

УДК 666.3.017

ВПЛИВ АЛЮМОСИЛІКАТНИХ МІКРОСФЕР НА ФОРМУВАЛЬНІ ТА МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПЛАСТИЧНОЇ ГЛИНИСТОЇ СИРОВИНИ

Вікторія Тобілко, к. т. н., доц.,
Володимир Павленко, к. т. н., доц.
КПІ ім. Ігоря Сікорського

Анотація. Досліджено вплив добавки алюмосилікатних мікросфер на формувальні та механічні властивості пластичної керамічної сировини. Вивчено фазовий, мінералогічний та хімічний склад основного глинистого компоненту та добавки до нього. Показано, що із збільшенням вмісту мікросфер у масі число пластичності змінюється несуттєво, а водопоглинання і поруватість ростуть, що суттєво впливає на міцність зразків.

Ключові слова: алюмосилікатні мікросфери, глина, пластичність, механічні властивості зразків.

Abstract. The influence of the addition of aluminosilicate microspheres on the forming and mechanical properties of plastic ceramic raw materials was studied. The phase, mineralogical and chemical compositions of the main clay component and its additives were studied. It is shown that with an increase in the content of microspheres in the mass, the number of plasticity changes insignificantly, while water absorption and porosity increase, which significantly affects the strength of the samples.

Key words: aluminosilicate microspheres, clay, plasticity, mechanical properties of samples.

При виготовленні виробів грубої та тонкої кераміки в якості основної сировини використовуються глинисті породи. Для покращення їх технологічних властивостей до складу шихти вводять різні домішки як природного, так і техногенного походження [1]. У даній роботі приведені дослідження впливу алюмосилікатних мікросфер на формувальні та механічні властивості маси на основі якісної високопластичної глини Веселовського родовища. Це допоможе вирішити питання

не лише покращенням властивостей маси, але й задачу із утилізацією промислових відходів.

Алюмосилікатні порожнисті мікросфери (ценосфери) входять до складу дисперсних летючих зол від пилоподібного спалювання вугілля на теплових електростанціях. За рахунок низької об'ємної густини вони можуть легко бути виділені у вигляді концентрату з використанням гравітаційних методів у водних середовищах або зібрані з водної поверхні сховищ золошлакових відходів.

Сукупність унікальних властивостей мікросфер обумовлює широкий спектр їх застосування у сучасній промисловості. Для них характерною є низька насипна густина ($0,2\text{--}0,8\text{ г/см}^3$), малі розміри ($5\text{--}500\text{ мкм}$), сферична форма, високі твердість (густина матеріалу стінок частинок – $2,5\text{ г/см}^3$) і температура плавлення ($T_{\text{пл}}=1350\text{--}1500^\circ\text{C}$), а також хімічна інертність (вміст основних компонентів змінюється в межах $50\text{--}65\text{ мас. \% SiO}_2$; $20\text{--}36\text{ мас. \% Al}_2\text{O}_3$; $2\text{--}10\text{ мас. \% Fe}_2\text{O}_3$). Ценосфери використовують у виробництві будівельних, теплоізоляційних, тампонажних матеріалів, а також в якості легких наповнювачів в різні типи полімерів і композиційних матеріалів [2].

Основним компонентом керамічної маси була глина Веселовського родовища, яка за своїм мінералогічним складом відноситься до каолін-гідрослюдистої сировини, містить домішками кварцу та включення циркону, рутилу, ільменіту, анатазу, тобто, належить до групи полімінеральних глин. Згідно проведеного рентгенофазового аналізу мінералогічний склад глини наступний: каолін 41 %, гідрослюда 32 %, кварц 27 %. Хімічний склад основних компонентів Веселовської глини (мас. %): SiO_2 – 66,3; Al_2O_3 – 22,8; CaO – 0,97, Fe_2O_3 – 0,78 та ВПП – 6,3 %.

У якості добавки використовували комерційні алюмосилікатні мікросфери (компанія Recycling Solutions) з наступними характеристиками: насипна густина – $0,37\text{--}0,41\text{ г/см}^3$, питома вага – $0,65\text{--}0,75\text{ г/см}^3$, середній розмір зерна – $140\text{--}155\text{ мкм}$. Проведений хімічний аналіз показав, що алюмосилікатні мікросфери містять 51,5 % SiO_2 , 32,0 % Al_2O_3 , 0,87 % CaO та 0,12 % Fe_2O_3 . За даними рентгенофазового аналізу основними фазами

є муліт (45 %) і діоксид кремнію, представлений кварцем та аморфним SiO_2 .

Для дослідження впливу алюмосилікатних мікросфер на формувальні та механічні властивості пластичної керамічної маси готували зразки з різним співвідношенням компонентів (№ 1 – 100 % глини, № 2 – 95 % глини і 5 % ценосфер, № 3 – 90 % глини і 10 % ценосфер, № 4 – 85 % глини і 15 % ценосфер). Формувальна вологість становила 20–22 %.

Встановлено, що при збільшенні вмісту добавки число пластичності глини пропорційно зменшується. Так, для маси, яка не містить ценосфер, воно складає 29 %, а для інших зразків – 26 %, 24 % та 23 % відповідно. Згідно [3] глиниста сировина з числом пластичності до 25 відноситься до середньопластичної, що у нашому випадку вказує на те, що додавання ценосфер до високопластичної глини Веселовського родовища дещо зменшує її число пластичності, виступаючи в якості спіснювача. Формування зразків, які містили більшу кількість введеної добавки (10–15 %) відбувалось дещо складніше і менш якісніше.

Для визначення межі міцності на стиск, згин, величин водопоглинання та поруватості матеріалу, виготовленого із досліджуваних мас, використовували традиційні методики [4; 5].

Було відформовано зразки у формі плиточок та балочок та кубиків необхідного розміру. Після висушування ($t=200\text{ }^{\circ}\text{C}$) проводили випал при температурі $1050\text{ }^{\circ}\text{C}$ впродовж 2 год. Отримані експериментальні дані представлені на рис. 1.

Значення межі міцності на стиск для зразку із глини (№ 1) склало 339 МПа, що значно перевищує такі для зразків № 2–4, які містили добавку алюмосфер. Так, із збільшенням її вмісту міцність зразків на стиск зменшується і становить 326 МПа для зразку № 2, 238 МПа для зразку № 3 і 157 МПа для зразку № 4. Значення повітряної та вогневої усадки зразків представлені на рис. 2.

З отриманих даних виходить, що із збільшенням вмісту добавки повітряна усадка зменшується від 7,8 % до 5,2 %, а вогняна складає біля 1 % для всіх зразків із добавкою мікросфер, що менше, для зразка, відформованого лише із глини (1,7 %).

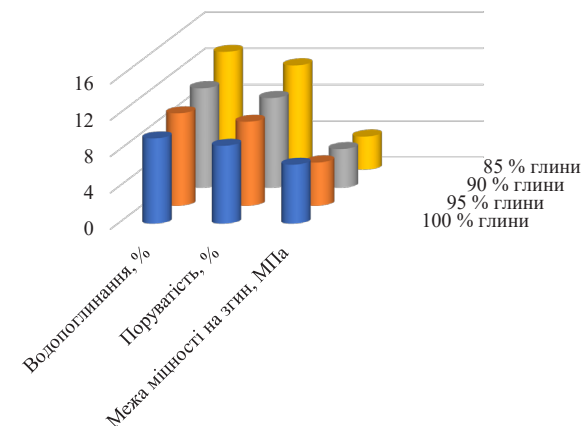


Рисунок 1 – Вплив додавання алюмосилікатних мікросфер на властивості керамічної маси

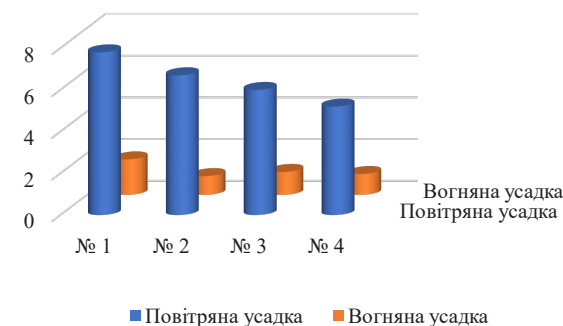


Рисунок 2 – Повітряна та вогняна усадки зразків

Таким чином, отримані експериментальні дані вказують на те, що додавання алюмосилікатних мікросфер до пластичної глинистої сировини в кількості не більше 5 % сприяє покращенню сушільних властивостей пластичної глини, але зменшує механічні характеристики зразків. Необхідно провести додаткові дослідження при інших умовах експерименту перед тим, як зробити висновок про доцільність використання алюмосилікатних

мікросфер як компонента шихти при виготовленні виробів грубої та тонкої кераміки.

Список літератури

1. Chernyak, L. Industrial waste as a factor of increasing the chemical resistance of ceramics. *Zastita Materijala*. 2022. 63 (2). P. 177–182.
2. Kostyuk, T. O., Plakhotnikov, K. V. Determination of thermal conductivity of composite material containing glass and aluminosilicate microspheres filled with air. *Збірник наукових праць УкрДУЗТ*, 2018. Вип. 175. С. 64–71.
3. ДСТУ Б В.2.7-60-97 Будівельні матеріали. Сировина глиниста для виробництва керамічних будівельних матеріалів. Класифікація.
4. ДСТУ Б В.2.7-42-97 Будівельні матеріали. Методи визначення водопоглинення, густини і морозостійкості будівельних матеріалів і виробів.
5. ДСТУ 3716-98. Кераміка. Метод визначення границі міцності під час згинання.

UDK 678.026.3

CLAY-BASED FILLERS AS HEAT-RESISTANT ORGANOSILICON COATINGS PROPERTIES MODIFIERS

**Tetyana Bikhalets,
Viktoria Pakhomova**

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute

Abstract. One of the aspects of creating resource- and energysaving technologies in one of the most energy-intensive industries – cement is being solved. The effect of energy saving was studied by increasing the corrosion resistance of the operation of units, in particular, dedusting units. The effect of fillers on the performance properties of organosilicon coatings, which are used to protect the inner surface of electrostatic precipitators, has been determined.

Key words: organosilicon varnish, clay minerals, corrosion resistance, electrostatic precipitator.

The need to take into account environmental problems has increased the requirements for environmental protection and tightened the standards for emissions of gases and dusty air into the atmosphere. Electrostatic precipitators are the most adapted devices for cleaning large volumes of gases [1].

At present, attempts are being made to improve dedusting devices and make them more reliable in operation. At the same time, there is a desire to more fully use the exhaust gases in the technology.

Since the largest amount of dust is emitted from the zones of drying, decarbonization and exothermic reactions, it mainly consists of a mixture of fired clay and undecomposed limestone. The dust may contain 10–25% clinker minerals: β - and γ -C₂S (8–10%); C₂F and C₄AF (10–12%). With an increase in the content of clinker minerals in the dust, the content of free lime also increases from 2 to 14%. Compared to sludge, dust contains alkalis and sulfates in an increased amount [2].

Alkaline compounds are represented by sulfates, carbonates and bicarbonates of sodium and potassium, as well as alkaline silicates of variable composition. The amount of K₂O and Na₂O in the dust caught by electrostatic precipitators varies from 0.9 to 45% with the predominance of K₂O. At the same time, fine dust fractions (field III of the electrostatic precipitator) contain 3–4 times more alkalis than in bunkers I and II fields. The content of calcium sulfate in the dust is 0.8–7%.

Gradually, during the operation of electrostatic precipitators, the destruction of the metal of the structure occurs as a result of chemical or electrochemical interaction with a corrosive environment. The problem of protecting the internal working space of the electrostatic precipitator to increase the service life of the unit often arose before many cement plants, both in Ukraine and abroad [3]. Analyzing the experimental material on the creation of polyfunctional coatings based on organosilicon compounds for the protection of various materials, we proposed an organosilicon polymethylphenylsiloxane (PMPS) varnish, filled with oxides and dispersed clay minerals as a protective coating for steel structures [4; 5]. The main criterion for selecting the composition