

USE OF FLY ASH IN PRODUCTION WALL MATERIALS

Vinnytsia National Technical University

Анотація

Розглянуто можливість використання золи-винесення для виробництва будівельних стінових матеріалів, фізико-хімічні процеси при термообробці зологлиняних матеріалів та технологія виготовлення зольної цегли методом напівсухого пресування.

Ключові слова: будівельні матеріали, зола-винесення, стінові матеріали, технологія виготовлення, метод напівсухого пресування.

Abstract

The possibility of using fly ash for the production of building wall materials, physical and chemical processes in the heat treatment of ash-clay materials and the technology for manufacturing ash bricks by semi-dry pressing are considered.

Keywords: propane, butane, density, liquefied petroleum gas, the quantitative content of the components.

Introduction

The development of the construction industry is aimed at creating new efficient materials, which can significantly reduce energy and material costs with minimal damage to the environment [1-3]. The production of small wall products, which are the defining building materials, is constantly increasing [4-6].

The use of industrial waste to obtain mineral binders is one of the important areas of science. Therefore, the replacement of clinker in cement with man-made waste with high content of active mineral additives will provide a significant contribution to the conservation of natural resources [7-9]. This not only solves environmental problems, but is also economically viable, as it reduces the cost of production [10].

The aim of the work is to consider the possibility of using fly ash for the production of ceramic materials and products with improved physical and mechanical properties.

Results of the research

On the territory of Ukraine accumulated more than 100 million tons of ash-man-made raw materials, the amount of which increases annually by more than 10 million tons [6].

According to the data conducted in Article [11], 0.2% of ash from thermal power plants is used in Ukraine, and it is often uncontrolled and primitive. In the CIS countries, about 3% of ash and slag waste is used. At the same time, the level of ash and slag utilization in the United States is up to 15%, England - up to 43%, France - up to 55%, Germany - up to 67% [12-15]. All this determines the need to process the ashes of Ukraine in large-scale production, for example, in the manufacture of binders, concrete and products based on them.

In Ukraine and abroad [3, 5] shows that ash is a valuable mineral raw material used in the construction industry for the manufacture of various building materials. One of the main consumers of ash from thermal power plants should be the production of small-piece wall products in the form of bricks or blocks. Brick factories in Ukraine annually consume more than 20 million tons of clay and require replenishment and expansion of the raw material base. The problem of using ashes from thermal power plants as the main and fuel-containing raw material for the production of bricks has received much attention in recent years.

Studies have shown [16] that the crystalline phase of ash-slag mixtures is represented mainly by quartz, feldspars, pyroxenes, amphiboles, as well as neoplasms anhydrite, hematite, magnetite, spinel, mullite, gele-nite, wollastonite, anorite, belite, aluminate and ferrite, also melilites, iron-calcium pyroxenes, etc.

The input of coal enrichment waste is accompanied by a decrease in the strength of the samples as a result of the minimum formation of glass phase and an increase in porosity. The low content of the glass phase is due to the more refractory kaolinite-hydromicaceous composition of the clay substance.

It is shown that the main process of strengthening ceramic materials based on sols is the formation and

development of a liquid phase, which binds other components, fills pores, and densifies samples.

A comprehensive study on the development and development of the technology of plastic molding ash bricks was carried out on the basis of the use of ash from the combustion of coal in the Ekibastuz and Karaganda basins. As a result of research in laboratories, semi-industrial and industrial conditions, the possibility of obtaining ash-ceramic products with high physical and mechanical properties was established: compressive strength 10-60 MPa, water absorption - 16-20 %, average density 1300-1600 kg / m³.

The processes associated with heat and mass transfer during drying and firing of ash-clay materials have been studied. During heat treatment of ash-clay materials obtained by plastic molding, complex phase and structural changes occur, causing the formation of a strong porous material. A significant content of amorphous clay matter, glass phase and residual carbon suggests the main difference between ash and clay raw materials. The presence of these phases in ashes causes the formation of crystals of mullite, cristobalite, tridymite and other neoplasms in the material during heat treatment.

In order to study the possible behavior of ashes during firing, the authors conducted firing of various ashes at temperatures of 1000 - 1100 °C. Ash burning in the temperature range of 1000-1100 °C showed that anorthite is intensively formed.

Ash is a non-plastic material, which necessitates the use of an appropriate binder to improve the formability of products obtained on its basis.

As plasticizing additives to ashes, clays with high and moderate plasticity are used, which have clay minerals in their composition, represented by kaolinite, montmorillonite, hydromica and monothermite.

There is also an opinion that the aluminosilicate Al₂O₃•2SiO₂, called metakaolinite, is the products of dehydration. This point of view is shared by a number of authors [17].

Modern studies show that after dehydration of kaolinite, bonds remain between aluminum, silicon and oxygen, which is proved by the hydration ability of clay minerals after calcination. The presence of some order in metakaolinite was established by the electron diffraction data of the authors, who observed hexagonal plates characteristic of kaolinite in the dehydration products.

The composition of the initial clays has a significant influence on the process of formation and development of mullite. It has been established that the temperature of mullite formation during firing of kaolinite clays lies in the range of 1100-1200 °C and depends on the amount and type of impurities contained in them. With an increase in the content of hydromica in kaolitic-hydromicaceous clays, the temperature of mullite formation decreases, and with a decrease in the content of montmorillonite in kaolinite-montmorillonite clays, it increases. Mullite with the most perfect structure is formed during firing of kaolinite-hydromicaceous clays up to 1300 °C [14].

In ash-clay mixtures, as a result of chemical reactions that are thermodynamically probable in the systems under consideration, taking into account the possible range of composition of the initial mixtures and the firing temperature, several tens of different compounds can be formed. Since the main components in the ashes used in the production of wall ceramic products are silicon and aluminum oxides, their interaction with each other is one of the most important reactions in the firing of ash-clay mixtures. At temperatures above 1000 °C, the formation of mullite is most likely. In addition to mullite, cristobalite, wollastonite, clinoenstatite, spinel, olivine, pyroxene, anorthite, albite, diopside, and iron oxides (hematite, magnetite, wustite) are likely to form in ash-ceramic materials.

When obtaining ceramic wall materials based on ash, fuel is not introduced into the raw mixture, since the ash contains residual carbon, represented by coke and semi-coke. A feature of phase transformations during the firing of ash-based ceramic materials is the processes of burning out coke, semi-coke and carbon monoxide, which is in the closed pores of the glass phase. The process of burnout of the coke residue occurs due to the diffusion of oxygen from the furnace gases into the samples.

In the presence of easily reduced compounds in the mixture, the coke residue of the ash is oxidized by oxygen, which is formed due to the reduction of iron oxides. As a result of the processes of burning out the residual carbon of the ash inside the product during firing, a reducing environment is created, which contributes to better sintering of the particles of the initial mixture and the production of bricks with increased strength indicators.

Conclusions

In the study of physical and chemical processes during the heat treatment of ash-clay materials, intensive formation of cristobalite at 1050-1100 °C was noted. In this temperature range, instead of finely dispersed formations, mullite crystals are observed in the samples. Cinder-ceramic materials are characterized by a

relatively porous structure. At the same time, the phase composition and structure of ash-ceramic materials, which ensure their high physical and mechanical properties, are determined by the composition of the initial ash-clay mixture and their firing temperature.

REFERENCES

1. Ковальський, В. П. Використання відходів промисловості для виробництва легких бетонів [Електронний ресурс] / В. П. Ковальський, І. М. Вознюк, Д. О. Войтюк // Матеріали XLVIII науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 13-15 березня 2019 р. – Електрон. текст. дані. – 2019. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2019/paper/view/7576>.
2. Лемешев, М. С. Легкі бетони отримані на основі відходів промисловості / М. С. Лемешев, О. В. Березюк // Сборник научных трудов SWorld. – Иваново: МАРКОВА АД, 2015. – No 1 (38). Т. 13. – С. 111-114.
3. Ковальський В. П. Переваги застосування золи-виносу у виробництві сухих будівельних сумішей [Електронний ресурс] / В. П. Ковальський, А. О. Бричанський // XLV науково-технічна конференція факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінниця, 23-24 березня 2016 р. - Електрон. текст. дані. - 2016. - Режим доступу : <http://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2016/paper/view/1059>.
4. Підвищення активності золи-виносу [Текст] / В. П. Ковальський, В. П. Очеретний, В. П. Бурлаков, О. С. Сідлак // Матеріали II міжнародної науково-практичної конференції "Прикладні науково-технічні дослідження", 3-5 квітня 2018 р. – Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2018. – С. 150.
5. Обґрунтування доцільності використання золошламового в'язучого для приготування сухих будівельних сумішей [Текст] / В. П. Ковальський, М. С. Лемешев, В. П. Очеретний, А. В. Бондар // Структура, властивості та склад бетону : збірник наукових праць : матеріали VIII науково-практичного семінару "Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі і споруди. Низькоенергоємні в'язучі, бетони і розчини", м. Рівне, НУВГП, 30-31 жовтня 2013 р. – Рівне : Видавництво НУВГП. 2013. – Вип. 26. – С. 186-193.
6. Ковальський В. П. Використання золи виносу ТЕС у будівельних матеріалах [Текст] / В. П. Ковальський, О. С. Сідлак // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. - 2014. - № 1. - С. 35-40.
7. Ковальський В. П. Шламосолокарбонатний прес-бетон на основі відходів промисловості [Текст] / В. П. Ковальський, А. В. Бондарь // Тези доповідей XXIV міжнародної науково-практичної конференції, Харків, 18-20 травня 2015 р. – Харків, НТУ «ХП», 2015. – С. 209.
8. Березюк О. В. Фосфогіпсозолоцементні та металофосфатні в'язучі з використанням відходів виробництва [Текст] / М. С. Лемешев, О. В. Христин, О. В. Березюк // Сучасні екологічно безпечні та енергозберігаючі технології в природокористуванні : Міжнародна науково-практична конференція молодих вчених і студентів. – Київ : КНУБА, 2011. – Ч. 1. - С. 125-128.
9. Березюк, О. В. Регресія площі полігону твердих побутових відходів для видобування звалищного газу / О. В. Березюк, М. С. Лемешев // Мир науки и инноваций. – Иваново: Научный мир, 2015. – No 1 (1). Т. 5. – С. 48-51.
10. Утилізація відходів промисловості шляхом виготовлення на їх основі сухих будівельних сумішей [Текст] / А. В. Бондар, В. П. Ковальський, В. П. Бурлаков, С. Р. Матвійчук // Екологічні науки : науково-практичний журнал. – Київ ДЕА, 2018. – № 3(22). – С. 21-24.
11. Ковальський В. П. Композиційні в'язучі речовини на основі відходів промисловості [Електронний ресурс] / В. П. Ковальський, Т. Г. Шулік, В. П. Бурлаков // Матеріали XLVII науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 14-23 березня 2018 р. - Електрон. текст. дані. - 2018. - Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2018/paper/view/5035/4128>
12. Бричанський А. О. Передумови активації компонентів малоклінкерних в'язучих матеріалів [Електронний ресурс] / А. О. Бричанський, В. П. Ковальський // Матеріали XLVI науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 22-24 березня 2017 р. - Електрон. текст. дані. - 2017. - Режим доступу : <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2017/paper/view/2760>.

13. Мікронаповнювачі на основі золи виносу для сухих будівельних сумішей [Текст] / В. П. Ковальський, А. В. Бондар, А. О. Бричанський, Є. Р. Матвійчук // Матеріали II міжнародної науково-практичної конференції "Прикладні науково-технічні дослідження", 3-5 квітня 2018 р. – Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2018. – С. 151.
14. Лохова, Н.А. Исследование возможности изготовления стеновых керамических материалов на основе высококальциевой золы / Н.А. Лохова, С.М. Максимова, И.С. Рубайло // Известия вузов. Строительство. - № 6. - 2001. -С. 37-40.
15. Волженский, А.В. Применение зол и топливных шлаков в производстве строительных материалов / А.В. Волженский, И.А. Иванов, Б.Н. Виноградов. -М.: Стройиздат, 1984. -255 с.
16. Kalafat, K., L. Vakhitova, and V. Drizhd. "Technical research and development." International Science Group. – Boston : Primedia eLaunch, 616 p. (2021).
17. Balaz, P. Mechanochemistry in Nanoscience and Minerals Engineering / P. Balaz. - Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2008. - 413 p.

Любарський Володимир Сергійович — здобувач факультет будівництва цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: sestls71@gmail.com.

Ковальський Віктор Павлович — к.т.н., доцент кафедри доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет. Email: kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com.

Науковий керівник: Ковальський Віктор Павлович — доцент каф. "Будівництва, міського господарства та архітектури" Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com.

Lyubarsky Volodymyr S. - Applicant Faculty of Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia e-mail: sestls71@gmail.com

Kovalskiy Viktor P — *Ph.D.*, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Construction, Urban Management and Architecture, Vinnitsa National Technical University. Email: kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com

Scientific adviser: Kovalsky Victor P - Associate Professor "Construction, Municipal Economy and Architecture" Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com.