

## DEDOLOMITYZACJA UTWORÓW GÓRNOJURAJSKICH W OKOLICY HEDWIŻYNA (PŁD. LUBELSZCZYŻNA)

UKD 549.742.121:548.58:552.542:551.762.3:551.244.1(438 – 12 Lubelszczyzna S, Hedwiżyn – 0)

Zjawisko dedolomityzacji zostało stwierdzone już w połowie ubiegłego wieku, jednak dopiero w ostatnich dwóch dekadach było ono intensywnie badane (15 – z literaturą, 1, 25, 21, 27, 24, 12, 11, 22, 4, 5, 14, 7, 13; oraz w Polsce – 20, 3, 18, 19).

Obecnie na podstawie eksperymentalnych prac O.K. Janatiewej (9) i K. de Groota (8) – przyjmuje się, że dedolomityzacja na ogół zachodzi w warunkach przypowierzchniowych lub nawet powierzchniowych, gdzie wody meteoryczne migrując w skałach węglanowych wchodzą w reakcję z dolomitom, zastępując go kalcytem (dedolomitem).

K. de Groot (8) ustalił, że proces ten zachodzi w temperaturze poniżej 50°C, ciśnieniu cząstkowym do 0,5 atm, wysokim stosunku jonowym Ca/Mg w wodzie porowej i przy istnieniu możliwości swobodnego przepływu przez skałę roztworu reagującego, przy czym aktywnym czynnikiem dedolomityzacji jest tylko siarczan wapnia. Niektórzy badacze (10, 5) wskazują jednak, że zjawisko to może zachodzić także pod wpływem działania roztworów o niskim stężeniu jonów Ca i Mg.

Bezpośredni mechanizm przekształcenia dolomitu w kalcyt nie jest jeszcze znany. Według M.J. Wolfe'a (26) rombowa kryształ dolomitu zawierają zwykle pewną ilość inkluzji kalcytowych, które niejako pozwalają powstającej mozaice krystalicznej dedolomitu „zapamiętać” oryginalną orientację. Autor ten uważa, że różne typy tła dedolomitowego obserwowane przez D. J. Shearmana i in. (23) i B.D. Evamy'ego (6) zależą od orientacji inkluzji.

Autor przeprowadzając studia nad utworami górnej jury z otworu badawczo-poszukiwawczego Hedwiżyn-2 położonego około 8 km na NE od Biłgoraju na Lubelszczyźnie, stwierdził liczne cechy skał wskazujące na dedolomityzację.

Badany rdzeń wiertniczy, to wapienie, wapienie w różnym stopniu zdolomityzowane oraz dolomity. Najsilniej zdolomityzowana jest część górna profilu (odcinek głębokości 117,80–286,0 m). Część środkową (do głębokości 377,0 m) stanowią przelawienia wapieni, wapieni dolomitycznych i dolomitów, zaś część dolna profilu (do głębokości 551,30 m) reprezentują wapienie. Ze wzrostem głębokości intensywność dolomityzacji wyraźnie maleje. W przypadku pełnej dolomityzacji skała składa się głównie z kryształów anhedralnych i stosunkowo niezbyt dużych, przeważnie o wielkości 30–80  $\mu\text{m}$ . Natomiast gdy dolomityzacja zachodziła w sposób niezupełny, to w skałe często zachowane są relikty pierwotnych tekstur ziarnistych. W takiej sytuacji wapienie są przerośnięte różnej wielkości (maksymalnie do 250  $\mu\text{m}$ ) euhedronami dolomitu.

Opis i geneza dolomitu będą przedmiotem osobnej pracy; tu należy jednak zauważyć, że dolomity są często nieregularnie przerastane cienkimi wkładkami wapienymi. Częściowo jest to spowodowane niecałkowitą dolomityzacją; a częściowo zaś, ta duża zmienność chemiczna omawianego profilu, wywołana jest właśnie dedolomity-

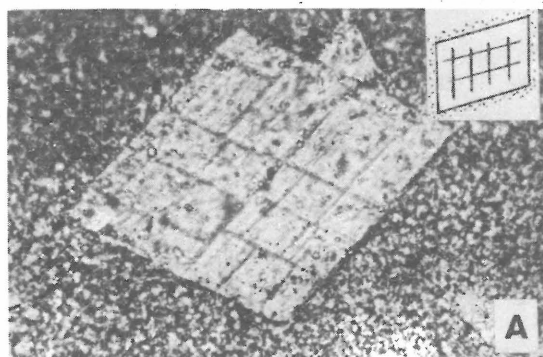
zacją, bowiem wapienne przerosty wśród dolomitów wykazują mniej lub bardziej rozwinięte tekstury charakterystyczne dla tego zjawiska.

Badania przeprowadzono na płytkach cienkich, które często były barwione alizaryną S, wykorzystano także wyniki analiz chemicznych.

### CECHY DEDOLOMITYZACJI

Jednym z lepszych wskaźników dedolomityzacji są zmiany w budowie kryształów (por. 15). Na ten proces wskazuje także charakterystyka geochemiczna skał, ale ze względów praktycznych największe znaczenie ma wykształcenie teksturalne skał (19).

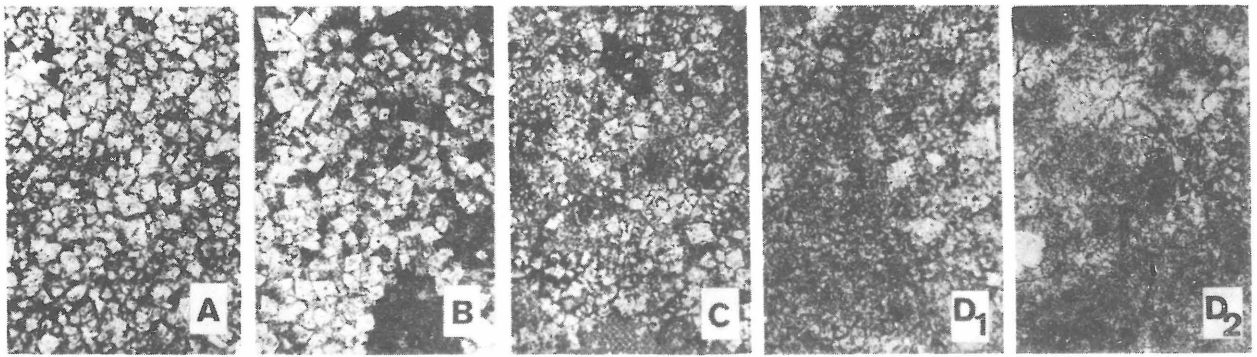
Zmiany w budowie kryształów. Stosunkowo najlepiej dedolomityzacja jest widoczna w dużych dobrze wykształconych, pojedynczych kryształach dolomitu. Można wyróżnić kilka faz o coraz większym postępie dedolomityzacji, przy czym przeobrażanie to może odbywać się dwiema drogami (ryc. 1):



Ryc. 1. Sekwencje zmian dedolomitowych w kryształach dolomitu. Etap A–E: stopniowa degradacja postaci krystalicznej dolomitu (A) aż do prawie czystego i bezpostaciowego kalcytu (E) przez: korozję odśrodkową ( $B_1-D_1$ ) i korozję postępującą od zewnątrz ( $B_2-D_2$ ). Etap F–G: stopniowa krystalizacja postępująca od zewnątrz ku centrum kryształu ( $F_1$ ) lub obejmująca mniej więcej jednolicie cały kryształ ( $F_2$ ) aż do powstania polikrystalicznego agregatu kalcytu (G). W górnym prawym rogu fotografii schematycznie zaznaczono przebieg przeobrażania dolomitu w kalcyt. Kolor biały – dolomit, pola zakropkowane – kalcyt; powiększenie ok. 260  $\times$ . Etapy  $B_1$ –G na 3 str. okładki.

Fig. 1. Sequences of dedolomitization changes in dolomite crystals. Stage A–E: slow degradation of crystalline form of dolomite (A) up to almost pure, shapeless calcite (E), connected with: centrifugal corrosion ( $B_1-D_1$ ) and corrosion proceeding from the outside ( $B_2-D_2$ ).

Stage F–G: gradual crystallization, proceeding from the outside to the center of crystal ( $F_1$ ) or more or less simultaneously effecting the whole crystal until polycrystalline calcite aggregate originates (G). A scheme of transformation of dolomite into calcite is shown in upper right corner of the photo: white – dolomite, dotted area – calcite,  $\times$  c. 260. Stage  $B_1$ –G are shown on the 3rd page of the cover.



Ryc. 2. Dedolomityzacja tła dolomitowego. Schemat kolejnych zmian dolomitu (A) aż do powstania drobnokrystalicznej ( $D_1$ ) i grubokrystalicznej ( $D_2$ ) mozaiki kalcytu. Pow. 70  $\times$ .

Fig. 2. Dedolomitization of dolomitic groundmass, showing successive changes of dolomite (A) up to formation of fine-crystalline ( $D_1$ ) and coarse-crystalline ( $D_2$ ) calcite mosaic,  $\times 70$ .

1) przez postępowanie tego procesu szczelinami i spękaniami istniejącymi w kryształach dolomitu, do środka euhedronu, i dalej głównie przez penetrację odśrodkową (fazy:  $B_1$ ,  $C_1$ ,  $D_1$ ). Zmiany tą drogą powodują powstanie reliktywnej obwódki dolomitowej otaczającej nowo utworzony kalcyt, a w końcu przemianie ulega sama obwódka, z której pozostają jedynie fragmenty;

2) przez przekształcanie dolomitu w kalcyt zapoczątkowane korozją kryształu postępującą od zewnętrznych krawędzi romboedru ku jego centrum (fazy:  $B_2$ ,  $C_2$ ,  $D_2$ ).

Obie drogi prowadzą stopniowo do prawie całkowitej degradacji dolomitowego euhedronu – z poprzedniego kryształu pozostaje ledwie zarysowany kontur złożony z bardzo drobnych kryształów o wielkościach odpowiadającym wielkościom ziarn krystalicznych tła (faza E). W przypadku skrajnym, jak można przypuścić, romboedr dolomitu zostaje zdegradowany całkowicie i staje się nierozpoznawalny w bardzo drobno krystalicznym tle kalcytowym.

Proces dedolomityzacji zachodzi w aktywnym chemicznym roztworze rozpuszczającym dolomit, który rozkłada się dostarczając kalcytu. Przekształcanie dolomitu w kalcyt odbywa się mol po molu obejmując powoli cały kryształ i prowadzi do jego zatarcia w tle skały. Jednak pamięć po nim w jakiś sposób zostaje zachowana w skale. Zakodowanie pierwotnego miejsca i kształtu kryształu dolomitu może powodować, że migrujące w skałach czynniki i niosące ze sobą materiał kalcytowy roztwory, mogą wykorzystywać tę oryginalną matrycę do powstawania polikrystalicznego agregatu kalcytu. W zależności od czasu działania i ilości materiału w roztworze krystalizacja kalcytu obejmuje stopniowo cały pierwotny romboedr dolomitu, dając mozaikę różnej wielkości i ilości bezpostaciowych kryształów. I tu można wyróżnić kolejne fazy tej ciągłej przemiany (fazy: F, G). Wydaje się przy tym, że proces krystalizacji przebiega również dwoma sposobami:

1) krystalizacja postępuje od zewnątrz zakodowanego romboedru ku jego centrum wykształcając coraz większą polikrystaliczną obwódkę kalcytową otaczającą wyraźnie słabiej krystaliczny dedolomit lub pył podolomitowy. Powoduje to powstanie charakterystycznych skupień ciemnej lub bardzo drobnokrystalicznej substancji o kształcie romboidalnym lub owalnym tkwiącej w obrębie polikryształu kalcytu (faza  $F_1$ );

2) krystalizacja obejmuje mniej więcej jednolicie całą przestrzeń poprzedniego euhedronu, przy czym najczęściej zaczyna się od fragmentów kątowych romboedru, prowadząc do wykrysztalizowania całego kryształu kalcytu (faza  $F_2$ ).

Tak powstałe osobniki dedolomitu mogą ulegać dalszej krystalizacji, w efekcie czego tworzy się agregat złożony ze stosunkowo wyraźnych i dużych kryształów kalcytu obejmujących cały kryształ. Rombowe lub owalne skupienia bardzo drobnego dedolomitu lub pyłu podolomitowego, istniejące poprzednio w kryształach, ulegają zatarciu (faza G). Jest to końcowa faza przemian.

W podsumowaniu można stwierdzić, że w procesie dedolomityzacji można wyróżnić dwa zasadnicze etapy rozwoju kryształów dedolomitu:

1) etap degradacji prowadzący do prawie całkowitego zdegradowania postaci dolomitu, po którym następuje

2) etap kreacji (krystalizacji), w wyniku którego na miejscu bezpostaciowego dedolomitu powstaje polikrystaliczny euhedron kalcytu.

Opisane wyżej przemiany krystaliczne powodują powstanie następujących cech budowy kryształów charakterystycznych dla dedolomityzacji: relikty dolomitu w dedolomicie, romboidalne zarysy dedolomitu i polikrystaliczne agregaty euhedralnego kalcytu.

**Dedolomityzacja ziarn węglanowych.** Proces dolomityzacji często działał selektywnie, obejmując tylko ooidy. Wskutek tego te ziarna uległy częściowej lub całkowitej dolomityzacji i złożone są z mniej lub lepiej wykształconych kryształów dolomitu. Zdolomityzowane ooidy tkwią w spoiwie wapiennym, dolomikrosparytowym lub dolo-sparytowym. Te zdolomityzowane ziarna uległy również dedolomityzacji. Na miejscu ooidów powstała nieregularna drobnosparytowa mozaika kalcytu, w innych zaś kryształy dedolomitu jedynie częściowo naśladujące romboedry pierwotnych dolomitów. Dedolomityzacja mogła objąć nawet całe zdolomityzowane ziarno, co jednak zdarza się niezbyt często.

Podobnym zmianom mogły też ulec i inne ziarna węglanowe, jak peloidy czy fragmenty alg z rodzaju *Mari-nella*.

**Dedolomityzacja tła.** Dedolomityzacji ulegało także tło dolomitowe złożone przeważnie z anedralnych kryształów oraz zdolomityzowane tło wapienne przerośnięte pojedynczymi euhedronami lub różnej wielkości grupami euhedronów.

Przebudowa dolomitowego tła odbywała się wielofazowo w wyniku czego powstawały tekstury charakterystyczne dla dedolomityzacji (ryc. 2). W zależności od tego, czy pojedynczy kryształ kalcytu zastępuje pojedynczy kryształ dolomitu czy też ich większą ilość można, podobnie jak w utworach cechsztyńskich (19), wyróżnić dwa typy skał: drobnokrystaliczny i grubokrystaliczny. Oba typy skał najczęściej współwystępują ze sobą – względnie duże ksenomorficzne kryształy kalcytu znajdują się

w obrębie mozaiki drobnokrystalicznej tworząc różnej wielkości skupienia. Prawdopodobnie też grubokalcytowe tło stanowi końcowy etap przemian dedolomitowych.

Dedolomityzacja powoduje zatem powstanie z jednej strony tekstury drobnokrystalicznej – często o ledwie rozpoznawalnych konturach kryształów, a nierzadko o jednorodnej drobnosparytowej mozaice, z drugiej zaś powstanie dużych nieregularnych pól kalcytowych wśród typu drobnokrystalicznego.

Typ grubokrystaliczny więc, w przeciwieństwie do drobnokrystalicznego, nie będzie sprzyjał zachowaniu pierwotnych tekstur wapiennych. Dedolomityzacja zatem może prowadzić do zachowania (także poprzez regenerację), jak również do zatarcia oryginalnych struktur depozycyjnych. Regenerację starych tekstur spotyka się jednak nierzadko i prawdopodobnie jest ona ułatwiona przez obecność drobnych inkluzji kalcytowych (6, 26).

## ROZWÓJ POROWATOŚCI

Krótko po dedolomityzacji zwykle następowało rozpuszczanie kalcytu (dedolomitu) co prowadziło do znacznego wzrostu porowatości skał. Intensywność rozwoju porów w zasadzie zależy od stopnia dolomityzacji. Późniejsze ługowanie tworzy próżnie o różnych kształtach od drobnych okrągławych bądź rombów mieszczących się w obrębie pojedynczych kryształów kalcytu, do rombów porów po rozpuszczeniu całych kryształów. Próżnie te występują często obok kalcytu, który nie uległ jeszcze ługowaniu.

W płytkach cienkich nierzadko można zaobserwować pojedyncze, nieregularne i stosunkowo duże próżnie, które przy bliższym przyjrzeniu się wykazują na swoich krawędziach fragmenty zarysów rombów. Wskazuje to, że powstały one przez wylugowanie całych grup kryształów kalcytu. Obok takich porów występują pojedyncze próżnie opisane wyżej jak i nierozpuszczone osobniki dedolomitu. Przy większych próżniach, o częściowo zaokrąglonych krawędziach, nie wykluczona jest wewnętrzna erozja podczas ich tworzenia.

Ługowaniu ulegały także kryształy kalcytu w zdedolomityzowanych ooidach. Doprowadziło to do powstania nieregularnych i okrągłych porów po rozpuszczeniu części lub całości tych ziarn. Względna intensywność rozwoju porowatości w badanym otworze obserwuje się w najwyższej części profilu (do głębokości około 135–140 m).

Nie zaobserwowano zjawisk wypełniania porów kalcytem po ługowaniu podedolomitowym.

## GENEZA DEDOLOMITYZACJI

Obecność zjawiska dedolomityzacji dowodzi oddziaływania warunków subaerycznych (6, 8, 2, 13, 7), chociaż ostatnio przyjmuje się także możliwość zachodzenia tego procesu w warunkach wglębnych, po przykryciu osadami (4). W badanym profilu przejawy dedolomityzacji w różnym nasileniu są spotykane nieregularnie prawie w całym profilu. Najprawdopodobniej jest to spowodowane silnym zaangażowaniem tektonicznym omawianych skał. Wskutek tego wapienie są silnie splekane, z licznymi szczelinami, stylolitami i lustrami tektonicznymi. Otwór Hedwizyn-2 położony jest w bezpośredniej strefie, czynnej w ciągu jury i kredy, a także i później, SW granicy mezozoicznego rowu lubelskiego wydzielonego przez S. Pawłowskiego (17). Drobne struktury tektoniczne były zapewne głównymi drogami infiltracji roztworów dedolomityzujących.

Dedolomityzację w rejonie Hedwizyna należy wiązać

z pogórnójurajskim wynurzeniem obszaru lubelskiego wskutek ruchów młodokimeryjskich. Warunki lądowe, jakie zapanowały po sedymentacji portlandu i trwające prawdopodobnie aż do kredy górnej w wymienionym regionie spowodowały, że skały węglanowe znalazły się w strefie przypowierzchniowej, w sferze oddziaływania roztworów migrujących i nasyconych jonami siarczanowymi (pochodzącymi z ługowania niedaleko położonych anhidrytów kimerydzkich). Otwór Hedwizyn-2 znajduje się w pobliżu SW granicy zasięgu litofacji dolomitowo-anhidrytowej górnego kimerydu na południu Lubelszczyzny (16). Liczne struktury tektoniczne ułatwiły migrację czynnych chemicznie roztworów. Pod tym względem podobny model powstania dedolomityzacji został opisany z wapieni kredy Teksasu (11), gdzie po fałdowaniu miocenijskim, w strefie uskokowej, utworzyło się płytkowodne środowisko, które doprowadziło do powstania cyrkulacyjnego systemu słodkowodnego.

Wglębną dedolomityzację można wykluczyć, gdyż tego typu proces, do powstania odpowiedniej ilości CO<sub>2</sub> niezbędnego dla dedolomityzacji, wymaga znacznego (co najmniej 1000 m miąższości) przykrycia nadległym osadem i odpowiednio wysokiego stopnia geotermicznego.

Autor składa serdeczne podziękowania dr T.M. Perytowi za liczne dyskusje dotyczące przedstawionej problematyki i uwagi krytyczne odnoszące się do tej pracy.

## LITERATURA

1. Abbott P. L. – Calcitization of Edwards Group dolomites in the Balcones Fault Zone aquifer, south-central Texas. *Geology* 1974 vol. 2.
2. Al-Hashimi W. S., Hemingway J. E. – Recent dedolomitization and the origin of the rusty crusts of Northumberland. *J. Sedim. Petrol.* 1973 vol. 43:.
3. Chlebowski R. – Dedolomityzacja w anhidrytach cechsztynu monokliny przedsudeckiej. *Prz. Geol.* 1977 nr 8–9.
4. Clark D. N. – The diagenesis of Zechstein carbonate sediments. *Contr. Sedimentology* 1980 vol. 9.
5. Clark D. N. – Replacement of dolomite by calcite. *IAS 1st Europ. Mtg. Bochum* 1980.
6. Evamy B. D. – Dedolomitization and the development of rhombohedral pores in limestones. *J. Sedim. Petrol.* 1967 vol. 37:.
7. Frank J. R. – Dedolomitization in the Taum Sauk Limestone (Upper Cambrian), southeast Missouri. *Ibidem*, 1981 vol. 51:.
8. Groot K. de – Experimental dedolomitization. *Ibidem* 1967 vol. 37.
9. Janatiewa O. K. – Diestwie na dolomit wodnych rastworow gipsa w prisudstwiu uglekisloty. *Dokl. AN SSSR*, 1955 vol. 101.
10. Katz A. – Zoned dolomite crystals. *Jour. Geol.* 1971 vol. 79.
11. Longman M. W., Mench P. A. – Diagenesis of Cretaceous limestones in the Edwards aquifer system of south-central Texas: a scanning electron microscope study. *Sediment. Geol.* 1978 vol. 21.
12. Lyle J. R. – Petrography and carbonate diagenesis of the Bonnetterre Formation in the Viburnum Trend area, southeast Missouri. *Economic Geology* 1977 vol. 72.
13. Magaritz M., Kafri U. – Stable isotope and Sr<sup>2+</sup>/Ca<sup>2+</sup> evidence of diagenetic dedolomitization in

- a schizohaline environment: Cenomanian of northern Israel. *Sediment. Geol.* 1981 vol. 28.
14. Martin J.M.M. — Las dolomias de las Cordilleras Béticas. Thesis Doct. Univ. Granada 1980 vol. 295.
  15. Munn D., Jackson D.E. — Dedolomitization of Lower Carboniferous Dolomite in the Wirksworth area, Derbyshire, England. *Geol. Mag.* 1980 vol. 117.
  16. Niemczycka T. — Jura górna na obszarze wschodniej Polski (między Wisłą a Bugiem). *Pr. Inst. Geol.* 1976 t. 77.
  17. Pawłowski S. — Kredowy i jurajski rów lubelski. *Kwart. Geol.* 1961 nr 1.
  18. Peryt T.M. — Charakterystyka mikrofacjalna cechsztyńskich osadów węglanowych cyklotemu pierwszego i drugiego na obszarze monokliny przedsudeckiej. *Stud. Geol. Pol.* 1978 vol. 54.
  19. Peryt T.M. — Sedymentacja i wczesna diageniza utworów wapienia cechsztyńskiego w Polsce zachodniej. *Pr. Inst. Geol., w druku.*
  20. Podemski M. — Dedolomityzacja węglanów cechsztyńskich w rejonie Lubina. *Kwart. Geol.* 1973 nr 3.
  21. Purser B.H. — Sédimentation et diagenese précoce des séries carbonatées du Jurassique moyen de Bourgogne. 1975, Thèse Univ. Paris Sud.
  22. Sha Quingan, Pan Zhengpu, Wang Yao — Recent dedolomitization in the vadose zone. *Sci. Geol. Sinica* 1979 vol. 10.
  23. Shearman D.J., Khouri J., Taha S. — On the replacement of dolomite by calcite in some Mesozoic limestones from the French Jura. *Proc. Geol. Ass.* 1961 vol. 72.
  24. Tišljarić J. — Ranodijagenetska i kasnodijagenetska dolomitizacija i dedolomitizacija u kredim karbonatnim sedimentima zapadne i južne Istre (Hrvatska, Jugoslavija). *Geol. vjesnik* 1976 vol. 29.
  25. Warrak M. — The petrography and origin of dedolomitized, veined or brecciated carbonate rocks, the "cornieules", in the Frejus region, French Alps. *J. Geol. Soc.* 1974 vol. 130.
  26. Wolfe M.J. — Dolomitization and dedolomitization in the Cenomanian chalk of Northern Ireland. *Geol. Mag.* 1970 vol. 107.
  27. Yébenes A. — Estudio petrológico y geoquímico de las „Carniolas del Cretácico Superior” de la Serranía de Cuenca. 1. *Symp. Cretácico de la Cordillera Ibérica* 1975.

Upper Jurassic limestones from the borehole Hedwiżyn—2 (southern Lublin region) display several features indicative of dedolomitization. Dedolomitization is shown here by marked changes in structure of crystals (from unchanged dolomite through gradual degradation of its crystalline form and complete obliteration in calcareous groundmass to crystallization of calcite and, finally, origin of polycrystalline aggregate of the latter). This process also affected dolomitic groundmass, leading to formation of two types of rocks: fine-crystalline and coarse-crystalline ones as well as dedolomitization of previously dolomitized ooids.

The dedolomitization was soon followed by solution of calcite which resulted in marked increase in porosity of the rocks. In the Hedwiżyn area, dedolomitization processes appear related to post-Late Jurassic uplift in the Lublin region and migration of dedolomitizing solutions downwards, mainly along numerous small-scale tectonic discontinuities.

## РЕЗЮМЕ

В буровой скважине Хедвижин 2 (южная Любельщина) в верхнемеловых известняках автором были обнаружены многие свойства пород указывающие на доломитизацию. Доломитизация имеет здесь формы: изменений в строении кристаллов (от неизменного доломита через его постепенную деградацию до полного затерения в известняковом фоне, а потом кристаллизации кальцита и образования поликристаллического агрегата); дедоломитизации доломитового фона (до образования двух типов пород — мелкокристаллического и крупнокристаллического; дедоломитизации доломитизированных ооидов.

Вскоре после дедоломитизации произошло растворение кальцита и образование значительной пористости породы. Дедоломитизация в районе Хедвижина была связана с поздневерхнемеловым вздыманием любельского района. Дедоломитизирующие растворы мигрировали вглубь главным образом вдоль мелких тектонических структур.