

Wstępna ocena możliwości zastosowania zużytego złoża glaukonitowego jako surowca do produkcji kruszywa keramzytowego

Małgorzata Franus¹, Jolanta Latosińska²

*¹ Politechnika Lubelska, Wydział Budownictwa i Architektury,
Katedra Geotechniki, e-mail: m.franus@pollub.pl*

*² Politechnika Świętokrzyska, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska,
Samodzielny Zakład Chemii Sanitarnej i Gospodarki Odpadami, e-mail: jlatosin@tu.kilce.pl*

Streszczenie: W pracy przedstawiono wstępną ocenę utylizacji wyczerpanego po oczyszczeniu ścieków rzeczywistych minerału ilastego - glaukonitu do produkcji kruszywa keramzytowego. Ścieki, z których usuwano jony cynku pochodzą z linii technologicznej z Wytwórni Sprzętu Komunikacyjnego „PZL Świdnik”. Wyczerpane złoże glaukonitowe w ilości 10, 15, 20 i 25% oraz glinę ze złoża „Budy Mszczonowskie” wykorzystano do produkcji kruszywa keramzytowego metodą plastyczną przez wypalenie w temperaturze 1140°C i 1200°C. Obecność minerału korzystnie wpływa na teksturę spieku podwyższając porowatość i przyczynia się do wytworzenia szklistej błony na powierzchni kruszywa. Przeprowadzone testy wymywania cynku z próbek kruszywa keramzytowego wskazują na bardzo niską mobilność jonów cynku. Zawartość cynku w wyciągu wodnym wymytego z keramzytu jest zdecydowanie niższa od stężenia cynku dopuszczalnego przy odprowadzaniu ścieków do wód lub do gruntu, co oznacza, że zużyty minerał nie jest szkodliwy dla otoczenia i może zostać w pełni wykorzystany jako pełnowartościowy produkt budowlany.

Słowa kluczowe: glaukonit, oczyszczanie ścieków, odpad, kruszywo keramzytowe.

1. Wprowadzenie

Keramzyt stosowany jest przede wszystkim w przemyśle budowlanym, do produkcji betonów lekkich o znacznych wytrzymałościach, z których można wykonać pustaki ścienne, obudowy pustaków kominowych, pustaki wentylacyjne, elementy stropowe i stropy gęstożebrowe oraz bloczki fundamentowe. Stosowany jest również jako zasyпка izolacyjna na ocieplenie stropów ścian i posadzek, izolacja akustyczna oraz do produkcji masy asfaltowej. Keramzytem można docieplać stropy żelbetowe monolityczne, stropy na belkach stalowych Kleina. Zastosowanie keramzytu w trudnych warunkach geotechnicznych przy fundamentowaniu budynków powoduje zapewnienie stabilności, zmniejszenie osunięć i deformacji podłoża, zmniejszenie osiadania budynków i budowli, zmniejszenia parcia poziomego i ociążenia konstrukcji ścian piwnic, tuneli i murów oporowych. Znajduje również zastosowanie przy budowie i naprawie dróg na gruntach słabonośnych, w budowie ścieżek rowerowych, alejek spacerowych i wielu obiektów inżynierskich, w tym wodnomelioracyjnych [1, 2].

Keramzyt otrzymuje się przez wypalanie łatwo pęczniejących glin i itów w piecach obrotowych w temperaturze 1200°C. Kruszywo to cechuje się niską gęstością nasypową oraz porowatością całkowitą reprezentowaną głównie przez pory zamknięte, które otoczone są zeszkliwioną substancją powstałą w wyniku przemian termicznych minerałów ilastych [3, 4]. Posiada wysoką izolacyjność cieplną, odporność na czynniki chemiczne, atmosferyczne, grzyby, owady i gryzonie. Jest materiałem bezwonny, niepalnym, mrozoodpornym o małej nasiąkliwości.

Istnieje możliwość modyfikacji składu kruszywa keramzytowego odpadowymi dodatkami surowcowymi [5]. Postępowanie z odpadami niebezpiecznymi zawierającymi metale ciężkie stanowi duży problem gospodarczy i ekologiczny. Składowanie, bowiem takich odpadów wiąże się z możliwością niekontrolowanego wymywania substancji toksycznych do gleb, a w konsekwencji do wód podziemnych i powierzchniowych, co w oczywisty sposób zagraża środowisku naturalnemu. W niniejszej pracy odpadowym surowcem zastosowanym do produkcji kruszywa keramzytowego jest zużyty glaukonit po oczyszczeniu popłuczyn kąpielowych.

Glaukonit należy do grupy mik kruchych bogatych w żelazo, jest glinokrzemianem warstwowym 2:1 [6, 7] posiadającym zdolności wymienne oraz katalityczne [8, 9], dzięki którym może wychwytywać z roztworów wodnych zawarte w nich zanieczyszczenia występujące w formie jonów metali ciężkich [10, 11, 12, 13]. Powierzchniowe zaleganie glaukonitu w utworach trzeciorzędowych Lubelszczyzny w znaczący sposób ułatwia jego pozyskiwanie górnicze, a petrograficzna forma jego występowania, czyli piaski, sprawia, iż prostymi metodami przeróbki technologicznej można otrzymać koncentraty tego minerału.

2. Zakres i program badań laboratoryjnych

Glaukonit wydzielono magnetycznie z piaszczystych i mułkowych osadów trzeciorzędowych Wyzyny Lubelskiej [14]. Minerał pobrano z kopalni piasków budowlanych Nowodwór I, gdzie wykonano otwór wiertniczy na głębokości 10 metrów.

Badania właściwości fizycznych glaukonitu wykonano na podstawie analizy granulometrycznej, gęstości właściwej, gęstości nasypowej w oparciu o normy [15, 16, 17]. Oznaczenie współczynnika filtracji metodą laboratoryjną polegało na pomiarze ilości wody, która w jednostce czasu przesączy się przez próbkę mineralną o określonej wysokości i przy określonej różnicy ciśnień i oznaczono metodą laboratoryjną za pomocą rurki Kamińskiego [18]. Termiczną analizę różnicową-DTA wykonano przy pomocy derywatografu Derivatograph C System Paulik-K.M. Paulik-Erday. Rentgenowską analizę fazową (XRD) wykonano metodą proszkową stosując dyfraktometr rentgenowski Philips X'pert APD z goniometrem PW 3020 i lampą Cu oraz monochromatorem grafitowym. Analizę wykonano w zakresie kątowym 5-65 2 θ . Do obróbki danych dyfrakcyjnych użyto oprogramowania Philips X'Pert oraz programu ClayLab ver. 1.0. Identyfikację faz mineralnych oparto na bazie danych PCPDFWIN ver. 1.30 sformalizowanej przez JCPDS-ICDD.

Eksperyment usuwania jonów cynku z popłuczyn kąpielowych wykonano na glaukonicie w warunkach dynamicznych. Popłuczyny kąpielowe pochodzące z linii technologicznej cynkowania części w bębnoch z Wytwórni Sprzętu Komunikacyjnego „PZL Świdnik” zawierały jony Zn(II)-47,85 mg/L, K(I)-123 mg/L, Na(I)-10,31 mg/L, B(I)-3,48 mg/L, V(I)-3,47 mg/L, Ca(II)-1 mg/L, Al(III)-0,26 mg/L, Mg(II)-0,2 mg/L.

Około 12 g glaukonitu umieszczono w szklanej kolumnie o średnicy 1 cm i wysokości 50 cm. Na dnie (powyżej zaworu) kolumny umieszczono około 1,5 cm waty szklanej. Złoże po wysypaniu od góry utworzyło warstwę o miąższości około 8 cm. Stały poziom ścieku w kolumnie utrzymywano na stałej wysokości za pomocą pompki perystaltycznej. Objętości zbieranego wycieku wynosiły 0,050 L. Stężenie początkowe i końcowe cynku w roztworach oznaczono metodą ICP-MS na spektrometrze ICP-OES (JOBINYWON U - 238).

Kruszywo keramzytowe otrzymano z zużytego złoża glaukonitowego oraz gliny, którą pobrano bezpośrednio ze złoża „Budy Mszczonowskie”, eksploatowanego przez PKL „Keramzyt”. Odpowiednie proporcje suchych mas mieszanek surowcowych zarobiono wodą destylowaną w ilości do uzyskania stanu plastycznego i uformowano kształtki o wymiarach: średnica 10 mm, wysokość 10 mm. Wysuszone kształtki wypalono w atmosferze tlenowej w piecu laboratoryjnym w temperaturach 1140°C i 1200°C. Czas przebywania próbek w piecu wynosił 55 minut. Próbki po wypaleniu pozostawiono w piecu do jego wychłodzenia do temperatury 100°C.

Stożek wymywania pierwiastków z kruszyw keramzytowych o zmiennej zawartości wyczerpanego glaukonitu po oczyszczeniu popłuczyn kąpielowych określono metodą ML. Metoda ta określa maksymalną ilość wyługowania pierwiastków z matrycy. Jest prosta w wykonaniu i wykazuje bardzo wysoką powtarzalność wyników [19].

3. Analiza wyników badań

W celu pobrania glaukonitów i związanych z nimi piasków kwarcowo-glaukonitowych, wykonano otwór wiertniczy w spągu wyrobiska eksploatacyjnego kopalni piasków budowlanych Nowodwór I (Fot. 1).



Fot. 1. Kopalnia piasku kwarcowo - glaukonitowego Nowodwór I.

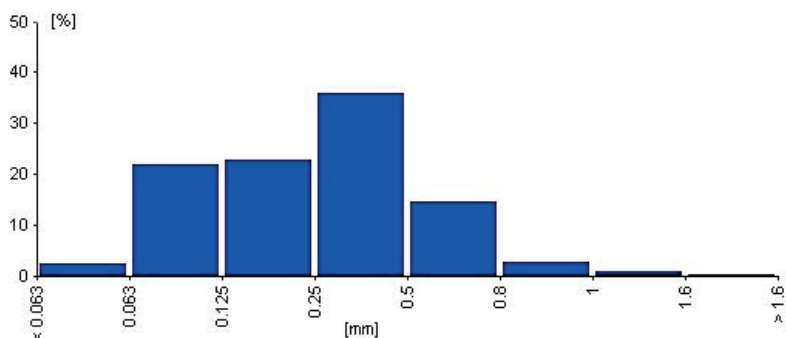
Fot. 1. Quarz and glauconite Mine Nowodwór I.

Otwór ten odwiercony do 10 m nie osiągnął spągu osadów glaukonitowych. W przekroju otrzymanego profilu występują piaski kwarcowe-glaukonitowe, bezwęglanowe o zawartości frakcji pylasto-ilastej od 0,8 do 14,4%. Frakcja ta ma barwę zieloną, o różnym stopniu nasycenia, w zależności od zawartości glaukonitu. Frakcja piaskowa składa się z ziaren kwarcu, którym towarzyszy 1,1–2,3% ziaren autigenicznego, ciemnozielonego glaukonitu o maksymalnej wielkości ziaren do 1,2 mm.

W wyniku przemywania na mokro osadów z Nowodworu I przez sito o ϕ 0,063 mm otrzymano mieszaninę mineralną kwarcu i glaukonitu, którego zawartość wynosiła 5% wagowych. Z mieszaniny tej wydzielono magnetycznie glaukonit, a następnie przesiano go przez zestaw sit 0,063; 0,125; 0,25; 0,5; 0,8; 1,0; 1,6 mm.

3.1. Analiza granulometryczna

Analiza granulometryczna glaukonitu o właściwościach magnetycznych wskazuje, iż materiał ten można zaliczyć do materiałów średnioziarnistych wg klasyfikacji gruntów nieskalistych. Ziarna z klasy od 0,125–0,25 mm stanowią około 23% wszystkich ziaren, natomiast ziarna o średnicy 0,25–0,5 mm stanowią około 36% masy próbki (Rys. 1). Średnica cząstek (d_{10}) glaukonitu wynosi 0,09, natomiast średnica cząstek (d_{60}) = 0,32 mm. Współczynnik uziarnienia jest mniejszy od 5 ($WR = 3,70$), co oznacza, że grunt jest równoziarnisty.



Rys 1. Histogram glaukonitu wyseparowanego magnetycznie.
Fig. 1. Histogram magnetic separate of glauconite.

3.2. Gęstość nasypowa, gęstość właściwa oraz współczynnik filtracji

Wartości podstawowych parametrów fizycznych glaukonitu przedstawiono w Tabeli 1. Gęstość nasypowa masy luźno usypanego materiału ziarnistego do objętości zajmowanej przez ten materiał wynosi $1,38 \text{ g/cm}^3$, natomiast gęstość właściwa glaukonitu równa się $2,74 \text{ g/cm}^3$.

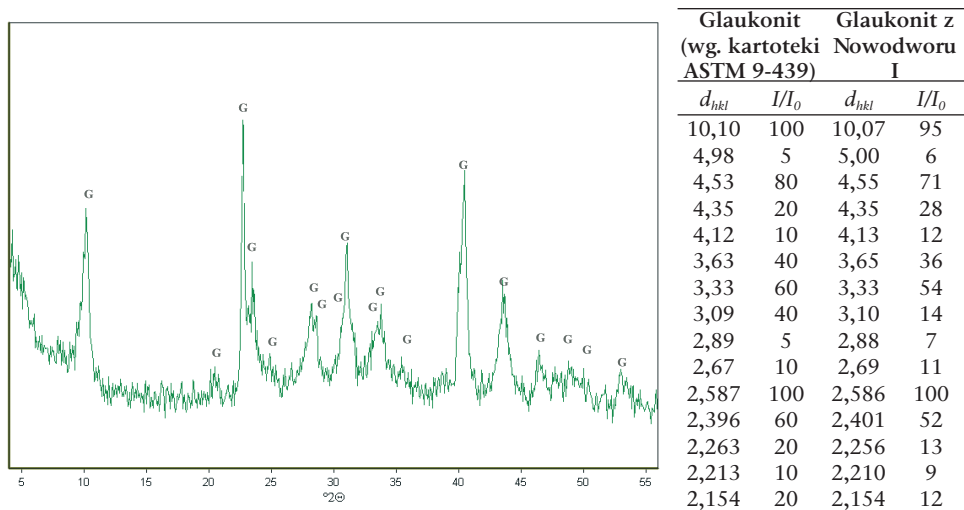
Tabela 1. Własności fizyczne glaukonitu.
Table 1. Physical properties of glauconite.

Parametr		Wartość
Gęstość właściwa	[g/cm ³]	2,74
Gęstość nasypowa	[g/cm ³]	1,38
Współczynnik filtracji	[cm/s]	$2,60 \cdot 10^{-3}$

Wartość współczynnika filtracji glaukonitu wynosi $2,6 \cdot 10^{-3}$ cm/s i odpowiada wartościom liczbowym współczynnika filtracji dla piasków średnioziarnistych.

3.3. Rentgenowska analiza fazowa (XRD)

Badania rentgenowskie wykorzystano w celu charakterystyki strukturalnej glaukonitu poprzez identyfikację faz występujących w preparacie proszkowym, określenie ich ilości oraz pomiar odległości międzypłaszczyznowych sieci krystalograficznej. Na dyfraktogramach rentgenowskich preparatów nieorientowanych glaukonitu z Nowodworu I wyraźnie widoczne są główne linie dyfrakcyjne charakterystyczne dla minerału. Zestawienie charakterystycznych odległości międzypłaszczyznowych badanego glaukonitu w porównaniu z wzorcową kartoteką ASTM nr 9-439 przedstawiono na Rys. 2.



Rys. 2. Dyfraktogram rentgenowski i zestawienie odległości międzypłaszczyznowych d_{hkl} glaukonitu z Nowodworu I.

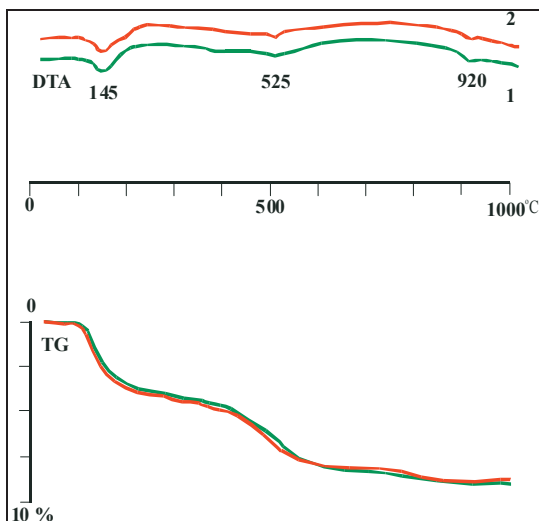
Fig. 2. X-ray patterns and statement of interplanar distance d_{hkl} glauconite from Nowodwór I.

Cechy dyfrakcji rentgenowskiej badanego glaukonitu (dobrze zaznaczone refleksy diagnostyczne, ostry i symetryczny kształt refleksów podstawowych, wskaźnik intensywności I_r) wykazały, że reprezentuje on odmianę o bardzo dobrze uporządkowanej strukturze z typem uporządkowania ISII, dużej zawartości potasu i pakietów pęczniejących w przedziale od 5 - 15%, co pozwala zaliczyć badany glaukonit do politypu 1M.

3.4. Termiczna analiza różnicowa (DTA/TG)

Termiczna analiza różnicowa (DTA) służy do identyfikacji składników i określenia ilościowego składu mineralnego skały. Wartość ubytku masy w ustalonych granicach pozwala określić ilość każdego ze składników zawartych w próbce. Ponadto uzyskane wyniki, zwłaszcza dehydratacji i dehydroksylacji próbki mogą być pomocne w ustalaniu ewentualnej technologii suszenia i wypalania produktów na bazie glaukonitu.

W analizie termicznej glaukonitu wyróżnia się trzy efekty endotermiczne [20,21]. Rezultatem pomiaru glaukonitu z Nowodworu I jest krzywa termicznej analizy różnicowej (krzywa DTA) oraz krzywa rejestrująca ubytek masy próbki (krzywa TG), które przedstawiono na Rys. 3.

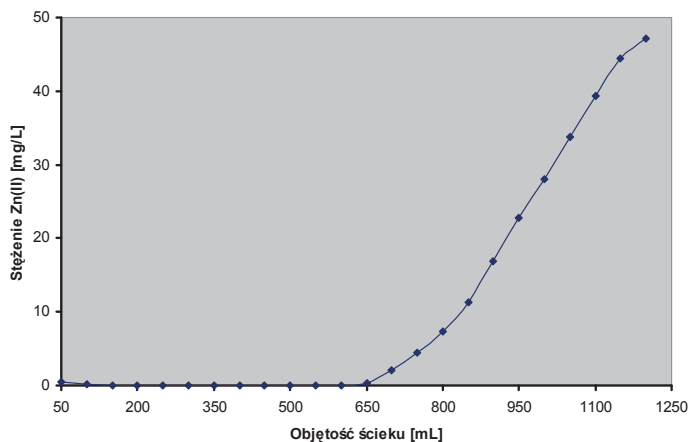


Rys. 3. Krzywe termicznej analizy różnicowej glaukonitu 1 - Nowodwór I, 2 - Gawłówka.
Fig. 3. Curve of differential thermal analysis of glauconite from Nowodwór I (1) and Gawłówka (2).

W zakresie temperatur od 100°C do 200°C, z maksimum w temperaturze 135°C, występuje wyraźny efekt endotermiczny związany z obecnością wody molekularnej. Pozostałe dwa efekty endotermiczne są słabe – z maksimum w temperaturze 525°C związany jest z dehydroksylacją, czyli utratą grup OH⁺ natomiast w temperaturze 920°C efekt związany jest z rozpadem sieci krystalograficznej glaukonitu. Całkowita strata masy próbek sięga 9,5%. Słabe i mocno rozmyte dwa ostatnie efekty termiczne są wynikiem młodego wieku geologicznego (trzeciorzędowego) i uporządkowanej struktury krystalograficznej glaukonitu.

3.5. Usuwanie Zn(II) z ścieku rzeczywistego przez glaukonit w warunkach przepływowych

Do oceny możliwości praktycznego wykorzystania glaukonitu w technologiach oczyszczania ścieków przemysłowych przeprowadzono w warunkach dynamicznych proces oczyszczania popłuczyn kąpielowych pochodzących z procesu ocynkowania z Wytwórni Sprzętu Komunikacyjnego „PZL Świdnik”. Zmiany stężenia jonów cynku w odpływie z kolumny wypełnionej glaukonitem w zależności od objętości popłuczyn wskazują, że po oczyszczeniu 0,7 L ścieków nastąpiło przebicie złoża, czyli stężenie jonów cynku w wycieku jest równe wartości dopuszczalnej stężenia metalu w ściekach odprowadzanych do wód i do gruntu. W punkcie przebicia złoża usunięto 0,129 mval Zn(II)/cm³ glaukonitu, a stopień usunięcia jonów cynku wynosi 95,8% początkowej ich ilości. Wyczerpanie właściwości jonowymiennych glaukonitu względem jonów cynku następuje po oczyszczeniu 1,2 L ścieków a całkowita ilość usuniętych jonów wynosi 0,239 mval/cm³ złoża (Rys. 4).

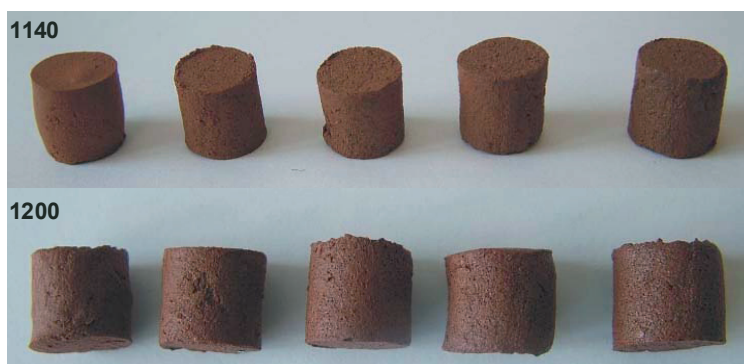


Rys. 4. Krzywa przebiccia złoża glaukonitowego jonami Zn(II) (popłuczyny kąpielowe).
Fig. 4. Breakthrough curve of zinc on glauconite (pickling effluents).

Próby oczyszczenia popłuczyn przez glaukonit przedstawionych w niniejszej pracy wskazują na możliwość wykorzystania minerału glaukonitu pod kątem wstępnego podczyszczania ścieków umożliwiającących ich odprowadzenie do wód lub do gruntu.

3.6. Utylizacja zużytego złoża glaukonitowego do produkcji kruszywa keramzytowego

Po oczyszczeniu popłuczyn kąpielowych pochodzących z ocynkowni wyczerpane złożo glaukonitowe zastosowano do produkcji kruszywa keramzytowego. Kruszywo keramzytowe otrzymano metodą plastyczną przez wypalenie w temperaturach 1140°C i 1200°C zużytego glaukonitu w ilości 10, 15, 20 i 25% wagowych z gliną oraz samej gliny. Próbki otrzymanego kruszywa keramzytowego przedstawiono na fotografii 2.

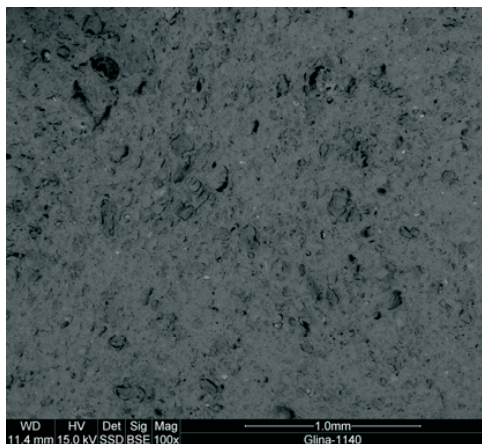


Fot. 2. Kruszywo keramzytowe otrzymane w temperaturze 1140°C i 1200°C (od lewej strony) na bazie samej gliny oraz gliny + 10% wag. zużytego glaukonitu, gliny + 15% wag. zużytego glaukonitu, gliny + 20% wag. zużytego glaukonitu oraz gliny + 25% wag. zużytego glaukonitu.

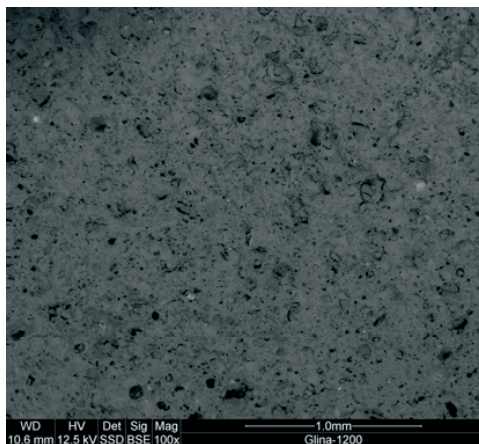
Fot. 2. Lightweight aggregate obtained at temperature 1140°C and 1120 °C on the basis of merely clay and clay with 10% weight of spent glauconite, clay with 15% weight of spent glauconite, clay with 20% weight of spent glauconite, clay with 25% weight of spent glauconite.

Są to rdzawo-brązowe, ręcznie wyrobione, a następnie, przy użyciu praski ręcznej uformowane kształtki o wymiarach: średnica 10 mm, wysokość 10 mm.

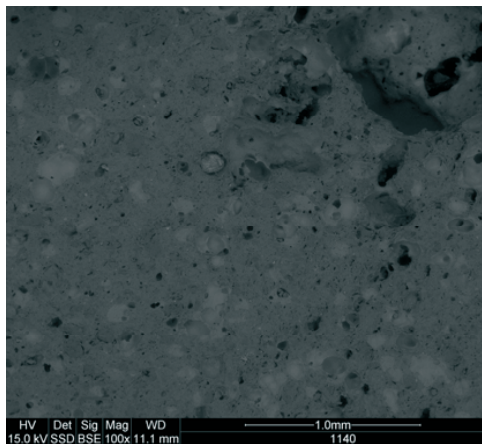
W celu określenia wpływu dodatku glaukonitu zanieczyszczonego cynkiem na teksturę spieku wykonano zglądy granul keramzytu wypalonych w temperaturze 1140°C oraz 1200°C. Obrazy zglądów uzyskane w elektronowym mikroskopie skaningowym przedstawiono na Fot. 3a-d.



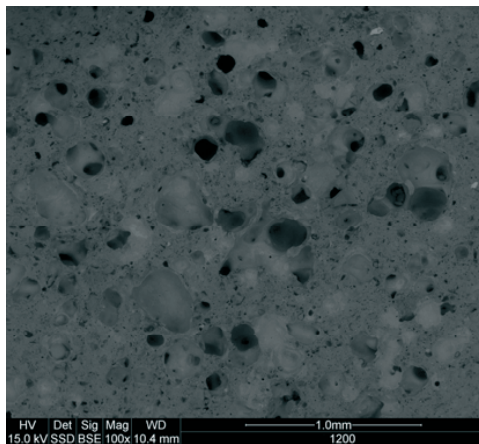
Fot. 3a. Zgląd granuli na bazie gliny wypalonej w temperaturze 1140°C SEM, pow. 100X.



Fot. 3b. Zgląd granuli na bazie gliny wypalonej w temperaturze 1200°C SEM, pow. 100X.



Fot. 3c. Zgląd granuli na bazie gliny +25% wag. glaukonitu wypalonej w temperaturze 1140°C SEM, pow. 100X.

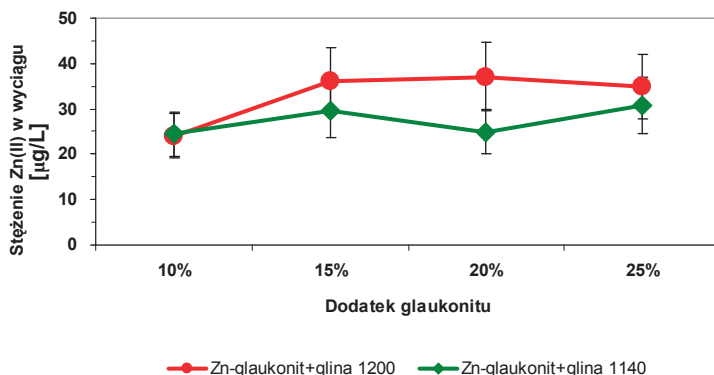


Fot. 3d. Zgląd granuli na bazie gliny +25% wag. zużytego glaukonitu wypalonej w temperaturze 1200°C SEM, pow. 100X.

Tekstura granuli ze spieku gliny, czyli bez dodatku glaukonitu z cynkiem jest zwarta, z nielicznymi niewielkimi porami (Fot. 3a,b). Natomiast granula spieczona, zmodyfikowana mieszanką z 25% udziałem masowym glaukonitu z cynkiem i wypalona w temperaturze 1140°C i 1200°C ma zeszklioną powierzchnię, co jest cechą pożądaną kruszywa budowlanego. Ponadto wewnątrz granuli posiada liczne pory korzystnie wpływające na zmniejszenie gęstości pozornej materiału (Fot. 3c,d).

3.7. Badanie wymywania pierwiastków z kruszywa keramzytowego metodą ML

Wyniki stężeń wymytego cynku w wyciągu wodnym w zależności od udziału masowego zużytego złoża obecnego w kruszywach keramzytowych i wypalonego w temperaturach 1140°C i 1200°C przedstawiono na Rys. 5



Rys 5. Zależność stężenia wymytego Zn(II) z kruszywa keramzytowego od ilości zużytego glaukonitu (1140°C, 1200°C – temp. wypalania).

Fig. 5. The dependence between the leached concentrate of Zn(II) and the amount of spent glauconite (1140°C, 1200°C – temperature of sintering).

Wyniki wskazują, że im wyższa temperatura wypalania tym większa ilość cynku w wyciągu wodnym. Różnice te prawdopodobnie wynikają z błędów analitycznych, gdyż stężenia cynku są bardzo niskie. Stężenie cynku w wyciągu wodnym wymytego z keramzytu na bazie gliny z dodatkiem zużytego glaukonitu wypalonego w temperaturze 1140°C wynosi od 15,92 µg/L do 29,49 µg/L, natomiast wypalonego w temperaturze 1200°C wynosi 24,11 – 37,13 µg/L. Stężenia wymytego cynku są zdecydowanie niższe od stężenia dopuszczalnego, możliwego przy odprowadzaniu ścieków do wód lub do gruntu. Zmienna ilość zużytego glaukonitu 15, 20 i 25% w kruszywie nie powoduje istotnych zmian stężeń wyługowanego cynku i utrzymuje się na zbliżonym poziomie.

4. Wnioski

Przeprowadzone badania laboratoryjne i analiza wyników badań pozwalają stwierdzić, że glaukonit, który występuje w trzeciorzędowych osadach kwarcowo-glaukonitowych Wyżyny Lubelskiej (kopalnia piasków budowlanych Nowodwór I) jest skutecznym materiałem w technologii oczyszczania ścieków oraz do produkcji kruszywa keramzytowego jako dodatek do masy surowcowej. Przeprowadzony proces usuwania jonów Zn(II) w warunkach dynamicznych w obecności jonów konkurencyjnych z popłuczyn kąpielowych wykazał, iż glaukonit w warunkach przepływowych skutecznie oczyszcza ściek rzeczywisty (popłuczyny kąpielowe). Po oczyszczeniu 0,7 L ścieku nastąpiło przebitcie złoża, natomiast wyczerpanie jego właściwości sorpcyjnych po oczyszczeniu 1,2 L ścieków. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska [22] oczyszczony roztwór może być odprowadzany do wód i do gruntu. Materiał glaukonitowy po procesie oczyszczania wykorzystany do produkcji kruszywa keramzytowego, pociąga za sobą powstanie technologii bezodpadowej.

Literatura

- [1] Chadra S., Berntsson L., *Lightweight Aggregate Concrete*, Noyes Publications/William Andrew, Norwich, New York, 12–17, 2003.
- [2] Haug A. K., Fjeld S., *A floating concrete hull made of lightweight aggregate concrete*, Engineering Structures, vol.11, No 18, 831–8361, 1996.
- [3] Galos K., Wyszomirski P., *Przetwórstwo termiczne surowców ilastych, Surowce mineralne Polski, Surowce skalne, Surowce ilaste*, Wydawnictwo Sigmie PAN, Kraków, 307–326, 2004.
- [4] Wyszomirski P., Galos K., Wodnicka K., *Charakterystyka itu zastoiiskowego ze złoża Gniew jako surowca do produkcji keramzytu*, Ceramica, vol. 91/2, 2005.
- [5] Latosińska J., Żygadło M., *Modyfikacja cech kruszywa keramzytowego odpadowym dodatkiem surowcowym*, Ceramica, vol 91/2, 2005.
- [6] Bolewski A., Manecki A., *Mineralogia szczegółowa*, Polska Agencja Ekologiczna, Wydawnictwo PAE, 1993.
- [7] Krzowski Z., *Radiometric dating of Tertiary glauconite-bearing formations in the north-eastern part of the Lublin Upland, Poland*, Acta Geologica Hungarica, vol. 42/4, 451–470, 2000.
- [8] Franus M., Franus W., Derkowski A., Gazda L., Krzowski Z., Wójcik R., *Właściwości sorpcyjne minerałów ilastych wydzielonych z trzeciorzędowych osadów piaszczystych*, II Kongres Inżynierii Środowiska, Monografie Komitetu Inżynierii Środowiska, vol. 33, t. 2, 973-981, 2005.
- [9] Kłapyta Z., *Właściwości powierzchniowe sorbentów mineralnych*, w Sorbenty Mineralne Polski, praca zbiorowa, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo–Dydaktyczne, Kraków, 2008.
- [10] Franus M., Franus W., Gazda L., *Trzeciorzędowe osady z glaukonitem–potencjalnym źródłem surowców ilastych Lubelszczyzny*, Gospodarka Surowcami Mineralnymi, vol. 22/3, 2006.
- [11] Franus W., Klinik J., Franus M., *Mineralogical characteristic and textural properties of acid-activated glauconite*, Mineralogia Polonica, vol., 35/2, 53–62, 2004.
- [12] Franus M., Franus W., Nowacki T., Krzowski Z., *Właściwości sorpcyjne minerałów ilastych wydzielonych z osadów piaszczystych okolic Lubartowa*, Materiały Konferencyjne, AQUA, 2005.
- [13] Franus M., *Removal of Heavy Metals on Glauconite and Quartz-Glauconite Mixture Beds*, Polish Journal of Environmental Studies, vol. 16, No. 2A, Part III, 538-541, 2007.
- [14] Gazda L., Karaś S., *Trzeciorzędowe piaski kwarcowe Niziny Lubartowskiej*, Prace naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej, nr 97, Wrocław, 2002.
- [15] *PN-75/B- 04481, Grunty budowlane. Badania próbek gruntu. Metoda piknometryczna.*
- [16] *PN-80-C-04532, Oznaczanie gęstości nasypowej.*
- [17] *PN-EN 933-1, Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie składu ziarnowego. Metoda przesiewania.*
- [18] Wiłun Z., *Zarys geotechniki*, Podręcznik Akademicki, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa, 2006.
- [19] Rankers R. H., Hohberg I., *Leaching tests for concrete containing fly ash–evolution and mechanism*, Waste Material in Construction, Amsterdam, Elsevier, 1991.
- [20] Turnau-Morawska M., Łączka B., Wiewióra A., 1991, *Charakterystyka krystalochemiczna glaukonitu ze skał ordowiku obniżenia podlaskiego na tle litologii i genezy*, Kwartalnik Geologiczny, T. 19 (4), 829–843, 1991.

- [21] Krzowski Z., *Glaukonit z osadów trzeciorzędowych regionu lubelskiego i możliwości jego wykorzystania do analiz geochronologicznych*, Praca habilitacyjna, Wydawnictwo. Uczelniane PL, p. 130, 1995a.
- [22] Dziennik Ustaw Nr 137, poz. 984, Rozporządzenie Ministra Środowiska z dn. 24 lipca 2006 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego.

Preliminary assessment of spent glauconite bed usage possibilities as a material to lightweight aggregate production

Małgorzata Franus, Jolanta Latosińska

*Lublin University of Technology, Faculty of Civil Engineering and Architecture,
Department of Geotechnics, e-mail: m.franus@pollub.pl
Kielce University of Technology, Civil and Environmental Engineering,
Department of Waste Disposal, e-mail jlatosin@tu.kilce.pl*

Abstract: The presented work has shown an application of spent glauconite bed after purification of wastewater for production of lightweight expanded clay aggregates. Sewage, from which it was removed Zn ions, came from technological line (zinc-works) of Communication Equipment Factory „PZL” Świdnik. Spent glauconite bed was used as an additive in lightweight aggregate production which was obtained using plastic method by sintering, at temperature 1140°C and 1200 °C, of spent glauconite amounts 10, 15, 20 and 25% wt. with clays from open-cast mine „Budy Mszczonowskie”. The presence of the mineral improves sinter texture, increases porosity and contributes to formation of glassy layer on the surface of the aggregates. Tests of zinc elution from lightweight aggregate samples has shown very low mobility of zinc ions. Content of zinc in water extracts obtained from lightweight aggregate is definitely lower than zinc concentration permitted for sewage discharge to water or soil, means that spent material is not offensive for the environment as it can be used as a high quality building product.

Key words: glauconite, treatment of wastewater, solid waste, lightweight expanded clay aggregates.