

THE USE OF PHOSPHOGYPSUM FOR THE PREPARATION OF DRY CONSTRUCTION MIXES

Vinnitsia National Technical University

Анотація

Розглянуто технології переробки та обґрунтовано можливість використання фосфогіпсу для виготовлення сухих будівельних сумішей.

Ключові слова: фосфогіпс, суха будівельна суміш, відходи хімічної промисловості.

Abstract

The processing technologies are considered and the possibility of using phosphogypsum for the production of dry building mixtures is substantiated.

Keywords: phosphogypsum, dry construction mix, chemical industry waste.

Introduction

Phosphogypsum waste is a by-product of phosphoric acid production using the extraction method [1-3]. Depending on the temperature and concentration conditions of the decomposition of phosphate raw materials, the solid phase of calcium sulfate can be represented by one of three forms: dehydrate, semihydrate, or anhydrite.

The purpose of the study is to consider and justify the possibility of using phosphogypsum for the manufacture of dry building mixtures.

Research results

Utilization of phosphogypsum and its integrated use for construction purposes is a very important issue for many countries. The processing of phosphogypsum into construction gypsum is complicated by the presence of acids in its composition. [4-6]. The main areas of phosphogypsum use are road construction, as an additive to cement, and gypsum building materials[7-9].

When phosphogypsum is buried underground, it can have a toxic effect by increasing fluoride content in ground and groundwater. Ways are being developed to discharge phosphogypsum into rivers and the sea. But from an environmental point of view, this is quite dangerous[10-12].

Chemical plants that produce mineral fertilizers are significant sources of waste and harmful emissions. The production of extraction phosphoric acid using the dihydrate method produces one of the largest volumes of chemical waste - calcium sulfate in the form of $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dihydrate (gypsum), which contains undecomposed phosphorite or apatite and phosphoric acid residues, hence the name phosphogypsum. The chemical equation is the main one: $\text{Ca}_5\text{F}(\text{PO}_4)_3 + 5\text{H}_2\text{SO}_4 = 5\text{CaSO}_4 + 3\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{HF}$ [9-12].

Purification of phosphogypsum is a necessary step before it is used in industry, particularly in the production of dry building mixtures. The simplest methods, such as washing and filtration, can partially reduce the amount of impurities, but do not guarantee complete purification [13-15]. Chemical treatment (neutralization with alkalis or acids) is an effective way to remove fluorides and heavy metals. Thermal methods provide deep cleaning but require significant energy consumption. The best results are obtained by combining different methods to achieve an optimal balance between cleaning efficiency and economic feasibility.

The most effective application for phosphogypsum is in dry construction mixes. They include plasticizers, fillers, retarders and, if necessary, other components. The use of dry construction mixes made of phosphogypsum allows to improve the quality of construction and installation works, increase labor productivity, reduce labor intensity, and they have better property characteristics than cement or lime mixes.

Dry construction mixes based on phosphogypsum have a wide range of products and applications. Phosphogypsum waste is used to produce gypsum binder, which is used to make modern modified plaster and putty starting and finishing masses, adhesive mixtures for gluing gypsum boards and sealing joints between them.

The main difference between the properties of a gypsum binder made from phosphogypsum and a binder based on natural gypsum stone is the high porosity of the binder, the presence of active anhydrite and excessive electrostatic interaction between the binder particles, which leads to the aggregation of fine particles when mixed with water.

For finishing plaster mortars, it is effective to add neutralized and dried phosphogypsum to save modified gypsum binder. The compressive strength of the solution of the optimal composition reaches $R_{st} \geq 6$ MPa. The shelf life of such mixtures is 30-40 minutes. The mobility of the mixtures with a water-binding ratio of 0.42 is up to 10 cm. For putties, it is also advisable to use the addition of neutralized and dried phosphogypsum to save modified binder. The compressive strength is at least 5 MPa.

The Vinnytsia National Technical University conducted research on the use of highly plastic clays as a filler for phosphogypsum-based SBS. The results of the experimental studies confirm the positive effect of highly plastic clays on the structure of the porous mass and the rheological properties of the mortar obtained from dry phosphogypsum-based building mixtures. Thus, it is proved that the mineral filler in the form of a powder of fine-dispersed highly plastic clays in the composition of porous dry building mixtures acts as a stabilizer, plasticizer, and water retention component.

Conclusion

By using dry construction mixes based on phosphogypsum, we will be able to improve and regulate their properties, expand the product range and ensure high quality of these mixes.

REFERENCES

1. Лемешев М.С. Комплексна переробка техногенних відходів хімічної промисловості та металообробних виробництв / М.С. Лемешев, О.В. Христич, О.В. Березюк // *Materiály XI Mezinárodní vědecko-praktická konference «Aktuální vymoženosti vědy – 2015»*. – Praha (Czech): Publishing House «Education and Science» s.r.o, 2015. – Díl 7. Fyzika. Matematika. Moderní informační technologie. Výstavba a architektura. Technické vědy. – S. 60-62.
2. Ковальський В. П. В'яжуче з відходів для дорожнього будівництва [Текст] / В. П. Ковальський, М. О. Постолатій, А. В. Комаринський // *Збірник матеріалів Міжнародної науково-технічної конференції "Інноваційні технології в будівництві (2018)"*, 13-15 листопада 2018 р. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – С. 185-189.
3. В'яжуче з відходів для дорожнього будівництва [Текст] / М. Ф. Друкований, В. П. Очеретний, В. П. Ковальський, В. П. Чепуренко // *Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві*. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2004. – Т. 1. - С. 5054.
4. Ковальський В. П. Доцільність використання фосфогіпсу для приготування сухих будівельних сумішей [Текст] / В. П. Ковальський, С. Ю. Зузяк // *Прикладні науково-технічні дослідження : матеріали II міжнар. наук.-практ. конф.*, 3-5 квітня 2018 р. – Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2018. – С. 156.
5. Kalafat, K., L. Vakhitova, and V. Drizhd. "Technical research and development." *International Science Group*. Boston : Primedia eLaunch, 616 . (2021).
6. Березюк О. В. Фосфогіпсоцементні та металофосфатні в'яжучі з використанням відходів виробництва [Текст] / М. С. Лемешев, О. В. Христич, 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.
7. Ковальський В. П. Композиційні в'яжучі 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>

8. Зузяк С. Ю. Жаростійкі будівельні матеріали з використанням техногенних відходів [Текст] / С. Ю. Зузяк, О. В. Христич // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції курсантів і студентів "Пожежна та техногенна безпека: наука і практика", 15-16 травня 2018 р. – Черкаси : ЧПБ, 2018. – С. 155-156.
9. Ковальський В. П. Пріоритетні напрямки утилізації фосфогіпсових відходів [Текст] / В. П. Ковальський // Матеріали V міжнародної науково-практичної конференції "Прикладні науково-технічні дослідження", Івано-Франківськ, 5-7 квітня 2021 р. – Івано-Франківськ : Кушнір Г. М., 2021. – С. 309-310.
10. Дворкін Л. Модифіковані гіпсові і сульфатно-шлакові в'язучі та матеріали на їх основі : Монографія. Рівне, 2011. 188 с.
11. Ковальський В. П. Звукоизоляционные сухие строительные смеси на основании отходов производства [Текст] / В. П. Ковальський, В. П. Очеретний, А. В. Бондарь // Инновационное развитие территорий: Материалы IV Междунар. науч.-практ. конф., 26 февраля 2016 г. – Череповец, 2016. – С. 73–78.
12. Ковальський В. П. Комплексне золоцементне в'язуче, модифіковане лужною алюмоферитною добавкою [Текст] : монографія / В. П. Ковальський, В. П. Очеретний. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 98 с. - ISBN 978-966-641-338-6.
13. Зузяк С. Ю. Фосфогіпс і бокситовий шлам. Виробництво, використання та їх вплив на навколишнє середовище [Текст] / С. Ю. Зузяк ; наук. кер. В. П. Ковальський // Матеріали науково-практичної конференції "Якість і безпека. Сучасні реалії", 14-15 березня 2018 р. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – С. 46-48.
14. Використання відходів промисловості для виробництва ефективних будівельних матеріалів [Текст] / В. П. Очеретний, В. П. Ковальський, М. П. Машницький, А. Ф. Діденко // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. - 2010. - № 2. - С. 53-55.
15. Стаднійчук М. Ю. В'язучі з використанням промислових техногенних відходів [Текст] / М. Ю. Стаднійчук, О. В. Березюк // Збірник наукових праць Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих учених та студентів "Еколого-енергетичні проблеми сучасності", 13 квітня 2017 р. – Одеса : ОНАХТ, 2017. – С. 11-12.

Тимошенко Віталій Олександрович – студент групи 192-23а, Факультет будівництва цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця. E-mail: vitaliktymoshenko@gmail.com

Ковальський Віктор Павлович — канд. техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет. Email: kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com ORCID 0000-0002-3103-6319.

Tymoshenko Vitaliy Oleksandrovych - student of group 192-23a, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia. E-mail: vitaliktymoshenko@gmail.com

Kovalskiy Viktor Pavlovych — 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 ORCID 0000-0002-3103-6319.