

INDUSTRIAL WASTE RECYCLING

Vinnitsia National Technical University

Анотація: В роботі проведені дослідження що до використання в технології рециклінгу промислових відходів в поєднанні з продуктами переробки будівельних відходів. Така технологія дозволяє отримати конкурентоздатні сировинні матеріали для виготовлення ефективних будівельних виробів.

Ключові слова: зола-винос; фосфогіпс; будівельні матеріали.

Abstract: The research on the use of industrial waste in recycling technology in combination with construction waste recycling products is carried out in the work. This technology allows to obtain competitive raw materials for the manufacture of efficient construction products.

Keywords: fly ash; phosphogypsum; construction materials.

Introduction

In the current conditions of development of the World Community, the volume of needs in fixed assets is growing every year, new cities are being built, and the population is growing. The demand for new building materials and products is growing in proportion to the development of cities and large settlements. Among the main tasks of the building materials and products industry is the creation of resource-efficient products that can reduce the cost of construction and ensure compliance with regulatory requirements for buildings and structures.

Heat supply of buildings and structures in Ukraine annually consumes more than 4.4 million tons of conventional fuel, which is about 45% of total energy consumption in the country [1-2]. One of the necessary conditions for the EU facing our country is the implementation of energy efficiency directives, in particular Directive №2010 / 31 / EU on energy efficiency of buildings and Directive №2006 / 32 / EU on energy end-use efficiency. The problem of energy saving is extremely important and relates to issues of national security.

Research results

One of the ways to reduce energy consumption of housing is to develop rational design solutions for fencing structures that meet modern requirements for thermal protection, fire safety, sanitation, operational reliability and durability. The requirements of building codes for thermal insulation of external elements of buildings significantly change the approach to solving this problem. On the one hand, to increase the thermal resistance of the wall made of traditional materials (ceramic and silicate brick, expanded clay concrete), requires an increase in wall thickness to 1.2 –2.5 meters (Table 1).

In modern construction, cellular (porous) concrete occupies one of the leading places among the wall building materials of mass use, along with brick, expanded clay concrete and other wall products made of mineral raw materials of natural origin. Widely used such a highly efficient building material, primarily as a wall, has received due to a number of advantages - the availability of raw materials, environmental friendliness, high thermal insulation properties with sufficient strength, reduced average density, availability of technology for enclosing structures.

The task of ensuring the mechanical strength of wall products made of cellular concrete is solved by several traditional technological methods, in particular - and through the use of complex chemical and active mineral additives. Given the fact that the addition of active natural mineral additives to the molding solutions requires additional costs for their production, a promising area is the use as an alternative to such components of industrial waste products [5-6].

In Ukraine, annually, as a result of the operation of 12 thermal power plants, about 10 million tons of ash and slag waste fall into dumps [7]. The accumulation of such environmentally harmful products leads to littering of large areas of agricultural land. The share of use of such raw materials of man-made origin by domestic enterprises of building materials is 5-8 times less than in foreign countries [8].

Table 1.– Comparative characteristics of building materials

Material characteristics	Type of wall material					
	Expanded clay concrete	Ceramic brick	Silicate brick	Silicate hollow brick	Limestone, shellfish	Aerated concrete
Average density, kg / m ³	1000	1400	1800	1400	1400	300..600
Thermal conductivity, W / m K	0,41	0,58	0,76	0,64	0,58	0,11..0,16
Thermal resistance (R) of the wall						
Thickness, m	0,35	0,51..0,62	0,51..0,62	0,51..0,62	0,4	0,375..0,5
R, m ² K / W	1,02	1,04..1,23	0,84..0,98	0,96..1,13	0,85	3,1..4,5
Wall thickness, m						
Rn=2,8 m ² · K / W	1,15	1,62	2,13	1,79	1,69	0,36..0,79
Rn=3,3 m ² · K / W	1,35	1,9	2,5	2,11	1,91	0,43..0,86
Weight of the wall, kg						
Rn=2,8 m ² · K / W	1150	2268	3834	2506	2268	108..438
Rn=3,3 m ² · K / W	1350	2660	4500	2954	2660	129..480

The compositions of building materials developed by the authors [9-10] using ash-removal and dump products of phosphogypsum can be used as an alternative to traditional mineral binders. The results of the study of physico-mechanical and physico-chemical properties of the samples of the proposed complex binder (table 2) confirm the possibility of implementing the obtained technology in production.

Table 2 – Compositions of mixtures and physical and mechanical characteristics of samples

Component composition of mixtures	ρ , kg / m ³	R _{bending} , MPa	R _{compression} MIIa
P:S = 1:3 (standard)	2030	4,6	15,2
(0,7xP+0,3xAR):S = 1:3 (control)	2050	3,4	14,3
(0,7xP+0,3xAR):S = 1:3 AR - activated by aqueous solutions of acids without additives	1980	5,8	17,2
(0,7xII+0,3xAR):S = 1:3 AR - activated by aqueous solutions of acids with additive "C-3" - 0,25%	2010	5,4	16,9
(0,7xII+0,3xAR):S = 1:3 AR - activated by aqueous solutions of acids with the addition of "Relaxol" - 0.25%	1990	5,6	17,8

Note: P-Portland cement, S-sand, AR-ash-removal.

Along with the above results of scientific work, a promising area is also the processing of construction waste to obtain effective aggregates for construction mixtures. The so-called recycling of construction waste concrete waste can be an effective source of supply of resource-saving raw materials for construction mixtures. The obtained rubble, as well as sand with dust admixtures of cement stone residues is a reactive component of mortars [11].

The use of complex binder and aggregate formulations from the obtained products of construction waste processing will allow to obtain construction products with reduced cement consumption compared to traditional formulations of construction mixtures. Given the fact that in the process of hydration of the binder after the final set of strength of cement stone, not all components of clinker minerals enter into chemical reactions of mineral formation, there is a possibility of obtaining "reserve strength" of crushed waste after mixing with water [12-13]. Thus, the use of secondary products for recycling construction waste and components of complex binder will allow to obtain the technology of production of resource-efficient building materials.

Conclusions

The use of industrial waste recycling technology in combination with construction waste recycling products allows to obtain competitive raw materials for the manufacture of efficient construction products.

References

1. Sokolovskaya O. Scientific foundations of modern engineering / Sokolovskaya O., Ovsiannykova L. Stetsiuk V., etc – International Science Group. – Boston: Primedia eLaunch, 2020. – 528 p.
2. Березюк О. В. Моделювання ефективності видобування звалищного газу для розробки обладнання та стратегії поводження з твердими побутовими відходами / О. В. Березюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2013. – № 6. – С. 21-24.
3. Hnes L. Theoretical aspects of modern engineering / Hnes L., Kunytskyi S., Medvid S., etc. – International Science Group. – Boston : Primedia eLaunch, 2020. – 356 p..
4. Ковальський В. П. Применения красного бокситового шлама в производстве строительных материалов // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – 2005. – № 1(49). – С. 55-60.
5. Лемешев М. С. Ніздрюваті бетони з використанням промислових відходів [Електронний ресурс] / М. С. Лемешев, О. В. Березюк // Перспективные инновации в науке, образовании, производстве и транспорте '2017 : материалы международной научно-практической Интернет-конференции. – Москва : SWorld, 2017. – 7 с. – Режим доступа: <http://www.sworld.education/index.php/ru/arts-architecture-and-construction-417/modernconstruction-technologies-417/29815-417-015>
6. Сердюк В. Р. Проблеми стабільності формування макроструктури ніздрюватих газобетонів безавтоклавного твердіння / В. Р. Сердюк, М. С. Лемешев, О. В. Христич // Будівельні матеріали, виробы та санітарна техніка. - 2011. - №40. - С. 166-170.
7. Лемешев М. С. Електротехнічний бетон для виготовлення анодних заземлювачів / М. С. Лемешев, О. В. Березюк // Інтелектуальний потенціал ХХІ століття '2017 : матеріали міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції, 14-21 листопада 2017 р. – Одеса : SWorld, 2017. – 5 с. – Режим доступу : <http://www.sworld.education/index.php/ru/arts-architecture-and-construction-u7-317/modern-construction-technologies-u7-317/29688>.
8. Христич О. В. Технологічні параметри виготовлення радіаційнозахисного бетону / О. В. Христич, М. С. Лемешев, Д. В. Черпаха // Наукові праці Вінницького національного технічного університету. – 2020. – №. 1. С. 1-10.
9. Лемешев М. С. Будівельні матеріали для захисту від електромагнітного випромінювання / М. С. Лемешев, О. В. Березюк // Науковий журнал „Вісник Сумського національного аграрного університету”. Серія: будівництво. – Суми : СумНАУ. 2014. – вип. 8 (18). – С. 130–145.
10. Сердюк В.Р. Радіозахисні покриття варіатропної структури із бетелу-м / В.Р. Сердюк, М.С. Лемешев // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2008. – № 5. – С. 37-40.
11. Сердюк В. Р. Золоцементне в'язуче для виготовлення ніздрюватих бетонів / В. Р. Сердюк, М. С. Лемешев, О.В. Христич // Сучасні технології матеріали і конструкції в будівництві. Науково-технічний збірник. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця. – 2011. – №1(10). – С. 57-61.
12. Ковальський В. П. Обґрунтування доцільності використання золошламового в'язучого для приготування сухих будівельних сумішей / В. П. Ковальський, В. П. Очеретний, М. С. Лемешев, А. В. Бондар. // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – Рівне: Видавництво НУВГіП, 2013. – Випуск 26. – С. 186-193.
13. Сердюк В. Р. Комплексне в'язуче з використанням мінеральних добавок та відходів виробництва / Сердюк В. Р., Лемешев М. С., Христич О. В. // Будівельні матеріали, виробы та санітарна техніка. Науково-технічний збірник. – 2009. – Вип. 33. – С. 57– 62.

Stadnychuk Maksym - *magister, Vinnytsia National Technical University, e-mail: b15.stadnychuk@gmail.com.*

Supervisor: Lemeshev Mikhail - *Ph.D., associate professor of urban planning and architecture, Vinnytsia National Technical University, e-mail: mlemeshev@i.ua*