

## Właściwości fizyczne i mechaniczne keramzytu otrzymanego z dodatkiem glaukonitu

Małgorzata Franus

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

**Streszczenie:** W pracy przedstawiono ocenę właściwości fizycznych i mechanicznych keramzytu otrzymanego z dodatkiem minerału ilastego – glaukonitu oraz gliny ze złoża „Budy Mszczonowskie”. Kruszywo otrzymano metodą plastyczną przez wypalenie w temperaturze 1170°C. Oceny parametrów fizycznych dokonano na podstawie parametrów takich jak gęstość właściwa, gęstość objętościowa i nasypowa, szczelność, porowatość, nasiąkliwość wodą. Badania cech mechanicznych przeprowadzono na podstawie mrozoodporności kruszywa, wytrzymałości na miazdzenie, ścieralności w bębnie Los Angeles. Ponadto oznaczono związki barwiące w kruszywie. Wykorzystanie glaukonitu do kruszywa korzystnie wpływa na teksturę spieku powodując powstawanie szklistej błony na powierzchni granul i podwyższając ich porowatość. Badane właściwości wskazują, że otrzymane kruszywo keramzytowe z dodatkiem glaukonitu spełnia podstawowe wymagania stawiane wobec materiałów stosowanych w budownictwie.

**Słowa kluczowe:** keramzyt, glaukonit, cechy fizyczne i mechaniczne keramzytu.

### 1. Wprowadzenie

Keramzyt to powszechnie znane kruszywo lekkie, stosowane przede wszystkim w przemyśle budowlanym. Powstaje w wyniku obróbki termicznej w piecach obrotowych, poprzez wypalenie surowców mineralnych, w temperaturze do 1300°C. Kruszywo to cechuje się niską gęstością nasypową 200 – 1000 kg/m<sup>3</sup>, porowatością w granicach 80% reprezentowaną głównie przez pory zamknięte, które otoczone są zeszkliwioną powłoką powstałą w wyniku przemian termicznych minerałów ilastych.

W związku z odpowiednimi wymaganiami wobec skał ilastych, do produkcji keramzytu odpowiednie są niektóre odmiany tych skał, mianowicie są to ily poznańskie i zastoiskowe występujące w północnej części Polski, jak również ily krakowieckie pochodzące z zapadliska podkarpackiego. W chwili obecnej wykorzystywane są ily poznańskie ze złoża „Budy Mszczonowskie” oraz ily zastoiskowe ze złoża „Gniew”. Właściwości kruszywa keramzytowego sprawiają, że jest stosowany przede wszystkim w przemyśle budowlanym. Można z niego otrzymywać dobrze urabialne betony wysokich klas, pełniące funkcje wypełniające, izolacyjne lub konstrukcyjne. Z keramzytu wytwarza się również zaprawy ciepłochronne, posiadające te same własności co pustaki keramzytobetonowe. Dobrze sprawdza

się w roli izolacji cieplnej ścian fundamentowych, piwnic, podłóg stykających się bezpośrednio z gruntem lub sklepień. Jako dodatkowe ocieplenie występuje w stropach żelbetonowych monolitycznych, stropach na belkach stalowych Kleina, stropach drewnianych i innych. Odgrywa ważną rolę w drogownictwie przy budowie dróg na podłożach o niejednorodnym uwarstwieniu czy na gruntach o małej nośności. Znajduje zastosowanie przy odciążaniu konstrukcji tuneli, ścian oporowych, stropów budowli w gruncie [2]. Rozpowszechnienie tego kruszywa w budownictwie wynikało z zapotrzebowania na materiał ekologiczny i tani.

W ostatnich latach obserwuje się zjawisko modyfikowania składu surowcowego mieszanek lub poszukiwania lokalnych surowców do produkcji kruszywa lekkiego. W niniejszej pracy do wytworzenia materiału wykorzystano minerał ilasty glaukonit oraz glinę ze złoża „Budy Mszczonowskie”.

Glaukonit jest minerałem ilastym, który powszechnie występuje w trzeciorzędowych piaskach Lubelszczyzny. Ze względu na powierzchniowe występowanie oraz właściwości magnetyczne, jest łatwy do pozyskania. Występuje w osadach pochodzenia morskiego, takich jak piaski, piaskowce, margle, wapienie piaszczyste i mułowce. Zawartość minerału może wynosić 50 – 90%. Gdy nagromadzenie glaukonitu jest bardzo duże tworzy on tzw. piaski glaukonitowe. Na Lubelszczyźnie osady glaukonitowe odsłaniają się w rejonie Kozłówki, Skrobowa, Nowodworu i Majdanu Kozłowieckiego. Ich wychodnie zlokalizowano także wzdłuż doliny Wieprza.

Glaukonit na ogół przyjmuje barwę zieloną o różnych odcieniach. Intensywność zielonego koloru zależy od zawartości żelaza, potasu, krzemu oraz glinu. Bledsza barwa minerału jest skutkiem występowania większej ilości krzemu i glinu a mniejszym udziałem żelaza i potasu, zaś ciemniejsza barwa glaukonitu świadczy o procentowej przewadze żelaza oraz potasu w jego składzie [3]. Glaukonit wykazuje właściwości wymienne, sorpcyjne oraz magnetyczne, które wynikają ze składu chemicznego, budowy wewnętrznej oraz morfologii. Podatność magnetyczna spowodowana zastępowaniem glinu przez żelazo w sieci krystalicznej jest niezbędną i ważną cechą w procesie separacji minerału chociażby z piasków. Glaukonit stosowano w rzeźbiarstwie, w produkcji odlewów, mas formierskich oraz kamieniarstwie. Ze względu na zawartość w nim tlenków żelaza stosowano go w hutach szkła oraz w wyrobie pigmentów ceramicznych. Duża zawartość potasu, żelaza, magnezu i biomikroelementów w glaukonicie decyduje o wykorzystaniu go w rolnictwie, jako nawozu naturalnego. Wymiana jonowa w glaukonicie to przede wszystkim wymiana kationów. Zdolność ta wykorzystywana jest w procesach oczyszczania ścieków i wód [1].

## 2. Zakres badań

Badania wstępne polegały na otrzymaniu kruszywa keramzytowego metodą plastyczną a następnie na określeniu jego cech fizycznych i mechanicznych wg norm. Analizy mineralogiczno – strukturalnej dokonano w celu identyfikacji faz krystalicznych, ustaleniu ich ilości, jak również pomiaru odległości międzypłaszczyznowych sieci krystalicznych wykorzystując do tego celu dyfraktometr rentgenowski Philips X’pert APD z goniometrem PW 3020 i lampą Cu oraz monochromatorem grafitowym. Budowę morfologiczną podstawowych składników mineralnych oraz skład chemiczny otrzymanego kruszywa keramzytowego określono przy pomocy skaningowego mikroskopu skaningowego (SEM) – Quanta FEG 250.

### 3. Analiza otrzymanych wyników badań

#### 3.1. Przygotowanie materiału badawczego

Kruszywo keramzytowe otrzymano metodą plastyczną przez wypalenie w temperaturze 1170°C minerału glaukonitu oraz gliny ze złoża „Budy Mszczonowskie”. Piasek kwarcowo – glaukonitowy pobrano z kopalni piasków budowlanych Nowodwór I na Lubelszczyźnie. Glinę pochodzącą z Kopalni Odkrywkowej Hłów „Budy Mszczonowskie” i glaukonit wyseparowany magnetycznie z piasków połączono w stosunku ilościowym 7:3 (gлина : glaukonit) oraz zarobiono wodą destylowaną do uzyskania stanu plastycznego. Z przygotowanej mieszanki surowcowej uformowano ręcznie kulki kruszywa keramzytowego frakcji grubej o średnicy 8 - 16 mm, które wypalono w piecu laboratoryjnym typu SM – 2002 firmy „Czyłok” w temperaturze 1170°C. Pod wpływem wysokiej temperatury próbki zmieniły barwę z zielono-brązowej na rdzawo – ceglastą. Właściwość ta jest prawdopodobnie spowodowana zmianą stopnia utlenienia żelaza a także utratą wody adsorpcyjnej.



Fot. 1. Kruszywo keramzytowe otrzymane poprzez wypalenie w temperaturze 1170°C.  
Phot. 1. Lightweight of aggregate obtained by firing at a temperature 1170°C.

Otrzymane kruszywo keramzytowe poddano ocenie cech fizycznych, mechanicznych oraz strukturalno-mineralogicznych.

#### 3.2. Rentgenowska analiza fazowa

Dyfraktogram rentgenowski składu fazowego wszystkich trzech materiałów (gliny, masy surowcowej glaukonit + glina oraz otrzymanego keramzytu) przedstawia położenia kątowe oraz natężenia odbić dyfrakcyjnych (Rys. 1).

Główne składniki mineralne gliny ze złoża „Budy Mszczonowskie” stanowią minerały ilaste, reprezentowane przez smektyt, illit, kaolinit, którym w podrzędnych ilościach towarzyszy kwarc. Fazy krystaliczne rozpoznano po podstawowych ilościach międzypłaszczyznowych  $d$ , które dla poszczególnych minerałów wyniosły dla smektytu – 15,61 Å; illitu – 10,01 Å; koalinitu – 7,14 Å oraz kwarcu – 3,44; 4,26 Å.

Na dyfraktometrze obrazującym skład wyjściowej mieszanki surowcowej składającej się z glaukonitu (30% wag.) i gliny (70% wag.) widocznie uwyraźnia

się wyższy udział minerału z grupy illitu (glaukonit). Obecność glaukonitu została stwierdzona na podstawie głównych refleksów diagnostycznych o odległościach międzypłaszczyznowych  $d = 10,00 \text{ \AA}$  i  $d = 4,52 \text{ \AA}$ . W ceramicznym produkcie po wypaleniu stwierdzono obecność w głównej mierze wysokotemperaturowej odmiany kwarcu oraz niewielkie ilości magnetytu (wyznaczone po refleksach o  $d = 2,74 \text{ \AA}$ ) i hematytu ( $d = 2,70 \text{ \AA}$ ).

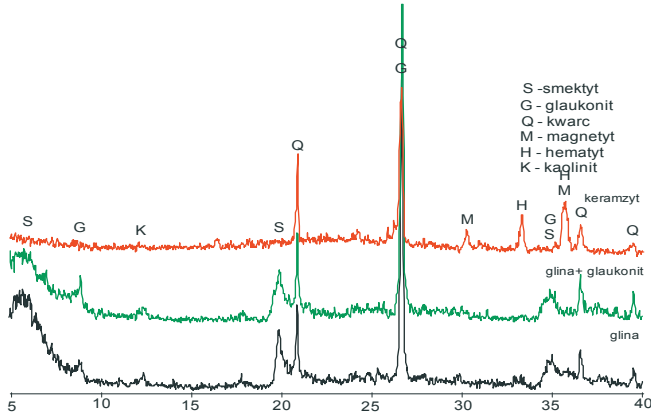
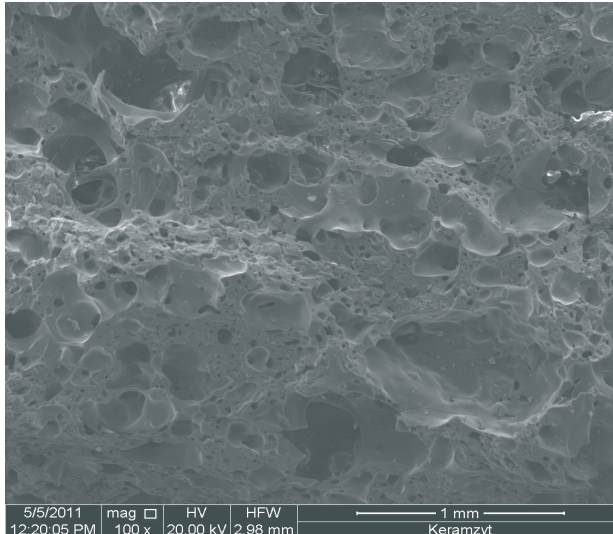


Fig. 1. Dyfraktogram rentgenowski: gliny, gliny i glaukonitu przed wypaleniem i wypalonego keramzytu.

Fig. 1. X-Ray powder diffraction clay, clay and glauconite before by firing and spent expanded clay.

### 3.3. Mikroskopia skaningowa

Kruszywo keramzytowe ma strukturę porowatą, a widoczne kuliste kształty porów, które dominują w wypalonym materiale przedstawiono na Fot. 2. Wielkość porów zmienia się w granicach od  $500 \mu\text{m}$  do kilku  $\mu\text{m}$ .



Fot. 2. Porowata struktura keramzytu wypalonego w temp.  $1170^\circ\text{C}$ , SEM, pow. 100x.

Phot. 2. The porous structure of expanded clay calcined at  $1170^\circ\text{C}$ .

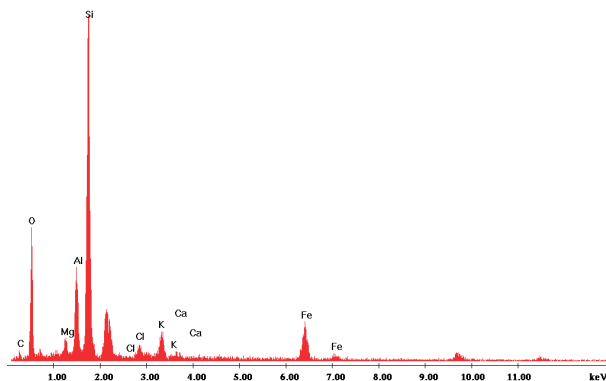
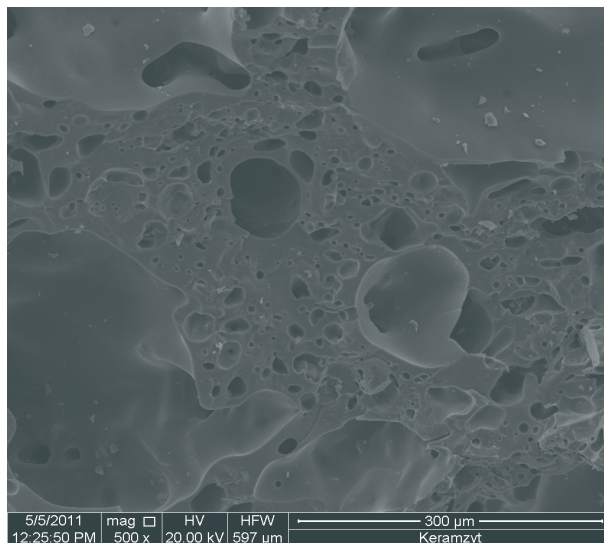


Fig. 2. Skład chemiczny keramzytu w mikroobszarze (SEM-EDS).

Fig. 2. The chemical composition of expanded clay in the microarea (SEM-EDS).

Analiza widma składu chemicznego kruszywa keramzytowego w mikroobszarze, wypalonego w temperaturze 1170°C (Fig. 2.) wskazuje, że dominują składniki takie jak krzem, glin, żelazo. Towarzyszą im również potas, wapń, magnez. Skład chemiczny prezentuje się następująco: SiO<sub>2</sub> – 54,36%; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 14,52%; CO<sub>2</sub> – 13,38%; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 11,75%; K<sub>2</sub>O – 3,10%; MgO – 2,25%; CaO – 0,59%; Cl<sub>2</sub>O – 0,06%. Keramzyt wykazuje zwartą i bardzo porowatą strukturę. Rozmiar porów wynosi około 150 μm (Fot. 3).



Fot. 3. Mocno porowata struktura keramzytu wypalonego w temp. 1170°C, SEM, pow. 500x.

Phot. 3. Strongly porous structure of expanded clay calcined at 1170 °C, pow. 500x.

### 3.4. Ocena parametrów fizycznych keramzytu

#### *Gęstość właściwa*

Gęstość wyznaczono na podstawie normy [4]. W wyniku badania dwóch odpowiednio przygotowanych próbek keramzytu gęstość badanego materiału wyniosła 2,59 g/cm<sup>3</sup>.

W porównaniu do keramzytu MAXIT firmy Weber jest ona o  $0,02 \text{ g/cm}^3$  mniejsza, co oznacza, że nie są to istotne różnice.

### ***Gęstość objętościowa (pozorna)***

Gęstość objętościową wyznaczono na podstawie normy [5]. Otrzymana gęstość pozorna keramzytu wyniosła  $1250 \text{ kg/m}^3$ . Gęstość objętościowa produkowanych keramzytów w zależności od frakcji wynosi  $900\div 1500 \text{ kg/m}^3$ , zatem keramzyt z dodatkiem glaukonitu mieści się w danym przedziale i może zostać zaliczony do kruszywa lekkiego, gdyż nie przekracza gęstości objętościowej wynoszącej  $2000 \text{ kg/m}^3$ .

### ***Gęstość nasypowa***

Gęstość nasypową keramzytu wyznaczono na podstawie normy [9]. W stanie utrzęśonym wyniosła  $752 \text{ kg/m}^3$ , natomiast w stanie luźnym  $697 \text{ kg/m}^3$ . Wartości gęstości zawierają się w granicach  $600\text{--}800 \text{ kg/m}^3$ , zatem materiał należy do klasy keramzytu 700. Może być zaliczony do kruszywa lekkiego, gdyż zgodnie z normą [22] gęstość nasypowa w stanie luźnym nie przekracza  $1200 \text{ kg/m}^3$ . Można go zatem zastosować do produkcji betonu lekkiego (zwanego popularnie keramzytobetonem), z którego wykonuje się w różnych systemach bloczki do wznoszenia ścian nośnych i działowych, pustaki stropowe i wentylacyjne.

### ***Szczelność***

Szczelność materiału (najczęściej porowatego) to objętościowy udział samego litego tworzywa w jednostce objętości materiału. Im szczelność jest wyższa (im bliższe siebie są wartości gęstości i gęstości pozornej), tym materiał jest mniej porowaty. Szczelność opisuje ilościowo strukturę materiału. Badany keramzyt osiągnął szczelność na poziomie  $0,4826$ , którą określono na podstawie normy [6]. Z przeprowadzonego badania wynika, że  $0,4826$  części keramzytu stanowi materiał bez porów, co oznacza, że wartość szczelności jest niska, zatem materiał jest bardzo porowaty.

### ***Porowatość***

Porowatość wyznaczono na podstawie normy [9] a jej wartość kształtuje się na poziomie  $51,74\%$ . Porowatość produkowanych keramzytów zawiera się w granicach  $20\div 50\%$ , zatem keramzyt po dodaniu glaukonitu ma nieco większą porowatość. Wysoka porowatość minimalizuje chłonność wody, a dodatkowo nadaje właściwości infiltracji, czyli zdolności grawitacyjnego przepływu wody oraz wysoką dyfuzyjność pary wodnej. Poza tym ujemne temperatury nie wpływają na zmianę właściwości kruszywa ponieważ otwarta konstrukcja porów i ich stosunkowo duże rozmiary nie zmniejszają mrozoodporności. Dzięki dużej porowatości badany keramzyt jest również dobrym izolatorem akustycznym. Może być użyty do produkcji lekkich pustaków stropowych oraz bloczków ściennych o niskiej przewodności.

### ***Jamistość***

Jamistość materiału ziarnistego określa względny, objętościowy udział jam międzyziarnowych w jednostce objętości tego materiału. Przy jej określaniu nie bierze się pod uwagę ilość porów zawartych w poszczególnych ziarnach materiału. Jamistość oznaczono metodą bezpośrednią [8].

Oznaczenie jamistości kruszywa w stanie utrzęsionym metodą pośrednią obliczono z wartości średnich obliczeń gęstości pozornej oraz gęstości nasypowej w stanie utrzęsionym. Jamistość keramzytu w stanie utrzęsionym wyniosła 40% natomiast otrzymana metodą bezpośrednią wyniosła 45%, zatem zawiera się w przedziale 40÷45%. Gdy jej wartość jest w przedziale 25–30% to zawartość kruszywa do projektowania betonu jest najbardziej korzystna, zatem przy produkcji betonu z badanego keramzytu ilość potrzebnego zaczynu będzie większa.

### ***Nasiąkliwość wodą***

Nasiąkliwość jest to zdolność materiału do wchłaniania wody w określonych warunkach badań i określono ją na podstawie normy [9]. Nasiąkliwość badanego keramzytu wyniosła 5,4%, a produkowanych keramzytów zawiera się w granicach 18÷30%. Zdolność wchłaniania wody przez badany keramzyt jest znacznie niższa i pory nie ulegają całkowitemu nasyceniu wodą. Może być wykorzystany zatem jako izolacja termiczna na gruncie czy do drenażu opaskowego.

### ***Związki barwiące***

Zasada metody polegała na wizualnym stwierdzeniu związków barwiących w kruszywie, na podstawie intensywności i rozmiarów barwnego zaplamienia sączka w wyniku poddania próbki kruszywa działaniu pary wodnej [14]. Wskaźnik zabarwienia dla badanych próbek wyznaczony wyniósł 0, zatem nie istnieje zagrożenie zabarwienia betonu pod wpływem warunków atmosferycznych.

### ***Mrozoodporność***

Oznaczanie mrozoodporności polegało na określeniu procentowego ubytku masy kruszywa oraz zmian w nim zachodzących (pęknięcia) w wyniku poddawania cykлом zamrażania i odmrażania nawilżonej próbki na podstawie normy [21]. Uzyskano procentowy ubytek masy w ilości 0,3%. Zgodnie z normą PN-EN 12620:2002: Kruszywa do betonu [20] keramzyt zaliczany jest do kategorii  $F_1$  jako kruszywo stosowane do betonu częściowo nasyconego wodą nie zawierającą soli [12]. Wynika to z faktu, że procentowy ubytek masy wynosi 0,3%, czyli jest mniejszy niż wymagane w tej kategorii maksimum 2%, zatem spełnia warunek mrozoodporności.

### ***Wytrzymałość na miażdżenie***

Wytrzymałość kruszywa na miażdżenie jest to wytrzymałość na działanie siły nacisku równej 50 kN, wyrażonej ubytkiem jego masy, a badanie przeprowadzone zgodnie z normą [10]. Miarą oznaczenia wytrzymałości kruszywa na miażdżenie jest wskaźnik rozkruszenia, który dla keramzytu wyniósł 1,3%. Wskaźnik ten dla betonów powinien wynosić nie więcej niż 16% dla kruszyw do betonu klasy LB 25 i nie więcej niż 22% dla kruszyw do betonów klasy poniżej LB 25 (obecnie LC 20/22) [13]. Zgodnie z normą PN-86/B-06712, przedstawiającą wymagania kruszyw mineralnych stosowanych do betonów, mieszanka grubego kruszywa łamanego ze skał osadowych powinna posiadać wskaźnik rozkruszenia nie większy niż 24% dla marki 10 oraz 16% dla marki 20 [12].

Wskaźnik rozkruszenia dla wyprodukowanego keramzytu z dodatkiem glaukonitu, przyjmuje wartość dużo mniejszą zatem może mieć zastosowanie do wyrobu betonów wysokich klas oraz do oczyszczania ścieków [15].

### **Ścieralność w bębnie Los Angeles**

Ścieralność kruszywa jest to odporność na oddziaływanie o charakterze ścierającym, wyrażona ubytkiem jego masy, a oznaczenie przeprowadzono zgodnie z normą [11]. Miarą przeprowadzonego badania jest obliczenie ścieralności częściowej oraz całkowitej.

Uzyskano wynik badania ścieralności częściowej  $\hat{S}_{cz}$  równy 4,7%, a następnie ścieralności całkowitej  $\hat{S}_c$  próbek keramzytu, która wyniosła 21,0%. Wskaźnik jednorodności kruszywa  $X_s$ , otrzymany po podstawieniu wartości  $\hat{S}_{cz}$  i  $\hat{S}_c$  wyniósł 22%. Niskie wartości ścieralności całkowitej oraz wskaźnika jednorodności ścierania keramzytu mieszczą się w kryteriach opisanych norm, nie przekraczając wartości 25% w przypadku obu parametrów [16, 17, 18]. Zatem można stwierdzić, że keramzyt z dodatkiem glaukonitu stanowi odpowiedni materiał, który wykorzystać można do budowy warstwowych konstrukcji drogowych. Ponadto zgodnie z normą PN-S/98-02205 wskaźnik różnoziarnistości przyjmuje wartość odpowiednią dla materiału, który można wykorzystać w drogownictwie przy budowie nasypów [19].

## **4. Wnioski**

Z analizy przeprowadzonych badań wynika, że glaukonit występujący w trzeciorzędowych osadach kwarcowo - glaukonitowych Wyżyny Lubelskiej (kopalnia piasków budowlanych Nowodwór I), jest skutecznym minerałem do produkcji kruszywa keramzytowego, jako dodatek do masy surowcowej. Otrzymane kruszywo keramzytowe spełnia podstawowe wymagania stawiane wobec materiałów stosowanych w budownictwie. Dobra odporność kruszywa na mróz, wysoka temperatura, działanie substancji agresywnych oraz niska ścieralność i duża wytrzymałość na miążdżenie świadczy o korzystnym wpływie glaukonitu na otrzymany materiał. Powstały keramzyt może być wykorzystany do produkcji betonów lekkich, z których wykonuje się elementy stropowe, bloczki fundamentowe, pustaki ścienne, wentylacyjne oraz narażone na wysoką temperaturę pustaki kominowe. Ponadto może być wykorzystany jako izolacja cieplna, przeciwwilgociowa oraz akustyczna. Bardzo dobra nasiąkliwość kruszywa (5,4%), wysoka porowatość szacowana na poziomie 51,74%, wysoka wartość jamistości 40%÷45% wskazuje na liczne zawartości wolnych przestrzeni między ziarnami. Zeszklwiona powierzchnia granul powstała po wypaleniu materiału może ograniczać zapotrzebowanie na zaczyn przy produkcji betonu z badanego kruszywa. Dzięki niskiej wartości ścieralności całkowitej oraz wskaźnika jednorodności ścierania stanowi odpowiedni materiał, który wykorzystać można do budowy warstwowych konstrukcji drogowych.

## **Literatura**

- [1] Franus M., *Zastosowanie glaukonitu do usuwania śladowych ilości metali ciężkich*, Politechnika Lubelska, 2010.
- [2] *Keramzyt w Geotechnice*, Weber Leca.
- [3] Krzowski Z., *Glaukonit z osadów trzeciorzędowych region lubelskiego i możliwości jego wykorzystania do analiz geochronologicznych*, Politechnika Lubelska, 1995.
- [4] PN-76/B-06714/03: *Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie gęstości w piknometrze*.



- [5] PN-76/B-06714/05: *Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczenie gęstości pozornej na wadze hydrostatycznej.*
- [6] PN-76/B-06714/08 *Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczenie szczelności.*
- [7] PN-76/B-06714/09: *Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczenie porowatości.*
- [8] PN-76/B-06714/10: *Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczenie jamistości.*
- [9] PN-77/B-06714/07: *Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczenie gęstości nasypowej.*
- [10] PN-77/B-06714/18: *Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczenie nasiąkliwości.*
- [11] PN-78/B-06714/40: *Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczenie wytrzymałości na miazdzenie.*
- [12] PN-79/B-06714/42: *Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczenie ścieralności w bębnie Los Angeles.*
- [13] PN-86/B-06712: *Kruszywa mineralne do betonu.*
- [14] PN-86/B-23006: *Kruszywa do betonu lekkiego.*
- [15] PN-88/B-06714/36: *Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczenie związków barwiących.*
- [16] PN-92/B-06712: *Wypełnienia lekkie złóż biologicznych do oczyszczania ścieków.*
- [17] PN-96/B-11111: *Kruszywa mineralne. Kruszywa naturalne do nawierzchni drogowych; Żwir i mieszanka.*
- [18] PN-96/B-11112: *Kruszywa mineralne. Kruszywa łamane do nawierzchni drogowych.*
- [19] PN-97/S-06102: *Drogi samochodowe. Podbudowy z kruszyw stabilizowanych mechanicznie.*
- [20] PN-98/S-02205: *Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania.*
- [21] PN-EN 12620:2004: *Kruszywa do betonu.*
- [22] PN-EN 13055-1:2002: *Kruszywa lekkie. Część 1: Kruszywa do betonu, zaprawy i rzadkiej zaprawy. Załącznik C: Oznaczenie mrozoodporności kruszyw lekkich.*

## **Physical and mechanical properties keramsite obtained with added glauconite**

**Małgorzata Franus**

*Department of Geotechnics, Faculty of Civil and Sanitary Engineering,  
Lublin University of Technology, e-mail: m.franus@pollub.pl*

**Abstract:** This paper presents the assessment of the physical and mechanical properties lightweight of aggregate obtained from the addition of expanded clay mineral clay – glauconite and clay from the bed, “Buda Mszczonowska”. Crushed plastic was prepared by firing at a temperature of over 1170 ° C. Evaluation of physical parameters was based on parameters such as density, bulk density and bulk density, tightness, porosity, water absorption. The study of mechanical properties was carried out on the basis of aggregate hardness, resistance to crushing, abrasion in the drum Los Angeles. In addition, the compounds were determined in the aggregate coloring. Use glauconite in the lightweight of aggregate is beneficial for the texture of the sinter resulting in the formation of a glassy layer on the surface of the granules, and by increasing their porosity. Investigated the properties indicate that

the resulting lightweight of aggregate with glauconite meets the basic requirements for materials used in construction.

**Keywords:** lightweight of aggregate, glauconite, physical and mechanical properties lightweight of aggregates.