pychowic do Zakrzówka.

W niskich wzniesieniach wapiennych nad Wisłą, w które
ku zach. przechodzą wzgórza Krzemionek, a które od Chmiel-
nic oddziela wąska i zabagniona dolinka z utworami miocień-
skimi, wcina się długą ścianą łom, odsłaniający ławice białego
wapienia jurajskiego. U góry, pod przykryciem glin i zwietrze-
liny można jeszcze gdzieniegdzie zaobserwować resztki zle-
pieńca cenomańskiego z otoczkami kwarcu, zachowanego
przed erozją. Od strony Wisły spoczywa na wapieniu jurajskim
cienka warstewka miocńskiego wapienia ostrygowego, od-

¹⁾ Cz. Kuźniar: Złożę pirytu w okolicy Kluczów pod Olkuszem. Les gisements du pyrite dans les environs de Klucze près d'Olkusz. Sprawozdania P. Inst. Geol. t. 3, Warszawa 1925/26, pp. 15 — 39 i 39 — 44 (résumé).

kryta tam przez Dr E. P a n o w a ¹⁾ i identyczna z wapieniami ostrygowymi ze Zwierzyńca w Krakowie, skąd wymieniony autor opisał faunę. W górnej powierzchni wapienia są wykształcone lejki krasowe, wypełnione piaskiem, w którym niejednokrotnie spotyka się tablicowate kryształy wtórnie narosłego barytu, dochodzące do 1 cm w przekroju. Z uwagi na baryt, towarzyszący pobliskim miocenijskim złożom siarki w Swozowicach, należy przypisać piaskom w tych utworach krasowych, wiek miocenijski, ściślej górnotortoński.

W ścianie wapiennej łomu były odsłonięte u góry dwie soczewki dolomitu, leżące nad sobą w odległości około 1,50 m i podobnie, jak w łomie B e r g e r a, upadające i wykliniające się ku wschodowi wzgl. ku pd. wsch. Soczewki te zostały w ostatnich latach usunięte podczas chwilowo podjętej eksploatacji kamienia. Ich sposób wykształcenia, jakoteż związek ze strukturą gruzełkową wapienia był identyczny, jak opisanej poprzednio soczewki z łomu B e r g e r a. Obydwie soczewki przecinała szczelina, wzdłuż której niewątpliwie krążyły wody, gdyż wapień wzdłuż niej wykazywał zbrunatnienie w postaci Liesengangowskich smug rytmicznego strącania.

III. Do odkrywek z dolomitem, opisywanych przez dawniejszych autorów, należy jeszcze dodać odkrywkę w Samborku, przy drodze ze Skawiny do Tyńca. Cukrowato ziarnisty żółtawy dolomit porowaty, przechodzący miejscami w tuf względnie popiół dolomityczny, tworzy u wejścia do kamieniołomu warstwę, ponad 1 m miąższości.

B a d a n i a c h e m i c z n o - p e t r o g r a f i c z n e.

A) Utwory szczelinowe.

Chociaż obserwacje geologiczne w odkrywce nie dały podstaw do przypuszczenia, by istniał jakikolwiek związek

¹⁾ E. P a n o w : W sprawie wieku miocenijskich wapieni ostrygowych z okolic Krakowa. — Sur l'âge des calcaires à Ostrea des environs de Cracovie. Rocznik Polskiego Tow. Geol. t. 11. Kraków 1935. pp. 21—25.

S. L i s z k a, E. P a n o w : Nowe stanowisko wapienia ostrygowego w Tyńcu pod Krakowem. — Sur un nouvel affleurement des calcaires à huitres à Tyniec près de Cracovie. Rocznik Polskiego Tow. Geol. t. 11. Kraków 1935. pp. 18—20.

między dolomityzacją wapienia jurajskiego a powstaniem utworów szczelinowych, to jednak zbadanie chemiczne tych utworów okazało się celowe dla potwierdzenia słuszności wniosków. Zbadanie to było zwłaszcza dlatego konieczne, iż H. U d l u f t¹⁾ przyjmuje możliwość dolomityzacji przez wody termalne.

Zanalizowałem kalcyty ze szczeliny, których wykształcenie krystalograficzne wyraźnie wskazywało na obecność w nich żelaza:

- I. Kalcyt żółty z łupiny żyły, u dołu.
- II. Kalcyt żółtawy z sinym odcieniem, blisko łupiny z dolnej części żyły.
- III. Kalcyt żółty, górna część żyły, łupina.
- IV. Kalcyt mleczno biały, przeświecający.

	I.	II.	III.	IV.
SiO ₂	---		0,35	—
FeO ₂	0,25	0,69	0,49	0,69
CaO	55,87	55,52	55,63	55,24
MgO	—	0,09	0,23	0,35
(CO ₂) oblicz.	43,99	44,04	44,17	44,13
	100,34	100,11	100,87	100,41

Jest rzeczą interesującą, że kalcyty, pochodzące z łupiny żyły i z jej dolnej części, nie posiadają wcale magnezu lub tylko nieznaczne ilości, podczas gdy kalcyty mleczne i słabo żółtawe ze środka żyły wykazują ilości magnezu wprawdzie niewielkie, ale porównywalne z takimi samymi ilościami w otaczającej skale wapiennej. Nie zdaje się, by roztwory, które dały początek analizowanym kryształom, były zbyt gorącymi termami i by ich nikła zawartość żelaza i magnezu miała pochodzić z głębi ziemi. Jeśli uwzględni się, że w pobliżu szczeliny zdarzały się krzemienie o wyługowanych wnętrzach, gdzie później osadziły się małe powłoczki groniasatego chalcedonu, następnie, gdy zwróci się uwagę na nieregularne powierzchnie ścian szczeliny, to raczej należałoby przypuszczać, że istnieje zależność tych procesów ługowa-

¹⁾ H. U d l u f t: Ein neuer Beitrag zum Dolomitproblem. Z. d. Dtsch. geol. Ges. Bd. 83., 1931.

nia w utworach otaczającej skały od roztworów osadzających kalcyty. Były to więc roztwory bogate w dwuwęglany alkaliczne, dosyczone następnie składnikami, wylugowanymi z sąsiedztwa szczeliny, gdyż ilość żelaza i magnezu w ich produktach krystalizacji nie różni się od zawartości tych składników w wapieniu. Podczas oziębienia roztworu lub wskutek jakiejś innej zmiany koncentracji jonów wydzielił się najpierw kalcyt z domieszką izomorfową syderytu w łupinie żyły, następnie kalcyt z domieszką węglanu żelaza i magnezu (ankerytu).

Roztwory te nie spowodowały dolomityzacji w wapieniu jurajskim, ponieważ nawet w bezpośrednim sąsiedztwie żyły kalcytowej skała nie wykazuje zmian w zawartości magnezu, jak to jest widoczne z przytoczonej poniżej analizy:

V. Wapień szary, przy szczelinie kalcytowej:

SiO ₂	0,40	W przytoczonej analizie nie oznaczano siarki, jednak o jej obecności
Al ₂ O ₃	0,08	świadczą delikatne wykwity epsomitu na skale, obserwowane podczas
Fe ₂ O ₃	1,45	długotrwałej suszy.
CaO	54,20	
MgO	0,50	
MgSO ₄	0,07	
str. żarz.	43,61	
	<hr/>	
	100,31	

B) Dolomit

S. Zaręczny podaje, iż analizowana w zeszłym wieku przez Alexandrowicza skała dolomityczna ze Skotnik zawiera 33,34% MgCO₃, co odpowiada ilości 72,93% dolomitu w skale. Należy przypuszczać, że zawartość magnezu w soczewkach dolomitycznych z różnych odkrywek będzie zmienna choćby z powodu zlepieńcowatego charakteru skały. W pracowni petrograficznej Zakładu Mineralogicznego U. J. wykonałem analizy następujących próbek pobranych z profilu przez soczewkę dolomitu z I-ej odkrywki w Pychowicach:

- A) Wapień biały skalisty, w spągu dolomitu.
- B) Dolomit zbity, różowy, z dolnej części soczewki.
- C) Dolomit z dolnej części wykliniającej się soczewki.
- D) Dolomit porowaty ze środka soczewki.

E) Dolomit z górnej części soczewki.

F) Wapień szary niezdolomityzowany, w soczewce.

G) Wapień różowawy, bezpośrednio nad soczewką.

H) Wapień gruzełkowaty, nieco ilasty, nad soczewką.

	A	B	C	D	E	F	G	H
SiO ₂	0,19	0,64	0,39	1,33	0,39	0,79	0,53	3,63
Al ₂ O ₃	—,—	0,08	0,18	0,35	0,24	0,23	0,27	1,08
P ₂ O ₅	0,10	....	0,04	....	0,05	....	....	....
Fe ₂ O ₃	0,04	0,58	0,44	0,38	0,71	0,34	0,35	0,23
MgO	0,31	8,31	7,05	19,29	6,95	1,03	0,56	0,38
CaO	55,59	45,10	46,29	33,16	46,55	54,30	55,35	53,00
FeS ₂	....	....	....	....	....	0,24	....	....
strata przez żarz.	43,86	44,52	45,51	46,39		42,98	43,10	42,08
	100,09	99,23	99,90	100,90		99,91	100,16	100,40

Ilość CO₂, wyliczona z zawartości MgO i CaO w wymienionych analizach przedstawia następujące zestawienie:

CO₂ związane z MgO, CaO:

A	B	C	D	E	F	G	H
43,91	44,46	44,03	47,04	44,08	43,72	44,02	42,01

Trzeba zauważyć, że naogół w wapieniach czystych ilość wyliczonego CO₂ zgadza się ze stratą wskutek żarzenia. Liczby te nie zawsze mogą być porównywalne, każda bowiem niedokładność w oznaczeniu CaO i MgO odbija się przy wyliczeniu CO₂. Nadto, jeśli okażą się wyższe straty wskutek żarzenia, należy przypuszczać obecność wody w skale, związanej bądź w substancjach ilastych, bądź w licznych wrostkach, bliżej nieoznaczalnych, tkwiących wewnątrz mikroskopijnych kryształków dolomitu.

Z zestawienia analiz wynika, że wapienie jurajskie, otaczające utwór dolomityczny, zawierają ilości MgO nie przekraczające nawet 0,5%. Nie różni się od nich zbytnio nawet wapień, tkwiący jako resztką niezdolomityzowana wewnątrz soczewki dolomitycznej (1,03%). Zawartość MgO w różnych częściach soczewki dolomitu podlega jednakże znacznym wahaniom, uzależnionym od ilości dolomitu mineralnego w skale. Skała zbita, drobno krystaliczna, o zawartości 8,31% MgO,

składa się z 38,01% dolomitu, w skale natomiast o strukturze zlepieńcowej ilość dolomitu spada do 32% (32,27% w próbce C i 31,82% w próbce E). Najbogatszą w dolomit jest porowata część soczewki, z której wskutek późniejszych procesów ługowania zostały w znacznej mierze usunięte gruzełki białego wapienia skalistego. W analizowanej próbce ilość dolomitu dochodzi do 89,25%.

Inne składniki chemiczne, obecne w zestawionych analizach, nie pozwalają na snuć wniosków o zmianach substancjonalnych podczas procesu dolomityzacji. Zasluguje jedynie na uwagę obecność drobnych ilości FeS_2 w wapieniu reliktowym z soczewki dolomitycznej. Zwiększenie ilości krzemionki w odmianie porowatej (D) pozostaje w związku z obecnością wtórnych kryształków kwarcu na ścianach próżni, powstałych po wyługowaniu gruzełków wapienia skalistego. Żelazo zostało oznaczone jako trójwartościowe, choć należy liczyć się także z obecnością węglanu żelazawego zarówno w wapieniach niezmienionych, jak i w dolomicie, jakkolwiek jasnobrunatny odcień barwy dolomitu wskazuje na wyższy stopień utlenienia tego składnika.

Obserwacje mikroskopowe

Rafowy wapień skalisty jury białej okolic Krakowa, makroskopowo przedstawiający się w postaci jednolitych ławic, dopiero pod mikroskopem ujawnia pewne różnicowanie zarówno w składzie resztek organicznych, jak i w strukturze. Szczególnie interesującą jest wspomniana na początku struktura gruzełkowa najgórniejszych ławic, polegająca na tym, że drobne okruchy zbitego wapienia skalistego, na ogół o konturach niezbyt zaokrąglonych, tkwią w drobnoziarnistej i porowatej masie spoiwa wapiennego. Tego rodzaju budowa skały mogła powstać jedynie podczas oscylacji dna morskiego, kiedy to kruszony falami wapień dostarczał materiału sedymentacyjnego, unoszonego i segregowanego prądami dennymi. Do masy spoiwa wapiennego, łączącego okruchy wapienia skalistego, dołączyły się, prawdopodobnie w niektórych tylko miejscach, substancje bitumiczne, których pozostałością są drobne ilości pyłków pirytowych. Takie spoiwo zabarwione na kolor szary od pirytu zachowało się w wapieniu reliktowym wewnątrz soczewki dolomitycznej.

Obraz mikroskopowy skały dolomitycznej przypomina bardzo strukturę wapieni gruzełkowych. Rolę spoiwa łączącego okruszy niezmiennego wapienia skalistego odgrywa w niej gruboziarnisty dolomit. Kryształki rombościenne dolomitu wypełniają jedynie te miejsca, które w wapieniu gruzełkowym odpowiadają porowatemu spoiwu wapiennemu. Kryształki te o wymiarach dochodzących do 0,14 mm, są przecięte szczelinami łupliwości, natomiast wcale nie wykazują zbliżenia. Wewnątrz nich znajdują się drobne wrostki, tworzące bliżej nieoznaczalne zmętnienia, które K. S m u l i k o w s k i obserwował także i w dolomicie triasowym z Imielina, uważając je za resztki nierozłożonego wapienia. Gdziekolwiek można zauważyć wśród owych wrostków drobniutkie skupienia limonityczne. Dokładniejsze studium tych wrostków, niewątpliwie pozwoliłoby na określenie stadiów pośrednich tych reakcyj chemicznych, które doprowadziły do dolomityzacji. We wrostkach tych bowiem powinien być zachowany nie tylko nierozłożony wapień, ale i ślady roztworów, z których wytrącał się dolomit. Należałoby jednakowoż poddać analizie wyizolowane kryształki dolomitu, pozbawione spoiwa wapiennego, a więc na przykład luźne kryształki tufów dolomitycznych.

W n i o s k i

By na podstawie zestawionych w opisie faktów móc odтворzyć przebieg procesu dolomityzacji, trzeba uwzględnić, że:

1. dolomit zastępuje w skale jurajskiej tylko spoiwo wapienne o strukturze porowatej, różniące się od zbitego wapienia skalistego;

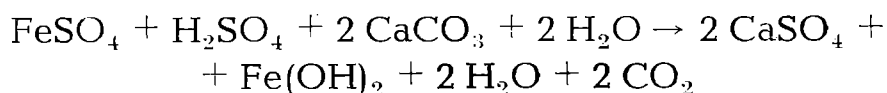
2) że potrzebne według B ä r a niewielkie nadciśnienie CO_2 musi być wytworzone na miejscu, w skale ulegającej dolomityzacji.

• Struktura porowata spoiwa wapiennego ułatwiała dyfuzję roztworów wodnych, zawierających magnez, zaś siły adhezyjne w naczyniach włoskowatych mogły doprowadzić do stężeń roztworów, potrzebnych do wywołania odpowiednich reakcyj chemicznych i do krystalizacji. Uzyskanie odpowiedniego stężenia CO_2 w roztworach wypełniających pory skały nie powinno napotykać na trudności. C. S. A d a m s i A. S.

Swinerton¹⁾ utrzymują, że woda może być łatwo przesycona rozpuszczonym CO₂, z tego powodu, iż do jego wypędzenia potrzeba znacznej energii, zwłaszcza, że wytworzony jon dwuwęglanowy ulega powolnemu rozkładowi. Ponadto hamująco na usuwanie CO₂ działają obecne w wodzie substancje koloidalne. Idąc za myślą obu autorów, mniemam, że w przypadku struktury porowatej w skałach wapiennych rolę podobną do substancyj koloidalnych, odgrywają siły adhezyjne, działające na roztwory w naczyniach włoskowatych.

Szukając źródła CO₂, byłoby się skłonny widzieć je za przykładem H. U d l u f t a w substancjach bitumicznych pierwotnej skały. Potrzebnych ilości CO₂ mogłoby zwłaszcza dostarczyć utlenianie tych substancyj w strefie kipieli morskiej. Jest rzeczą interesującą, iż E. W. S k e a t s (według artykułu H. L e i t m e i e r a w D o e l t e r ' s H a n d b. d. Mineralchemie) pierwszy zwrócił uwagę na to, że zdolomityzowanie wapieni rafowych wysp koralowych odbywa się w obrębie płytkiego pasa wód przypowierzchniowych. Ponieważ jednak w wapieniu reliktowym, zachowanym we wnętrzu opisanej soczewki dolomitycznej brak jest bituminów, natomiast obserwuje się obecność czarnych siarczków żelaza, przeto w utlenianiu tych właśnie związków i w reakcjach ich z wapieniem usiłuję znaleźć przyczynę pochodzenia CO₂ i dzięki nim próbuję tłumaczyć proces dolomityzacji.

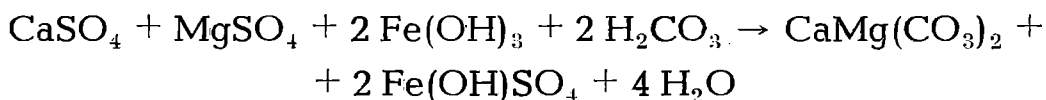
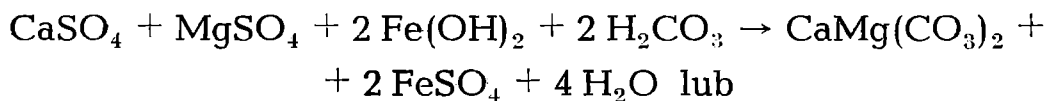
Silnie w strefie kipieli poruszana woda morska, nasycona powietrzem, przenika porowatą skałę wapienną, utleniając znajdujące się w niej siarczki żelaza na FeSO₄ i H₂SO₄. Powstałe związki ulegają natychmiast zobojętnieniu w obecności węglanu wapnia, gdyż tworzy się CaSO₄, Fe(OH)₂ względnie Fe(OH)₃ i CO₂.



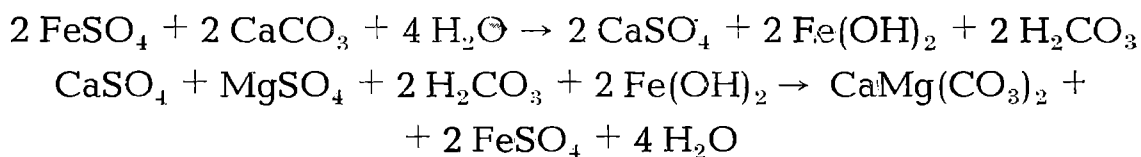
Z wytworzonych według tego wzoru składników część łatwo rozpuszczalnego CaSO₄ dyfunduje na zewnątrz skały, kwas węglowy łączy się na dwuwęglan wapnia lub poprostu

¹⁾ C. S. Adams, A. S. S. Swinerton: Solubility of limestone. Nat. Research Council, Transact. Am. geophys. Union 1937. Ref. N. Jb. f. Min. etc. 1939. p. 89.

zostaje okludowany w porach skały, zaś wodorotlenek żelazawy zamienia się przy ciągłym dopływie tlenu w wodorotlenek żelazowy. Do tych składników przybywają jony magnezu, dostarczone przez wsiąkającą wodę morską. Przy pewnym nadmiarze CO₂, zatrzymanego w kapilarach wytrąca się węglan wapnia i magnezu zgodnie ze spostrzeżeniami O. B ä r a. Do wytrącenia węglanów ziem alkalicznych jest potrzebny zasadniczo węglan amonu i dlatego też G. L i n c k z naciskiem podkreślał konieczność występowania bituminów i ich końcowych produktów rozkładu w skałach przeobrażających się w dolomit. W naszym przypadku rolę jonu amonowego neutralizującego jony SO₄, uwalniające się podczas tworzenia się dolomitu, przejmują wodorotlenki żelaza, które jako świeżo wytrącone łatwo wchodzą z nimi w reakcję.



Wytworzone ponownie roztwory siarczanów żelaza, stykając się z mieszaniną węglanów w skale, reagują z kalcytem a nie z dolomitem, zgodnie zresztą z powszechnie znanymi reakcjami L e m b e r g a, M e i g e n a i T h u g u t t a, które na powierzchni dolomitu przebiegają wolniej i trudniej. Odtąd cykl przemian chemicznych powtarza się według wzorów



Do zapoczątkowania tych przemian są potrzebne niewielkie nawet ilości FeSO₄. W razie wytrącenia się nierozpuszczalnego wodorotlenku żelazowego, ilości FeSO₄ zostają uzupełnione z siarczków działaniem utleniającym przypowierzchniowej wody morskiej, dostarczającej nadto ustawicznie jonów magnezu. Barwa jasnobrunatna dolomitów metasomatycznie powstałych może również posłużyć za jeden z dowodów słuszności tłumaczenia procesu dolomityzacji oddziaływaniem jonów żelaza na wapień o strukturze porowatej.

Wiek dolomityzacji

St. Zaręczny uważał dolomity za resztki pokrywy wieku kredowego, spoczywającej na wapieniach jurajskich. Wniosek swój oparł na znalezieniu w jednej z odkrywek dolomitu otoczonych ziarn kwarcu, identycznych z otoczkami znajdującymi się w zlepieńcu cenomańskim na jurze. Załączony jednakowoż rysunek odkrywki opisanej w niniejszej pracy poucza, że dolomit zalega w postaci soczewki w ławicy wapienia jurajskiego i że transgresja cenomańska ścina go skośnie. Spostrzeżenie S. Zaręcznego dowodzi natomiast, że dolomityzacja zachodząca w wapieniu jurajskim, przeobraziła również i spoiwo wapienne zlepieńca cenomańskiego, jeśli stykał się z partią przeobrażoną lub jeśli posiadał dogodne warunki dla wywołania tego procesu, a więc strukturę porowatą i ślady siarczków żelaza. Utlenienie tych siarczków przy równoczesnym dopływie magnezu było możliwe dopiero z nastaniem transgresji senońskiej. Dolomityzacja wapieni jurajskich jest więc wieku senońskiego.

Z e s t a w i e n i e

1. Soczewka dolomitu znajdująca się w górnej części wapienia jurajskiego w okolicach Krakowa, nie powstała na skutek oddziaływania wód termalnych, gdyż skały wapienne w sąsiedztwie pobliskich żył kalcytowych nie wykazują wzbogacenia w magnez, same zaś kalcyty, osadzone w żyłach posiadają domieszkę węglanów żelaza i magnezu w ilości tej samej, co wapienie.

2. Soczewka dolomitu tkwi w wapieniu o strukturze zlepieńcowatej, przy czym wtórny dolomit wypiera jedynie spoiwo wapienne porowate, nie atakując okruchów zbitego wapienia skalistego.

3. W wapieniu nieprzeobrażonym, zachowanym wewnątrz soczewki, spoiwo wapienne łączące okruchy zbitego wapienia, jest szare od drobniutkich pyłków pirytu.

4. Przypowierzchniowa woda morska, nasycona tlenem w strefie kipieli, wciskając się w porowatą skałę, utleniła siarczki żelaza na FeSO_4 , który reagując z wapieniem, wyzwolił CO_2 . Z powodu trudności dyfuzji CO_2 z włoskowatych pór wapienia, powstało w nim nadciśnienie CO_2 , ułatwiające wytrącenie dolomitu z wytworzonego CaSO_4 i z doprowadzo-

nego $MgSO_4$. Do zobojętnienia jonów SO_4 posłużył $Fe(OH)_2$ powstający podczas oddziaływania $FeSO_4$ na $CaCO_3$. Drobne nawet ilości $FeSO_4$, biorąc udział w cyklu przemian chemicznych, mogą przeobrazić znaczne masy porowatego wapienia w obrębie zasięgu przenikania wody morskiej. Wytrącony częściowo wodorotlenek żelazowy barwi dolomit na kolor jasno-brunatny.

Z Zakładu Mineralogii i Petrografii Uniwersytetu Jagiellońskiego.

SPIS LITERATURY

1. G. Linck: Über die Bildung der Carbonate des Calciums, Magnesiums und Eisens. C. Doelter's Handb. d. Mineralchemie, Bd. I. 1912. pp. 113—138. — 2. Otto Bär: Beitrag zum Thema Dolomitentstehung. Cbl. Min. etc. 1932, pp. 46—62. — 3. H. Udluft: Die Genesis der flächenhaft verbreiteten Dolomite des mitteldevonischen Massenkalkes, insbesondere des Schwelmer Kalkes der Gegend von Elbelfeld - Barmen. Jahrb. Preuss. Geol. L. — A. 1929. — 4. G. Linck: Bildung des Dolomites und Dolomitisierung. Chemie d. Erde, Bd. XI. pp. 278—286. — 5. K. Smulikowski: O dolomicie z Imielina na Górnym Śląsku. (On the dolomite of Imielin [Upper Silesia, Poland]). Rocznik Polskiego Tow. Geol., t. XVI. 1946. pp. 159—168. — 6. St. Zaręczny: Tekst do zeszytu III-go Atlasu Geol. Galicji. Wydawn. Komisji Fizjogr. P. A. U., Kraków 1894., porówn. str. 178—179. — 7. S. Kreuz: Przyczynki do morfologii kalcytów polskich. Rozpr. Wydz. mat.-przyr. P. A. U. seria A, Kraków 1916. — Beiträge zur Morphologie der Kalkspate aus den Lagerstätten Polens. Bull. Ac. Sci. et Lettres, classe sc. mat. et. natur., sér. A., Cracovie 1916. pp. 172—191 + 2 pl. — 8. Cz. Kuźniar: Złoże pirytu w okolicy Kluczów pod Olkuszem. — Les gisements du pyrite dans les environs de Klucze près d'Olkusz. Sprawozdania P. Inst. Geol., t. III. Warszawa 1925/26. pp. 15—39 i 39—44 (résumé). — 9. E. Panow: W sprawie wieku mioceńskich wapieni ostrygowych z okolic Krakowa. — Sur l'âge des calcaires à Ostrea des environs de Cracovie. Rocznik Polskiego Tow. Geol., t. XI. Kraków 1935. pp. 21—25. — S. Liszka, E. Panow: Nowe stanowisko wapienia ostrygowego w Tyńcu pod Krakowem. — Sur un nouvel affleurement des calcaires à huitres à Tyniec près de Cracovie. Rocznik Polskiego Tow. Geol., t. XI. Kraków 1935. pp. 18—20. — 10. H. Udluft: Ein neuer Beitrag zum Dolomitproblem. Z. d. dtsh. geol. Ges., Bd. 83., 1931. — 11. C. S. Adams, A. S. Swinnerton: Solubility of limestone. Nat. Research. Council, Transact. Am. geophys. Union 1937. (Ref. N. Jb. f. Min. etc. 1939. p. 89.).

RESUME.

Dans la partie supérieure des calcaires jurassiques des environs de Cracovie apparaissent en plusieurs points des lentilles composées de dolomites de couleur brun-clair. Dans un cas on a observé deux lentilles déposées parallèlement l'une sur l'autre en s'alternant avec des couches des calcaires. La lentille, découverte dans une carrière abandonnée à Pychowice, près de Cracovie, a été soumise à un examen pétrographique pour déchiffrer la genèse du procès de la dolomitisation. Les couches calcaires jurassiques avec la dite lentille dedans sont un peu inclinées vers SE. Elles sont coupées par la transgression cénomaniennne qui a laissé une mince couche du conglomérat formé d'un quartz arrondi et du ciment qui n'est que presque seulement le détritit pélitique du calcaire jurassique soumis. Après la transgression cénomaniennne et après celle-ci moins évidente turonienne, la mer sénonienne envahisse ici en déposant des marnes à glauconie. Les sédiments d'un âge miocène, c'est à dire les calcaires à huîtres et les argiles à gypse remplissent les synclines et les fosses tectoniques dans les formations mésozoïques. Elles ne se rencontrent à même des parties dolomitiques. C'est pour quoi il faut exclure l'âge miocène de la dolomitisation des roches jurassiques.

La roche calcaire dans laquelle se trouve la lentille dolomitique, est compacte et dépourvue de structure macroscopique quelconque. Cependant, quelques couches supérieurs, aussi que le calcaire non transformé métasommatiquement de la partie inférieure de la lentille, possèdent une structure graveleuse, visible à l'oeil nu. Elle consiste en ce, que des petites galets du calcaire compact sont renfermés par une masse calcaire pélitique plutôt poreuse. Ce ciment poreuse du calcaire qui est resté comme relict non transformé dans la lentille dolomitique, fût coloré en gris par la pyrite très fin disséminée.

Le calcaire relictique de la lentille passe, d'une manière continue, en dolomite, mais c'est seulement le ciment qui était transformé pendant que des parcelles compactes ont résisté efficacement au proces de la dolomitisation. En consequence, la dolomite de la lentille possède aussi une structure détrititque et graveleuse; elle est caractérisée par la présence de petites tâches calcaires blancs sur le fond fin cristallisé, de la dolomite

de couleur brun - jaunâtre. Ces blancs débris calcaires disparaissent dans les parties moyennes et supérieures de lentille sous l'action de lessivage postérieure. Les surfaces de ces petites cavernes qui se formèrent en remplaçant le calcaire lessivé, sont couvertes de minuscules cristaux de quartz.

De l'E de la lentille dolomitique il y a une fissure presque verticale, orientée NS, au surfaces irrégulières, fermée en haut, au - dessous des couches de la transgression cénomaniennne. Elle est remplie par placé entièrement, par place partiellement par les cristaux de calcite. Les calcites de la salbande (éponte) du filon sont brun - jaunâtre et celles - ci de son milieu sont blanches et semi - transparents. Elles se caractérisent d'un éclat de perle et d'un clivage inégale au surfaces conchoidales. Ces propriétés signalent le petit mélange isomorphe de carbonate de fer et de magnesium. Sur ces cristaux on observe la forme d'un rhomboèdre inverse (111) — (022̄1). D'après les observations de Prof. S. K r e u t z la forme d'un rhomboèdre inverse mentionnée est constamment bien développée sur les cristaux des calcites formées de solutions contenant les sels de fer. Le calcaire le long de la fissure a une teinte grise qui provient de la fine poussière des sulfures de fer. Ils sont formés épigénétiquement sous l'influence des eaux ou des exhalaisons de H₂S qui traversèrent la fissure avant que celle - ci ait été remplie de calcite. On observe aucune trace de dolomitisation du calcaire dans le voisinage du filon.

Investigations chimiques et pétrographiques

Les calcites du filon

Quoique les observations géologiques dans les affleurements decrites exclurent une supposition d'une liaison quelconque entre la dolomitisation des calcaires jurassiques et la formation des calcites filoniennes, pourtant l'examen chimique fut conforme au but, car H. U d l u f t admet la possibilité de la dolomitisation par les eaux thermales. J'ai analysé les calcites de la fissure, de quelles le développement démontrait la présence de fer:

- I. Calcite jaune de la salbande du filon, en bas;
- II. Calcite jaunâtre, avec la nuance blûâtre, près de la salbande, de la partie inférieure du filon;

III. Calcite jaune, partie supérieure du filon, la salbande.

IV. Calcite blanc, un peu transparent.

Table des analyses, voir texte polonais, page 460.

Il est intéressant de constater que les calcites de la salbande et de la partie inférieure du filon ne possèdent point de magnésium ou une quantité minime, pendant que les calcites claires et blancs ou jaune-pâles du milieu du filon en démontrent quelques petites quantités, comparables aux celles qui se trouvent dans la roche calcaire environante. Il semble que les solutions qui ont donné l'origine aux cristaux analysés, n'étaient pas des thérmes d'une haute temperature, et le minime contenu de fer et de magnésium ne provenait pas de profondeur de la terre. Il faut considérer que dans la proximité de la fissure on rencontre des boules de silex avec les trous plus ou moins lessivées, où plus tard se sont déposés de petites enveloppes de la chalcedoine. Aussi les surfaces de la fissure elle même semblent être lessivées. Ces deux phénomènes permettent de supposer que le procès de lessivage fût causé par les solutions alcalines riches en CO_2 qui ensuite donnaient l'origine aux calcite filonienne. L'identité de ces solutions est affirmée par la même contenu de fer et de magnésium dans des calcites et dans la roche voisine. Ces solutions n'ont pas évoqué la dolomitisation du calcaire jurassique, car le calcaire dans le voisinage du filon ne démontre aucune augmentation du contenu du magnésium. (voir l'analyse V du texte polonaise: le calcaire gris, près de la fissure. Dans l'analyse mentionnée on ne cite pas le soufre, dont la présence cependant est supposée à cause de la fine éffloraison d'épsomite sur la roche pendant les temps secs).

D o l o m i t e

S. Z a r ę c z n y écrit qu'une roche dolomitique de Skotniki, analysée, le siècle dernier par Alexandrowicz, contient 33,34% MgCO_3 , ce qui correspond à la quantité 72,93% de dolomite dans la roche. Il est très probable que le contenu de magnésium dans les lentilles dolomitiques de différents affleurements et dans différentes parties d'elles mêmes, serait variable à cause de la structure graveleuse de la roche.

Dans le laboratoire de l'Institute Minéralogique de l'Univ. Jagel. à Cracovie j'ai exécuté des analyses des échantillons

pris du profil à travers la lentille dolomitique découverte à Pychowice:

- A) Calcaire blanc, rocheux, au dessous de la dolomite.
- B) Dolomite compacte, rose, de la partie inférieure de la lentille.
- C) Dolomite de la partie inférieure de la lentille, où elle s'encoine.
- D) Dolomite caverneuse du milieu de la lentille.
- E) Dolomite de la partie supérieure de la lentille.
- F) Calcaire gris non dolomitisé, du milieu de la roche dolomitique.
- G) Calcaire rosâtre, placé immédiatement au-dessus de la lentille.
- H) Calcaire graveleux, un peu marneux, au-dessus de la lentille.

(Table des analyses, voir le texte polonais, p. 462).

La quantité de CO_2 , soustraite du contenu de MgO et CaO dans les analyses mentionnées, présente une table suivante (voir le text polonais):

Il faut remarquer que dans les calcaires pures la quantité du CO_2 calculée s'accorde en général avec la perte au feu. Dans les analyses de la dolomite ces chiffres ne sont pas toujours comparables, parce - que les erreurs analitiques de CaO et MgO destiné se doublent dans le calcul du CO_2 . En outre, si l'on trouve des pertes au feu plus grandes, il faut supposer que l'eau est présente dans la roche; elle pourrait être liée avec les substances argileuses, ou avec les substances non discernables qui sont visibles sous les grande croissances microscopiques dans les cristaux de la dolomite.

Les analyses démontrent que le calcaire jurassique du voisinage de la lentille dolomitique contient de quantités MgO ne dépassant pas 0,5%. N'en diffère pas beaucoup le caicaire non dolomitisé du milieu de la dolomite (1,05%). Le contenu de MgO dans les différentes parties de la lentille est soumis à des variations considérables qui dépendent de la quantité de la dolomite minérale dans la roche. La roche compacte, au contenu 8,31% MgO se compose de 38,01% de dolomite, pourtant dans la roche gros graveleuse la quantité de la dolomite baisse jusqu'à 32% (32,27% dans l'échantillon C et 31,82% dans l'échantillon E). La plus riche en dolomite est la partie caver-

neuse de la lentille, de laquelle ont disparu des granules du calcaire blanc rocheux à cause de lessivage. Dans l'échantillon analysé la quantité de la dolomite atteint 89,25%.

D'autres composés chimiques sont présents dans les roches analysées en tel quantités qu'ils ne permettent pas à faire des suppositions sur leur changement ou migration pendant la dolomitisation. La présence de FeS_2 , en petites quantités, dans le ciment du calcaire graveleux non métasommatisé, du milieu de la dolomite, est seule qui mérite d'être notée.

Observations microscopiques

Le calcaire rocheux jurassique des environs de Cracovie laisse voir seulement sous le microscope de certaines différences qui apparaissent dans la composition des restes organiques, comme dans la structure. La structure graveleuse mentionnée plus haut est singulièrement intéressante: elle consiste en ce que des parcelles du calcaire compact aux contours peu arrondis, sont remplies par la masse poreuse du ciment calcaire à petits grains. Cette espèce de structure du roche peut être formée dans la mer peu profonde, quand le fond calcaire martelé par des ondes, fournissait du matériel sédimentaire, emporté et trié par les courants de la mer. A la masse du ciment calcaire pélitique qui a lié des gros parcelles du calcaire rocheux, pouvaient être ajoutées des substances bitumineuses de quelles sont restées seulement les traces du pyrite. Le calcaire graveleux à ciment coloré en gris du pyrite est conservé dans l'intérieur de la lentille dolomitique.

Sous le microscope la structure de la roche dolomitique rappelle celle des calcaires graveleux. Le rôle du ciment, liant les galets du calcaire rocheux non métasommatisé, remplace la dolomite à gros grains. Les cristaux rhomboidales de la dolomite remplissent uniquement ces places qui dans le calcaire graveleux correspondent au ciment poreux. Ces cristaux à dimensions de 0,14 mm sont coupés par les fentes de clivage, mais ils ne sont pas maclés. Dans leur intérieur se trouvent des inclusions troubles, observés aussi par K. Smulikowski dans la dolomite triassique d'Imielin (H. Silésie). Il les considérait pour les restes du calcaire non métasommatisés. Par place se trouvent aussi parmi de ces inclusions des grains de limonite.

C o n c l u s i o n s

Pour se rendre compte du procès de la dolomitisation il faut considérer:

1. La dolomite remplace dans la roche calcaire jurassique seulement le ciment calcaire de structure poreuse, mais n'atteint pas la roche calcaire compacte.

2. La pression de CO_2 nécessaire pour former la dolomite doit être évoqué sur place, dans la roche métasommatisée.

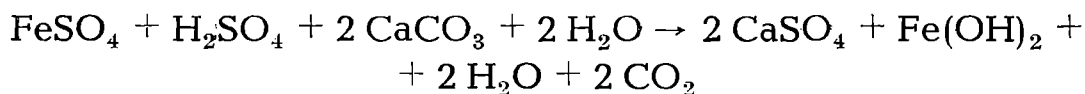
La structure poreuse du ciment calcaire a facilité la diffusion des solutions aqueuses de magnésium, cependant les forces adhésives dans les vaisseaux capillaires auraient pu augmenter la concentration des solutions à l'état suffisant aux réactions chimiques et à la cristallisation. La concentration nécessaire de CO_2 dans les solutions qui remplissent les pores du roche ne rencontre aucun obstacle. C. S. A d a m s et A. S. S w i n n e r t o n soutient que l'eau peut être facilement sursaturée par CO_2 dissous, car pour le chasser il faudrait une énergie considérable, surtout que le ion du bicarbonate se décompose lentement. Les particules colloïdales présentes dans l'eau, arrêtent aussi la disparition de CO_2 . Je suppose qu'au cas de structure poreuse dans les roches calcaires mentionnées le rôle, pareil à ceux des substances colloïdales, jouent les forces adhésives qui agissent sur les solutions des vaisseaux capillaires.

En cherchant la provenance de CO_2 , on serait incliné de la trouver d'après H. U d l u f t, dans les substances bitumineuses de la roche primaire. Surtout l'oxydation de ces substances dans la zone de la falaise pourrait fournir les quantités considérables de CO_2 . Il est intéressante que E. W. S k e a t s le premier attira l'attention sur le fait que la dolomitisation des îles coralliennes s'accomplit dans la zone des eaux peu profonde, près de la surface de la mer.

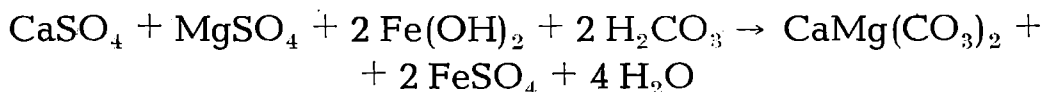
Les substances bitumineuses manquent dans le calcaire relictique de la lentille dolomitique mentionnée, mais à leur place on constate la présence des sulfures de fer. Dans l'oxydation de ces sulfures et dans la réaction des sulfates avec le calcaire je tâche de trouver la source de CO_2 et je cherche à expliquer le procès de la dolomitisation.

L'eau de la mer fortement agitée surtout dans la zone de la falaise et saturée d'air, pénètre dans la roche poreuse cal-

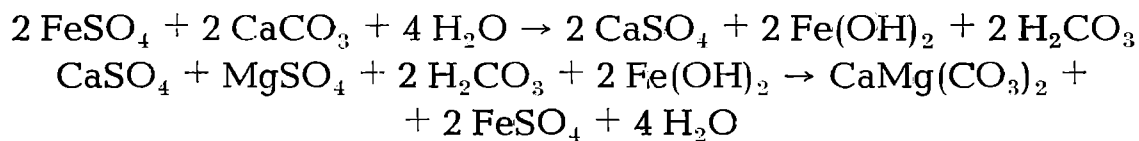
caire en oxygénant les sulfures de fer en FeSO_4 et H_2SO_4 . Ces produits d'oxydation sont ensuite neutralisés par CaCO_3 du calcaire, en formant CaSO_4 , $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ou $\text{Fe}(\text{OH})_3$ et CO_2 .



De composés de la formule précédente, une partie de CaSO_4 dissoute diffuse vers l'extérieur de la roche, l'acide carbonique se lie avec le calcaire en donnant le bicarbonate de calcium ou reste tout simplement par occlusion dans les pores de la roche. A ces composés s'ajoutent des ions de magnésium, fournis par l'eau de la mer, qui pénètrent dans les pores de la roche. En présence de CO_2 , retenu abondamment dans les capillaires se cristallise le carbonate de calcium et magnésium. Pour précipiter les carbonates de calcium ou magnésium est nécessaire la présence du carbonate d'ammonium dont l'origine G. L i n c k retira de la décomposition des substances bitumineuses. Dans le cas mentionné le rôle de ion d'ammonium, nécessaire pour neutraliser les ions de SO_4 , est accompli par $\text{Fe}(\text{OH})_2$, selon la formule suivante:



Des solutions des sulfates de fer, formées de nouveau, en pénétrant les carbonates de la roche, réagissent avec la calcite mais non avec la dolomite, conformément aux réactions bien connues de L e m b e r g, M e i g e n et T h u g u t t. Depuis ce moment le cycle des réactions chimiques se répète:



Pour commencer ces réactions ne sont nécessaires que de petites quantités de FeSO_4 . Au cas de la précipitation de $\text{Fe}(\text{OH})_3$ moins dissoluble, les quantités de FeSO_4 sont renouvelées par oxydations des sulfures de fer, qui se trouvent dans la roche. La nuance de couleur brun-clair des dolomites formées métasommatiquement, pourrait témoigner de la justesse de cette conception: du procès de la dolomitisation par l'action des ions de fer sur le calcaire à la structure poreuse.

L'âge de la dolomitisation

St. Zaręczyński considérait les dolomites mentionnées comme des restes d'une couche d'âge crétacé, déposée sur les calcaires jurassiques. Il fonda son opinion sur une des trouvailles de dolomite où il constata les grains de quartz arrondis, identiques à des galets dans le conglomérat cénomanien, qui était déposé sur la calcaire jurassique. Le dessin, ci-inclus, de la découverte décrite, prouve que la dolomite se formait comme la lentille dans une couche du calcaire jurassique et que la transgression cénomanienne la coupe obliquement. L'observation de Zaręczyński prouve pourtant, que la dolomitisation qui eut lieu dans les calcaires jurassiques, a transformé aussi le ciment calcaire du conglomérat cénomanien, s'il avait des conditions favorables: c'est à dire une structure poreuse et la présence des sulfures de fer. Oxydation de ces sulfures et l'affluence de magnésium serait possible pendant la transgression sénonienne.

Résumé

La lentille dolomitique se trouve dans la partie supérieur du calcaire jurassique des environs de Cracovie. Elle n'était pas formée par l'action des eaux thermales car les roches calcaires dans la proximité des fissures avec calcites, aussi que les calcites elles-mêmes ne sont pas enrichis en magnésium.

La lentille dolomitique se trouve dans un calcaire graveleux. La dolomite secondaire remplace seulement le ciment calcaire à structure poreuse, sans attaquer les parcelles du calcaire compact et rocheux. C'est pourquoi la roche dolomitique possède aussi la structure graveleuse.

Le calcaire non transformé qui se trouve à l'intérieur de la lentille est graveleux, dont le ciment poreux est gris de la poussière du pyrite.

L'eau de la mer sénonienne, saturée à la surface dans la zone de la falaise, en pénétrant dans la roche poreuse, a oxydé les sulfures de fer en FeSO_4 . Le sulfate de fer réagit par hydrolyse avec le calcaire, en produisant le CO_2 , qui est retenu par les pores de la roche. La présence abondante de CO_2 dans les capillaires facilite la précipitation de la dolomite. Pour neutraliser les ions SO_4 sert $\text{Fe}(\text{OH})_2$, formé pendant

l'action de FeSO_4 sur CaCO_3 . Le sulfate de fer renouvelée répète le cycle des réactions. La dolomitisation de la roche poreuse se développe constamment par l'action des ions de fer sur le calcaire, sous la pression de CO_2 qui se trouve dans les capillaires. A cause de la présence de fer la dolomite secondaire est de nuance brun - clair.

Institut Minéralogique de l'Université Jagellon. à Cracovie.

OBJAŚNIENIE TABLICY VII

1. Dolomit z soczewki w wapieniu jurajskim okolic Krakowa. Kryształy dolomitu skupione pomiędzy nieregularnie zarysowanymi okruchami wapienia skalistego zwięzłego. (Tło ciemne z powodu rozproszenia światła w zbitej pelitycznej masie wapienia).

Powiększenie 65×, światło zwyczajne.

2. Wapień zlepieńcowy z pobliza soczewki dolomitu. Okruchy wapienia skalistego zbitego (ciemne plamy), spojone porowatą, bardziej ziarnistą masą wapienną, która podczas dolomityzacji jest zastępowana przez dolomit krystaliczny.

Jasne plamy: szczątki organizmów.

Powiększenie 65×, światło zwyczajne.

3. Kamieniołom w Pychowicach. Nachylone ławice wapienia skalistego zawierają u góry soczewkę dolomitu, wyklinającą się w lewo. Od góry pokrywa transgredujących margli i mało zwięzłych wapieni senońskich.

EXPLICATION DE LA PLANCHE VII

1. La dolomite de la lentille dans le calcaire jurassique des environs de Cracovie. L'agregat des cristaux dolomitiques parmi les grains de calcaire rocheux compact, irrégulièrement entourés. Les grains forment une masse foncée à cause de la dispersion de la lumière.

Gross. 65, lumière naturelle.

2. Le calcaire graveleux, à coté de la lentille dolomitique. Les grains du calcaire rocheux compact (taches foncées), cimentés par de la masse calcaire poreuse, pendant la dolomisation remplacée par les cristaux de la dolomite. Les taches claires: débris des organismes.

Gross. 65, lumière naturelle.

3. La carrière en Pychowice. Les bancs du calcaire inclinés enferment au-dessus une lentille de la roche dolomitique, qui s'encoint vers la gauche. Les marnes et les calcaires peu compacts du Sénonien couronnent en discordance les calcaires jurassiques.

