

Stefan ALEXANDROWICZ, Wanda WROCHNIAK-STOPKA

Konkrecje fosforytowe w osadach turonu okolic Krakowa

WSTĘP

W okolicach Krakowa osady turonu są reprezentowane przez zlepieńce, wapienie z otoczkami kwarcu, wapienie piaszczyste i organogeniczne. W utworach tych występują drobne konkrecje fosforytowe, których charakterystyka stanowi przedmiot niniejszego opracowania.

Stratygrafia i wykształcenie facjalne osadów krakowskiego turonu znane są głównie dzięki pracom E. Panowa (1934), S. Alexandrowicza (1954; 1956) i St. Bukowego (1956). Na obszarze Wyżyny Krakowskiej turon leży niezgodnie i przekraczająco w stosunku do starszych ogniw kredy, przeważnie bezpośrednio na wapieniach jurajskich.

W poziomie *Inoceramus labiatus* tworzyły się zlepieńce, wapienie piaszczyste oraz wapienie muszlowe (inoceramowe). Po ich osadzeniu nastąpiła krótkotrwała przerwa sedymentacyjna obejmująca niższą część poziomu *Inoceramus lamarcki*. Wyższe ogniwo turonu (wyższa część poziomu *Inoceramus lamarcki* i poziom *Scaphites geinitzi*) jest reprezentowane przez zlepieńce, wapienie z otoczkami kwarcu oraz wapienie piaszczyste i otwornicowe.

Miażdżość osadów krakowskiego turonu jest bardzo mała i waha się w granicach od kilkunastu centymetrów do jednego metra, osiągając w niektórych miejscach kilka metrów. Konkrecje fosforytowe pojawiają się nielicznie w całym profilu osadów turonu.

Materiały do badań pochodzą z odsłoneń już poprzednio opisanych (S. Alexandrowicz, 1954; 1956). Konkrecje fosforytowe zostały przejrane pod mikroskopem (w płytkach cienkich) oraz poddane badaniom chemicznym mającym na celu określenie zawartości P_2O_5 . W celach porównawczych wykonano również oznaczenia fosforu w wapieniach, w których te konkrecje występowały. Analizy zostały przeprowadzone w Zakładzie Surowców Mineralnych Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie za pomocą kolorymetru Pulfricha firmy Zeiss. Posługiwano się metodą żółcieni fosforanowo-molibdenowej¹.

¹ Według T. D. Snell, C. T. Snell (1949) — Colorimetric methods of analysis 2., D. Van Nostrand Company, New York.

WYSTĘPOWANIE I CHARAKTERYSTYKA KONKRECJI

TURON NIŻSZY

W osadach pierwszej transgresji turońskiej (S. Alexandrowicz 1954; 1956) konkrecje fosforytowe spotykane są bardzo rzadko. Jedną z większych konkrecji znaleziono w Chmielnicach koło Pychowic. Zawiera ona 27,40% P_2O_5 . Płytką cienką wykonaną ze skały otaczającej wykazuje, że mamy tu do czynienia z wapieniem piaszczystej facji inoceramowo-otwornicowej. W skale stwierdzono przy tym obecność kilku małych konkrecji, których średnica waha się w granicach 0,2÷1,0 mm. Mają one nieregularne, często wydłużone, kształty i zwykle dość ostro odgraniczają się od otaczającej skały. Substancja fosforanowa wykazuje zabarwienie zielonawoszare lub brunatne. Przy skrzyżowanych nikolach stwierdza się niską dwójłomność (ciemnoszare barwy interferencyjne). Na tle niemal izotropowej substancji fosforanowej widoczne są liczne zanieczyszczenia w postaci rozproszonego pelitu kwarcowego, łuszczykowatych minerałów ilastych lub minerałów z grupy mik oraz skupień limonitowych.

W kamieniołomie w Mydlnikach konkrecje fosforytowe pojawiają się w wapieniu piaszczystym zawierającym otoczaki kwarcu (piaszczysta facja otwornicowa). Większe konkrecje występują rzadko i odznaczają się stosunkowo niską zawartością fosforu (15,5% P_2O_5). W obrazie mikroskopowym widoczne są małe (0,5÷2,0 mm) wydłużone konkrecje, o nieregularnych, postrzępionych, zarysach.

W Tyńcu osady pierwszej transgresji turońskiej wykazują duże zróżnicowanie facjalne. Konkrecje fosforytowe znalezione zostały tylko w wapieniach piaszczystych (facja inoceramowo-otwornicowa). Są one bardzo małe, gdyż na ogół nie przekraczają 0,2 mm. Podobne małe konkrecje fosforytowe występują w wapieniach piaszczystych w kamieniołomie w Bonarce oraz w sąsiednim odślonięciu w Woli Duchackiej.

Tabela 1

Zawartość P_2O_5 w osadach turonu niższego okolic Krakowa

Odślonięcie	Rodzaj skały	% P_2O_5
Bonarka	wapień piaszczysty	0,80
Wola Duchacka	wapień organogeniczny	0,52
Chmielnice	wapień piaszczysty	0,51
Tyńiec	wapień organogeniczny	0,40
Mydlniki	wapień piaszczysty	0,63
Zabierzów	spoiwo zlepieńca	0,63

Z podanych obserwacji mikroskopowych wynika, że w osadach pierwszej transgresji turońskiej największą rolę odgrywają konkrecje małe, których obecność stwierdzić można dopiero w płytkach cienkich. W celu określenia wpływu ich obecności na ogólną zawartość fosforu w skale wykonano szereg oznaczeń P_2O_5 z próbek wapieni piaszczystych i organogenicznych oraz zlepieńców pochodzących z różnych odślonięć (tab. 1).

Przytoczone wyniki analiz wskazują na stosunkowo wysoką zawartość P_2O_5 w osadach niższego turońsu okolic Krakowa. W celu porównania można podać, że zawartość P_2O_5 w marglach i opokach turońskich Białorusi (G. I. Buszyński, 1954) waha się w granicach 0,04÷0,10%. Jedyne w nielicznych przypadkach osiąga ona 0,30%, a niektóre próbki tych skał w ogóle nie wykazują obecności P_2O_5 .

TURON WYŻSZY

W wapienno-piaszczystych i wapiennych osadach drugiej transgresji turońskiej obecność konkrecji fosforytowych stwierdzić można w każdym odsłonięciu. Najwięcej materiałów dostarczyło odsłonięcie w Skałach Twardowskiego (Kraków-Dębniaki).

W wapieniach zawierających dość liczne otoczki kwarców i kwarcytów występują pospolicie szarozielone i brunatne konkrecje o wydłużonych lub izometrycznych kształtach. Wielkość ich waha się w granicach od jednego milimetra do kilku centymetrów. Pod lupą można zaobserwować obecność znacznie mniejszych konkrecji. Większość z nich jest analogiczna do tych, które opisano z osadów pierwszej transgresji turońskiej. Zawartość P_2O_5 w konkrecjach jest stosunkowo niska. W jednym tylko przypadku wynosiła ona 12,75%. Na świeżych przełamach konkrecji fosforytowych pojawiają się często żółte skupienia limonitowe oraz pojedyncze drobne ziarna kwarcu. Substancja limonitowa tworzy ponadto otoczki wokół wielu konkrecji.

W płytkach cienkich fosforyty wykazują zabarwienie szaro-żółto-zielone, niekiedy brunatne. Między skrzyżowanymi nikolami substancja fosforanowa wykazuje bardzo słabą dwójłomność oraz widoczne są domieszki w postaci pelitu kwarcowego, drobnych ziarn kwarcu o prostym lub mozaikowym znikaniu światła, łuseczkowatych minerałów ilastych i minerałów z grupy mik oraz nielicznych drobnych grudek glaukonitu. W brzeźnych partiach konkrecji widoczne są zacieki limonitowe.

Jedna z konkrecji, średnicy około 6 mm, wykazuje po jednej stronie obecność peryferycznej otoczki, w której dużą rolę odgrywa substancja węglanowa bezładnie rozrzucona w postaci drobnych skupień wśród masy fosforanowej. Zwraca tu uwagę również obecność silnie dwójłomnych łuseczkowatych minerałów (miki lub minerały ilaste). Grubość omawianej otoczki wynosi około 0,3 mm. Ogólny kształt tej konkrecji a także jednostronne występowanie otoczki zdają się wskazywać, że mamy tu do czynienia z fragmentem większej konkrecji (fig. 1a). Również niektóre inne konkrecje, obserwowane na świeżych przełamach wapieni z otoczkami kwarcu i zlepieńców, odznaczają się ostrymi krawędziami, co sugeruje, że uległy one mechanicznemu niszczeniu.

W odsłonięciu w pobliżu szkoły w Kostrzu widoczny jest nieco piaszczysty wapień z otoczkami kwarcu, w którym można spotkać konkrecje fosforytowe różnej wielkości. Makroskopowo nie różnią się one od konkrecji ze Skał Twardowskiego. Wykonane oznaczenie chemiczne wykazało w jednej z nich zawartość 17,00% P_2O_5 .

W płytce cienkiej zaobserwowano kilka małych konkrecji (0,1÷0,3 mm). Największa z napotkanych wykazuje obecność wyraźnej cienkiej otoczki limonitowej, która częściowo obejmuje przylegające do kon-

kręci ziarno glaukonitu. Wewnątrz kongrecji znajduje się wyraźnie zachowana wapienna skorupka otwornicy z rodzaju *Globigerina* (fig. 1b).

W okolicach Tyńca, w wapieniach piaszczystych z otoczkami kwarcu, określanymi jako „facja otwornicowa“ lub „piaszczysta facja otwornicowo-inoceramowa“, kongrecje fosforytowe spotykane są dość często. Oznaczenie ilościowe fosforu wykonane ze stosunkowo dużej kongrecji (kongrecja o wydłużonym kształcie, wielkości 2,5 cm) wykazało zawar-

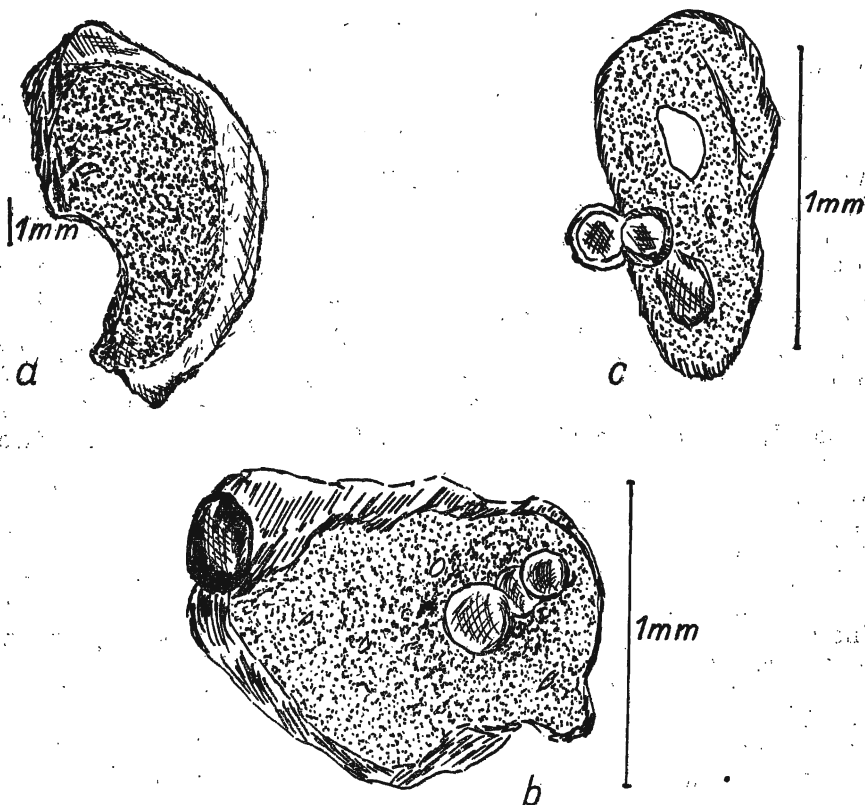


Fig. 1. Kongrecje fosforytowe osadów turonu okolic Krakowa

Phosphorite concretions of Turonian sediments of the Craców region

a — ze Skali Twardowskiego, b — z Kostrza, c — z Tyńca

a — from Skala Twardowskiego, b — from Kostrze, c — from Tyniec

tość 16,50% P_2O_5 . W płytkach cienkich obserwowano kongrecje wielkości 0,2÷0,5 mm, odznaczające się zwykle wydłużonymi kształtami. W niektórych większych kongrecjach dużą rolę odgrywają domieszki węglanowe. Są to fragmenty skorupki otwornicy i inoceramów oraz drobne skupienia kryształów kalcytu.

W jednym przypadku można było obserwować, że jedna część wapiennej skorupki otwornicy planktonicznej (przypuszczalnie z gatunku *Globotruncana marginata* Reuss) znajduje się w obrębie kongrecji fosforytowej, a druga jej część — poza kongrecją, w wapieniu. Skorupka ta nie wykazuje przy tym żadnego zdeformowania (fig. 1c).

W odsłonięciu w północno-wschodniej części wsi Biały Kościół nie-liczne konkrecje fosforytowe występują w wapieniach z otoczkami kwarcu. Jedna z tych konkrecji zawierała 26,00% P_2O_5 . W płytkach cienkich, w wapieniu, który można określić jako „fację otwornicową“ znaleziono kilka dość dużych konkrecji (0,5÷1,5 mm) o wyraźnie zaznaczonych konturach. Są one zbudowane z zielonawożółtej, słabo dwójłomnej, substancji fosforanowej. Między nikolami skrzyżowanymi widoczne są liczne zanieczyszczenia w postaci pyłu kwarcowego, minerałów ilastych oraz drobnych wtrąceń węglanowych.

Nieliczne małe fosforyty znaleziono w wapieniach „facji otwornicowej“ w kamieniołomie w Zabierzowie. Oznaczenie fosforu wykonane z jednej z większych konkrecji wykazało zawartość 9,75% P_2O_5 . Stosunkowo niska zawartość fosforu w konkrecji wiąże się z obecnością licznych zanieczyszczeń węglanowych, które można obserwować w płytkach cienkich.

Podobne konkrecje fosforytowe występują również w innych odsłonięciach, z których znane są osady drugiej transgresji turońskiej (Wola Duchacka, Pychowice, Ściejowice, Trojanowice, Siedlec, Żbik). Są one na ogół bardzo małe, tak że obserwować je można jedynie pod mikroskopem.

Obecność małych konkrecji fosforytowych w opisanych zlepieńcach i wapieniach powoduje dość znaczne podwyższenie ogólnej zawartości P_2O_5 w tych skałach. Zjawisko to zaznacza się tu znacznie wyraźniej niż w osadach pierwszej transgresji turońskiej. W związku z tym można sądzić, że nasilenie procesu fosforytyzacji w wyższej części poziomu *Inoceramus lamarcki* (a także w poziomie *Scaphites geinitzi*) było większe niż w najniższym ogniwie turonu (w poziomie *Inoceramus labiatus*). Wykonanie oznaczenia fosforu dały następujące wyniki (tab. 2).

Tabela 2

Zawartość P_2O_5 w osadach wyższego turonu okolic Krakowa

Odsłonięcie	Rodzaj skały	% P_2O_5
Bonarka	wapień z otoczkami kwarcu	2,71
Wola Duchacka	wapień otwornicowy	0,50
Skały Twardowskiego	wapień z otoczkami kwarcu	1,07
Kostrze	wapień piaszczysty	0,85
Biały Kościół	wapień z otoczkami kwarcu	0,53
Zabierzów	wapień otwornicowy	0,57
Siedlec	wapień otwornicowy	0,48
Żbik	wapień otwornicowy	0,78

Zestawione wyniki analiz wykazują zgodność z obserwacjami mikroskopowymi i makroskopowymi. Zarówno bowiem w płytkach cienkich, jak i bezpośrednio w odsłonięciach stwierdza się liczniejsze występowanie fosforytów w osadach drugiej transgresji turońskiej niż w zlepieńcach i wapieniach poziomu *Inoceramus labiatus*.

WNIOSKI

Konkrecje fosforytowe pojawiają się zwykle w osadach albu i cenomanu północno-wschodniego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich. W niektórych miejscach występują one w tak dużych ilościach, że stanowią przedmiot eksploatacji (W. Pożaryski, 1947). W południowo-zachodnim obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich konkrecje te zostały opisane z cenomanu okolic Buska (W. Jurkiewicz i A. Morawiecki, 1956). Na obszarze niecki miechowskiej proces fosforytacji zaznaczył się słabo, przy czym największe jego nasilenie przypadało na cenoman. Z tego okresu pochodzą konkrecje opisane przez M. Kamińskiego i A. Piątkowskiego (1950).

Wyniki dotychczasowych badań wskazują, że występowanie konkrecji fosforytowych, a zwłaszcza większe ich nagromadzenie w osadach kredowych, wiąże się z utworami przybrzeżnymi płytkiego morza o niespokojnych warunkach sedymentacyjnych. W obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich, w albie i cenomanie, panowały warunki sprzyjające powstawaniu fosforytów. Nieliczne konkrecje fosforytowe znane są również z osadów niższego turonu w miejscach, gdzie w tym czasie zaznaczały się przerwy sedymentacyjne (*hard ground*) i rozmycia (W. Pożaryski, 1956).

W okolicach Krakowa oraz na obszarach położonych nieco dalej na północ przez cały czas trwania cenomanu i turonu tworzyły się zlepieńce,

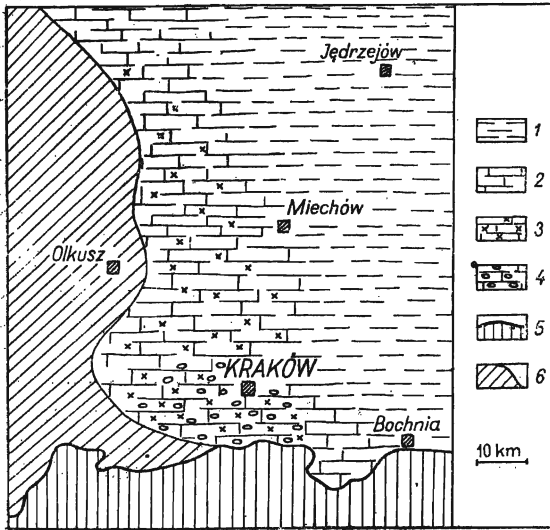


Fig. 2. Mapa rozmieszczenia facji turonu południowej części niecki miechowskiej
Map of arrangement of Turonian facies in the southern part of the Miechów basin

1 — facja marglistą, 2 — facja wapienna i wapienno-piaszczysta, 3 — konkrecje fosforytowe, 4 — zlepieńce w osadach drugiej transgresji turońskiej, 5 — nasunięcie karpaccie i utwory fliszowe, 6 — podłoże osadów kredy

1 — marly facies, 2 — calcareous and calcareo-arenaceous facies, 3 — phosphorite facies, 4 — conglomerates in deposits of second Turonian transgression, 5 — Carpathian overthrust and Flysch sediments, 6 — substratum of Cretaceous deposits

wapnienie z otoczkami kwarcu, wapnienie piaszczyste i organogeniczne. Są to utwory osadzone w przybrzeżnym pasie morza kredowego niecki miechowskiej, co znajduje swój wyraz między innymi w bardzo małej miąższości tych osadów. Na omawianym obszarze zachodziły kilkakrotnie oscylacje linii brzegowej, z którymi związane są przerwy sedymentacyjne. Dwie z nich (w górnym cenomanie i w dolnej części poziomu *Inoceramus lamarcki*) miały stosunkowo bardzo mały zasięg i lokalne znaczenie; trzecia — poziom *Inoceramus schloenbachi* i emszer, zaznaczyła

się w południowo-zachodniej części niecki miechowskiej na większym obszarze i objęła okolice Krakowa, Wolbromia, Solcy, Pilicy, Lelowa i Złotego Potoku (Z. Sujkowski, 1925; 1934; W. Kowalski, 1948; S. Z. Różycki, 1937; 1938). W centralnej części niecki oraz w południowo-zachodnim obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich obserwujemy w tym czasie ciągłą sedymentację utworów marglistych (fig. 2).

Z przedstawionym układem stosunków facyjnych wiąże się występowanie fosforytów w osadach turonu. Z prac Z. Sujkowskiego (1925; 1934) i W. Kowalskiego (1948) wynika, że nieliczne małe konkrecje fosforytowe pojawiają się w turonie okolic Wolbromia i Solcy. Wydaje się jednak, że największe ich nagromadzenie przypada w tym czasie na okolice Krakowa.

Pojawianie się konkrecji fosforytowych w przybrzeżnych strefach morza turońskiego południowo-zachodniej części niecki miechowskiej wykazuje pewne analogie do stosunków opisywanych przez J. Dvořaka (1956) z kredy czeskiej. Z badań tego autora wynika, że w południowej strefie przybrzeżnej czeskiego morza górnokredowego, z początkiem górnego turonu, tworzyły się konkrecje fosforytowe oraz glaukonit (warstwa glaukonitowa), przy czym proces ten nastąpił w związku z oscylacjami linii brzegowej. W głębszych częściach basenu kredowego panowała w tym czasie w Czechach spokojna sedymentacja margli i opok.

Obserwacje mikroskopowe zdają się wskazywać, że konkrecje fosforytowe, występujące w osadach krakowskiego turonu, są syngenetyczne. Substancja fosforanowa, pochodząca z rozkładu szczątków organicznych, gromadziła się w postaci małych skupień, obejmując drobne fragmenty organicznego i nieorganicznego pochodzenia, jak fragmenty skoruppek otwornic, ziarna kwarcu, nagromadzenia substancji ilastej itp.

W jednym przypadku udało się zaobserwować nieuszkodzoną skorupkę otwornicy, której część wchodziła w skład konkrecji, a pozostała — tkwiła w wapieniu. Fakt ten wskazuje na ścisły związek genetyczny wapieni i fosforytów, szczególnie jeżeli chodzi o czas ich powstawania (fig. 1c). W innym przypadku zaobserwowano konkrecję, której kształt zdaje się wskazywać, że mamy do czynienia z fragmentem większej konkrecji fosforytowej (fig. 1a). W związku z tym należałoby przyjąć, że w wyniku działania prądów morskich lub lokalnej redepozycji osadów, niektóre już częściowo zdiagenezowane konkrecje ulegały niszczeniu. Takie właśnie fragmenty konkrecji najczęściej pojawiają się w zlepieńcach lub w wapieniach zawierających liczne otoczaki kwarcu.

Badania nad fauną planktonicznych otwornic krakowskiego turonu wskazują, że z początkiem drugiej transgresji turońskiej mogło nastąpić połączenie morza niecki miechowskiej z południowym morzem karpaczkim (S. Alexandrowicz, 1956). Nie jest wykluczone, że fakt ten pozostaje w związku przyczynowym ze wzmożeniem procesu fosforytyzacji w zlepieńcowatych i wapiennych osadach wyższego turonu okolic Krakowa.

PIŚMIENNICTWO

- ALEXANDROWICZ S. (1954) — Turon południowej części Wyżyny Krakowskiej. Acta geol. pol., 4, nr 3, p. 361—390. Warszawa.
- ALEXANDROWICZ S. (1956) — Zespoły globotruncan w turonie okolic Krakowa. Acta geol. pol., 6, nr 1, p. 41—63. Warszawa.
- БУШИНСКИЙ Г. И. (1954) — Литология меловых отложений днепровско-донецкой впадины. Тр. Инст. Геол. Наук., № 156. Москва.
- BUKOWY St. (1956) — Geologia obszaru pomiędzy Krakowem a Korzkwią. Biul. Inst. Geol., 108, p. 17—74. Warszawa.
- DWOŃAK J. (1956) — Přispěvek k paleogeografii svrchniho turonu v křídě českého masivu. Univers. Carolina, Geol., 2, nr 3, p. 219—238. Praha.
- JURKIEWICZ W. i MORAWIECKI A. (1956) — O fosforytonośnym zlepińcu cenomańskim w Zajączkiej Górze k/Buska. Arch. min., 19, nr 2, p. 161—197. Warszawa.
- KAMIENSKI M. i PIĄTKOWSKI A. (1950) — Kilka uwag o cenomanie okolicy Krakowa. Roczn. Pol. Tow. Geol., 19, nr 3, p. 419—428. Kraków (1949).
- KOWALSKI W. C. (1948) — Szkic geologiczny utworów kredowych w okolicy Solcy. Biul. Państw. Inst. Geol., 51. Warszawa.
- PANOW E. (1934) — Stratygrafia kredy krakowskiej. Notatka tymczasowa. Roczn. Pol. Tow. Geol., 10, p. 577—585. Kraków.
- POŻARYSKI W. (1947) — Złoże fosforytów w północno-wschodnim obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich. Biul. Państw. Inst. Geol., 27. Warszawa.
- POŻARYSKI W. (1956) — Kreda. Regionalna Geologia Polski. Region lubelski, 2. Kraków.
- RÓŻYCKI S. Z. (1937) — Alb, cenoman i turon w okolicy stacji Złoty Potok (koło Koniecpola). Spraw. Państw. Inst. Geol., 9, nr 1, p. 19—56. Warszawa.
- RÓŻYCKI S. Z. (1938) — Stratygrafia i tektonika kredy w okolicach Lelowa (w północno-wschodniej części arkusza Żarki). Spraw. Państw. Inst. Geol., 9, nr 2, p. 127—164. Warszawa.
- SUJKOWSKI Z. (1926) — O utworach jurajskich, kredowych i czwartorzędowych okolic Wolbromia. Spraw. Państw. Inst. Geol., 3, nr 3/4, p. 382—428. Warszawa (1925).
- SUJKOWSKI Z. (1954) — Skały kredowe między miastami Pillica i Szczekociny. Spraw. Państw. Inst. Geol., 8, nr 1, p. 39—70. Warszawa.

Stefan ALEXANDROWICZ, Wanda WROCHNIAK-STOPKA

PHOSPHORITE CONCRETIONS IN TURONIAN SEDIMENTS OF CRACOW REGION

Summary

In the Turonian limestones and conglomerates appearing in the region of Cracow sporadically small phosphorite concretions (of sizes up to 3 cm.) are being found. They have been investigated both in microscope thin sections and by chemical

analyses, so as to determine their content of P_2O_5 . This presence of small phosphorite concretions, visible in the microscope only, tends to increase the overall content of phosphorus in the Turonian sediments. In order to characterize this appearance, the authors made a number of determinations of P_2O_5 from samples of limestones and conglomerates in which the concretions occur. The results of these analyses have been presented on Table 3.

In the thin sections we most frequently note concretions of 0.1 to 1.0 mm. size, of irregular or elongated shape. The phosphate substance discloses a greenish-grey or brown colouring. Under crossed nicols a low birefringence (dark-grey interference colours) may be observed. Some of the concretions show the presence of a thin limonite rim. Furthermore, small limonite concentration appear within the range of concretions, resembling erratically scattered impurities. Amidst the phosphate substance also appear scanty grains of quartz, glauconite, fragments of foraminifer tests, accumulations of an argillaceous substance, and quartz pelite (Fig. 1b).

Owing to their shape, some of the concretions seem to be but fragments of larger concretions. Such an instance the authors noticed in a thin section (Fig. 1a) where upon the concretions a one-sided appearance of the limonite rim has been observed. In one instance they detected the test of a planktonic foraminifer where one part of the test was inserted in the concretion, the other in the limestone; the test itself was undeformed (Fig. 1c). It might be assumed that the disclosed phosphorite concretions are syngenetic. The phosphate substance collects in the shape of small accumulations, enclosing quartz grains, fragments of foraminifer tests, etc. Subsequently, some of the concretion underwent partial destruction, due probably to the action of marine currents or to a local redistribution of sediments.

**Contents of P_2O_5 in weight per cent
in Turonian sediments of the Kraków region**

Locality of collecting samples *)	Lower Turonian		Upper Turonian	
	Concretions	Limestone	Concretions	Limestone
Bonarka	—	0.80	—	2.71
Wola Duchacka	—	0.52	—	0.50
Skąły Twardowskiego	—	—	12.75	1.07
Chmielnice	27.40	0.51	—	—
Kostrze	—	—	17.00	0.65
Tyniec	—	0.40	15.50	—
Biały Kościół	—	—	26.00	0.53
Mydlniki	15.50	0.63	—	—
Zabierzów	—	0.63	9.75	0.57
Siedlec	—	—	—	0.48
Zbik	—	—	—	0.78

*) Outcrops discussed by S. Alexandrowicz (1954; 1856)

The appearance of phosphorite concretions in the sediments of the Upper Cretaceous is usually connected with littoral deposits of a shallow sea. In the Turonian, conditions favourable to the formation of phosphorites existed exclusively in the southeastern part of the Miechów basin (Fig. 2). Here the concretions appear

in arenaceous and organogenic limestones, and likewise in conglomerates. It is worthy of note that the Turonian sediments are here of small thickness (usually from a dozen centimeters to one meter) and disclose breaks in sedimentation (in the Upper Cenomanian, in the lower part of horizon *Inoceramus lamarcki* zone, and in horizon *Inoceramus schloenbachi*). Thus we are here facing a littoral zone of the Turonian sea.

The relatively plentiful appearance of the phosphorite concretions in sediments of the upper part of horizon *Inoceramus lamarcki* zone, and of *Scaphites geinitzi* zone may have been linked with a joining of the sea of the Miechów basin, with the Carpathian southern sea; the existence of the latter seems to be evident from the fauna of planktonic foraminifers (S. Alexandrowicz, 1956).

Locality of collecting samples *