

APPLICATIONS OF PERLITE IN CONSTRUCTION

¹Vinnitsia National Technical University;

²Vinnitsia Transport Professional College

Анотація

В роботі визначені та систематизовані ключові напрямки застосування перліту в будівельній індустрії, проаналізовані його фізико-технічні переваги у порівнянні з традиційними матеріалами, а також обґрунтованні перспективи його ширшого використання в Україні.

Ключові слова: перліт, легкий заповнювач, сухі будівельні суміші, властивості, будівництво.

Abstract

The paper identifies and systematizes key areas of application for perlite in the construction industry, analyzes its physical and technical advantages over traditional materials, and substantiates the prospects for its wider use in Ukraine.

Keywords: perlite, lightweight aggregate, dry construction mixtures, properties, construction..

Introduction

Perlite materials are replacing unsafe polymer insulation, and giving traditional materials previously unattainable thermal and sound insulation properties [1-3]. One of the significant advantages is that perlite reduces fire hazard and increases the fire resistance of structures. Perlite is included in the composition of fire-resistant paints, pastes, and fire-retardant plasters [4-6]. Perlite materials can improve the physical properties of existing structures. Regulating the humidity of structures and the microclimate of rooms is one of the features of perlite-based materials [6-8].

The aim of the work is to identify and systematize the key areas of application of perlite in the construction industry, analyze its physical and technical advantages and economic efficiency in comparison with traditional materials, and justify the prospects for its wider use in Ukraine.

Research Results

Modern construction is constantly looking for innovative, energy-efficient, and environmentally friendly materials. Perlite (expanded perlite sand) is a natural material of volcanic origin, which, thanks to its unique porous structure, is one of the most promising lightweight fillers and thermal insulation materials [9-11]. With the growing demand for “green” construction and the need to improve the energy efficiency of buildings, research and implementation of perlite is becoming critically important [12-14].

Perlite deposits are found in many countries: Greece, Turkey, Hungary, Bulgaria, Italy, the USA, and Mongolia. There are also large reserves of perlite rock in Ukraine. The production of expanded perlite is also well developed throughout the world. Perlite is used primarily where effective insulation, fire safety, durability, and environmental friendliness are required [14-16]. The recent tightening of thermal insulation and environmental standards has led to a powerful promotion of perlite in the construction industry. Currently, perlite is widely used for insulating facades, roofs, and floors. Perlite is used to produce thermal insulation plasters, masonry mortars, and even adhesive compounds.

Expanded perlite sand is mainly used in construction and for the production of building materials:

- bulk density – 50–150 kg/m³;
- particle size distribution – 0.16–5.0 mm;
- thermal conductivity – 0.043–0.058 W/(m·K)
- application temperature – from -200°C to +900°C.

The simplest type of thermal insulation. Used in the USA and Ukraine. In Ukraine, the bags are pre-pressed for ease of subsequent installation of reinforced screed. The thickness of such a thermal insulation

element is about 100 mm, the average density is about 200 kg/m³, and the thermal conductivity is approximately 0.065 W/(m·K). It is used to insulate cold attics and create warm preparations under floors.

Widely used in the USA (more than 60% of expanded perlite production) and European countries. Loose-fill insulation is used for walls made of hollow concrete and ceramic blocks, for insulating floors, flat roofs, and creating warm floors on the ground. To improve its performance characteristics, expanded perlite can be treated with organosilicon compounds. Advantages of perlite loose-fill insulation:

- evenly fills all voids and cavities in the structure;
- does not compact during use;
- increases the thermal insulation of the structure by 3 or more times;
- increases the fire resistance of the structure by 2 to 4 times;
- is not susceptible to biological effects (decay, insects, and rodents);
- can be installed without special training or equipment.

The effectiveness of perlite insulation has been confirmed by its use in Germany, Austria, and the USA.

Plaster. Suitable for both manual application and application with plastering machines. A layer up to 50 mm thick can be applied in one pass, with a total thickness of thermal insulation plaster of up to 100 mm. Characteristics:

- density - 400...700 kg/m³
- compressive strength - 0.5...2.5 MPa
- thermal conductivity - 0.09...0.15 W/(m·K).

In Ukraine, such plasters form the basis of insulation systems, which also include reinforcing mesh (made of fiberglass or ceramic) and decorative protective finishing plaster.

Perlite-cement dry mixes. Used in Europe and Ukraine as thermal insulation plaster mixes, lightweight floor preparations, and masonry mortars. They can be used both in the construction of new buildings and in the renovation of old buildings that do not meet modern thermal insulation requirements.

Lightweight masonry mortars. Their main purpose is to achieve thermal uniformity in masonry made from effective wall materials: porous ceramics, perlite concrete blocks, or glass blocks. Characteristics:

- density – 900–1250 kg/m³
- compressive strength grade – 50–100
- thermal conductivity – 0.19–0.32 W/(m·K).

Due to their strength and deformation properties, lightweight perlite mortars are recommended for masonry made of ceramic bricks and large-format hollow ceramic blocks.

Monolithic perlite concrete Can be manufactured as ready-mixed concrete or as a dry mix, mixed with water directly at the construction site. Characteristics:

- density – 600–800 kg/m³
- compressive strength – 2.5–5.0 MPa
- Thermal conductivity – 0.11–0.16 W/(m·K).

Perlite concrete wall blocks. Solid wall blocks with a density of 500–700 kg/m³ are manufactured using vibropressing and are used in Ukraine for the construction of low-rise, multi-storey, and high-rise buildings. Due to its granular structure and the presence of a glass phase in the perlite aggregate, perlite concrete has better thermal performance than autoclaved aerated concrete of similar density.

Bitumen perlite. Dry granular material consisting of perlite grains coated with bitumen. Used for insulation and repair of flat roofs. It is poured onto a bitumen-coated base and rolled with a roller. • Properties

- Bulk density – 180–190 kg/m³
- Density when compacted – 220–250 kg/m³
- Compressive strength – 0.25–0.35 MPa
- Thermal conductivity – 0.055–0.067 W/(m·K).

This approach not only reduces the environmental burden, but also creates new economic opportunities, turning waste into valuable resources.

Conclusion

Given the energy challenges, the use of perlite in Ukraine, where there are significant deposits, should be expanded, especially in the field of monolithic housing construction and thermal modernization of existing housing stock.

LITERATURE

1. Bereziuk, O., M. Lemeshev, and A. Cherepakha. "Ukrainian prospects for landfill gas production at landfills." *Theoretical aspects of modern engineering*: 58- 65. (2020).
2. Матеріали за XIII міжнародна научна практична конференція «Найновітніші досягнення в європейській науці 2017», Volume 8 : Софія .«Бял ГРАД БГ» / Ковальський В.П., Варчук Р.В. Вінницький національний технічний університет, Україна / Теплоізоляційні сухі будівельні суміші на перлітовому заповнювачі модифіковані поліпропіленовою фіброю.
3. Kalafat, K., L. Vakhitova, and V. Drizhd. "Technical research and development." *International Science Group*. – Boston : Primedia eLaunch, 616 p. (2021).
4. Гріщенко Д. О. Інноваційні будівельні матеріали [Електронний ресурс] / Д. О. Гріщенко, В. П. Ковальський // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2023)», Вінниця, 22 червня 2023 р. – Електрон. текст. дані. – 2023. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2023/paper/view/18831>.
5. Ратинська В. Л., Любарський В. С., Ковальський В. П. Декоративні штукатурки на основі сухих будівельних сумішей // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2024)», Вінниця, 11-20 травня 2024 р. Електрон. текст. дані. 2024. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2024/paper/viewFile/21718>.
6. Ковальський, В.П. і Сідлак, О.С. 2014. Використання золи виносу тес у будівельних матеріалах. *Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві*. 16, 1 (Жов 2014), 35–40.
7. Кривенко, П. В. *Будівельне матеріалознавство*. Київ: Видавництво «Основа», 2012.
8. Ковальський В. П., Тимошенко В. О., Боднар П. С., Бондар П. С. Інноваційні рішення у виробництві сухих будівельних сумішей на основі золи-виносу ТЕС // *Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві*. 2024. № 1. С. 52-57.
9. Khodetskyi O. Ash and slag waste utilization in construction [Text] / O. Khodetskyi, V. Kovalsky // *Abstracts of XXXII International Scientific and Practical Conference «Science, modern trends and society»*, Bilbao, Spain, August 14-16, 2023. – 2023. – P. 8-10.
10. Модифікована суха будівельна суміш на перлітовому заповнювачі [Текст] / В. П. Ковальський, А. В. Бондар, Р. В. Варчук, В. П. Бураков // *Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві*. - 2017. – Т. 22, № 1. - С. 17-20.
11. Ковальський В.П. Дослідження перспективи використання золи виносу в будівництві [Текст] / В. П. Ковальський, В. О. Тимошенко // *Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві*. – 2023. – № 1. – С. 36–42.
12. Bashar S M., Sani H. Mechanical and microstructural properties of high calcium fly ash one-part geopolymer cement made with granular activator. *Europe PMC*. URL: <https://europepmc.org/article/med/31687531>.
13. Ковальський В. П., Варчук Р. В. Теплоізоляційні сухі будівельні суміші на перлітовому заповнювачі модифіковані поліпропіленовою фіброю, Матеріали за XIII міжнародної науково-практичної конференції «Найновітніші досягнення в європейській науці – 2017»
14. 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. – Рівне: Видавництво НУВГіП, 2013. – Випуск 26. – С. 186 – 193.
15. Василич А. В. Активні мінеральні добавки з техногенних відходів промисловості [Текст] / А. В. Василич, В. П. Ковальський // *Проблеми цивільного захисту населення та безпеки життєдіяльності: сучасні реалії України : матеріали IX Всеукраїнської заочної науково-практичної конференції*, Київ, 28 квітня 2023 р. – Київ : НПУ імені М. П. Драгоманова, 2023. – С. 32-33.
16. Комплексне в'язуче на основі промислових техногенних відходів [Текст] / М. Лемешев, О. Березюк, Д. Черпаха, В. Ковальський // *Технічні та сільськогосподарські науки в сучасних реаліях, проблеми, перспективи та рішення : колективна монографія*. – Бостон : Primedia eLaunch, 2023. – 1.3. – С. 51–59.

Зоря Павло Олегович — аспірант кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, email: pavlo.zorja@gmail.com

Тарнавський Володимир Вікторович – завідувач відділення спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія, спеціаліст вищої категорії, викладач-методист, Вінницький транспортний фаховий коледж. Email: tarnavsky@vintk.ukr.education

Ковальський Віктор Павлович — канд. техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, email: kovalskiy@vntu.edu.ua

Pavlo Zoria O. — Postgraduate student of the Department of Civil Engineering, Urban Planning and Architecture, Vinnytsia National Technical University, email: pavlo.zorja@gmail.com

Tarnavskyi Volodymyr - Head of the Department of the specialty 192 Construction and Civil Engineering, specialist of the highest category, teacher-methodologist, Vinnytsia Transport Professional College. Email: tarnavsky@vintk.ukr.education

Kovalsky Viktor Pavlovich – PhD, Associate Professor of Construction, Urban Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, e-mail: kovalskiy@vntu.edu.ua