

Zdzisław ADAMCZYK  
Instytut Geologii Stosowanej, Gliwice

## CHARAKTERYSTYKA PETROGRAFICZNA TONSTEINU Z POKŁADU 327 KWK SILESIA

**Streszczenie.** W pracy przedstawiono skład mineralny i chemiczny tonsteinu występującego w pokładzie węgla 327 w KWK Silesia. W składzie mineralnym dominującym składnikiem jest kaolinit, w mniejszych ilościach obecne są kwarc, sanidyn, biotyt, syderyt, bardzo rzadko kalcyt, dolomit i cyrkon. W skale zachodziły procesy kaolinityzacji i karbonatyzacji jak również silifikacji.

Kaolinit występujący w formie robakowej tworzą 2 generacje, które różnią się stopniem uporządkowania struktury. Tworzyły się one najprawdopodobniej w odmiennych warunkach.

Opisywany tonstein stanowi dobry reper petrograficzny w tej części GZW.

## MINERAL CHARACTERISTIC OF TONSTEIN FROM 327 COAL SEAM FROM SILESIA COAL MINE

**Summary.** In the work shows mineral and chemical composition of tonstein occurring in 327 coal seam in Silesia Coal Mine. The mineral dominant composition present is kaolinite, in smaller quantities are quartz, sanidine, biotite, siderite, seldom calcite, dolomite and zircon. In the rock proceed processes kaolinitization and carbonatization and also silification.

Kaolinite occurrence in worm form create 2 generations which differ degree of ordered texture. They are formed probable in different conditions.

Described tonstein to determines good petrographic marker in this parts of GZW.

## 1. WPROWADZENIE

W literaturze geologicznej dotyczącej Górnosląskiego Zagłębia Węglowego (GZW) poświęcono wiele miejsca skałom, których wykształcenie jest znacznie odmienne od monotonicznie wykształconych ilowców, mułowców czy też piaskowców, towarzyszących pokładom węgla w profilu karbońskim. Tymi skałami są tonsteiny. W GZW tonsteinami

zajmowało się tak wielu badaczy, że trudno wszystkich wymienić w tak małej pracy. Znakomita większość cytowana jest w pracach W. Gabzdyla (1990), W. Łapota (1992), J. Ryszki i W. Gabzdyla (1986) oraz Z. Adamczyka (1998). Każde nowe doniesienie o występowaniu tonsteinów w polskiej części GZW jest przyjmowane z zainteresowaniem, bowiem jak wskazują dotychczasowe obserwacje, więcej punktów obecności tonsteinów w karbonie zarejestrowano w czeskiej części GZW.

Jednakże zainteresowaniem cieszą się również nowe stanowiska znanych już poziomów tonsteinowych w GZW, co stwarza okazję do bardziej szczegółowych opisów i odtwarzania warunków ich genezy. Taką rolę spełniają prezentowane wyniki badań tonsteinu, występującego w KWK Silesia (rys. 1) w pokładzie węgla 327.

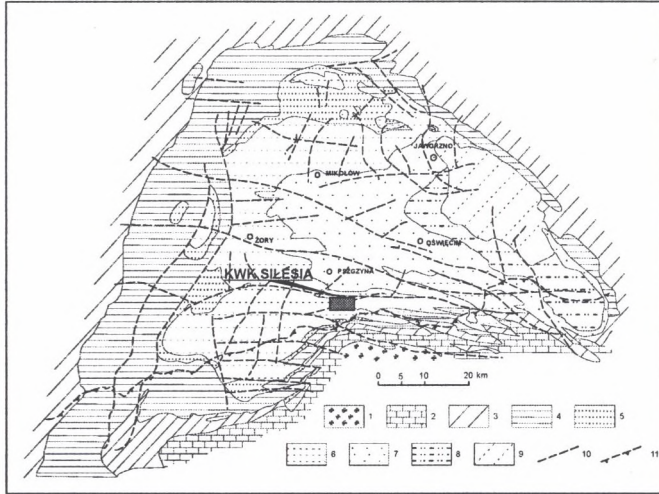
Celem niniejszej pracy jest przedstawienie składu mineralnego tonsteinu, występującego w KWK Silesia w pokładzie węgla 327 i na tej podstawie próba określenia znaczenia skały jako reperu petrograficznego w tej części GZW.

## 2. Opróbowanie, metodyka i zakres badań

Próbka tonsteinu została pobrana z pokładu 327 w KWK Silesia w przekopie północnym na poziomie VI – 556 m. Pokład ma budowę złożoną i posiada 2 przerosty: tonstein o miąższości 0,26 m oraz łupek ilasty o miąższości 0,06 m. Grubość całego pokładu węgla wynosi 1,74 m (rys. 2). W tonsteinie występuje warstewka węgla o grubości do 5 cm.

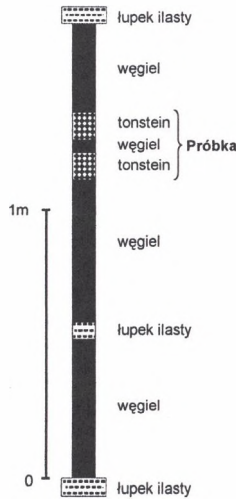
Skała została poddana badaniom, które umożliwiły określenie składu chemicznego i identyfikację minerałów budujących tonstein. Zastosowano następujące techniki badawcze:

- mikroskopia optyczna, wykorzystano mikroskop mineralogiczny AXIOSKOP firmy Zeiss,
- analiza chemiczna, wykonana metodą klasyczną na mokro,
- analiza termiczna, przy użyciu derywatografu firmy PAULIK-PAULIK-ERDEY produkcji węgierskiej, warunki analizy: T – 1000 °C, TG – 200 mg, DTA – 1/10, DTG – 1/10, naważka 600 mg, czas grzania-100 min.,
- dyfrakcja rentgenowska, przy użyciu dyfraktometru HZG 4, lampa Cu; warunki analizy: napięcie 36 kV, natężenie 20 mA, zakres kąta 2 theta 4–64°.



Rys. 1. Szkic geologiczny Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Objaśnienia: Devon: 1 – utwory metamorficzne, 2 – morskie utwory węglanowe i klastyczne. Karbon górny: 3 – morskie utwory diastroficzne, 4 – Seria Paraliczna, 5 – Górnośląska Seria Piaskowcowa, 6 – Seria Mułowcowa; Krakowska seria piaskowcowa: 7 – warstwy łaziskie, 8 – warstwy libiąskie, 9 – arkoza kwaczałska, 10 – deformacje nieciągłe, 11 – nasunięcie Karpat

Fig. 1. Geological sketch of the Upper Silesian Coal Basin. Description: Devonian: 1 – metamorphic rocks, 2 – carbonate and clastic marine sediments. Carboniferous: 3 – diastrophic marine sediments, 4 – Paralic Series, 5 – Upper Silesian Sandstone Series, 6 – Siltstone Series; Cracow Sandstone Series: 7 – Łaziska Beds, 8 – Libiąż Beds, 9 – Kwaczała Arkose. 10 – main faults, 11 – Carpathian overthrust



Rys. 2. Profil litologiczny pokładu węgla 327 w KWK Silesia, przekop północny, poziom VI – 556 m

Fig. 2. Lithologic profil 327 coal seam from Silesia Coal Mine, north exploratory drift, level VI – 556 m

Analiza rentgenowska posłużyła do określenia stopnia uporządkowania struktury kaolinitu w oparciu o:

- wskaźnik D. N. Hincleya (1963) – IH:

$$\frac{I_{020} + I_{11\bar{1}}}{I_{1\bar{1}0}}, \text{ gdzie } I_{020} \text{ itp. to intensywności linii (020) itp. kaolinitu,}$$

- wskaźniki L. Stocha i W. Sikory (1966) – ISS:

$$\frac{I_{020}}{I_{1\bar{1}0}} \text{ i } \frac{I_{020}}{I_{1\bar{1}0}}, \text{ gdzie } I_{020} \text{ itp. to intensywności linii (020) itp. kaolinitu,}$$

- porównanie refleksów leżących pomiędzy liniami (020) i (002) do rentgenogramów kaolinitu, uszeregowanych wg malejącego stopnia uporządkowania struktury (Stoch 1974).

Dla tych celów zostało wykonanych kilka pomiarów w zakresie kąta 2 theta: 19–22°, a wyniki obliczeń intensywności odpowiednich refleksów zamieszczono na diagramie w układzie IH–ISS. Badania te wykonywano dla mechanicznie wydzielonych robakowych struktur kaolinitu.

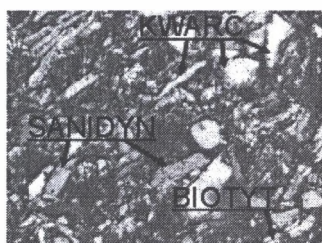
### 3. Wyniki badań

Makroskopowo tonstein jest barwy szarej, lokalnie ciemnoszarej i przypomina typowy łowiec, który jest laminowany cienkimi warstewkami węgla o grubości maksymalnej do 1,20 mm. Mikroskopowo stwierdzono występowanie w tonsteinie takich składników mineralnych, jak: kwarc, sanidyn, biotyt, syderyt, kaolinit, bardzo rzadko dolomit, kalcyt i cyrkon.

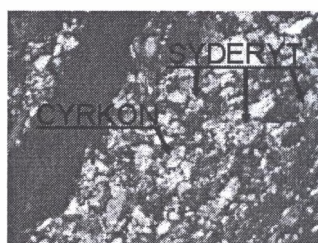
Kwarc obecny jest w niewielkich ilościach. Występuje w postaci sztyletowatych, wydłużonych ziaren pochodzenia piroklastycznego. Sporadycznie obserwowano ostrokrawędziste lub słabo obtoczone ziarna o charakterze terrygenicznym (fot. 1). Ziarna kwarcu nie przekraczają 0,20 mm wielkości. Sanidyn występuje bardzo rzadko a wielkość jego tabliczek wynosi 0,12 mm. Powierzchnia jego ziaren jest silnie zmętniała, stąd trudno dostrzeżać charakterystyczną dla tego minerału łupliwość (fot. 1). Tam gdzie to było możliwe, pomierzono kąt ściemniania światła, który wynosi 3°. Biotyt, podobnie jak sanidyn, występuje rzadko i najczęściej są to zachowane relikty w agregatach biotytowo-kaolinitowych (fot. 1). Szekliwo wulkaniczne występujące w tonsteinie jest barwy brunatnawej i wykazuje charakterystyczny ostry, zbliżony do sztyletowatego przełam lub tworzy ziarna owalne (fot. 2). Zwykle szekliwo jest izotropowe ale miejscami ulega anizotropiazacji. Cyrkon obecny jest

w postaci pojedynczych, idiomorficznych kryształów, których wielkość nie przekracza 0,12 mm (fot. 3).

Pozostałe składniki mineralne, występujące w opisywanym tonsteinie, są praktycznie produktami silnie zaawansowanych procesów kaolinityzacji i karbonatyzacji, zachodzących na materiale okruchowym, szczególnie w stropowej części warstwy. Najliczniej występujący w skale kaolinit, wykształcony jest w postaci silnie wydłużonych agregatów, powyginanych w różnym stopniu, tworzący formy robakowe. Często są one równoległe do siebie ułożone (fot. 4) lub koncentrują się w sferoidalnych skupieniach o wielkości do kilku mm. Ponadto kaolinit tworzy skupienia w formie wydłużonych soczewek, również często ułożonych równoległe do siebie. Bardzo rzadko kaolinit tworzy tabliczki, w których obserwowano zachowane jeszcze relikty biotytu. Największe skupienia form robakowatych i soczewkowatych kaolinitu występują w sąsiedztwie obserwowanych okruchów szkliva wulkanicznego. Ponadto kaolinit tworzy skupienia mikrokryształiczne, które spełniają rolę spoiwa.



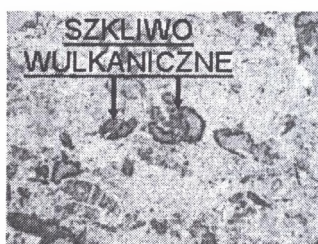
Fot. 1. Idiomorficzny sanidyn, sztyletowaty kwarc oraz blaszki biotytu w tonsteinie (światło przechodzące, nikole skrzyżowane, pow. 200×)  
Phot. 1. Idiomorphic sanidine, sharp quartz and biotite in tonstein (transmitted light, crossed polars, magn. 200×)



Fot. 2. Idiomorficzny cyrkon, mikrokryształiczne skupienia syderytu w tonsteinie (światło przechodzące, nikole skrzyżowane, pow. 100×)  
Phot. 2. Idiomorphic zircon, microcrystalline siderite concentration in tonstein (transmitted light, crossed polars, magn. 100×)



Fot. 3. Równoległe ułożenie agregatów kaolinitowych w tonsteinie (światło przechodzące, nikole skrzyżowane, pow. 100×)  
Phot. 3 Parallel kaolinitic aggregates in tonstein (transmitted light, crossed polars, magn. 100×)



Fot. 4. Okruchy szkliva wulkanicznego w tonsteinie (światło przechodzące, nikole skrzyżowane, pow. 100×)  
Phot. 4. Grain of volcanic glass in tonstein (transmitted light, crossed polars, magn. 100×)

Efektem oddziaływania karbonatyzacji jest obecność przede wszystkim syderytu (fot. 3), w znacznie mniejszych ilościach obecne są kalcyt i dolomit. Syderyt tworzy mikrokryształiczne skupienia, które występują w postaci spoiwa wraz z mikrokryształicznym kaolinitem. Pozostałe węglany pojawiają się w sąsiedztwie laminek węgla. W stropowej części warstwy tonsteinu, gdzie proces karbonatyzacji jest silniej zaawansowany, obserwowano dolomityzację kwarcu i robakowych form kaolinitu a także żyłki tych węglanów. Ułożone są one najczęściej poprzecznie do uławicenia. Ponadto obserwowano przejawy silifikacji, o czym świadczą żyłki wypełnione krzemionką, ułożone zwykle równoległe do uławicenia.

Charakterystyka mineralogiczna badanego tonsteinu oraz jego wykształcenie wskazują, iż jest to według proponowanej klasyfikacji W. Łapota (1992) tonstein zlewny, przechodzący w wieloskładnikowy.

W składzie chemicznym opisywanego tonsteinu (tabl. 1) dominującym składnikiem jest krzemionka, której zawartość wynosi blisko 42 % mas. Drugim ilościowo istotnym składnikiem jest glina, której udział wynosi 26,32 % mas. Zawartość  $Fe_2O_3$ , FeO, CaO i MgO jest niewielka, ich udział nie przekracza 4 % mas., zaś pozostałych składników nie przekracza 1 % mas. Jednakże istotnym elementem składu chemicznego są straty prażenia, których udział wynosi blisko 15 % mas.

Tablica 1

Skład chemiczny tonsteinu z pokładu węgla 327 z KWK Silesia

Składnik chemiczny	Zawartość	Po rozpuszczeniu w HCl
SiO <sub>2</sub>	42,99	
TiO <sub>2</sub>	0,90	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	26,32	2,01
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,80	4,61
FeO	3,38	
MnO	0,10	
CaO	2,52	1,90
MgO	3,62	2,91
Na <sub>2</sub> O	0,31	
K <sub>2</sub> O	0,20	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,12	
Wilgoć	0,28	
Straty pr.	14,81	
Suma	99,35	11,43
SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,63	
K <sub>2</sub> O/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,01	
SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : K <sub>2</sub> O/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	215	

W straty prażenia głównie wchodzi w tym przypadku takie składniki, jak węgiel oraz grupa hydroksylowa pochodząca z minerałów ilastych. Obliczony stosunek składników  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  opisywany jest jako wskaźnik stopnia kaolinityzacji materiału wyjściowego. W przypadku rozważanego tonsteinu stosunek ten wynosi 1,63. Wskazuje to jednoznacznie na bardzo zaawansowany proces kaolinityzacji, gdyż stechiometryczna wartość tego stosunku dla czystego kaolinitu powinna wynosić 2,00. Uwzględniając proponowany stosunek  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{K}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$  (Adamczyk 1998), jako wskaźnik stopnia kaolinityzacji materiału wyjściowego do utworzenia tonsteinu, wynoszący w przypadku tonsteinu z pokładu węgla 327 z KWK Silesia 215 stwierdza się, że jest to materiał silnie skaolinityzowany. Należy jednak zaznaczyć, iż udział strat prażenia w badanej skale (ok. 15 % mas.) odpowiada stechiometrycznemu kaolinitowi. Można zatem stwierdzić, że w opisywanym tonsteinie występuje  $\text{Al}_2\text{O}_3$  w stechiometrycznym nadmiarze w stosunku do czystego kaolinitu.

Oznaczono również składniki chemiczne, ulegające rozpuszczeniu w roztworze 1:1 HCl (tab. 1). Wyniki wskazują, że ponad 10 % mas. stanowią Fe (oznaczone jako  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), CaO i MgO, które związane są przede wszystkim z minerałami węglanowymi.

Na krzywych termicznych (rys. 3) obserwuje się typowe efekty termiczne, znane ze skał karbońskich GZW, szczególnie ilowców. Pierwszy rozległy efekt termiczny w zakresie temperaturowym 200–480 °C z maksimum w temperaturze 430 °C związany jest z obecnością substancji organicznej w skale. Towarzyszy mu niewielki ubytek masy, wskazujący na mały udział węgla – ok. 1,5 % wag. ubytku masy. Efekty termiczne występujące z maksimum w temperaturach 550 i 970 °C wskazują na obecność kaolinitu. Pierwszy z tych efektów związany jest z dehydroksylacją tego minerału, zaś drugi to rekrytalizacja mullitu. Niewielki efekt endotermiczny w temperaturze ok. 630 °C, nakładający się z efektem dehydroksylacji kaolinitu związany jest z obecnością syderytu. Zwykle syderyt wykazuje dwa charakterystyczne efekty termiczne związane z dysocjacją gazową oraz utlenieniem tlenków żelaza. Z uwagi na maksima tych efektów, przypadające w zakresie rozległego efektu dehydroksylacji kaolinitu, oraz z uwagi na niewielkie ilości syderytu, widoczny na krzywej DTA jest tylko efekt związany z utlenieniem tlenku żelaza.

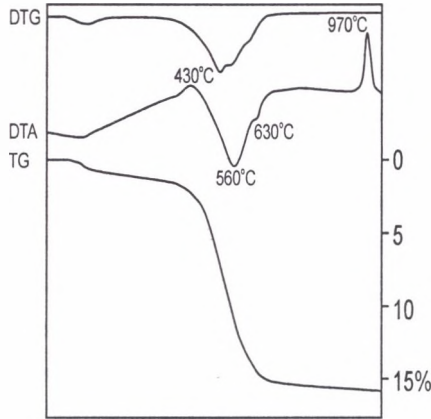
Na dyfraktogramie rentgenowskim widoczne są charakterystyczne refleksy, potwierdzające obecność głównych minerałów, a mianowicie:

- kaolinitu – 7.18, 3.58, 3.38, 2.56, 2.49, 2.37, 2.32, 1.67, 1.48 Å,
- sanidynu – 3.27, 3.23 Å,
- syderytu – 2.77, 2.75, 2.32 Å,

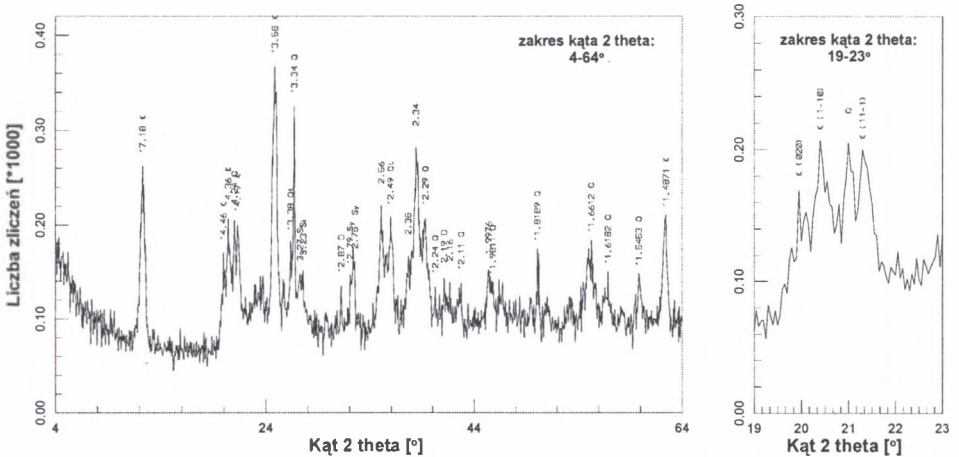
– dolomitu – 2.87, 2.19 Å.

Ponadto obserwowane są typowe linie pochodzące od kwarcu: 4.24, 3.34, 2.29, 2.24, 2.11, 1.81, 1.66, 1.62, 1.55 Å.

Rozszerzony refleks 2.77 Å syderytu w kierunku wyższego kąta 2 theta (do wartości 2.74 Å) wskazuje na podstawienia Mg w miejsce Fe w jego strukturze.



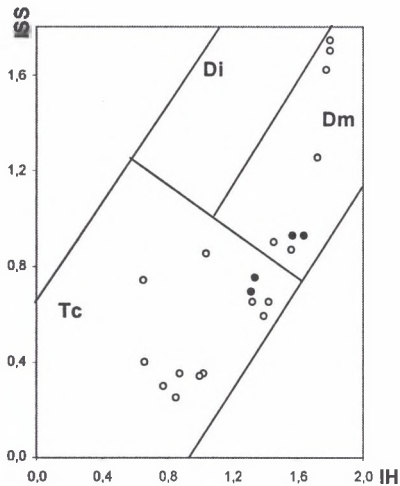
Rys. 3. Derywatogram tonsteinu z pokładu 327 KWK Silesia  
Fig. 3. Thermal curves of tonstein from 327 coal seam from Silesia Coal Mine



Rys. 4. Dyfraktogram tonsteinu z pokładu 327 KWK Silesia w zakresie kąta 2 theta 4 – 64° (z lewej) oraz przykładowy dyfraktogram z wyseparowanego kaolinitu, wykonany w celu określenia uporządkowania struktury 19–23° (z prawej).  
Objaśnienia: K – kaolinit, Sy – syderyt, S – sanidyn, D – dolomit

Fig. 4. X-ray diffraction pattern of tonstein from 327 coal seam from Silesia Coal Mine in range 2theta degree 4 – 64° (left) and example diffraction pattern of kaolinite separation for ordered structure determine in range 19–23° (right).  
Description: K – kaolinite, Sy – siderite, S – sanidine, D – dolomite





Rys. 5. Diagram uporządkowania kaolinitu w układzie indeksów D. N. Hincley'a (1963) – IH oraz L. Stocha i W. Sikory (1966) – ISS w badanym tonsteinu z pokładu 327 z KWK Silesia na tle innych tonsteinów z GZW. Objaśnienia: ● – tonstein z pokładu 327 z KWK Silesia, ○ – tonsteiny z GZW, Tc – kaolinit o dobrze uporządkowanej strukturze, D – kaolinit o słabo uporządkowanej strukturze (pole charakterystyczne dla: i – iłowców, m – mułowców i skał węglanowych w GZW)

Fig. 5. Diagram of crystalline texture arrangement of kaolinite to coordinate system of D. N. Hincley (1963) index IH against L. Stoch and W. Sikora's (1966) index ISS of tonstein from 327 coal seam from Silesia Coal Mine on the other tonsteins comes from USCBA. Description: ● – tonstein from 327 coal seam from Silesia Coal Mine, ○ – tonsteins from USCBA, Tc – kaolinite with ordered structure, D – kaolinite with weakly ordered structure (field for: i – claystones, m – mudstones and carbonatic rocks USCBA)

Analiza rentgenostrukturalna kaolinitu pozwoliła na określenie stopnia uporządkowania jego struktury. Wykonano cztery takie analizy z mechanicznie wydzielonych struktur robakowych kaolinitu. Na rysunku 4 zamieszczono przykładowy dyfraktogram wykonany w zakresie kąta 19–23° dla określenia intensywności refleksów, które wykorzystywane są dla tych celów, natomiast wyniki zamieszczono na diagramie (rys. 5). Wartość wskaźnika IH waha się od 1.31 do 1.64, natomiast wskaźnik ISS od 0.54 do 0.93. Punkty projekcyjne wskaźników stopnia uporządkowania struktury kaolinitu znajdują się w polu Tc oraz Dm na diagramie IH–ISS, co oznacza, że kaolinit tworzący struktury robakowe może mieć strukturę dobrze uporządkowaną lub słabo uporządkowaną. Można było przypuszczać, iż kaolinit pochodzący z tej samej formy występowania będzie posiadał ten sam lub zbliżony stopień uporządkowania struktury, tymczasem okazało się inaczej. A zatem, należy uznać, że te dwie generacje robakowego kaolinitu tworzyły się zróżnicowanych warunkach.

#### 4. Podsumowanie

Przeprowadzone badania ujawniły, że badany tonstein z pokładu 327 z KWK Silesia należy uznać za zlewny, przechodzący w wieloskładnikowy. W skład skały wchodzi kaolinit, kwarc, sanidyn, biotyt, syderyt, bardzo rzadko kalcyt, dolomit i cyrkon. W skale zachodziły przeobrażenia polegające na kaolinityzacji i karbonatyzacji (głównie syderytowej) jak również w mniejszym stopniu silifikacji materiału okruszowego. Procesy te zachodziły z większą intensywnością w stropowej części warstwy tonsteinu w porównaniu do spagowej. W składzie chemicznym, jak w większości tonsteinów, dominuje krzemionka i glina, zaś pozostałe składniki nie odgrywają ważnej roli. Stosunek tych dwóch składników  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  (wartość 1,63) z uwzględnieniem stosunku  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{K}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$  (wartość 215) wskazuje na bardzo zaawansowany proces kaolinityzacji.

Występujący w tonsteinie w dużych ilościach kaolinit w formie robakowej tworzą 2 generacje, które różnią się stopniem uporządkowania struktury. Tworzyły się one najprawdopodobniej w odmiennych warunkach.

Opisywany tonstein stanowi bardzo dobry reper petrograficzny w tej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego.

#### LITERATURA

1. Adamczyk Z.: Studium petrograficzne wkładek płonnych z pokładów węgla górnych warstw brzeżnych niecki jejkowickiej. Prace Geologiczne Nr 144, Wyd. IGSMiE PAN Kraków 1998.
2. Gabzdyl W.: Charakterystyka petrograficzna tonsteinów GZW. Zesz.Nauk.Pol.Śl., z.187, Gliwice 1990.
3. Hincley D.N.: Variability in "crystallinity" values among the kaolin deposits of the coastal plain of Georgia and South Carolina. Clays and Clay Minerals. Pergamon Press, Oxford 11, 1963.
4. Łapot W.: Zróżnicowanie petrograficzne tonsteinów Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Prace Nauk. U. Śl. Nr 1326, Katowice 1992.
5. Ryszka J., Gabzdyl W.: Tonsztajny i inne skały tufogeniczne jako wskaźniki czasu, ich znaczenie dla rozpoznawania i eksploatacji pokładów węgla w GZW. Zesz.Nauk.Pol.Śl., s.Górnictwo, z.149, Gliwice 1986.
6. Stoch L., Sikora W.: Określenie stopnia uporządkowania struktury minerałów grupy kaolinitu. Sprawozd.z Pos. Kom. Nauk. Oddz. PAN w Krakowie lipiec-grudzień, 1966.