

IGA JASIŃSKA

Kielce University of Technology

e-mail: igajas@tu.kielce.pl

# THE PROPERTIES OF SILICATE PRODUCTS MODIFIED BY LDPE GRANULES

## Abstract

*The following article presents the results obtained through the modification of sand-lime matter. The modifying filler is a low-density polyethylene granules (hereinafter referred to as LDPE), formed as a result of the recycling process. The main purpose of the research was to receive a lightweight, recyclable product with physical and mechanical properties similar to abovementioned traditional sand-lime products. The filler has given the desired effect, however the compressive strength of newly created elements has significantly decreased. It is therefore concluded that from the building operation point of view, modified products that contain less than 9% of LDPE filler are relevant. The paper describes the examination methodology and the results in the form of tables and graphs.*

**Keywords:** sand-lime products, silicates, masonry elements, polyethylene LDPE, recycling, compressive strength, density, absorption, modification, experiments, lightweight fillers

## 1. Introduction

Silicate products are construction materials, in which the basic ingredient is a sand-lime matter. These products are primarily characterized by high compressive strength (to about 20 MPa). Furthermore, silicates are commonly considered to be environment-friendly, because unlike cellular concrete, do not contain cement, characterized by high content of radioactive isotopes, such as radium, potassium and thorium. Nevertheless, high bulk density tends to seek production methods and recipes of lighter blocks with properties similar to traditional products.

Methods of modification of these products are not widely known in the literature. More tests are subjected to cement and silica cement products.

The first known in the literature attempts to modify mentioned above construction products took place at the turn of the 19 and 20<sup>th</sup> century. A cement-gypsum mortar was modified. Then, a few years later, as a result of combination of curing and air bubbles formation process was obtained the first modern lightweight concrete, called then a cellular concrete [1]. In the following years, to the cement-silica matter many other additives were introduced, such as polystyrene granules [2], polystyrene foam [3], comminuted glass foam comes from glass cullet or blast furnace slag [4], the resin foam particles with foaming agent [5], or glass foam aggregate reinforced

i.a. by glass, steel, titanium or carbon fibers and with addition of fly ash [6].

From a practical point of view, in building operating those silicate products are relevant whose compressive strength is higher than 10 MPa [7]. Having regard to environmentally sustainable development and the progress in science in the field of masonry units modification, the main purpose of research was obtaining a light product, which can be recycled and has a physical and mechanical properties similar to a.n. traditional sand-lime products.

Among the many products available on the market that might be helpful in reducing bulk density of sand-lime elements, special attention is paid to the low-density polyethylene (LDPE) in granulate form, which is a result of recycling process. So far this material has found application mainly in the electronic, electrical and food industry, household appliances as well as in civil engineering (in the manufacture of foam insulations, gas, central heating and air conditioning pipes, etc.)

Polyethylene referred to in the paper is characterized by low bulk density (up to 0.91 g/cm<sup>3</sup>) and water absorption after 24 hours lower than 0.03%. These properties have prompted to use this product as a filler in the silicate matter in order to reduce the density of the obtained products.

**2. Examination methodology**

The starting material to conduct the preliminary tests was a sand-lime mixture, which consisted of quartz sand (approx. 90–92% by weight), calcined lime (about 5–8% by weight) and water. In the following steps formed by recycling LDPE granules, in order 3, 6, 9, 12 and 15% of the weight were used as a filler. The resulting matter was formed in a rectangular blocks with dimensions of 4 × 4 × 16 cm, compacted and then autoclaved for 8 hours at 203°C. The product prepared in this way was weighted and then subjected to a compressive strength test.

Each of made elements was desiccated in a dryer with air circulation in order to achieve dry matter in accordance with the guidelines of the norm EN 772-13/2001 [8]. In the next stage the samples were weighted and then immersed in water to determine water absorption (according to EN 771-2:2003+A1:2005, [9]).

**3. Results of research**

Tests and calculations of selected physical parameters were performed on each of the six samples with identical composition. Further studies were carried out on separate samples of silicates. The results obtained were averaged and shown in Table 1.

**Table 1.** The average physical properties of modified silicate products

Granules mass percentage in sample [%]	Gross density [g/cm <sup>3</sup> ]	Water absorption [%]	Compressive strength [MPa]
0	1.72	15.90	20.51
3	1.68	15.10	18.4
6	1.58	14.49	16.3
9	1.5	13.04	10.23
12	1.27	12.07	9.35
15	1.08	11.40	8.51

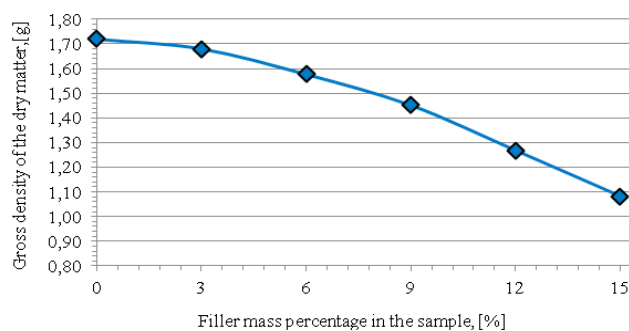


Fig. 1. Impact of LDPE granules on gross density of received sand-lime product

The obtained values of gross density confirm the assumption that the partial modification of lime-

cement mixture by the used filler affects (reduces) the mass of the product, which clearly presents Figure 1.

Interference in the composition of the mixture has not shown the expected results, because together with the decrease in density decreases the compressive strength of tested silicate product (Fig. 2).

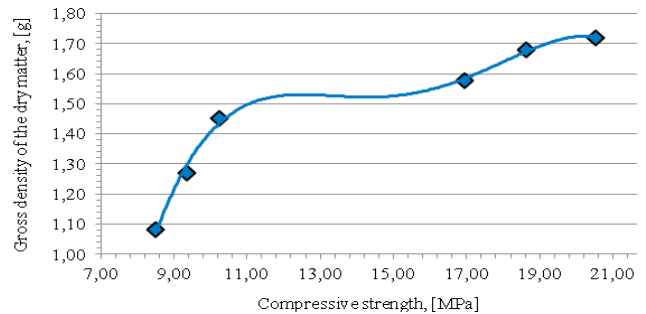


Fig. 2. Impact of LDPE granules on gross density of received sand-lime product

The absorption of the silicate material was calculated according to the procedure laid in the norm PN-EN 771-2:2003+A1:2005 [10] and presented in Table 1.

From the obtained results a growing trend in water absorption of the received product with decreasing compressive strength was noticed (Fig. 3).

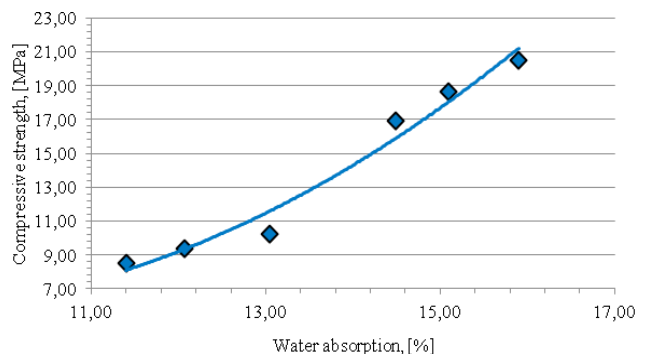


Fig. 3. The relationship between water absorption and compressive strength of the modified silicate material

**4. Conclusions**

The additive in form of low-density polyethylene granules (LDPE) to the silicate matter, applied in the study, is a recycling product. The partial, increasing share of the filler in sand-lime mixture has contributed to achieving the desired reduction in gross density. Unfortunately, despite the high compressive strength of LDPE, with increasing content of granules, there is a decrease in compressive strength in relation to the standard samples. In building operating only these modified products may be applied which contain no more than 9% by weight of LDPE.

Furthermore, it is noted that the series of obtained products is characterized by a significantly lower than

traditional products water absorption, which means a smaller amount of absorbed water in the examined materials.

To summarize the above observation, there is an implication that further research in order to achieve the highest possible strength with the lowest bulk density, should be carried out with other fillers, which improve the compressive strength of the newly manufactured products.

## References

- [1] Materiały informacyjne firmy Solbet (<http://www.solbet.pl/>).
- [2] Patent DE 4118027 (A1), 1992.
- [3] Patent DE 1157978 (A1), 2001.
- [4] Patent US 6616725 (B1), 2003.
- [5] Patent EP 1375455 (A1), 2004.
- [6] Patent US 7695560 (B1), 2010.
- [7] Linczowski Cz., Dachowski R.: *Porównanie najpopularniejszych ściennych materiałów budowlanych stosowanych w budownictwie jednorodzinnym*. Wyd. Przemiana, Kielce 1998.
- [8] PN-EN772-13/2001 Metody badań elementów murowych. Część 13.
- [9] PN-EN771-2:2006+A:2005: Wymagania dotyczące elementów murowych. Część 2: Elementy murowe silikatowe.

Iga Jasińska

# Właściwości użytkowe wyrobów silikatowych modyfikowanych granulatem LDPE

## 1. Wprowadzenie

Elementy silikatowe to materiały budowlane, których podstawowy składnik stanowi masa wapienno-piaskowa. Wyroby te charakteryzuje wysoka wytrzymałość na ściskanie, osiągająca nawet 35 MPa. Niemniej duża masa objętościowa skłania do poszukiwania metod i receptury wytwarzania lżejszych bloczków o właściwościach podobnych do wyrobów tradycyjnych.

W literaturze nie są powszechnie znane metody modyfikacji tych wyrobów. Częściej badaniom poddawane są wyroby cementowe i cementowo-silikatowe. Pierwsze znane w literaturze próby modyfikacji tych wyrobów miały miejsce na przełomie XIX i XX w., kiedy to modyfikacji poddano zaprawę cementowo-gipsową. Następnie kilkanaście lat później w wyniku połączenia procesów utwardzania z procesami powstawania pęcherzyków powietrza po raz pierwszy uzyskano nowoczesny lekki beton, zwany ówczesnie betonem komórkowym [1]. W latach kolejnych do masy cementowo-silikatowej wprowadzano wiele innych dodatków, np.: granulki styropianowe [2], pianki polistyrenowe [3], rozdrobnioną piankę szklaną pochodzącą ze stłuczki szkła lub żużła wielkopieczowego [4].

Z praktycznego punktu widzenia w eksploatacji budowli właściwymi wyrobami są te elementy silikato-

we, których wytrzymałość na ściskanie jest większa niż 10 MPa. Celem wykonanych doświadczeń było uzyskanie lekkiego bloczku o właściwościach fizyko-mechanicznych podobnych do właściwych wyrobów wapienno-piaskowych.

Wśród wielu produktów oferowanych na rynku mogących służyć obniżeniu gęstości objętościowej wyrobów wapienno-piaskowych szczególną uwagę zwraca się na polietylen o małej gęstości (LDPE) w postaci granulatu, powstały w wyniku recyklingu.

Polietylen, o którym mowa w niniejszym artykule, charakteryzuje mała gęstość objętościowa oraz niska chłonność wody. Właściwości te zadecydowały o wykorzystaniu tego produktu jako wypełniacza w masie silikatowej w celu zmniejszenia gęstości otrzymywanych produktów.

## 2. Metodyka badań eksperymentalnych

Materiałem wyjściowym do wykonania badań wstępnych była mieszanka wapienno-piaskowa, w której skład wchodzi piasek kwarcowy (ok. 90–92% masy), wapno kalcynowane (ok. 5–8% masy) oraz woda. W kolejnych krokach jako wypełniacz wprowadzono granulaty LDPE powstały w wyniku recyklingu, stanowiący kolejno 3, 6, 9, 12 i 15% udziału masy.

Zarówno dla tradycyjnych, jak i modyfikowanych wyrobów wapienno-piaskowych określono następujące właściwości użytkowe zgodnie z polskimi normami [8, 9]:

- gęstość brutto,
- absorpcja wody,
- wytrzymałość na ściskanie.

### 3. Wyniki badań

Badania i obliczenia wybranych parametrów fizycznych wykonano na każdej z sześciu próbek o identycznym składzie jakościowym. Kolejne badania wykonywane były na odrębnych próbkach silikatowych. Otrzymane wyniki uśredniono i przedstawiono w tabeli 1.

Otrzymane wartości gęstości brutto potwierdzają założenie, że częściowa modyfikacja mieszanki wapienno-cementowej stosowanym wypełniaczem wpływa redukcyjnie na masę wytworzonego elementu, co wyraźnie przedstawiono na rysunku 1.

Ingerencja w skład mieszanki nie wykazała zakładanych rezultatów, ponieważ wraz ze spadkiem gęstości maleje wytrzymałość na ściskanie badanych elementów silikatowych (rys. 2).

Absorpcja elementu silikatowego została obliczona zgodnie z procedurą zawartą w normie PN-EN 771-2:2003+A1:2005 [9]. Na podstawie otrzymanych wyników zauważono rosnący trend absorpcji wody przez otrzymany wyrób silikatowy wraz z malejącą wytrzymałością na ściskanie (rys. 3).

### 4. Wnioski

Częściowy, wzrastający udział wypełniacza (granulatu LDPE) w mieszance wapienno-piaskowej przyczynił się do zamierzonego zmniejszenia gęstości brutto. Niestety, pomimo wysokiej wytrzymałości na ściskanie LDPE, wraz ze wzrostem zawartości granulatu zauważa się spadek wytrzymałości na ściskanie w stosunku do próbek wyjściowych. W eksploatacji budowli zastosowanie mogą mieć jedynie te wyroby modyfikowane, które zawierają nie więcej niż 9% udziału w masie.

Ponadto zauważa się, że seria uzyskanych wyrobów charakteryzuje się wyraźnie mniejszą absorpcją wody niż tradycyjne wyroby, co oznacza mniejszą ilość pochłanianej wody w badanych wyrobach.

Reasumując powyższe spostrzeżenia nasuwa się stwierdzenie, że dalsze badania, w celu osiągnięcia możliwie wysokiej wytrzymałości przy możliwie najniższej gęstości objętościowej, należy prowadzić z udziałem innych wypełniaczy, wpływających na poprawę wytrzymałości na ściskanie nowo wytwarzanych elementów.