БМиВ • СТРОИТЕЛЬНЫЕ • МАТЕРИАЛЫ • И • ИЗДЕЛИЯ
BUILDING • MATERIALS AND PRODUCTS •
№1-2
(100)
2019
ISSN 2413-9890

# БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ТА ВИРОБИ

Всеукраїнський науково-технічній і виробничий журнал видається з 1959 року

# SIKA – ВАШ НАДІЙНИЙ ПРОФЕСІЙНИЙ ПАРТНЕР

Sika – швейцарський концерн що понад 100 років працює на всіх континентах світу з оборотом близько 6 мільярдів доларів.

Sika спеціалізується на продуктах для таких напрямів:

- Гідроізоляція (жорстка гідроізоляція, еластична обмазочна гідроізоляція, герметизація швів, гідроізоляційні ПВХ мембрани);
- Герметизація швів (герметизація внутрішніх швів, герметизація зовнішніх швів);
- Підлоги (матеріали для полімерних підлог, матеріали на основі водних дисперсій полімерів, матеріали для зміцнення поверхні);
- Розчини, штукатурки та стяжки (готові розчини, добавки в розчини);
- Клеї для дерев'яних покриттів та підлог.

**www.sika.ua**

БУДУЄМО ДОВІРУ

Sika®

ISSN 2413-9890

БМВ

№1-2
(100)
2019

# СТРОИТЕЛЬНЫЕ • МАТЕРИАЛЫ • И • ИЗДЕЛИЯ
# BUILDING • MATERIALS AND PRODUCTS •
# БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ТА ВИРОБИ

*Засновники:*
**Міністерство регіонального розвитку, будівництва та ЖКГ України, Український науково-дослідний і проектно-конструкторський інститут будівельних матеріалів та виробів ДП «НДІБМВ»**

Журнал зареєстрований Державним комітетом інформаційної політики, телебачення і радіомовлення України КВ №4528 від 01.09.2000 року

**Наказом Міністерства освіти і науки України від16.05.2016 року журнал затверджено як фахове видання, в якому можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук.**

*Матеріали розглянуті на засіданні Вченої ради ДП «НДІБМВ», схвалені та рекомендовні до опублікування. Протокол №3 від 25.06.2019 року.*

Редакція не несе відповідальності за зміст реклами і оголошень. Автори опублікованних матеріалів несуть відповідальність за достовірність наведенних свідчень, точніть даних згідно літератури, що цитується і відсутність у статтях даних, що не підлягають відкртій публікації.

Редакція може публікувати статті у порядку обговорення, не розділяючи точку зору авторів.

*Адреса редакції:*
вул. Костянтинівська, 68, оф. 322,
м. Київ-80, 04080, Україна
тел/факс: +38 (044) 425 72 36,
тел.: +38 (044) 425 56 32
ndibmv@ukr.net

Підписано до друку 27.08.2019 р.
Тираж 5000 примірників
Надруковано в типографії:
Видавництво «БАРМИ»
вул. Кирилівська, 86, м. Київ, 04080,

*Редактор:*
Сучкова О. А.
*Дизайн та верстка:*
Чумакова О. С.

## ЗМІСТ / СОДЕРЖАНИЕ / CONTENT

ВІТАННЯ З ЮВІЛЕЄМ ТА ІНТЕРВ'Ю ГЕРОЯ УКРАЇНИ, ПРЕЗИДЕНТВ БУДІВЕЛЬНОЇ ПАЛАТИ УКРАЇНИ, ПРЕЗИДЕНТА КОРПОРАЦІЇ «ДБК–ЖИТЛОБУД» ШИЛЮКА П.С. ....4

ЗАВОД ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ «ТЕХНО» – ОДНЕ З НАЙБІЛЬШ СУЧАСНИХ ПІДПРИЄМСТВ ДЕРЖАВИ ....4

**Легкі та ніздрюваті бетони / Легкие и ячеистые бетоны / Lightweight cellular concrete**

AEROC – ЧЕТВЕРТЬ ВЕКА МЫ ПРОИЗВОДИМ ЛУЧШИЙ ГАЗОБЕТОН! ....10

**Лаповська С. Д.**
ВПЛИВ ХАРАКТЕРИСТИК ВАПНА НА СТАБІЛЬНІСТЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЯКІСТЬ АВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНУ ....14
**S. Lapovska**
THE IMPACT OF THE CHARACTERISTICS OF LIME STABILITY ON THE TECHNOLOGY AND THE AERATED AUTOCLAVED CONCRETE QUALITY....14

**В`яжучі, бетони та добавки / Вяжущие, бетоны и добавки / Cementing, concrete and additives**

**Саницький М. А., Кропивницька Т. П., Гев`юк І. М.**
ШВИДКОТВЕРДНУЧІ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТИ З ДОБАВКОЮ ВАПНЯКУ....18
**M. Sanytsky, T. Kropyvnytska, I. Geviuk**
RAPID HARDENING PORTLAND CEMENTS WITH LIMESTONE ADDITIVE ....18

НОВІ ЦЕМЕНТИ З ВИСОКОЮ РАННЬОЮ МІЦНІСТЮ ....24

**Дворкін Л. Й., Бордюженко О. М., Ковальчук Т. В.**
ФІБРОБЕТОН З КОМПОЗИЦІЙНИМ ДИСПЕРСНИМ АРМУВАННЯМ ....26
**L. Dvorkin, O. Bordiuzhenko, PhD, T. Kovalchuk**
FIBER-REINFORCED CONCRETE WITH COMPOSITE DISPERSED REINFORCEMENT....26

SIKA – БУДУЄМО ДОВІРУ ....30

**Черняк Л. П., Дорогань Н. О., Анікіна М. О.**
ВИКОРИСТАННЯ ЧЕРВОНОГО ШЛАМУ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ МІНЕРАЛЬНОГО В'ЯЖУЧОГО МАТЕРІАЛУ ....32
**Lev Chernyak, Nataliia Dorogan, Mariia Anikina**
USE OF RED MUD FOR MAKING OF MINERAL ASTRINGENT MATERIAL ....32

**Николаев А.П., Кондращенко Е.В., Кондращенко В.И.**
АБРАЗИВНЫЕ СВОЙСТВА ПОРТЛАНДЦЕМЕНТНОГО КЛИНКЕРА ....36
**A. Nikolaev, E. Kondrachenko, V. Kondrashchenko**
ABRASIVE PROPERTIES OF PORTLAND CEMENT CLINKER....36

**Казимагомедов И. Е., Юнис Башир, Саад Салем**
ФИЛЬТРЫ ДЛЯ КОЛОДЦЕВ ИЗ КРУПНОПОРИСТОГО БЕТОНА НА ЗАПОЛНИТЕЛЕ МЕЛКОЙ ФРАКЦИИ....40
**Ibrahim Kazimagomedov, Basheer N. Younis, Saad Salem**
FILTERS FOR WELLS MADE OF MACRO POROUS CONCRETE ON THE PLACEHOLDER, SMALL FRACTION ....40

**Шумаков И.В., Юнис Башир, Али Адил Халид**
ТРУБЧАТЫЕ БЕТОННЫЕ БУРО-ВИБРОВАКУУМИРОВАННЫЕ СВАИ ДЛЯ МАЛОЭТАЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ....42
**Igor Shumakov, Basheer N. Younis, Adil Khalid Ali**
CONCRETE PILES WITH HOLLOW SECTION CASTED BY VIBRATION – EVACUATION FOR LOW-RISE CONSTRUCTION....42

**Шумаков И.В., Юнис Башир, Таха Лотфи**
ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ В ЛИВАНЕ....44
**Igor Shumakov, Basheer N. Younis, Lotfi Taha**
PROSPECTS FOR WASTE USE IN LEBANON ....44

**Данелюк В. І.**
БЕТОННІ ДОРОГИ – ШЛЯХ В МАЙБУТНЄ....48
**V. Danelyuk**
CONCRETE ROADS – THE WAY TO THE FUTURE....48

**Гамеляк І. П., Карафізі Л. М., Холоднюк В. П.**
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ЗЧЕПЛЕННЯ БЕТОННОЇ БРУКІВКИ ....52
**Igor Gameliak, Leonid Karafizi, Vasyl Kholodniuk**
EXPERIMENTAL DEFINITION SKID RESISTANCE COEFFICIENT OF THE CONCRETE BLOCK PAVERS ....52

**Лакофарбові матеріали та покриття / Лакокрасочные материалы и покрытия / Paintwork materials and coatings**

KOUTEX. ЯКІ ВОНИ, СУЧАСНІ ПІДЛОГИ? ....58

**Гоц В. І., Ластівка О. В., Томін О. О., Ковальчук О. Г.**
ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕКОРАТИВНО-ЗАХИСНИХ ПОРОШКОВИХ
ЛАКО-ФАРБОВИХ ПОКРИТТІВ ДЛЯ ЗАХИСТУ БУДІВЕЛЬНИХ МЕТАЛЕВИХ ВИРОБІВ ....60
**Volodymyr Gotz, Oles Lastivka, Olexandr Tomin, Olga Kovalchuk**
TECHNOLOGY OF MANUFACTURING DECORATIVE-PROTECTIVE POWDER COATINGS
TO PROTECT CONSTRUCTION METAL PRODUCTS ....60

**Енергозберігаючі технології / Энергосберегающие технологии / Energy saving technologies**

Технология «ТЕРМОДОМ» ....66

**Індустріальне домобудування / Индустриальное домостроение / Industrial house building**

**Корнило І. М., Кисельов В. В.**
СИСТЕМНА ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬ В ПРОЕКТУВАННІ ТА БУДІВНИЦТВІ ....68
**I. Kornylo, PhD, V. Kyselov**
SYSTEM ORGANIZATION OF BUILDINGS IN DESIGN AND CONSTRUCTION ....68

**Скрыпник Л. В., Скрыпник А. Л.**
ПРИМЕНЕНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СОЗДАНИИ ВАКУУМНЫХ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМ ....71
**L. Skrypnik, A. Skrypnik**
APPLICATION OF ADDITIVE TECHNOLOGIES IN CREATION OF VACUUM SEWERAGE SYSTEMS ....71

**Зелене будівництво / Зеленое строительство / Green building**

ЯК ЗБІЛЬШИТИ ОБСЯГИ ПЕРЕРОБКИ ШЛАКОВИХ МАТЕРІАЛІВ В УКРАЇНІ ....72

**Інформація і події / Информация и события / Information and events**

ВІДКРИТЕ ЗВЕРНЕННЯ ПРЕЗИДЕНТА ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ СПІЛКИ ВИРОБНИКІВ БУДМАТЕРІАЛІВ ІВАНА САЛІЯ ....76

ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ КОМФОРТУ ТА ЯКОСТІ ЖИТТЯ ЛЮДЕЙ У РЕГІОНАХ
МАЄ БУДУВАТИСЯ СУЧАСНА СОЦІНФРАСТРУКТУРА, — ЛЕВ ПАРЦХАЛАДЗЕ ....78

СТВОРЕННЯ ЕФЕКТИВНОГО Е-КАБІНЕТУ ЗАБУДОВНИКА СУТТЄВО СПРОСТИТЬ ДІЯЛЬНІСТЬ У БУДІВНИЦТВІ, —
ЛЕВ ПАРЦХАЛАДЗЕ ....79

ВІДБУЛАСЬ ІІ ВСЕУКРАЇНСЬКА КОНФЕРЕНЦІЯ IFCEM ....80

## Науково-технічний і виробничий журнал «Будівельні матеріали та вироби» відзначає свій 60- річний ювілей.

За ці роки журнал став провідним виданням для інженерів, вчених і керівників, які працюють в галузі будівельних матеріалів та будівництва. Для цього ми намагалися завжди своєчасно надавати читачам необхідну інформацію про нові технології, матеріали, обладнання, розглядали питання енерго- і ресурсозбереження у виробництві будівельних матеріалів і ринку їх продажу, також результати науково-дослідних робіт і впровадження їх у виробництво в Україні та за кордоном. Важливим напрямком завжди було висвітлення використання високих технологій на базі наукових розробок і питання комплексного застосування природної та техногенної сировини, екології, інноваційного розвитку підприємств на основі досягнень вітчизняної та зарубіжної науки. Публікуючи в першу чергу наукові статті, ми не залишали без уваги інформаційні матеріали та комерційні пропозиції вітчизняних та зарубіжних компаній.

Немає сумнівів, що наша робота внесла значний вклад в збільшення обсягів виробництва і продажів конкурентноспроможних матеріалів і виробів в Україні, а також допомогла виходу вітчизняної продукції на закордонний ринок.

Але ми впевнені, що якби у нас не було підтримки наших друзів, не вдалося б стільки років утримувати зацікавленість і високий рейтинг видання.

Це, в першу чергу, наші шановні автори, завдяки яким журнал постійно підвищує свій рейтинг професійно орієнтованого видання.

Це оновлена Редакційна рада журналу, досвідчені члени якої дуже ретельно підходять до підбору наукових статей для публікацій.

Це молодий, але дуже талановитий дизайнер, який робить журнал стильним і сучасним.

Це друкарня, в якій видання матеріалізується з електронного виду в яскравий глянцевий журнал.

І, звичайно, ми пишаємося підтримкою наших спонсорів – рекламодавців, завдяки яким 20 останніх років, з того часу, як ДП «НДІБМВ» стало засновником Всеукраїнського науково-технічного і виробничого журналу «Будівельні матеріали та вироби», наші читачі отримали його сотий випуск.

Сподіваємося і віримо, що Ви, любі друзі та колеги, завжди будете з нами!

А тепер, коли в Україні повіяв свіжий вітер змін, дуже сподіваємося на допомогу у виданні наукового журналу, так необхідного галузі, молодих і амбітних – нового міністра Олену Бабак і Заступника голови Комітету Верховної Ради з питань організації державної влади, місцевого самоврядування, регіонального розвитку та містобудування Олену Шуляк.

***Редактор, член Редакційної ради журналу «Будівельні матеріали та вироби»***
***Олена Сучкова***

*Редакційна рада наукового фахового журналу*
***«Будівельні матеріали та вироби»***

*Голова редакційної ради*
*(Головний редактор):*
**Лаповська С. Д**. – д.т.н., заступник директора ДП»НДІБМВ» з наукової роботи, професор кафедри будівельних матеріалів КНУБА (Київського національного університету будівництва та архітектури)

*Члени редакційної ради:*
**Дюжилова Н. О.** – к.т.н., ДП «НДІБМВ»

**Ковальчук Ю. Г. –** д.т.н., завідувач науково-дослідної лабораторії інноваційних технологій та енергозбереження ДП «НДІБМВ»

**Куліков П. М.** – д.е.н., професор, ректор КНУБА (Київського національного університету будівництва та архітектури), заслужений працівник освіти України, лауреат Державної премії в галузі науки і техніки

**Мхітарян Н. М.** – д.т.н., професор КНУБА (Київського національного університету будівництва та архітектури), заслужений, член-кореспондент Національної академії наук України, почесний президент корпорації «Познякижилбуд»

**Петровський В. Я.** – д.т.н, професор, головний науковий співробітник науково-дослідної лабораторії інноваційних технологій та енергозбереження ДП «НДІБМВ»

**Рунова Р. Ф. –** д.т.н., професор КНУБА (Київського національного університету будівництва та архітектури), лауреат Державної премії в галузі науки і техніки

**Рищенко М. І.** – д.т.н., професор, завідувач кафедри технології кераміки, вогнетривів, скла та емалей НТУ «Харківський політехнічний інститут»

**Саницький М. А. –** д.т.н., професор, завідувач кафедри будівельного виробництва Національного університету «Львівська політехніка», лауреат Державної премії в галузі науки і техніки

**Свідерський В. А.** – д.т.н, професор, завідувач кафедри хімічної технології композиційних матеріалів Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»

**Сердюк В. Р.** – д.т.н., професор, декан факультету підвищення кваліфікації Вінницького державного технічного університету

**Сучкова О. А. –** відповідальний секретар, завідувач відділу науково-технічної інформації ДП «НДІБМВ»

**Фішер Х.-Ф.** – доктор – інженер кафедри «Будівельні матеріали» Інституту будівельних матеріалів ім. Ф.А.Фінгера Веймарського університету «Баухаус» (м. Веймар, Німеччина)

**Халбіняк Яцек –** доктор – інженер, заступник декана з наукової роботи Будівельного факультету Технічного університету (м.Ченстохов, Польща)

**Червяков Ю. М. –** к.т.н., заступник директора з наукової роботи ДП «НДІБВ»

**Черняк Л. П.** – д.т.н., професор, головний науковий співробітник науково-дослідної лабораторії фізико-хімічних досліджень та будівельної кераміки ДП «НДІБМВ»

*Редакционный совет научного журнала*
***«Строительные материалы и изделия»***

*Председатель редакционного совета*
*(Главный редактор):*
**Лаповська С. Д.** – д.т.н., заместитель директора ГП «НИИСМИ» по научной работе, профессор кафедры строительных материалов КНУСА (Киевского национального университета строительства и архитектуры)

*Члены редакционного совета:*
**Дюжилова Н. А.** – к.т.н., ГП «НИИСМИ»

**Ковальчук Ю. Г.** – д.т.н., заведующий научно-исследовательской лаборатории инновационных технологий и энергосбережения ГП «НИИСМИ»

**Куликов П. М.** – д.э.н., профессор, ректор КНУСА (Киевского национального университета строительства и архитектуры), заслуженный работник образования Украины, лауреат Государственной премии в области науки и техники

**Мхитарян Н. М.** – д.т.н., профессор КНУСА (Киевского национального университета строительства и архитектуры), заслуженный, член-корреспондент Национальной академии наук Украины, почетный президент корпорации «Познякижилстрой»

**Петровский В. Я.** – д.т.н., профессор, главный научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории инновационных технологий и энергосбережения ГП «НИИСМИ»

**Рунова Р. Ф.** – д.т.н., профессор КНУСА (Киевского национального университета строительства и архитектуры), лауреат Государственной премии в области науки и техники

**Рищенко М.И.** – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой технологии керамики, огнеупоров, стекла и эмалей НТУ «Харьковский политехнический институт»

**Саницький М. А.** – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой строительного производства Национального университета «Львовская политехника», лауреат Государственной премии в области науки и техники

**Свидерский В. А.** – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой химической технологии композиционных материалов Национального технического университета Украины «Киевский политехнический институт»

**Сердюк В. Р.** – д.т.н., профессор, декан факультета повышения квалификации Винницкого государственного технического университета

**Сучкова Е. А. –** ответственный секретарь, заведующий отделом научно-технической информации ГП «НИИСМИ»

**Фишер Х.-Ф.** – доктор – инженер кафедры «Строительные материалы» Института строительных материалов им. Ф.А.Фингера Веймарского университета «Баухаус» (г. Веймар, Германия)

**Халбиняк Яцек –** доктор – инженер, заместитель декана по научной работе Строительного факультета Технического университета (г.Ченстохова, Польша)

**Червяков Ю. Н.** – к.т.н., заместитель директора по научной работе ГП «НИИСП»

**Черняк Л. П. –** д.т.н., профессор, главный научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории физико-химических исследований и строительной керамики ГП «НИИСМИ»

*The editorial board of scientific professional magazine*
***«Building materials and products»***

*Chairman of the Editorial Board*
*(Editor in chief)*
**Lapovska S. D.** – Doctor of Engineering, Deputy Director for Scientific Research of the Research Institute of Building Materials and Products, Professor of building materials of the Kyiv National University of Construction and Architecture.

*Members of the Editorial Board:*
**Dyuzhylova N. O.** – PhD in Engineering, The Research Institute of Building Materials and Products;

**KovalchukY. G.** – Doctor of Engineering, head of the research l aboratory of innovative technologies and energy saving of the Research Institute of Building Materials and Products;

**Kulikov P. M.** – Doctor of Economics, Professor, Rector of the Kyiv National University of Construction and Architecture, the Honored Worker of Education of Ukraine, laureate of the Ukrainian State Prize in Science and Technology;

**Mkhitaryan N. M.** – Doctor of Engineering, professor of the Kyiv National University of Construction and Architecture, A.M. of the National Academy of Sciences of Ukraine, Honorary President of the «Poznyakizhilstroy» corporation;

**Petrovsky V. Y.** – Doctor of Engineering, Professor, senior scientific researcher of the Laboratory of innovative technologies and energy saving of the Research Institute of Building Materials and Products;

**Runova R. F.** – Doctor of Engineering, Professor of the Kyiv National University of Construction and Architecture, laureate of the Ukrainian State Prize in Science and Technology;

**Ryshchenko M. I.** – Doctor of Engineering, Professor, Head of the Technology ceramics, refractories, glass and enamel department of the NTU «Kharkov Polytechnic Institute»

**Sanytsky M. A.** – Doctor of Engineering, Professor, Head of the Building production department of the National University «Lvivska Polytechnica», laureate of the Ukrainian State Prize in Science and Technology;

**Swidersky V. A.** – Doctor of Engineering, Professor, Head of the Chemical technology of composite materials department of the National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute»

**Serdiuk V. R.** – Doctor of Engineering, Professor, Dean of the Advanced training faculty of the Vinnytsia State Technical University;

**Suchkova O. A.** – Secretary-General, Head of the Scientific and Technical Information department of the Research Institute of Building Materials and Products;

**Fisher H.-F.** – Doctor of Engineering of the Building Materials department of the F.A.Finger Institute of Building materials of the Weimar University «Bauhaus» (Weimar, Germany);

**Halbinyak Jacek** – Doctor of Engineering, Deputy Dean for Scientific Research of the Building Faculty of the Technical University (Chenstohov, Poland)

**Chervyakov Y. M.** – PhD in Engineering, Deputy Director for Scientific Research of the Research Institute of Building Materials and Products;

**Cherniak L. P.** – Doctor of Engineering, Professor, senior scientific researcher of the Research Laboratory for physico-chemical studies and construction ceramics of the Research Institute of construction production

## *3 липня свій 70-річний ювілей відзначає Герой України, президент Будівельної палати України, президент корпорації «ДБК-Житлобуд», Петро Степанович ШИЛЮК*

Визначну дату у своєму життя П.С.Шилюк зустрічає, сповнений сил і професійного досвіду, на чолі Будівельної палати України та корпорації «ДБК-Житлобуд», яка під його керівництвом стала одним з флагманів будівельної галузі.

Петро Степанович Шилюк належить до когорти унікальних людей, які власною невтомною працею, активною життєвою позицією торували шлях з народних глибин до державних управлінських вершин, до суспільного визнання.

Понад 50 років становить його виробничий стаж: від робітника-формувальника до начальника цеху, генерального директора Домобудівного комбінату №4, президента ХК «Київміськбуд», а нині – президента створеної ним будівельної корпорації.

Його великий вклад у тому, що за ці десятиліття сформувалося архітектурне обличчя нового Києва, здійснювалася широкомасштабна комплексна житлова забудова.

Під керівництвом П.С. Шилюка було проведено реконструкцію Центрального залізничного вокзалу, споруджено будівлі Апеляційного суду міста Києва, університету ім. Б.Грінченка, Київського міського центру серця. Було здійснено масштабну реконструкцію НСК «Олімпійський», споруджено Будинок футболу України, що стало вагомим внеском в успішне проведення Україною чемпіонату Європи з футболу 2012 року.

Житло від Шилюка – цей вираз уже став своєрідним брендом, характеристикою якісного, доступного, комфортного житла. Тисячі й тисячі сімей змогли одержати власні квартири, реалізувати таким чином свої плани жити і працювати у столиці.

Підприємствами, які входять до корпорації «ДБК-Житлобуд», введено в експлуатацію 5,6 млн. кв. м житла або 525 житлових будинків на 85,9 тис. квартир. У тому числі, побудовані десятки будинків на житлових масивах Троєщина, Позняки, Виноградар м. Києва та у м. Вишгород – об'єкти соціального значення та у м. Бориспіль школи, садочки, об'єкти інфраструктури..

У 2013 році П.С. Шилюк обраний президентом Будівельної палати України – найбільшого об'єднання працівників галузі, до якого входять майже 200 підприємств, установ та організацій. На цій посаді приділяє багато уваги розробці нових законопроектів, передовсім, щодо реконструкції кварталів застарілого житла, розвитку індустріального домобудування, будівництва орендного житла, активно працює над вдосконаленням нормативно-правової бази будівництва, пропонує свої варіанти підвищення темпів спорудження житла, насамперед доступного, та реконструкцію 5-поверхівок.

Будівельна палата також запропонувала на законодавчому рівні підтримати процеси модернізації підприємств галузі, надати певні преференції для закупки новітнього устаткування, запровадження нових техноло-

***Щиро бажаємо ювіляру здоров'я, творчого довголіття і нових звершень в ім'я розвитку будівельної галузі та Української держави!***

**Колектив журналу «Будівельні матеріали та вироби» поздоровляє визначного будівничого, авторитетного організатора будівельної справи і свого давнього автора П.С.Шилюка з 70-річним ювілеєм!**

гій. Це дозволить значно збільшити обсяги індустріального домобудування, будувати сучасне економічне, енергозберігаюче житло.

Цими та рядом інших питань П.С.Шилюк опікується і як член колегії Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства і як член Антикризової ради громадських організацій України.

У 2018 році він очолив новостворену Українську раду інженерів-будівельників (УкрРІБ), яка відповідно до своїх статутних повноважень започаткувала роботу, передовсім, щодо підвищення кваліфікаційного рівня українських інженерів-будівельників з урахуванням європейських норм, налагодження міжнародного науково-технічного співробітництва.

Серед першочергових завдань УкрРІБ – участь у реалізації заходів відповідно до Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України, затвердженої рішенням Уряду. Зокрема, йдеться про підготовку нормативно-правового забезпечення впровадження та використання інформаційного моделювання в будівництві (BIM-технологія) на всіх етапах життєвого циклу об'єктів капітального будівництва та нерухомості в Україні.

Восени 2018 року УкрРІБ стала членом Європейської ради цивільних інженерів (ECCE), її також прийнято асоційованим членом до Європейської ради інженерних палат (ECEC), яка об'єднує країни Євросоюзу.

***У 2008 р. П.С.Шилюк став лауреатом Державної премії України в галузі науки і техніки за цикл робіт «Конструкційні матеріали нового покоління та технології їх впровадження у будівництво».***

***У 2009 році за визначний особистий внесок у розвиток будівельної галузі в Україні, впровадження передових технологій і сучасних форм господарювання П.С.Шилюку присвоєно звання Герой України.***

***Він повний кавалер ордену «За заслуги», кавалер ордену Ярослава Мудрого V ступеня; нагороджений Почесною грамотою Верховної Ради України, Почесною грамотою Кабінету Міністрів України, нагрудним знаком Київського міського голови «Знак пошани», іншими нагородами.***

***Петру Степановичу присвоєно почесне звання «Заслужений будівельник України».***

***П.С.Шилюк обраний академіком Академії будівництва України, почесним доктором та професором своєї alma mater – Київського національного університету будівництва і архітектури, він доктор філософії в галузі технічних наук.***

# ІНТЕРВ'Ю ПРЕЗИДЕНТА БУДІВЕЛЬНОЇ ПАЛАТИ УКРАЇНИ, ГЕРОЯ УКРАЇНИ П. С. ШИЛЮКА

З Петром Степановичем ми зустрілися напередодні знаменної події – його ювілею, і задали йому кілька запитань, які продовжують хвилювати, як фахівців галузі, так і пересічних громадян. Ми дякуємо шановного Петра Степановича за те, що при цій розмові, він був з нами відкритим і чесним.

**1. Шановний Петре Степановичу, Ви почали свою трудову діяльність буровим майстром після закінчення 1967 році Нікопольської школи меліораторів, потім були формувальником заводу залізобетонних виробів, завдяки власній наполегливості здобули добру освіту, спочатку Київський будівельний технікум, потім Київський державний технічний університет будівництва і архітектури, а у 2006 році здобули ступінь кандидата технічних наук. Пройшли шлях від інженера до Президента холдингової компанії «Київміськбуд». Для країни це були дуже строкаті роки – і буремні 90-і, і роки становлення держави Україна, роки революцій. Ви ж всі свої знання і сили віддавали на благо розбудови Батьківщини, за що в 2008 році в складі творчого колективу стали лауреатом Державної премії України в області науки і техніки, а в 2009 році за особистий внесок у розвиток будівельної галузі в Україні, впровадження передових технологій і сучасних форм господарювання Вам було присвоєно звання «Героя України» з врученням ордена Держави.**

**Маючи такий трудовий досвід і таку яскраву кар'єру, порадьте, що треба зробити для того, щоб робочі руки і світлі голови залишалися в Україні? Чи є перспектива у нашої талановитої молоді?**

За статистикою, половина наших трудових мігрантів працюють на будовах різного роду і виду. Працюють, наскільки відомо, тяжко і багато, не завжди легально. Очевидно, головним чинником тут є заробітна плата, від цього нікуди не дінешся.

Тут звертає на себе увагу той факт, що середньомісячна зарплата у будівництві, у нас в країні, становить лише 90% від середньої в економіці. Наприклад, у березні 2019 року за статистикою зарплата у промисловості була 10877 грн., а в будівництві – 8556 грн. Тут є над чим замислитись, поміркувати керівникам підприємств.

На сьогодні будівельна галузь в основному зберігає кадровий потенціал, кількість штатних працівників навіть зросла. У березні 2018 р. налічувалося 175 тис. чол., зараз – понад 192 тис.

А чим, крім зарплат, можете ще зацікавити фахівців?

Завдання будувати, багато і якісно, з використанням нових матеріалів і технологій, ніхто не відміняв. Відповідно на будовах, підприємствах галузі потрібні кваліфіковані спеціалісти, спроможні працювати по-сучасному.

Будівельна палата України підписала меморандум з Міністерством освіти. Вважаю за необхідне посилення практичної складової у навчальному процесі, коли майбутній фахівець може отримати уявлення про те, чим він буде займатися на виробництві. І головне – це гарантії для молоді отримання робочого місця з привабливими умовами праці та соціальним пакетом.

Також це може бути реальна перспектива отримання власного житла на пільгових умовах і перспектива кар'єрного зростання. Такі умови вже діють, наприклад, у корпорації «ДБК-Житлобуд».

Тому починати треба ще з професійного училища, вузу. Ми підтримуємо запровадження дуальної системи навчання, як це пропонує Міносвіти.

Вважаю доцільним запровадження контрактної системи, яка дозволила б унормувати відносини між роботодавцем, навчальним закладом і набувачем освіти як цілком конкретні зобов'язання з гарантіями їх виконання, включно до відпрацювання певної кількості років.

**2. Час підводити підсумки роботи за перше півріччя поточного року, останнім часом все частіше говорять про те, що вітчизняна будівельна галузь переживає найскладніший період. Як Ви, Петро Степановичу, в цілому оцінюєте стан будівельної галузі в Україні на сьогоднішньому етапі? Яка роль Будівельної палати у розвитку галузі.**

Як бачимо, житлова проблема нікуди не зникла. Забезпеченість житлом в Україні відстає від інших країн Європи.

На жаль, це так. Країна переживає кризу, економічне зростання мінімальне, і це не може не позначатися на темпах спорудження житла. Наприклад, минулого року в країні прийнято в експлуатацію 8,689 млн.кв.м. загальної площі житла, тоді як протягом останніх років ми мали 10-11 млн. кв.м. За підсумками січня-червня 2018 року в Україні прийнято в експлуатацію 3 млн 261,5 тис. кв. метрів загальної площі житла, це 37 млн 249 тис. нових квартир. Це на 29% менше, ніж в І півріччі 2017 року. Водночас звертає на себе увагу і зниження індексу капітальних інвестицій у будівництво – 86,1% порівняно з 2017 роком. Чому є спад? У минулому році був неабиякий будівельний бум, тепер ринок стає більш рівномірним та стабільно розвивається. Крім того, традиційно більш активним для галузі є друге півріччя і результати першого півріччя менш показові.

Потреба в житлі лише зростає, передовсім, через появу нових категорій громадян, які потребують у цьому питанні соціальної підтримки – це учасники бойових дій, вимушені переселенці, яких зареєстровано 1,7 млн осіб. Нависає і проблема реконструкції застарілого житла, яке подекуди вже стає непридатним для проживання.

Особливо загострилася ситуація навколо житла для молоді. Відсутність реальних можливостей придбати власну квартиру чи будинок, отримати кредит під реальний відсоток уже відчутно погіршує демографію.

Нещодавно це питання слухалося за участі представників Будівельної палати у парламентському комітеті з питань сім'ї і молодіжної політики. Констатували, що держава по суті самоусунулася від підтримки пільгового молодіжного кредитування для придбання житла. Протягом 2015-2018 років лише 748 сімей отримали житло з використанням коштів місцевих бюджетів, при цьому жодна молода сім'я не отримала житло з використанням коштів держбюджету.

Сподіваємося, що вироблені на слуханнях рекомендації будуть враховані при внесенні змін до держбюджету-2019. Зокрема, йдеться про видатки на надання довгострокового пільгового житлового кредиту молодим сім'ям в обсязі 1,59 млрд.грн. Збільшення цих видатків пропонується і в проекті бюджету-2020.

За підрахунками експертів, таке фінансування в комплексі з прогнозованим залученням понад 100 млн. грн. власних внесків громадян дозволить збудувати 126,3 тис. кв.м. житла, створити у будівельній галузі близько 2,5 тис. робочих місць, залучити до суміжних галузей народного господарства ще понад 10 млрд. грн., і, найголовніше, забезпечити житлом понад 2 тис. молодих сімей. При цьому, понад 25% суми повернеться у бюджет у вигляді податків, зборів та єдиного внеску на загальнообов'язкове державне соціальне страхування (443,3 млн. грн.).

Саме Будівельна плата започаткувала і ввела у чітке правове поле широке будівництво доступного житла з залученням коштів фізичних осіб. Ця система виявилася ефективною, вона дозволила мільйонам наших громадян придбати власне житло.

По суті, за цією системою в країні і понині ведеться житлове будівництво. Будівельна палата свого часу ініціювала прийняття ряду відповідних законів, нормативних актів. Над їх розвитком працюємо постійно.

Багато уваги приділяємо вдосконаленню нормативно-правової бази будівництва, враховуємо при цьому думку чи позицію наших партнерів, серед яких назву, зокрема, Міністерство освіти і науки, Академію будівництва, Національну спілку архітекторів, Спілку наукових та інженерних об'єднань, Асоціацію міст України.

Ну а далі підготовлені в нашому експертному середовищі відповідні пропозиції відстоюємо при обговоренні у профільному комітеті Верховної Ради, Мінрегіоні. Це не завжди просто, але до нашої думки дослухаються.

Будівельна палата послідовно, на всіх рівнях виступає за відновлення повноцінного бюджетного фінансування програм доступного житла для соціально вразливих категорій громадян, молодіжних кредитів.

Крім того, ми розраховуємо на розширення фінансування регіональних програм будівництва житла, адже в умовах децентралізації, як нас запевнюють, відбувається суттєве зростання доходів місцевих бюджетів.

Також ми обстоюємо необхідність якнайскорішого прийняття нової редакції закону «Про комплексну реконструкцію кварталів (мікрорайонів) застарілого житлового фонду», законів «Про орендне житло», «Про лізинг житла», які відкриють нові можливості для будівництва масового і доступного житла, зокрема стимулюватимуть залучення додаткових інвестицій.

**3. Індустріальне домобудівництво актуально в усьому світі – будувати швидко і якісно потрібно всюди. У чому ж основний ресурс збільшення обсягів індустріального домобудівництва в Україні?**

Індустріальне будівництво – є одним із напрямів швидкого спорудження сучасних якісних панельних житлових будинків. А сьогодні індустріальне житло докорінно відрізняється від того, що будували в 60-80-х роках минулого століття, перш за все кращими характеристиками екологічності та енергоефективності. При цьому, зазначу, індустріальне будівництво надзвичайно поширено в Європі та Америці, де його частка складає до 40%. Його популярність пояснюється економічністю і якістю житла. Ми можемо будувати житло з високим рівнем інженерно-технічних рішень та експлуатаційних характеристик, які повністю відповідають сучасним вимогам. Крім того переконаний в тому, що наші архітектори і проектанти можуть зробити житло красивим, зручним і виразним. Індустріальне домобудівництво – основний ресурс збільшення масового будівництва, але тільки за умови модернізації або кардинальної реконструкції виробничої бази заводів залізобетонних виробів і домобудівних комбінатів. А це можливо тільки при розробці механізму кредитування і відповідної законодавчої бази. Приклади успішної модернізації підприємств – «ДБК – 4», ПБГ «Ковальська», «Хмельницькзалізобетон», «Поділлязалізобетон», «Богуславський завод залізобетонних конструкцій». Технологічне обладнання світових виробників дозволило цим підприємствам істотно розширити асортимент і випускати продукцію за європейськими стандартами. Але для більш широкого розвитку цих напрямків доцільно мати відповідну державну програму. Будівельна палата України неодноразово піднімає питання створення Програми підтримки індустріального будівництва на всіх рівнях, в тому числі і на профільному комітеті Верховної ради.

**4. Чи змінюється галузева політика у житловому будівництві, чи є якесь державне стимулювання розвитку цього сегменту будівельного ринку? Чи можливо на законодавчому рівні забезпечити повноцінне фінансування державних програм будівництва доступного житла для пільгових категорій громадян та молодіжного кредитування?**

Що стосується житлового будівництва, то наразі державні програми придбання доступного житла практично не працюють. Сьогодні житло ми будуємо в основному за кошти населення, купівельна спроможність якого падає. Програма державної підтримки будівництва доступного житла у нас є, нею, нагадаю, передбачено будівництво житла шляхом сплати державою частини його вартості за формулою 30:70. На жаль останнім часом ця програма не фінансується. Те ж саме стосується Програми забезпечення молоді житлом. Виходить так, програми є, а фінансування не вистачає.

Підтримуємо наміри уряду щодо забезпечення житлом учасників бойових дій (АТО/ООС) та внутрішньо переміщених осіб через механізм відповідної бюджетної програми, яку ініціює міністерство по справам ветеранів.

Мені дуже імпонує досвід Фінляндії, в якій вирішена проблема доступного житла. В принципі в Фінляндії немає такого поняття, як «соціальне житло», там це називають «доступне житло для кожної сім'ї». Індустріальне домобудівництво в Фінляндії – це 70% всіх житлових будинків, тому висока швидкість будівництва. Забудова проводиться за рахунок приватних компаній, а муніципалітети допомагають із земельними ділянками, інвестують в житлові проекти. Отримувати надприбуток на ринку соціального житла неможливо, тому що цінова політика перебуває під контролем держави. Банківський кредит – під невеликі відсотки і дієві соціальні механізми підтримки населення – таким шляхом ідуть цивілізовані європейські країни, де є розуміння того, що ніяких житлових проблем краще не створювати, щоб потім не доводилося ламати голову, як їх вирішувати.

У цьому контексті хотів би згадати про будівництво орендного житла. Тут інвесторами можуть виступити бізнес-структури для подальшої здачі квартир в оренду. Про таке житло відомо давно, з часів так званих дохідних будинків, воно і дотепер досить широко використовується в інших країнах. За статистикою ринок державного орендного житла у світі щороку збільшується і складає від 40 до 70%. До речі, і у наших сусідів – Польщі, Білорусі, Германії діють відповідні програми. Проект закону «Про орендне житло» вже розроблений і хотілось би прискорити його прийняття.

**5. І вічне питання- що робити з «хрущовками»?**

Ми знаємо з історії, які кошти і матеріальні ресурси були спрямовані на розвиток індустріального домобудування в 60-ті роки. Знаємо, що «хрущовки» були невиразними і житло в них було неякісним. Але вони виконали свої функції, і тепер, через 60 років застаріли і морально і фізично та потребують капремонту, всі інженерні мережі давно відпрацювали свій термін.

Проблема відома. У сусідів її давно вирішують. Або проводять реконструкцію та модернізацію, або зносять і на їх місці будують сучасні багатоповерхівки, виділяючи громадянам нові квартири. І в Прибалтиці, і в Білорусі, не кажу вже про країни Європи, практично завершили цю роботу. В Україні далі розмов справа не доходить. Але ж проблема перезріла. Розраховувати, що держава профінансує і все вирішить не можна. Інвестор буде займатися розвитком проекту за одним чи іншим напрямком тільки коли це йому буде вигідно. І мені видається більш ефективним є метод знесення старих і спорудження нових сучасних будинків. Але держава повинна законодавчо визначити, на яких умовах це бути робитись, як буде відбуватися обмін квадратних метрів, тощо.

І Будівельна палата, і Спілка архітекторів України разом з іншими громадськими об'єднаннями фахівців повинні стимулювати цю справу, допомагати урядовим структурам своїми продуманими пропозиціями та прискорити прийняття нової редакції Закону України «Про комплексну реконструкцію кварталів (мікрорайонів) застарілого житлового фонду».

Впевнений, що спільними зусиллями, ми подолаємо тимчасові негаразди, досягнемо зниженню тиску на бізнес, спрощенню механізму взаємодії та процедурних питань. А все це разом дасть можливість будівельній галузі працювати ефективніше, значно покращити інвестиційний клімат, підвищити будівельні стандарти до європейського рівня.

# ВІТАЄМО КОЛЕКТИВ ЖУРНАЛУ "БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ТА ВИРОБИ"!

**Вітаємо редакційну колегію Всеукраїнського науково-технічного і виробничого журналу "Будівельні матеріали та вироби" з 60-річчям від дня заснування!**

## ТОВ «Завод «ТЕХНО»

Олег Ходаківський, Генеральний директор
ТОВ «Завод теплоізоляційних матеріалів «ТЕХНО»

Видання добре відомо величезній кількості вчених, аспірантів, фахівців, виробників не тільки в Україні, а й за кордоном.

У журналі публікуються результати досліджень по всьому спектру будівельних матеріалів та виробів, розглядаються актуальні виробничі питання, нові технології, питання енергозбереження, комерційні пропозиції вітчизняних та зарубіжних компаній.

ТОВ «Завод «ТЕХНО» всі роки свого існування регулярно розміщує у виданні публікації про свої досягнення по впровадженню нових і сучасних технологій у виробництво, про продукцію, що виготовляється на підприємстві, про перевагу наших матеріалів в порівнянні з аналогами.

Зрозуміло, що наші фахівці і технологи з величезним задоволенням знайомляться на сторінках журналу з розробками вітчизняних і зарубіжних вчених, з передовими технологіями, які наші колеги впроваджують на підприємствах і продукцією, яку вони виготовляють.

**Колектив підприємства "Завод "ТЕХНО" бажає журналу "Будівельні матеріали та вироби" процвітання, чергових ювілеїв, а редакційній колегії – сил і мужності, щоб вижити в наш складний час на благо розвитку галузі будівельних матеріалів та будівельного виробництва в Україні.**

**Завод теплоізоляційних матеріалів «ТЕХНО» знаходиться в центрі України. Завод «ТЕХНО» – одне із найбільших сучасних підприємств нашої держави з виготовлення мінераловатних теплоізоляційних виробів в будівельній промисловості. Сьогодні Завод «ТЕХНО» робить ще один крок до свого подальшого стрімкого розвитку. Інвестиції з Чехії відкривають двері до ринків Європи. Продукція заводу «Техно» сертифікована в Європі та відповідає її стандартам. Таким чином, існує нагода експортувати великий асортимент продукції до європейських країн.**

Висока оцінка сертифікаційних лабораторій інших держав вимагає пильного контролю якості. Ця функція покладена на виробничу лабораторію із сучасним приладдям.

Разом із продукцією найвищого гатунку завод забезпечує відмінний клієнтський сервіс. Оперативність обслуговування – це одна із головних переваг підприємства. З моменту, як вантажівка потрапляє на завод до її виїзду з продукцією і оформленими документами – проходить близько години. А протягом доби замовлення може бути доставлено в будь-яку точку України. Дружний колектив заводу розвивається, навчається, забезпечується усім необхідним для досягнення високих показників праці усіх структурних підрозділів. Тут створені всі умови для комфортної, безпечної роботи. Реалізована соціальна політика – додаткові виплати, пільги, харчування медичне страхування та інші мотиваційні заходи, що дають працівнику відчуття захищеності та поваги з боку роботодавця. Трудовий колектив заводу вигідно відрізняється від інших – ми є лідерами в сфері виробництва і продажу будівельних систем, будуємо бережливе виробництво, ставимо перед собою і успішно вирішуємо стратегічні завдання, вдосконалюємо і навчаємо робочий персонал, приймаємо управлінські рішення з урахуванням довгострокової перспективи, боремося з втратами і неплановими простоями обладнання, а політикою поваги до робочого персоналу пронизане навіть повітря на підприємстві.

З самого початку роботи підприємства і по сьогоднішній час однією з первочергових питань для вирішення керівництвом заводу було забезпечити всі процесіи виробництва якісним устаткуванням, комплектуючими, сировиною.

При цьому, згідно плану щорічно відбуваються капітальні ремонті виробничих потужностей. Це дозволяє заводу триматися в числі кращих у своєму сегменті. Ще з початку роботи заводу було налагоджено правильний технологічний процес виробництва та ретельно підібрані усі сировинні складники. Свідченням цього є високі оцінки продукції на щорічних конкурсах якості.

Головна мета будь-якого виробництва – додавати цінність для споживача, суспільства, економіки. ТОВ «ЗАВОД «ТЕХНО» в м. Черкаси справляється з цим завданням на відмінно. Ми пишаємося результатами нашої роботи для споживача, персоналу. Ми служимо суспільству, забезпечуючи найкращу якість, надійність, енергоефективність будівельних рішень і систем в умовах найменших витрат.

Є багато досягнень, напрацювань, завойована довіра клієнтів, потужна виробнича база та злагоджений у діях професійний колектив. А з вливанням інвестицій компанії «SWEETONDALE» підприємство досягатиме нових висот.

**Протягом 10 років завод забезпечує великомасштабні проекти в Україні і за її межами необхідним обсягом негорючої мінераловатної теплоізоляції, яка відповідає високим міжнародним стандартам.**

Олег Кравчанський, генеральний директор
ТОВ «Завод теплоізоляційних матеріалів «ТЕХНО»
Ян Мирославович, виконавчий директор
Акціонерного товариства «Світондейл ЧЕ С.Р.О.»
(Sweetondale CZ S.R.O.)

**ТОВ «Завод теплоізоляційних матеріалів «ТЕХНО»**

**18018, м. Черкаси, вул. Різдвяна, 300**
**+38 (472) 71-97-90, 71-98-05**

Дмитрий Рудченко, генеральный директор AEROC

# ЧЕТВЕРТЬ ВЕКА МЫ ПРОИЗВОДИМ ЛУЧШИЙ ГАЗОБЕТОН!

Завод ТОВ «Аерок» г. Обухов

Запуск завода президентом Украины Л.Д. Кучмой в 1994 году , г. Обухов

Коллектив сотрудников юбиляров на заводе в г. Обухов

Запуск завода в 2008 года в г. Березань

Время необратимо, но любая круглая дата во все времена привлекала к себе особое внимание. Потому что символизировала она определенный этап, можно сказать, эпоху. И внешне ничем не примечательное число вдруг становилось значимым, разграничивающим до и после, той точкой, с которой нужно осмыслить уже ставшее историей вчера, и начать движение к тому, что сегодня пока только завтра. Это можно сказать о любом юбилее применительно к нации, государству, человеку или процветающей компании. Особенно это заметно в период неоднозначных перемен, когда причин для радости не так уж и много. Поэтому двойной юбилей заводов по производству газобетонных изделий компании «Аэрок» – двадцатипятилетие Обуховского и десятилетие Березанского – хоть и не стал пока общенациональным праздником (как отмечаемый в эти же даты День строителя), был все же заметным событием для сферы производства строительных материалов.

А все начиналось с идеи, новейшей тогда, четверть века назад, для Европы и революционной для Украины. О её значении говорит тот факт, что на запуск первой линии по производству газобетонных блоков общей проектной мощностью 80 тыс. м. куб. в год, состоявшийся на Обуховском заводе пористых изделий 22 августа 1994 г., приехал Президент Украины Леонид Кучма. Сейчас покажется несколько странным, но уже тогда его интересовал, среди прочих, вопрос экологичности и энергоэффективности производимых изделий – именно эти направления при неизменно высоком качестве остаются приоритетными для «Аэрока» до сих пор.

Спрос, как известно, рождает предложение. Популярность изделий из газобетона росла, что стало доминирующим стимулом для строительства в 2008 году с нуля нового завода– Березанского филиала компании.

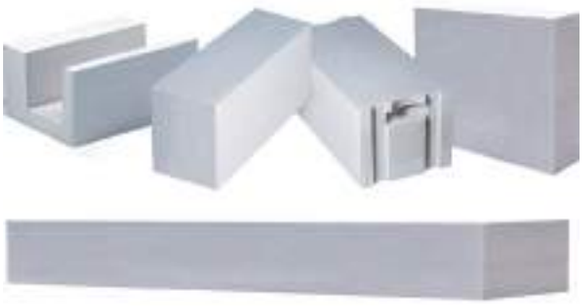
Завод ТОВ «Аерок» г. Березань

С тех пор технология производства постоянно совершенствовалась – блоки становились все легче и теплее при сохранении всех остальных физико-технических параметров, и, как шутят заводчане, скоро они будут «производить воздух с параметрами огнеупорного кирпича». Здесь лишь доля шутки, ведь сейчас на предприятии выпускают конструкционно-теплоизоляционные блоки плотностью D300, а проведенные недавно огнеупорные испытания подтвердили способность газобетонных блоков AEROC выдерживать тысячеградусную температуру в течение трех часов без ущерба для других характеристик изделия. При строительстве дома из такого газобетона, для обеспечения действующих в Украине норм по теплосопротивлению достаточно возведения однослойной стены шириной 300 мм. без дополнительного утепления.

Коллектив сотрудников юбиляров на заводе в г. Березань

За годы работы значительно расширился ассортимент и более чем в 10 раз увеличился объём выпускаемой продукции, который сейчас составляет около 1 млн. 100 м. куб. в год. Сегодня это не только традиционные стеновые и перегородочные блоки, но и инновационные теплоизоляционные панели AEROC Energy, не имеющие аналогов у других производителей газобетона на постсоветском пространстве, а также армированные изделия – перемычки, плиты покрытия и перекрытия, являющиеся эксклюзивными продуктами. С их помощью легко можно реализовывать самые смелые архитектурные энергоэффективные и экологические решения. Следует добавить, что строителей привлекает простота кладки из блоков AEROC: работать с ними просто и быстро благодаря точным геометрическим размерам изделий и удобной в монтажной системе «паз-гребень».

Но все эти достижения, наверное, были бы невозможны без главного капитала любой процветающей компании – крепко спаянного, проверенного временем и ежедневной кропотливой работой коллектива. Неудивительно, что на предприятиях трудятся уже целые династии поколений.


Ассортимент продукции выпускаемый AEROC

Такова натура человеческая, что постоянно хочется большего. Видимо, мало «аэроковцам» известности по всей Украине и за ее пределами, о чем красноречиво свидетельствуют многочисленные призы и дипломы самых престижных национальных конкурсов. Есть у них и собственная путеводная звезда в далеком созвездии Весов, о чем есть соответствующая запись в международном реестре небесных красавиц.

Впрочем, так и должно быть – человеку без мечты, к которой ведет Его звезда, жить невозможно. Главное – хотеть достичь этих высот. У коллективов юбиляров это точно есть.

**Газобетон это AEROC, AEROC это качество, а качество это гонка без финиша!**

ГАЗОБЕТОН – это AEROC

# ЄВРОТОН

справжні цінності

# КЛІНКЕРНА ТА ЛИЦЬОВА ЦЕГЛА

www.euroton.com.ua

**Безкоштовна телефонна лінія: 0 800 504 20 20**

# ВЧЕНИЙ, ПЕДАГОГ І ОСОБИСТІСТЬ

**В перші мирні роки після другої світової війни на українському Поліссі народився маленький хлопчик, який у часи незалежної України став одним із наукових лідерів в області хімії силікатів і композиційних матеріалів – Валентин Анатолійович Свідерський.**

Дитячі та юнацькі роки Валентина Свідерського пройшли у рідному м. Ракитне у безпосередній близькості від місцевого склозаводу, де працював його батько. Тож з дитинства мав він змогу захоплюватися працею силікатників – скловарів, що багато в чому визначило його долю.

Ця доля та все життя Валентина Свідерського пов'язані з Київським політехнічним інститутом, де він пройшов звитяжний шлях від студента і аспіранта до завідувача кафедри хімічної технології композиційних матеріалів.

Його інноваційні експериментально-теоретичні розробки в галузі хімічної технології силікатів і композиційних матеріалів відзначаються широким спектром напрямків: захисні та декоративні покриття, в'яжучі матеріали, кераміка, ресурсозбереження. Ці розробки впроваджено у військово-промисловому комплексі, на підприємствах промисловості будівельних матеріалів, при ліквідації наслідків аварії на Чорнобильській АЕС.

Результати досліджень В.А. Свідерського отримали визнання національної та світової наукової спільноти. Вони опубліковані у близько 500 наукових працях – монографіях, статтях у фахових виданнях, апробовані на чисельних міжнародних конференціях. Новизна розробок підтверджена авторськими свідоцтвами та патентами на винахід.

Це стало основою для отримання вченого ступеню доктора технічних наук (1987 р.) і вченого звання професора (1990 р.).

Йому присвоєно почесні звання «Заслужений діяч науки і техніки України» (2004 р.), «заслужений працівник цементної промисловості України» (2009 р.), він удостоєний Державною премією України.

Він став академіком Інженерної академії наук України (1992г.) та Нью-Йоркської академії наук (США).

В.А. Свідерський має великий досвід педагогічної роботи по підготовці висококваліфікованих кадрів спеціалістів промисловості та науковців, під його науковим керівництвом підготовлено 10 докторів та 25 кандидатів технічних наук, він є головою спеціалізованої вченої ради по захисту дисертацій, удостоєний відзнаки «Відмінник освіти України».

Глибокий інтелектуальній та професійний рівень В.А. Свідерського поєднується з його активною громадянською позицією – розумінням патріотизму за ступенем власного вкладу в розбудову рідної країни, у зміцнення її обороноздатності та інноваційний розвиток національного виробництва.

Колеги по робот та друзі відзначають яскраві риси його особистості – всебічну ерудованість, позитивну емоційність, вимогливість та наполегливість у вирішенні наукових, педагогічних і організаційних питань.

Рідна родина любить і поважає його як вірного чоловіка, дбайливого батька, зворушливого дідуся.

Свій ювілей професор В.А. Свідерський зустрічає повний нових наукових ідей на робочій вахті по підготовці нової когорти силікатників, які мають примножити славу України та рідного університету.

**Доброго здоров`я та козацької вдачі, дорогий Валентин Анатолійович!**

УДК 666.972

Лаповська С. Д.

**Лаповська С. Д.**, д.т.н., заст. директора з наукової роботи,
Державне підприємство «Український науково-дослідний
і проектно-конструкторський інститут будівельних матеріалів
та виробів «НДІБМВ»,
Україна, 04080, м. Київ, вул. Костянтинівська, 68,
✉ labbmsp@ukr.net, ndibmv@ukr.net ☎ +38(044) 425-37-75

**S. Lapovska**, doctor of technical sciences., deputy director for science,
State Enterprise «Ukrainian research
and design institute of building materials
and products «NDIBMV»,
04080, Kyiv, Kostyantinivska str., 68,
✉ labbmsp@ukr.net, ndibmv@ukr.net ☎ +38(044) 425-37-75

# ВПЛИВ ХАРАКТЕРИСТИК ВАПНА НА СТАБІЛЬНІСТЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЯКІСТЬ АВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНУ

## ВЛИЯНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ИЗВЕСТИ НА СТАБИЛЬНОСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ И КАЧЕСТВО АВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНА

## THE IMPACT OF THE CHARACTERISTICS OF LIME STABILITY ON THE TECHNOLOGY AND THE AERATED AUTOCLAVED CONCRETE QUALITY

**Анотація.** В статті показано, що найбільший вплив на стабільність функціонування технології та якість ніздрюватих бетонів має нестабільність властивостей вапна, як основного компоненту, який визначає параметри технології і властивості готових виробів. Запропонована коригуюча залежність тривалості ізотермічної витримки від масової частки активного вапна, що дозволяє досягти необхідного стану цементуючих речовин.
**Ключові слова:** активність, бетон, вапно, кремнеземистий компонент, міцність.
**Summary.** The article shows that the greatest influence on the stability of the functioning of the technology and the quality of the aerated autoclaved concrete is the instability of the properties of lime as the main component, which determines the parameters of technology and the properties of finished products. Correcting the relationship between the duration of the isothermal hold, and the mass fraction of lime, which allows you to achieve the desired state of cementitious materials is proposed.
**Keywords:** activity, concrete, lime, siliceous component, strength.
**Аннотация.** В статье показано, что наибольшее влияние на стабильность функционирования технологии и качество ячеистых бетонов имеет нестабильность свойств извести, как основного компонента, который определяет параметры технологии и свойства готовых изделий. Предложена корректирующая зависимость продолжительности изотермической выдержки от массовой доли активной извести, позволяющая достичь необходимого состояния цементирующих веществ.
**Ключевые слова:** активность, бетон, известь, кремнеземистый компонент, прочность.

Ніздрюватий бетон автоклавного твердження – це матеріал, що дозволяє забезпечувати сучасний рівень теплоізоляції в одношарових огороджувальних конструкціях. Різноманітні й численні дослідження, проведені провідними зарубіжними і вітчизняними вченими, доводять, що автоклавний ніздрюватий бетон є наступним після дерева екологічним і сприятливим для людини будівельним матеріалом на всіх етапах його створення – починаючи від сировинних матеріалів, процесу виробництва, використання у будівництві будинків, експлуатації та закінчуючи переробкою відходів. Цей універсальний будівельний матеріал повністю підходить для спорудження так званих пасивних та активних будівель з наднизьким споживанням енергії.

В Україні в останні роки введено в дію потужні підприємства з виробництва виробів з автоклавного газобетону, що вимагає особливої уваги до цього матеріалу. Основна особливість сучасних виробництв – це виготовлення виробів з конструкційно-теплоізоляційного газобетону, який забезпечує виконання теплоізоляційних і конструкційних функцій в огороджувальній конструкції.

Проведені дослідження виробів з ніздрюватого бетону дозволили значно розширити можливості їх використання в практиці вітчизняного будівництва.

Стабільність технології виробництва ніздрюватих бетонів і, як наслідок їх якість, залежить від багатьох факторів, до числа яких відносяться: якість сировинних матеріалів і стабільність їх властивостей, точність дозування вапна та піску при виготовленні вапняно-кремнеземистого в'яжучого, існуючі допуски в технологічних параметрах і переділах, похибки вимірювань тощо.

Як відомо, найбільший вплив на стабільність функціонування технології та якість ніздрюватих бетонів має нестабільність властивостей вапна, як основного компоненту, що визначає параметри технології і властивостей готових виробів. До числа найважливіших показників властивостей вапна слід віднести масову частку активних CaO+MgO (активність вапна), час та максимальну температуру гашення, масову частку MgO і «перепалу», потенціал і динаміку тепловиділення, стабільність його властивостей.

В'яжучим для автоклавних газобетонів є молота вапняно-кремнеземиста суміш, показником якості якої служить її активність (масова частка CaO+MgO у ній, дисперсність суміші та кремнеземистого компоненту в складі суміші, матеріальний склад, потенціал і динаміка тепловиділення суміші). Використовуючи вапно низької активності (яке задовольняє вимогам нормативних документів), досить важко забезпечити потрібну активність суміші за масовою часткою CaO+MgO в ній та іншими параметрами. Навіть якщо і вдається витримати задану активність вапняно-кремнеземисто-піщаної суміші, то буде змінюватися матеріальний склад суміші за масовою часткою піску, карбонатної складової та домішок в ній. Розглянемо вплив вапна низької активності на параметри, технологічні переділи виробництва та якість ніздрюватобетонних виробів починаючи з моменту надходження вапна на склад завода-споживача.

Вапно, яке надійшло на склад, взаємодіючи з вологою та вуглекислотою повітря загашується та карбонізується, в результаті чого знижується його активність за масовою часткою оксиду кальцію ($A_в$), максимальна температура (tmax) та термін гідратації ($\tau_в$), потенціал ($Q_в$) і динаміка (dQв/dтв) тепловиділення. При транспортуванні вапна споживачу та збереженні його на складі також ймовірна його взаємодія з вологою та вуглекислотою повітря. Тому ще до використання вапна безпосередньо в технологічному процесі можливо існування змін його якості [1, 2].

Вапно поступає на заводи ніздрюватобетонних виробів, як правило, у вигляді грудок, які перед застосуванням піддаються дробленню. Під час операції дроблення фізико-механічні властивості вапна суттєво не встигають змінитися, за виключенням геометричних розмірів часток, хоча в процесі дроблення можливе деяке усереднення властивостей вапна.

Етапом, на якому вплив якісних характеристик вапна відіграє істотну роль, є приготування меленої вапняно-піщаної суміші (ВПС). З точки зору однорідності та фізико-хімічної активності ВПС кращим є сухий сумісний помел вапна та піску.

Вхідними партерами даного етапу технології є властивості вапна та піску (хімічний склад, вологість $W_в$, масова частка домішок, гранулометрія та інші), а вихідними параметрами – властивості вже іншого напівфабрикату – молотої ВПС з її активністю Авпс, дисперсністю вапна $S_в$ і $S_п$ у складі суміші, потенціалом тепловиділення, динамікою гідратації тощо.

Задану активність молотої ВПС можливо отримати як з використанням вапна 1, 2 сортів, так і з використанням вапна 3 сорту з активністю 70 % за CaO акт. При зміні активності вапна для отримання заданої активності суміші змінюється матеріальний склад (МС) ВПС за вмістом кремнеземистого компоненту ($SiO_2$), карбонатної складової ($CaCO_3$) і домішок (Д).

Зміна матеріального складу ВПС природно впливає на її розмелоспроможність, так як цей показник для складових компонентів ВПС різний. В цій ситуації для забезпечення необхідної питомої поверхні вапна і піску в суміші буде потрібно різний час помелу, тобто час перебування ВПС у млині. При цьому задана питома площа поверхні піску в складі суміші при різній активності вапна, що використовується, не буде відповідати одному й тому ж фіксованому значенню питомої площі поверхні суміші; при одній і тій же питомій площі поверхні піску в суміші, але при різному матеріальному складі. Сумарна поверхня частинок піску в ВПС значно мінятиметься. Якщо розглянути вплив коливань активності вапна на приготування ВПС, то отримані партії молотої ВПС будуть характеризуватися перемінними властивостями активності суміші, її матеріального складу, тонини помелу вапна та піску в суміші, потенціалу тепловиділення та термінами гідратації; окрім цього, ВПС буде мати і різну водопотребу.

Якість вапна (особливо за показником активності і змінності її властивостей) вносить елемент нестабільності в усі технологічні переділи і, в кінцевому підсумку, призводить до нестабільності властивостей та зміни якості автоклавного газобетону

При регламентованій величині водотвердого відношення (В/Т) це змінить реологічні властивості формовочної суміші та умови формування структури сирцю (СС), і, відповідно, його властивості: в'язкість ($\eta_c$), температуру ($t_c$), вологість ($W_c$), пластичну міцність ($R_c$) і середню густину ($\rho_c$). Все це виявляється результатом зміни потенціалу та динаміки тепловиділення формувальної суміші, термінів її гідратації і тверднення.

Параметри відформованого сирцю впливають на умови формування структури матеріалу (СБ) і є вхідними для етапу автоклавної обробки, в результаті якої формуються матеріал з певними параметрами макроструктури (П/Макр.) і мікроструктури (П/Мікр.).

У відношенні мікроструктури мова йде про наступні її параметри: масову частку цементуючих речовин ($C_{цв}$), коефіцієнт основності (Косн), питому площу поверхні ($S_{цв}$) і питому теплоємність змочування цементуючих речовин ($g_{цв}$); відносно ж параметрів мікроструктури – про обсяг ніздрюватих пор ($V_{нп}$), обсяг мікропор($V_{мп}$), радіус пор ($r_п$).

Параметри мікро- і макроструктури визначають, у свою чергу, основні властивості ніздрюватого бетону: середню щільність ($\rho_c$), міцність ($R_б$), вологісну усадку ($E_w$), морозостійкість (F), а в кінцевому рахунку і собівартість готової продукції (СГП).

Якщо розглянути склади ніздрюватих бетонів, отриманих із вапна з розрахунковою активністю 72, 82 і 92 %, при активності ВПС 38-42 % та питомій поверхні ВПС в межах 350….400 м$^2$/кг в залежності від часу ізотермічної витримки в автоклаві (табл. 1, табл. 2), то можна зазначити, що збільшення тривалості автоклавної обробки газобетону сприяє найбільш повному зв'язуванню CaO і $SiO_2$ в гідросилікати кальцію, причому при використанні високоактивного вапна (>90 %) проходить найбільш повне та швидке зв'язування CaO і $SiO_2$ (рис. 1 – рис. 3); у разі використання вапна активністю 70-80 % ріст вмісту цементуючих речовин дещо відстає і вони представлені більш високоосновними новоутвореннями в порівнянні з вапном більш високої активності.

Характер наростання міцності (рис. 4, рис. 5) відповідає динаміці зв'язування CaO і $SiO_2$ в гідросилікати кальцію та якісному складу останніх. У зразків газобетону, що виготовлені на вапні високої активності, в перші години ізотермічної витримки зростання міцності при стиску/згині йде значно швидше, ніж у зразків з активністю вапна 72-82 %. Першого максимуму міцності швидше досягають зразки виготовлені на високоактивному вапні. Узагальнення результатів виконаних досліджень впливу коливань активності вапна на процеси структуроутворення та динаміку росту міцності автоклавного газобетону (табл. 3) показують закономірний зв'язок тривалості досягнення необхідного стану цементуючих речовин і максимальної міцності з активністю застосовуваного вапна.

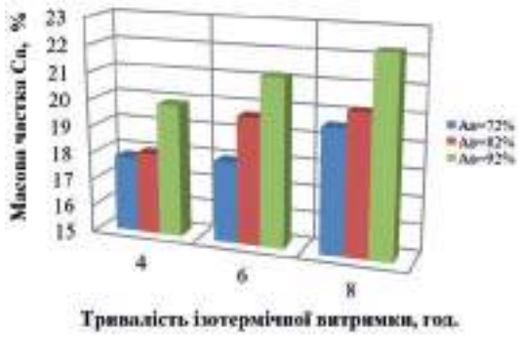



Рис. 1. Кінетика зв'язування CaO за автоклавної обробки в залежності від активності використаного вапна

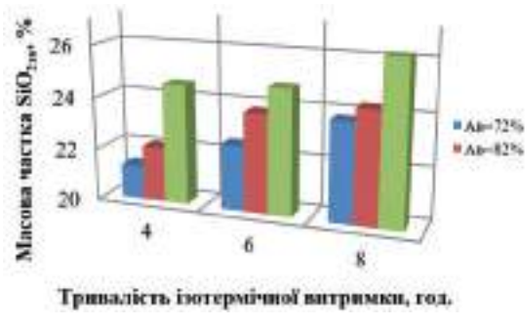



Рис.2. Кінетика зв'язування $SiO_2$ за автоклавної обробки в залежності від активності використаного вапна

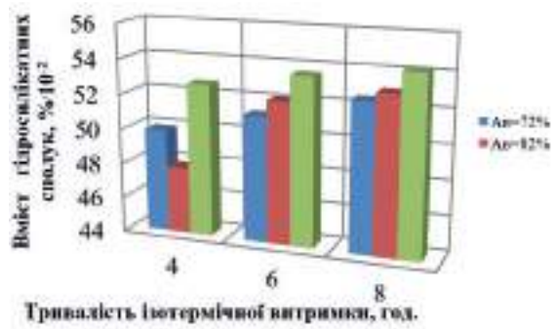



Рис. 3. Кінетика синтезу гідросилікатів кальцію в складі автоклавного газобетону залежно від активності використаного вапна

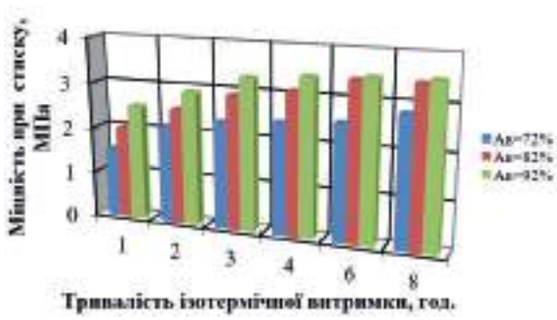



Рис. 4. Динаміка росту міцності при стиску автоклавного газобетону в залежності від активності використаного вапна

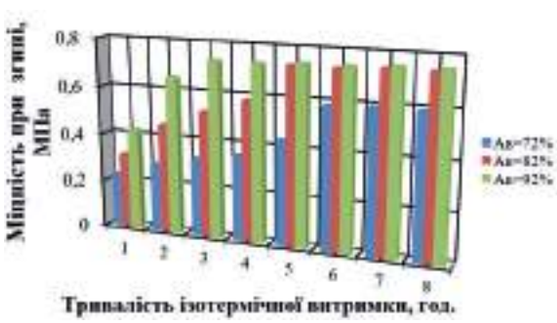



Рис.5. Динаміка росту міцності при згині автоклавного газобетону в залежності від активності використаного вапна

**Умовами необхідного стану цементуючих речовин є:**

1) $C_{цв}=(CaO_{зв}+SiO_{2зв}+H_2O_{гідр})/100=0,53$; (1)

2) $K_{осн}=CaO_{зв}/ SiO_{2зв}$€1; (2)

3) Мінералогічний склад повинен бути представлений низькоосновними гідросилікатами кальцію з присутністю тобермориту 11,3 Å.

Тривалість досягнення необхідного стану цементуючих речовин і максимальної міцності відрізняється, як мінімум, на 2 години на кожні 10 абсолютних % зниження активності вапна у порівнянні з вапном типової активності (72 % за масової частки CaO).

Активність вапна 70 % може вважатися пороговою, оскільки при збільшенні активності вапна понад 70 % (на 10 абсолютних відсотків) час необхідного коректування тривалості ізотермічної витримки складає вже не 2 год., а 0,5...1 год. Поряд із зазначеним слід підкреслити, що ефект позитивного впливу високоактивного вапна на структуроутворення має свої обмеження [3,4 ].

При використанні вапна з найбільшою активністю процеси структуроутворення та наростання міцності газобетону йдуть дійсно значно швидше в порівнянні з іншими, які були використані в експериментах, партіями вапна, але при цьому показники максимальної міцності газобетону виявляються у 1,5 рази нижче. Це, можливо, пов'язано з малим вмістом у високоактивному вапні карбонатної складової у вигляді карбонатного спуриту, який відіграє позитивну роль у конгломератній структурі газобетону.

За результатами експериментальних досліджень з урахуванням забезпечення необхідного стану цементуючих речовин (щодо їх отримання, коефіцієнту основності та мінералогічного складу) запропонована коригуюча залежність тривалості ізотермічної витримки від масової частки активного вапна в границях від 70 (72) % до 90 (92) %:

$$\tau_{із} = 1437 - 0,12\ A_в \quad (3)$$

де: $\tau_{із}$ – тривалість екзотермічної витримки, год.; $A_в$ – активність вапна, %.

Встановлена залежність дозволяє призначати тривалість ізотермічної витримки з урахуванням локалізації впливу вапна перемінної активності на досягнення необхідного стану цементуючих речовин і необхідної якості матеріалу.

## Висновок

За результатами проведених досліджень підтверджено, що стабільність технології виробництва ніздрюватих бетонів і, як наслідок їх якість, залежить від багатьох факторів, до числа яких відносяться: якість сировинних матеріалів і стабільність їх властивостей, точність дозування компонентів при виготовленні вапняно-кремнеземистого в'яжучого.

Таблиця 1.

Мінералогічний склад газобетонної суміші за результатами рентгеноструктурного аналізу

| Активність вапна, Ав, % | Мінералогічний склад газобетону після ізотермічної витримки в автоклаві впродовж: | | |
|---|---|---|---|
| | 7 год | 9 год | 12 год |
| 72 | Кварц, Спурит<br>CSH+T(гель) | Кварц, Спурит<br>CSH+T(гель) | Кварц, Спурит<br>T(крист) |
| 82 | Кварц, Спурит<br>CSH+T(гель) | Кварц, Спурит<br>T(гель)+CSH | Кварц, Спурит<br>T(крист)+CSH |
| 92 | Кварц, Спурит (мало)<br>T (гель) | Кварц, Спурит (мало)<br>T (гель) | Кварц, Спурит (мало)<br>T (крист) |

Таблиця 2.

Кількісний фазовий склад автоклавного газобетону за даними ДТА

| Активність вапна, Ав, % | Фазовий склад (%) газобетону після ізотермічної витримки в автоклаві впродовж: | | |
|---|---|---|---|
| | 7 год | 9 год | 12 год |
| 72 | T=19,5<br>CSH(I)=5,7<br>CSH(II)=7,22 | T=20,3<br>CSH(I)=5,8<br>CSH(II)=6,75 | T=20,2<br>CSH(I)=8,65<br>CSH(II)=6,67 |
| 82 | T=21,0<br>CSH(I)=9,32<br>CSH(II)=6,53 | T=19,5<br>CSH(I)=5,3<br>CSH(II)=7,2 | T=21,8<br>CSH(I)=5,33<br>CSH(II)=6,95 |
| 92 | CSH(I)=10,0<br>CSH(II)=15,30 | CSH(I)=11,3<br>CSH(II)=15,0 | CSH(I)=9,3<br>CSH(II)=14,5 |

Таблиця 3.

Характеристика складу, структури та властивостей автоклавного газобетону, який отримано на вапні перемінної активності

| Ав, % | $R_{max}$, МПа | Час досягнення, год, необхідного: | | | | | $\tau_{ср}$ | Показники стану цементуючих речовин | | ρ, кг/м³ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $R_{max}$ | мінералогічного складу | | Сцв | Косн | | | | |
| | | | ДТА | РФА | | | | Сцв, % за масою | Косн | |
| 72 | 2,4-2,8 | 6 | 5 | 5 | 7 | 5 | 5 | 0,5 | 0,81 | 400 |
| 82 | 2,9-3,3 | 5 | 5 | 5 | 7 | 5 | 5 | 0,46 | 1,0 | 400 |
| 92 | 2,5-3,3 | 3 | - | 1 | 5 | 1 | 3 | 0,49 | 0,87 | 400 |

Примітка. $R_{max}$ – максимально досягнута міцність при стиску; $\tau_{ср}$ – час досягнення максимальної міцності потрібного стану цементуючих речовин; $C_{цв}$ – вміст цементуючих речовин; $K_{осн}$ – коефіцієнт основності цементуючих речовин; ДТА – диференційно-термічний аналіз; РФА – рентгенофазовий аналіз, ρ, кг/м³ – середня густина.

За результатами експериментальних досліджень з урахуванням забезпечення необхідного стану цементуючих речовин (щодо їх утримання, коефіцієнту основності та мінералогічного складу) запропонована коригуюча залежність тривалості ізотермічної витримки від масової частки активного вапна в границях від 72 до 92%. Встановлена залежність дозволяє призначати тривалість ізотермічної витримки з урахуванням локалізації впливу вапна перемінної активності на досягнення необхідного стану цементуючих речовин.

**Література:**

1. Термодинамический электронный аспекты свойств композиционных материалов для строительства и экозащиты /под науч.ред.Л.Б. Сватовской. – СПб.: ОАО «Издательство Стройиздат СПб», 2004. – 176 с.
2. Воронин А.И. Качественный анализ влияния колебаний свойств извести на процессы технологии силикатных ячеистых бетонов / А.И. Воронин: -. Эффективные композиты, конструкции и технологии: Межвузовский сб. науч. трудов – Воронеж, 1991. – С. 145-153.
3. Хигерович М.И. Физико-химические и физические методы исследований строительных материалов / М.И Хигерович., А.П Меркин: – М.: Высшая школа, 1986. – 190 с.
4. Состав, структура и свойства цементных бетонов / Под ред. Г.И. Горчакова. – М.: Стройиздат, 1976. – 144 с.

УДК 666.94

Саницький М. А. Кропивницька Т. П. Гев`юк І. М.

**Саницький М. А.**, д.т.н., професор,
завідувач кафедри будівельного виробництва,
✉ msanytsky@ukr.net, ☎ +38 032 258-25-41,
**Кропивницька Т. П.**, к.т.н.,
доцент кафедри будівельного виробництва
✉ tkropyvnytska@ukr.net, ☎ +38 096-57-47-212,
Національний університет «Львівська політехніка»,
вул. С. Бандери, 12, м. Львів, 79013, Україна
**Гев`юк І. М.**, к.т.н., нач. лабораторії та ВТК,
✉ labcem@ifcem.if.ua ☎ +38 067 344 84 30,
ПрАТ «Івано-Франківськцемент»,
с. Ямниця, 77244, Україна

**M. Sanytsky**, Dr.Sc, professor,
head of department of Building production
✉ msanytsky@ukr.net, ☎ +38 032 258-25-41,
**T. Kropyvnytska**, PhD,
assistant professor of department of Building production
✉ tkropyvnytska@ukr.net, ☎ +38 096-57-47-212,
Lviv Polytechnic National University,
Lviv, 12 S. Bandery str., Lviv, 79013, Ukraine
**I. Geviuk**, PhD, head of testing laboratory,
✉ labcem@ifcem.if.ua ☎ +38 067 344 84 30,
JSC "Ivano-Frankivsk Cement",
Yamnytsya, 77422, Ukraine

# ШВИДКОТВЕРДНУЧІ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТИ З ДОБАВКОЮ ВАПНЯКУ

## RAPID HARDENING PORTLAND CEMENTS WITH LIMESTONE ADDITIVE

## БЫСТРОТВЕРДЕЮЩИЕ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТЫ С ДОБАВКОЙ ИЗВЕСТНЯКА

**Анотація.** У статті проаналізовано досвід широкого використання портландцементів з добавкою вапняку в країнах ЄС. Наведено показники фізико-механічних випробувань сертифікованого портландцементу з вапняком з високою ранньою міцністю CEM II/A-LL 42,5 R виробництва ПрАТ «Івано-Франківськцемент». Показано, що висока рання міцність досягається за рахунок активної структуроутворюючої ролі тонкодисперсної фракції вапняку відносно алюмінатних фаз та дії вапняку як мікронаповнювача. Швидкотверднучі портландцементи з добавкою вапняку забезпечують технологічний, технічний, екологічний та економічний ефекти при виготовленні збірного та монолітного залізобетону.
**Ключові слова:** портландцементи, висока рання міцність, вапняк, гранулометричний склад, гідратація, мікронаповнювач.
**Аннотация.** В статье проанализирован опыт широкого использования портландцементов с известняком в странах ЕС. Приведены показатели физико-механических испытаний сертифицированного портландцемента с известняком с высокой ранней прочностью производства ЧАО «Ивано-Франковскцемент». Показано, что высокая ранняя прочность достигается за счет активной структурообразующей роли тонкодисперсной фракции известняка относительно алюминатных фаз и действия известняка как микронаполнителя. Быстротвердеющие портландцементы с добавкой известняка обеспечивают технологический, технический, экологический и экономический эффекты при изготовлении сборного и монолитного железобетона.
**Ключевые слова:** портландцементы, высокая ранняя прочность, известняк, гранулометричний состав, гидратация, микронаполнитель.
**Annotation.** The article analyzes the experience of the wide use of Portland cements with limestone additive in the EU countries. The indexes of physical-mechanical tests of certified Portland limestone cement with high early strength CEM II/A-LL 42.5 R produced by PJSC «Ivano-Frankivsk Cement» are given. It is shown that high early strength is achieved due to the active structure formation role of the fine-grained limestone fraction relative to the aluminate phases and the limestone action as a microfiller. Rapid-hardening Portland cements with limestone additive provides technological, technical, ecological and economic effects in the production of prefabricated and monolithic reinforced concrete.
**Keywords:** Portland cements, high early strength, limestone, granulometric composition, hydration, microfiller.

### Постановка проблеми

Основною тенденцією розвитку будівельної галузі є перехід на енерго- та ресурсозберігаючі технології виробництва будівельних матеріалів. Ключовим матеріалом, що широко застосовується у будівництві, на сьогодні залишається портландцемент. Провідні цементні компанії всього світу виробляють понад 4,6 млрд. т цементу за рік і при цьому викидають близько 4 млрд. т $CO_2$, що складає 6-7 % від загального обсягу викидів $CO_2$ на планеті. Цементна промисловість має унікальні можливості досягти змін в секторі будівництва, використовуючи нові технологічні рішення [1]. Для досягнення цілей зниження емісії $CO_2$ до 2050 року CEMBUREAU запропоновано низьковуглецеву дорожню карту сектору цементу та бетону, одним з найбільш ефективних напрямків якої є заміщення клінкеру мінеральними складниками та впровадження нових типів цементів, що дозволить замінити значну частку високоенергоємного портландцементного клінкеру на цементозаміщуючі матеріали. При цьому розроблення швидкотверднучих порландцементів з пониженим клінкер-фактором, які забезпечують створення прогресивних технологій високоякісних бетонів, сприяє вирішенню важливої соціально-економічної проблеми, пов'язаної з необхідністю реалізації стратегії низьковуглецевого розвитку в Україні.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

На даний час у країнах ЄС з екологічних та економічних причин відбуваються зміни в номенклатурі вироблених і спожитих цементів, зокрема протягом останніх років збільшився випуск портландцементів типу CEM II класу міцності 42,5. Наглядною ілюстрацією даної тенденції є статистичні дані щодо застосування цементів CEM I, CEM II, CEM III різних класів міцності в Німеччині [2]. Як видно з рис. 1, у 2000 р. найвищий відсоток цементу (60,1%) виготовлявся класу міцності 32,5, тоді як випуск цементів класу міцності 42,5 складав 33,4 %, тобто в 1,8 разів менше. В той же час, станом на 2017 р. спостерігалось значне збільшення випуску високомарочних цементів: для класу міцності 42,5 зростання до 60,7 %, зокрема клас міцності 52,5 збільшився від 6,5 до 17 %, при цьому домінуючу роль відігравали портландцементи з добавками типу CEM II.

Слід зазначити, що у зв'язку з дефіцитом якісних гранульованих доменних шлаків (ГДШ) у ряді країн ЄС ставиться завдання повної або часткової його заміни. Це призводить до необхідності зниження вмісту ГДШ в складі цементів. Тому згідно з даними CEMBUREAU у ЄС, починаючи з 2010 р., спостерігається збільшення випуску цементів з мінеральними до-

бавками та портландцементів з добавкою вапняку CEM II/L,LL, а рівень продажу портландцементу без добавок CEM I зменшився майже в два рази. Як видно з рис. 2, у 2017 р. найбільшу частку (47%) займали портландцементи з мінеральними добавками. При цьому спостерігається подальше зростання випуску портландцементів з вапняком CEM II/L, кількість яких вже є вищою в порівнянні з портландцементом типу CEM I.

Зростання випуску портландцементів з добавкою вапняку пов'язане з тим, що вапняк отримується з власних кар'єрів цементних заводів і є одним з найбільш широко доступних сировинних матеріалів. На рис. 3 представлена оцінка доступності можливих мінеральних добавок і наповнювачів у порівнянні з кількістю виробленого цементу.

Характерно, що вапняк є не лише головною природною сировиною для виробництва портландцементного клінкеру, але й відноситься до складників цементів, зокрема він є повноцінним компонентом портландцементів з вапняком CEM II/A,B-LL (L) і портландцементів композиційних CEM II/A,B-M. Крім цього виробники цементів також часто використовують вапняк як додатковий складник (до 5,0 мас.%). Згідно EN 197-1 вапняк, що використовується як мінеральна добавка для цементу, позначається літерами L або LL, а як основний складник портландцементів повинен відповідати вимогам щодо вмісту карбонату кальцію ($CaCO_3$ має становити не менше 75 мас. %), а також вмісту глинистих мінералів відповідно до EN 933-9, який не повинен перевищувати 1,20 г/100 г, та вмісту загального органічного вуглецю (TOC) при визначенні згідно EN 13639, який має відповідати одному з наступних критеріїв: для LL – не більше 0,20 мас. %, для L – не більше 0,50 мас. %.

Заміщення частини портландцементного клінкеру вапняком, окрім екологічного ефекту та економічної ефективності, дозволяє отримати цементи перш за все з покращеними технологічними властивостями [4]. У цілому, фізико-механічні властивості портландцементів з вапняком залежать насамперед від вмісту вапняку в складі цементу, хімічного і мінералогічного складу портландцементного клінкеру та питомої поверхні отриманого цементу (тонини помелу). Економічна ефективність використання вапняку полягає в зменшенні витрат на виробництво портландцементу CEM II/A-LL шляхом пониження клінкер-фактору при забезпеченні показників міцності на рівні портландцементу CEM I. При цьому екологічний ефект виробництва портландцементів з вапняком забезпечується за рахунок зниження викидів $CO_2$ і оксиду азоту, що утворюються в процесі виробництва портландцементного клінкеру.

У роботах В.М. Колбасова, В.В. Тимашова та ін. [5, 6] показано дію карбонатних добавок на структуру цементого каменю, а також їх позитивний вплив на будівельно-технічні властивості портландцементів, що обумовлено хімічною взаємодією карбонатних добавок з алюмінатними фазами портландцементного клінкеру. Карбонатні добавки в цементах, окрім участі в процесах фазоутворення, є підкладкою для кристалізації гідратних утворень, прискорюють процеси гідратації і забезпечують добре зчеплення між складовими каменю, тобто вапняк у цементах з мінеральними добавками сприяє повнішому прояву активності іншими компонентами системи. Добавка вапняку в складі портландцементів сприяє зменшенню водопотреби, розшарування та водовідділення бетонних сумішей, підвищенню їх водоутримувальної здатності, пластичності, щільності та однорідності. При цьому знижуються усадка та водопоглинання бетонів, покращується їх атмосферо-, водо-, морозостійкість і отримується світліший колір бетону.

Рис. 1. Випуск цементів різних класів міцності у Німеччині

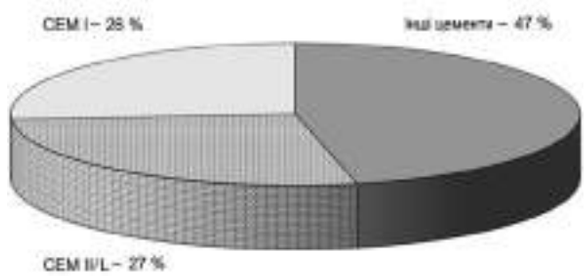



Рис. 2. Типи цементів, що виготовляються в країнах ЄС (2017 р.)

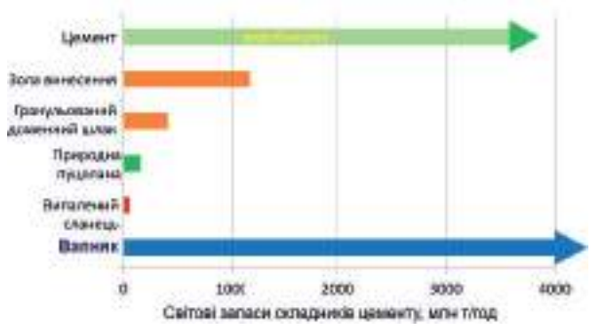



Рис. 3. Світове виробництво та запаси складників цементу [3]

Як зазначають Й. Штарк і В. Бернт [7], вапняк є особливо ефективним за тонкого подрібнення. Внаслідок цього забезпечується ширший діапазон розподілу зерен за фракціями, що дозволяє збагатити систему дрібнішими частинками і тим самим зменшити об'єм пустот між зернами потландцементного клінкеру. Під час тверднення такої цементуючої системи карбонат кальцію активізує реакції гідратації з утворенням гідрокарбоалюмінатів кальцію та етрингіту.

З огляду на реалії виробництва і споживання портландцементів з вапняком в країнах ЄС і прагнення України також зайняти своє місце на європейському ринку цементів, представляється доцільним розглянути питання випуску таких цементів в Україні, так як використання гранульованого доменного шлаку як основної добавки до цементів останнім часом пов'язане з певними труднощами, зокрема їх транспортуванням на значні відстані та ін.

## Властивості портландцементу з вапняком

ПрАТ «Івано-Франківськцемент» – перший в Україні виробник портландцементів, який використовує карбонатну добавку – вапняк найвищої якості (LL) з родовища в Івано-Франківській обл. Вапняк – осадова, мономінеральна порода, що складається переважно з кальцію карбонату ($CaCO_3$) у формі кристалів кальциту різного розміру та незначної кількості домішок. У природньому стані вапняк характеризується вологістю на рівні 8-10%, що вимагає теплоенергетичних затрат на його сушіння. Після повного насичення водою вологість гранул вапняку зростає до 14% (рис. 4).

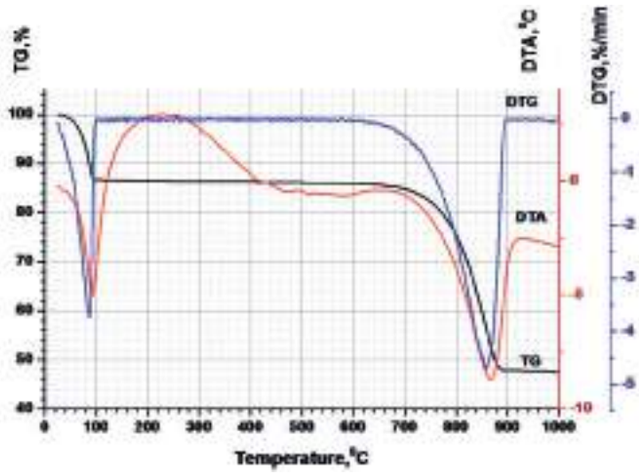



Рис. 4. Термограма вапнякового каменю після насичення водою

ПрАТ «Івано-Франківськцемент» використовує енергозберігаючу та високопродуктивну технологію «сухий» спосіб і широко впроваджує досягнення науки і техніки та передовий досвід у виробничі процеси. Використання сучасної технології помелу в замкненому циклі дозволяє одержувати широкий асортимент цементів шляхом як сумісного, так і роздільного помелу клінкеру і добавок в млинах з сепараторами останнього покоління. Процеси виготовлення цементів перебувають під контролем аналітичної техніки; найсучасніше обладнання лабораторії та контролю технологічного процесу дозволяє системно забезпечувати якість сировинної суміші, клінкеру та безпосередньо самого цементу на високому рівні [8].

На ПрАТ «Івано-Франківськцемент» сертифіковано портландцемент з добавкою вапняку (LL) класу 42,5 з високою ранньою міцністю (R): умовне позначення EN 197-1 CEM II/A-LL 42,5R; позначення згідно ДСТУ Б В.2.7-46:2010 – ПЦ II/А-В-500Р-Н.

Комплексною оцінкою дисперсності портландцементу з вапняком ПЦ II/А-В-500Р-Н встановлено, що питома поверхня $S_{пит}$ = 4300 см²/г, залишок на ситі $A_{0045}$ = 5,5%. Згідно даних лазерної гранулометрії (табл. 1), портландцемент з вапняком характеризується високим вмістом (9,01%) тонкодисперсної фракції менше 1,0 мкм; для фракцій менше 5,0 мкм вміст частинок складає 31,92%. При цьому ефективні діаметри Dv(10), Dv(50) і Dv(90) складають відповідно 1,26, 11,8 і 45,6 мкм. Об'ємний середній діаметр D [4;3] відповідає 18,4 мкм, а максимум середнього діаметра D[3;2] за розподілом питомої поверхні становить 2,92 мкм. Слід зазначити, що питома поверхня портландцементу ПЦ II/А-В-500Р-Н визначається переважно тонкою фракцією вапняку (рис. 5), яка більшою мірою сприяє його вищій реакційно-хімічній активності.

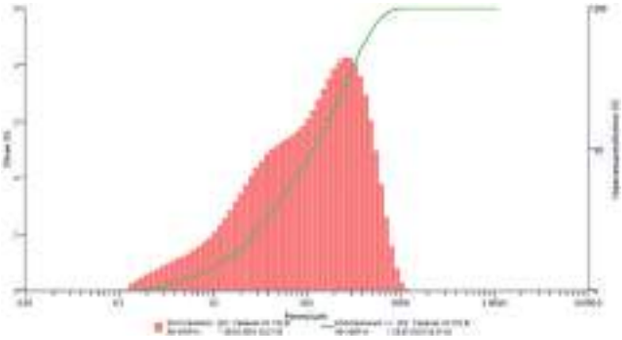


Рис. 5. Розподіл частинок за розміром портландцементу ПЦ II/А-В-500Р-Н (CEM II/A-LL 42,5 R)

Вапняк, порівняно з клінкером або гранульованим доменним шлаком, представляє собою м'який матеріал з підвищеною розмелоздатністю. Після сумісного помелу з портландцементним клінкером, вапняк забезпечує тонку фракцію (<5 мкм) в цементі (рис. 6, а), яка сприяє підвищенню активності змішаного портландцементу за рахунок оптимізації гранулометричного складу із забезпеченням більш широкого діапазону розподілу зерен за фракціями і тим самим зменшення об'єму пустот між зернами клінкеру. Тонка фракція вапняку сприяє підвищенню пластичності цементного тіста, а решта фракцій – виконує функцію мікронаповнювача, збільшуючи щільність цементуючої матриці (рис. 6, б).

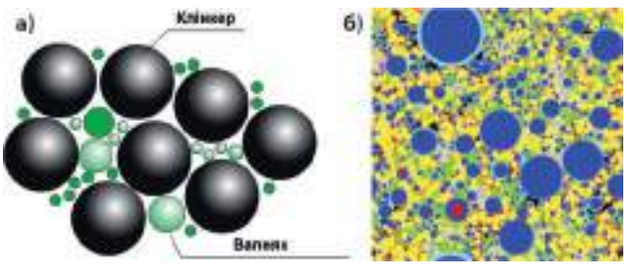



Рис. 6. Модель розподілу частинок клінкеру та вапняку після помелу (а) та після гідратації (б) для цементу з добавкою 20 мас.% вапняку

Для портландцементу з вапняком ПЦ II/А-В-500Р-Н нормальна густота цементного тіста складає 27,5%, об`ємний коефіцієнт водовідділення – 21,5%. Порівняльні фізико-механічні випробування портландцементу з вапняком проведені згідно ДСТУ Б В.2.7-187 при В/Ц=0,39 на основі монофракційного піску, а також згідно ДСТУ Б EN 196-1 при В/Ц=0,50 на поліфракційному піску, що в більшій мірі відповідає вимогам для товарного бетону. Так, при випробуванні згідно з ДСТУ Б В.2.7-187 та ДСТУ Б EN 196-1 розплив стандартного конуса цементно-піщаної суміші становить відповідно 113 та 235 мм (рис. 7). Це свідчить, що даний портландцемент забезпечує покращену легковкладальність бетонних сумішей. Основні показники портландцементу CEM II/A-LL 42,5R (ПЦ II/А-В-500Р-Н), виготовленого на основі клінкеру нормованого мінералогічного складу EN 197-1:2011 (ДСТУ Б В.2.7-46:2010), наведені в табл. 2. Звідси видно, що границя міцності на стиск через 2 та 28 діб складає $R_{c2}$=30,0 (34,0) МПа та $R_{c28}$=45,6 (52,0) МПа. Слід зазначити, що рання міцність даного цементу відповідає міцності портландцементу без добавок ПЦ I-500Р-Н.

Таблиця 1.

Гранулометричний склад ПЦ II/А-В-500Р-Н (CEM II/A-LL 42,5R)

| Ø <1 мкм, % | Ø <5 мкм, % | Ø <10 мкм, % | Ø <20 мкм, % | Ø <45 мкм, % | D[3;2] мкм | D[4;3] мкм | $D_v$(10) мкм | $D_v$(50) мкм | $D_v$(90) мкм |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 9,01 | 31,92 | 48,72 | 66,51 | 94,50 | 2,92 | 18,4 | 1,26 | 11,8 | 45,6 |

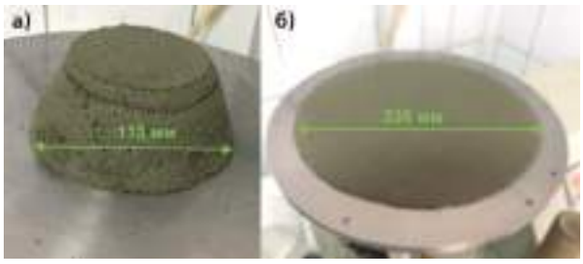



Рис. 7. Розплив стандартної цементно-піщаної суміші на основі портландцементу з вапняком, виготовленої з використанням: а – монофракційного піску згідно ДСТУ Б В.2.7-187 при В/Ц=0,39; б – поліфракційного піску згідно ДСТУ Б EN 196-1 при В/Ц=0,50

Методом диференційної калориметрії встановлено, що для ПЦ II/А-В-500Р-Н перший екзоефект становить 39,5 мВт/г; індукційний період складає 1,4 год. Другий екзоефект спостерігається через 7,0 год і відповідає 4,67 мВт/г. Теплота гідратації через 24 і 96 год складає відповідно 234 і 328 Дж/г і знаходиться на рівні портландцементу ПЦ І-500Р-Н (табл. 3).

Дослідженнями мікроструктури цементного каменю з добавкою тонкодисперсного вапняку в ранній період структуроутворення [9] встановлено (рис. 8, а), що фази C-S-H формуються на зернах алітової фази та кальциту. Це свідчить, що дрібні частинки вапняку у цементній системі можуть діяти як затравки для формування первинних продуктів гідратації (рис. 8, б) і таким чином сприяють зростанню міцності на ранній стадії.

Тонкодисперсний вапняк не є інертною добавкою, так як в процесі гідратації портландцементу взаємодіє з трикальцієвим алюмінатом з утворенням гідрокарбоалюмінатів кальцію. При цьому має місце утворення переважно низькокарбонатної форми типу $C_3A \cdot CaCO_3 \cdot 12H_2O$, яка відноситься до гексагональних AFm-фаз [10]. Для чистоклінкерного портландцементу CEM I на ранній стадії гідратації алюмовмісний мінерал $C_3A$ (7,0 мас.%) вступає у реакцію спочатку з двоводним гіпсом (5,0 мас.%) з утворенням етрингіту, а пізніше з кальцію карбонатом. Реакції їх взаємодії мають наступний вигляд:

$$\underset{2,6\%}{3CaO \cdot Al_2O_3} + \underset{5,0\%}{3CaSO_4 \cdot 2H_2O} + 26H_2O = \underset{\text{етрингіт}}{3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 3CaSO_4 \cdot 32H_2O} \quad (1)$$

$$\underset{(7,0\text{-}2,6)\%}{3CaO \cdot Al_2O_3} + \underset{1,6\%}{CaCO_3} + 12H_2O = \underset{\text{гідрокарбоалюмінат кальцію}}{3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot CaCO_3 \cdot 12H_2O} \quad (2)$$

Двоводний гіпс відноситься до малорозчинних сполук (розчинність 2,05 г/л), тоді як вапняк практично нерозчинний, тому в ранній період структуроутворення в основному проходить реакція (1). При цьому добавка 5,0 мас.% двоводного гіпсу зв'язує в етрингіт всього 2,6 мас.% $C_3A$, а решта $C_3A$ гідратується з утворенням метастабільних гідроалюмінатів кальцію $C_4AH_{13\text{-}19}$, які з часом переходять у кубічний гідроалюмінат $C_3AH_6$, що супроводжується зростанням пористості цементного каменю на 20-30%.

Слід зазначити, що в присутності тонкодисперсного $CaCO_3$ гексагональні гідроалюмінати кальцію заміщаються на більш стабільні моногідрокарбоалюмінати $C_4A \cdot CO_2 \cdot 12H_2O$ (AFm-фази), структуроутворююча роль яких з часом зростає. Групи $[CO_3]^{2-}$ в структурі $C_3A \cdot CaCO_3 \cdot 12H_2O$ упаковані паралельно до шарів $[Ca_2Al(OH)_6]^+$ і стабілізують їх. В той же час, після взаємодії з двоводним гіпсом залишається ще певна кількість (4,4 мас.%) клінкерного мінералу $C_3A$, при цьому в гексагональні гідрокарбоалюмінати кальцію зв'язується лише 1,6 мас.% $CaCO_3$. Реакції гідратації алюмоферитної фази $C_4AF$ (12,3 мас.%) відбуваються аналогічно $C_3A$ з утворенням гідроалюмоферитів кальцію, а при взаємодії алюмоферитої фази з карбонатом кальцію ще додатково зв`язується 2,5 мас.% $CaCO_3$:

$$\underset{12.3\%}{4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3} + \underset{2.5\%}{CaCO_3} + 12H_2O = 3CaO \cdot (Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3) \cdot CaCO_3 \cdot 12H_2O$$

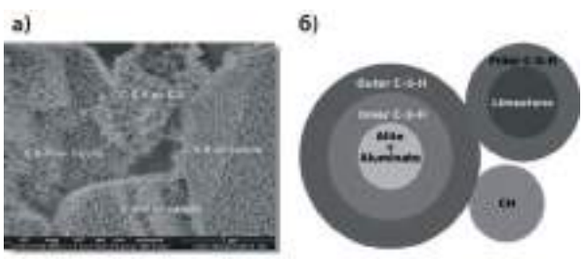



Рис. 8. Мікрофотографія портландцементу з добавкою вапняку, гідратованого 6 год (а) та модель утворення C-S-H-фаз на частинках цементу та вапняку (б) [9]

Таблиця 2.

Основні показники портландцементу з вапняком з високою ранньою міцністю CEM II/A-LL 42,5R (ПЦ II/А-В-500Р-Н) ПрАТ «Івано-Франківськцемент» при випробуванні згідно EN 197-1 та ДСТУ Б В.2.7-46

| Показник | | Вимоги EN 197-1 (ДСТУ Б В.2.7-46) | Значення |
|---|---|---|---|
| Вміст вапняку, % | | 6-20 | 12,0 |
| Нормальна густота тіста, % | | – | 29,0 |
| Терміни тужавлення, хв | початок | ≥60 | 140 |
| | кінець | – | 220 |
| Рівномірність зміни об'єму (розширення), мм | | ≤ 10,0 | 0 |
| Міцність на стиск, МПа | Рання, 2 доби | ≥ 20,0 (20,0) | 30,0 (34,0) |
| | Стандартна, 28 діб | ≥ 42,5 ≤ 62,5 (50) | 45,6 (52,0) |
| Середня активність при пропарюванні, МПа згідно ДСТУ Б В.2.7-112 | | ≥ 32,0 | 40,0 |
| Група ефективності при пропарюванні згідно ДСТУ Б В.2.7-112 | | - | I |
| Ознаки хибного тужавіння | | немає | немає |
| Вміст трикальцієвого алюмінату (C3A) в клінкері, % | | < 8,0 | 6,5-7,5 |

Таблиця 3.

Термокінетичні параметри процесу гідратації портландцементів*

| Цемент | Перший екзоефект, мВт/г | Індукційний період, год | Другий (основний) екзоефект | | Теплота гідратації, Дж/г, год | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Момент досягнення, год | величина, мВт/г | 24 | 48 | 72 | 96 |
| ПЦ I | 31,5 | 1,6 | 8,4 | 4,55 | 234 | 289 | 314 | 327 |
| ПЦ II/А-В | 39,3 | 1,4 | 7,0 | 4,67 | 232 | 295 | 321 | 328 |

*- дослідження проведені в калориметричному центрі ХНУБА під керівництвом проф. О.В. Ушерова-Маршака

Звідси витікає, що згідно стехіометрії вказаних реакцій з утворенням гексагональних AFm-фаз при вмісті 19,3 мас.% мінералів-плавнів може бути задіяно всього 4,1 мас.% тонкодисперсного карбонату кальцію, а решта виступає як мікронаповнювач, що забезпечує «ефект дрібних порошків».

Таким чином, лише незначна кількість карбонату кальцію (4-5 мас.%) відіграє активну структуроутворюючу роль за рахунок входження в структуру гексагональних AFm-фаз [11]. Тому важливе значення має наявність саме тонкодисперсної фракції вапняку, що стабілізує продукти гідратації трикальцієвого алюмінату з утворенням структурно-активних гексагональних гідрокарбоалюмінатів $C_4A \cdot CO_2 \cdot 12H_2O$, які внаслідок епітаксіальних зрощень забезпечують добре внутрішнє зчеплення між складовими цементного каменю. З іншої сторони, крупніша фракція частинок $CaCO_3$ в результаті ефекту «дрібних порошків» виступає як мікронаповнювач: частинки $CaCO_3$ розсувають зерна твердничої системи, що при відведенні продуктів гідратації сприяє прискоренню процесів гідратації, ущільненню цементного каменю та зростанню його міцності.

## Досвід використання цементів з вапняком у країнах ЄС

Виробник Gorazdze Cement (HeidelBergCement Group, Польща) проводить випуск портландцементу з вапняком типу CEM II/A-LL 42,5R [12]. Портландцемент CEM II/A-LL класу 42,5 з високою ранньою міцністю (R) за міцністю на стиск не поступається портландцементу CEM I цього ж класу міцності 42,5 (рис. 9, а). Через 24 год теплота гідратації для портландцементів CEM I 42,5 R і CEM II/A-LL 42,5R складає 268 Дж/г. Портландцемент з вапняком CEM II/A-LL 42,5R характеризується помірною водопотребою, високою ранньою міцністю, необхідною стандартною міцністю. Результати випробувань бетонів на основі CEM II/A-LL 42,5R (350 кг цементу на 1 м³ бетону) свідчать про суттєвий вплив В/Ц на міцність (рис. 9, б).

Виробником Gorazdze Cement рекомендовано застосовувати портландцемент CEM II/A-LL 42,5 R для виробництва бетону класів від С16/20 до С50/60, а також високоміцних та самоущільнювальних бетонів; виробництва великогабаритних і малих збірних елементів та бетонуванні в умовах понижених додатних температур. Даний цемент також доцільно використовувати при виготовленні бруківки, мурувальних та штукатурних розчинів. Портландцемент CEM II/ A-LL 42,5 R може використовуватись для виробництва бетонів різних класів експозиції, а також у дорожньому будівництві.

Еволюцію використання цементів з добавкою вапняку слід розглянути на прикладі ряду європейських країн [13]. Так, в Австрії вже понад 60 років використовуються цементи з добавкою вапняку типу CEM II/A для товарного та збірного бетону, а також для торкретування. На даний час також застосовуються портландцементи з більш високим вмістом вапняку: CEM II/B-M (S-LL), CEM II/B-M (V-LL). Високоякісний портландцемент з вмістом вапняку CEM II/A-LL 52,5 R з високою ранньою міцністю є найкращим типом цементу для виробництва збірних залізобетонних елементів у Данії (рис. 10, а). Його застосування дозволило скоротити час виробничого циклу при виготовленні збірних залізобетонних елементів.

Цементна промисловість Ірландії ще з 2004 р. випускає портландцементи CEM II з добавкою вапняку. Так, при реконструкції порту (рис. 10, б) – хвилеріз, пірс, вантажний причал, естакади, глибоководні причали, плавучі понтони та супутні послуги – був обраний портландцемент CEM II/A-L з огляду на його якість та консистенцію, а також універсальність за рахунок широкого діапазону застосування. Для інших частин причалу використовували залізобетонні блоки, розміщені на масивних бетонних фундаментах. Вибір CEM II/A-L дозволив використовувати одноступінчасту дозувальну установку із забезпеченням усіх вимог до бетонів.

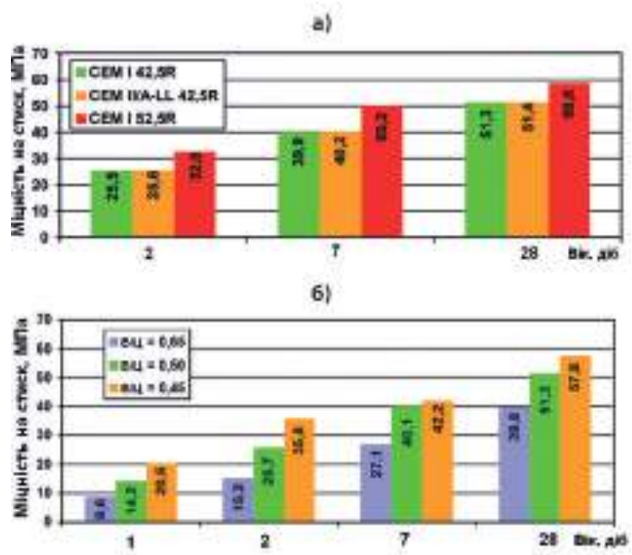



Рис. 9. Порівняльні показники міцності портландцементів (а) та бетонів на основі CEM II/A-LL 42,5R залежно від показника В/Ц (б) [12]

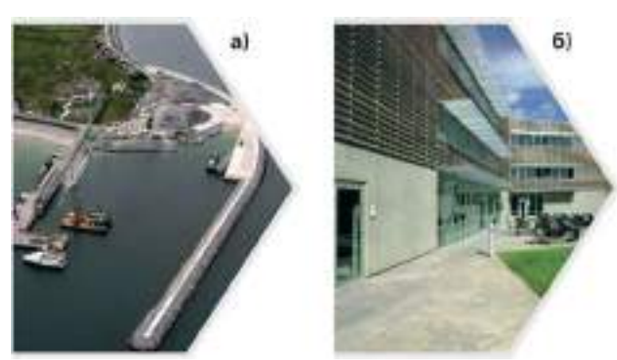



Рис. 10. Використання портландцементу CEM II/A-LL для виробництва збірних залізобетонних елементів у Данії (а) та при реконструкції порту в Ірландії (б)

У Німеччині портландцементи з добавкою вапняку CEM II/A-LL використовуються з початку 1980-х років. Для більш ефективного зниження емісії $CO_2$, німецькі виробники цементу розробили і почали випуск композиційних портландцементів типу CEM II/A-M і CEM II/B-M з добавками S-LL, V-LL відповідно до EN 197-1.

Цементна промисловість Португалії з 2002 р. розпочала виробництво портландцементу CEM II/A-L. Португальські цементні компанії також виготовляють портландцемент з добавкою вапняку CEM II/B-L класу 42,5. Більш широке використання цементів з пониженим клінкер-фактором залишається основною проблемою для цієї країни, оскільки немає наявного ГДШ, а доступність золи-винесення є обмеженою. Це призводить до збільшення промислового використання вапняку, як основної складової в цементі, зокрема білий цемент – CEM II/A-L 52,5 N був використаний для будівництва штаб-квартири Vodafone у місті Порто – основна будівля з білого бетону. Був збудований прототип натурального масштабу для перевірки специфіки білоцементної панелі з CEM II/A-L 52,5 N – колір, текстура, пластичність, дизайн панелі опалубки.

На ринок Швеції в 1999-2000 рр. успішно впроваджено новий тип портландцементу CEM II/A-LL 42,5 R з метою повної заміни портландцементу CEM I 42,5 R, який був стандартним продуктом для будівельних конструкцій. Встановлено, що в умовах холодного клімату та високих темпів будівництва перехід на цемент з меншим вмістом клінкеру може бути успішно впроваджений лише завдяки високим показникам ранньої міцності. Сьогодні CEM II/A-LL 42,5 R є основним цементом для всіх типів будівельних конструкцій Швеції.

На ринку Фінляндії з 2007 р. основними цементами загальнобудівельного призначення є портландцементи типу CEM II/A: CEM II/A-M (S-LL) 42,5 N та CEM II/A-LL 42,5 R, що продукуються в кількості 35–45%. З 2010 р. на ринок впровадили ще портландцемент CEM II/B-M (S-LL), а портландцемент CEM I вже не виготовляється. Для будівництва автомобільного мосту було використано портландцемент CEM II/B-M(S-LL) 42,5N з метою обмеження максимальної температури в масивній конструкції (близько 2 тис. м³ бетону). Оскільки в районі Турку часто переважають понижені температури, а на дорогах в зимовий період використовується сіль, особлива увага приділялася стійкості бетону до заморожування-відтавання. Тому бетони попередньо перевіряли на корозійну стійкість після заморожування-відтавання.

**Висновки**

1. В цементній галузі країн Європи найбільш поширеним цементозаміщуючим матеріалом є вапняк, який приймає участь у реакціях гідратації та є активною мінеральною добавкою відносно алюмінатної фази, а також виступає як мікронаповнювач. Внаслідок пониження капілярного ефекту тонкодисперсний вапняк сприяє підвищенню щільності бетону та значному зменшенню висолів на його поверхні. Досвід широкого використання портландцементів з вапняком у країнах ЄС свідчить, що на основі портландцементів з добавкою вапняку можна одержати високоякісні бетони, які характеризується покращеними фізико-механічними властивостями та більш світлим кольором.
2. На ПрАТ «Івано-Франківськцемент» організовано промисловий випуск портландцементу з вапняком з високою ранньою міцністю ПЦ II/A-B-500P-H (CEM II/A-LL 42,5 R), який має світлий колір, використовується для виготовлення бетонів класів C20/25...C50/60 при виробництві несучих конструкцій усіх видів будівництва, надає гладку поверхню виробам. Ефективність використання портландцементу з високою ранньою міцністю ПЦ II/A-B-500P-H проявляється передусім у підвищенні рухливості бетонних сумішей і зменшенні їх водовідділення, збільшенні ранньої міцності бетону, а також прискореному твердненні в умовах понижених додатних температур.

**Література:**

1. Концепція низьковуглецевого розвитку в цементній промисловості / М. А. Саницький, Т. П. Кропивницька, Г. С. Іващишин, Б. Г. Русин // Будівельні матеріали та вироби. – 2017. – № 5-6. – С. 10-13.
2. Schneider M. Innovation and technical trends in cement production / M. Schnejder // 20. Internationale Baustofftagung, Weimar. – 2018. – Band 1. – P. 75-80.
3. Scrivener K., John V., Gartner E. Eco-efficient cements:Potential economically viable solutions for a low-$CO_2$ cement-based materials industry/ Cement and Concrete Research – 2018 (114). – P. 2-26.
4. Cements with a high limestone content – durability and practicability / Ch. Müller, S. Palm, C.-A. Graubner, T. Proske, S. a.o. / Cement International, 2014. – 12(2). – P. 78-85.
5. Тимашев В.В. Свойства цементов с карбонатными добавками / В.В. Тимашев, В.М. Колбасов // Цемент. – 1981. – № 10. – С. 10-12.
6. Бабич Н. В. Киряева Э. Е. Добавка известняка в цемент. 2012. https://ceprocem.com.ua/dobavka_izvestnjaka_v_cement.
7. Штарк Й. Цемент и известь / Й. Штарк, В. Бернд; пер. с нем. А. Тулаганова под ред. П. Кривенко. – К.: Оранта, 2008. – 480 с.
8. Високоякісні швидкотверднучі портландцементи виробництва ПрАТ «Івано-Франківськцемент» / Т. М. Круць, О. Ф. Горпинко, І. М. Гев`юк, М. А. Саницький, Т. П. Кропивницька // Будівельні матеріали та вироби. – 2018. – № 1/2 (97). – С. 34–37.
9. Israel P. Production of CEM II/B cements with optimized properties / D. Israel, P. Boos, T. Neumann , F. Wanzura // Cement International. – 2013. – № 1. – P. 55-60.
10. Саницький М. А. Модифіковані композиційні цементи / М. А. Саницький, Х. С. Соболь, Т. Є. Марків // Львів: Вид-во Львів. політехніки. – 2010. – 132 с.
11. Вплив карбонатних добавок на властивості портландцементу композиційного / Т.П. Кропивницька, М.А. Саницький, І.М. Гев`юк // Вісник Національного університету "Львівська політехніка" : Теорія і практика будівництва. – 2013. – № 755. – С. 214-220.
12. Giergiczny Z. Cement z dodatkiem kamienia wapiennego CEM II/A,B-LL – właściwości i możliwości zastosowania w budownictwie / Z. Giergiczny, M. Sokołowski // Budown., Technolog., Architektura, 2008. – № 3. – P. 54-57.
13. Cements for low-carbon Europe – Cembureau. https://cembureau.eu/media/1501/cembureau_cementslowcarboneurope.pdf

# НОВІ ЦЕМЕНТИ З ВИСОКОЮ РАННЬОЮ МІЦНІСТЮ

Цемент – це найбільш поширений в'яжучий матеріал, який дає змогу отримувати вироби та конструкції з високою міцністю. Сьогодні цемент як і будь-який інший будівельний матеріал повинен відповідати сучасним вимогам екологічної безпеки, високої технологічності, енергоефективності та економічної доцільності.

Саме таких принципів у виробництві своєї цементної продукції дотримується ПрАТ «Івано-Франківськцемент» (IFCEM), історія успіху якого налічує 55 років. Виробничі потужності цього високотехнологічного підприємства – 3,6 млн т цементу на рік, що становить понад третину усього вітчизняного ринку цементу.

За висновками Світового Банку, IFCEM увійшов у топ 20 найкращих технологічно оснащених цементних виробництв світу. Підприємство дбає про навколишнє середовище, постійно інвестуючи у нове обладнання, таким чином не лише покращуючи технологію виробництва, але й мінімізуючи шкідливі викиди $CO_2$ в атмосферу. І сухий спосіб виробництва, як у Європі, – переконливе цьому підтвердження. В умовах зростаючих вимог до охорони навколишнього середовища виробництво цементів з підвищеним вмістом мінеральних добавок щороку зростає. Найбільш поширений складник цементів – вапняк – є не лише основною природною сировиною для виробництва портландцементного клінкеру, але й є повноцінним складником портландцементів типу ПЦ II/А-В та портландцементів композиційних.

**ПрАТ «Івано-Франківськцемент» — перший в Україні виробник швидкотверднучих портландцементів з вмістом вапняку і природної пуцолани (цеоліту).**

Композиційні портландцементи, до складу яких входять активні мінеральні добавки та добавки-наповнювачі, що покращують технологічні характеристики цементу і регулюють інтенсивність тепловиділення, широко застосовуються у провідних країнах світу. Бетон на основі таких цементів має більшу щільність, не піддається корозії.

На цементних заводах продовжують використовувати гранульований доменний шлак (ГДШ) як мінеральну добавку, проте при цьому погіршується розмелювальна здатність цементу і знижується його марка. Вапняк, порівняно з клінкером або ГДШ – м'який матеріал з доброю здатністю до помелу, при цьому фракція менше 10 мкм відіграє роль прискорювача тверднення, а решта виконує функцію мікронаповнювача, збільшуючи щільність цементної матриці бетону.

ПрАТ «Івано-Франківськцемент» використовує у виробництві цементу в якості пуцоланового матеріалу – природний цеоліт з власного кар'єру (родовище в Закарпатській обл.) та карбонатну добавку – вапняк найвищої якості (LL) з родовища в Івано-Франківській обл., для якого вміст загального органічного вуглецю при випробуванні згідно з EN 13639 не перевищує 0,20 % за масою. Добавка цеоліту характеризується підвищеною початковою активністю, зменшує водовідділення, підвищує міцність бетонних виробів. Вапняк завдяки тонкому подрібненню зменшує об'єм пустот між зернами клінкеру, забезпечує пластичність бетонної суміші та підвищення ранньої міцності бетону.

### Портландцемент з вапняком з високою ранньою міцністю ПЦ II/А-В-500Р-Н (CEM II/A-LL 42,5 R)

Портландцемент ПЦ II/А-В-500Р-Н із вмістом вапняку (10÷15 мас.%) має світлий колір та використовується для виготовлення бетонів класів С 20/25….С 35/45 при виробництві несучих конструкцій усіх видів будівництва.

Бетони, виготовлені на основі ПЦ II/А-В-500Р-Н, характеризуються високою ранньою міцністю, що дозволяє швидше розбирати опалубки з бетонних конструкцій та продовжувати будівельно-монтажні роботи, при цьому забезпечується гладка та рівна поверхня. Ефективність використання ПЦ II/А-В-500Р-Н проявляється передусім у збільшенні ранньої міцності бетону, а також у зниженні водопотреби, підвищенні рухливості бетонних сумішей і зменшенні їх водовідділення. Слід відзначити доцільність використання даного цементу при виготовленні сухих будівельних сумішей та самовирівнювальних наливних підлог.

### Портландцемент композиційний з високою ранньоюміцністю ПЦ II/А-К (П-В)-400Р-Н (CEM II/A-M (P-LL) 32,5 R)

Призначений для загальнобудівельного всесезонного бетонування. Характерні властивості: швидкотверднучий; висока рання міцність; рання розпалубочна готовність; низькі водопотреба та водовідділення; цемент стійкий до утворення висолів та агресивних середовищ; світлий колір та надає гладку поверхню виробам.

Швидкотверднучі портландцементи ПрАТ «Івано-Франківськцемент» з добавками пуцолани та вапняку – це високотехнологічні, екологічні та інноваційні продукти для будівництва, які широко використовуються для загальнобудівельних робіт, зведення гідротехнічних споруд, виробництва монолітних і збірних залізобетонних виробів, монолітного всесезонного бетонування; для бетонних доріг; виробництва газо- та пінобетону, тротуарної плитки; облаштування фундаментів та підлоги, а також для виготовлення сухих будівельних сумішей.

## Сульфатостійкий пуцолановий цемент з високою ранньою міцністю

**Довговічність цементних бетонів, особливо в умовах агресивного середовища, є найважливішою експлуатаційною характеристикою, що визначає не тільки технічну, а й економічну ефективність застосування бетонних виробів і залізобетонних конструкцій в різних галузях народного господарства.**

Понад 20% будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ піддаються дії агресивних середовищ, що призводить до виникнення деформацій і руйнувань. В першу чергу це стосується підприємств хімічної і нафтохімічної галузей промисловості, а також споруд сільськогосподарського призначення.

Водні розчини, що містять сульфати, призводять до одного з найбільш небезпечних видів корозії – сульфатної. Руйнування бетону, яке викликають сульфати, проявляється в утворенні важкорозчинних хімічних сполук, що супроводжується таким явищем як збільшення об'єму продуктів реакції. Значний об'єм продуктів корозії призводить до виникнення високих механічних напружень, а в результаті бетон підлягає руйнуванню. Типовим прикладом сульфатної корозії є етрингітова корозія, при якій утворення етрингіту супроводжується збільшенням об'єму гідратної фази на 168 %.

Середовищем з високим вмістом сульфатів є морська вода та агресивні стоки, характерні для багатьох промислових та сільськогосподарських об'єктів. Тому бетони, що використовуються для будівництва таких споруд, а також тих, що експлуатуються безпосередньо в оточенні морської води (морські причали; моли; хвилерізи), повинні володіти особливими властивостями.

Для забезпечення довговічності бетонів і розчинів у агресивному середовищі використовуються сульфатостійкі цементи. Одним із напрямків підвищення сульфатостійкості цементів є використання добавок пуцоланічної дії, які, як відомо із світової практики, забезпечують підвищення корозійної стійкості бетону. Введення природної пуцолани до складу цементів дає змогу зменшити їх водовідділення, седиментацію, підвищити водоутримувальну здатність. Використання змішаних в'яжучих, отриманих на основі алюмосилікатів природного і техногенного походження, відкриває нові можливості у напрямку підвищення корозійної стійкості залізобетонних конструкцій.

На ПрАТ «Івано-Франківськцемент» сертифіковано сульфатостійкий пуцолановий цемент з гарантованим класом міцності 42.5 (марка 500) із високою ранньою міцністю: умовне позначення CEM IV/A(P) 42.5R-SR.

Характерні властивості: швидкотверднучий, підвищена стійкість до хімічної корозії та менше тепловиділення під час монолітного бетонування. Завдяки специфічній пуцолановій добавці відрізняється від цементів типу ПЦ I-500Р-Н та ПЦ II/А-Ш-500Р-Н значно меншим водовідділенням без застосування хімічних добавок, що надає йому переваги у монолітному бетонуванні. Такий цемент характеризується підвищеною водоутримувальною здатністю, а бетонні суміші на його основі при приготуванні і транспортуванні менше розшаровуються та легше вкладаються.

Довговічність залізобетонних конструкцій підвищується завдяки фізико-хімічному модифікуванню цементів. Суттєвий водоредукуючий ефект при використанні цементу CEM IV/A(P) 42.5R-SR досягається введенням суперпластифікаторів. При цьому забезпечується отримання високопластичних бетонних сумішей (клас розпливу S4) та високоміцних і самоущільнювальних бетонів.

Модифіковані бетони (В/Ц ≤ 0,45) на основі сульфатостійкого пуцоланового цементу CEM IV/A(P) 42.5R-SR рекомендуються для зведення дамб, гідротехнічних споруд, елементів колодязів та каналізаційних колекторів, ємностей для зберігання відходів тваринницьких ферм тощо.

**ПрАТ «ІВАНО-ФРАНКІВСЬКЦЕМЕНТ»**
✉ 77422, Україна, Івано-Франківська область, Тисменицький р-н, с. Ямниця

**IFCEM**
**Відділ продажу цементу**
☎ +38/067/ 344-03-21
☎ +38/0342/ 58-36-95
☎ +38/0342/ 58-37-03
☎ +38/0342/ 58-37-38
✉ cement@ifcem.if.ua
www.ifcem.if.ua

УДК 691.328

Дворкін Л. Й. Бордюженко О. М. Ковальчук Т. В.

**Дворкін Л. Й.**, д.т.н., професор, зав. кафедри технології будівельних виробів і матеріалознавства,
☎ +38(068)3533338 ✉ dvorkin.leonid@gmail.com
**Бордюженко О. М.**, к.т.н., доцент,
☎ +38(063)4676979 ✉ bord@nuwm.edu.ua
**Ковальчук Т. В.**, магістр,
☎ +38(096)4583174 ✉ koval1225@gmail.com
Національний університет водного господарства та природокористування, вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028

**L. Dvorkin,** Doctor of technical sciences, Professor, Head of Department «Technology of Building Products and Material Science»,
☎ +38(068)3533338 ✉ dvorkin.leonid@gmail.com
**O. Bordiuzhenko**, PhD, Associate professor,
☎ +38(063)4676979 ✉ bord@nuwm.edu.ua,
**T. Kovalchuk**, Master,
☎ +38(096)4583174 ✉ koval1225@gmail.com
National University of Water and Environmental Engineering
st. Soborna, 11, Rivne, 33028

# ФІБРОБЕТОН З КОМПОЗИЦІЙНИМ ДИСПЕРСНИМ АРМУВАННЯМ

## FIBER-REINFORCED CONCRETE WITH COMPOSITE DISPERSED REINFORCEMENT

## ФИБРОБЕТОН С КОМПОЗИЦИОННЫМ ДИСПЕРСНЫМ АРМИРОВАНИЕМ

**Анотація.** В статті наведено результати досліджень властивостей фібробетонів із композиційним дисперсним армуванням, що включає сталеву та базальтову фібру. Експериментально встановлено зменшення розшарування фібробетонних сумішей і підвищення однорідності структури фібробетонів за рахунок композиційного дисперсного армування. Зафіксовано покращення структурних характеристик фібробетонів в результаті використання комбінації сталевих та базальтових волокон.
**Ключові слова:** фібробетон, сталева фібра, базальтова фібра, міцність, розшарування.
**Summary.** The article presents the results of studies of the fiber-reinforced concrete properties with composite dispersed reinforcement, including steel and basalt fiber. It has been experimentally established reduce the stratification of fiber-concrete mixtures and increase the homogeneity of fiber-reinforced concrete structure due to composite dispersion reinforcement. An improvement in the structural characteristics of fiber-reinforced concrete as a result of using a combination of steel and basalt fibers has been recorded.
**Keywords:** fiber-reinforced concrete, steel fiber, basalt fiber, strength, stratification.
**Аннотация.** В статье приведены результаты исследований свойств фибробетонов с композиционным дисперсным армированием, включающим стальную и базальтовую фибру. Экспериментально установлено уменьшение расслоения фибробетонных смесей и повышения однородности структуры фибробетонов за счет композиционного дисперсного армирования. Зафиксировано улучшение структурных характеристик фибробетонов в результате использования комбинации стальных и базальтовых волокон.
**Ключевые слова:** фибробетон, стальная фибра, базальтовая фибра, прочность, расслоение.

### Вступ

Як правило, використання дисперсного армування передбачає варіант моноармування, при якому керування властивостями бетону до певної міри обмежене, тоді як полідисперсне або композиційне дисперсне армування (армування одночасно декількома видами волокон з різними характеристиками) дає можливість управляти широким комплексом властивостей матеріалу.

### Аналіз останніх досліджень та публікацій

Проведений літературний огляд показує, що питання покращення властивостей фібробетонів та сумішей вивчалося недостатньо. Окремі дослідження проведені за напрямком використання композиційного дисперсного армування дозволяють зробити висновок про перспективність використання полідисперсного армування [1-3] .

В роботі [2] показана можливість дисперсного армування з використанням сталевої та поліпропіленової фібри. Відзначається, що при оптимальному їх співвідношенні і вмісті стає можливим досягнення більшої однорідності композиту, зменшення відкритої пористості, зменшується також ймовірність комкування волокон при перемішуванні суміші.

Модель багаторівневого дисперсного армування самоущільнюваного бетону представлена в роботі [4]. Структура такого фібробетону формується на двох рівнях: на макрорівні – базальтовим волокном, на мікрорівні – за рахунок утворення волокнисто-голчастих субмікроармувальних новоутворень кристалогідратів, які підвищують опір руйнуванню при реалізації явища «самомікроармування».

Разом з тим, питання полідисперсного армування фібробетонів до теперішнього часу вивчене недостатньо, а наявна інформація часом свідчить про суперечливість отриманих результатів досліджень.

### Мета роботи

Метою даної роботи було дослідження впливу параметрів складу фібробетонів з композиційним дисперсним армуванням на технологічні властивості сумішей а також параметри структури та міцнісні властивості. Сформульована наукова гіпотеза полягала у можливості попередження розшарування фібробетонних сумішей і підвищення однорідності структури фібробетонів за рахунок композиційного дисперсного армування із застосуванням в оптимальному співвідношенні сталевої та базальтової фібри.

### Експериментальна частина

Для визначення можливості одержання полідисперсно армованого фібробетону з використанням сталевої та базальтової фібри із забезпеченням рівномірності їх розподілу в одержуваній структурі, були виготовлені декілька серій фібробетонних зразків. За базовий був прийнятий наступний склад дрібнозернистого бетону: портландцемент – 500 кг/м$^3$, відношення заповнювача (щебінь фракції 2…5 мм : пісок = 0,55:0,45) до цементу складало 3,6:1 (за масою). В/Ц суміші складало 0,35. Необхідна рухомість суміші 13…15 см досягалася за рахунок введення добавки суперпластифікатора Melflux 2651f.

Використовували сталеву фібру хвилястого профілю (довжина 60 мм, діаметр 1 мм) в кількостях 80 і 120 кг/м$^3$ бетону.

Для отримання поліармованої композиції використовували модифіковану базальтову фібру ТзОВ «Технобазальт-Інвест» (м. Київ) довжиною 12 та 24 мм, виготовлену з базальтового ровінгу, при цьому її вміст у фібробетоні змінювався в межах від 0 до 6 кг/м$^3$.

Приготування фібробетону із композиційним дисперсним армуванням проводили в такій послідовності. У розчин пластифікатора вводили базальтову фібру і перемішували в лабораторному змішувачі з вертикальним валом протягом 40-60 с. У розпушене таким чином волокно додавали цемент і знову здійснювали перемішування до отримання однорідної суспензії. Потім в отриману суспензію додавали заповнювач відповідно до прийнятого дозування. Нарешті на останньому етапі, при безперервному перемішуванні суміші, вводилася необхідна кількість просіяної крізь сито сталевої фібри. Така технологія дозволила виключити комкування волокон і забезпечити необхідну однорідність композиційного дисперсноармованого бетону.

В табл. 1 представлені результати визначення міцності фібробетонів на основі сталевої та базальтової фібри при різних комбінаціях полідисперсного армування.

Як слідує з даних табл. 1, введення базальтової фібри позитивно впливає перш за все на міцність на розтяг при згині. Міцність $f_{c,tf}^7$ фібробетону у віці 7 діб контрольного складу при витраті сталевої фібри 80 кг/м$^3$ становила 10,3 МПа, а максимальне її значення для композиційного фібробетону з базальтовою фіброю становила 12,4 МПа (при витраті 4 кг/м$^3$ та довжині волокон 12 мм). Середнє збільшення міцності на розтяг при згині в залежності від довжини волокна та його вмісту склало від 7 до 20%.

При витраті сталевої фібри 120 кг/м$^3$ міцність $f_{c,tf}^7$ фібробетону контрольного складу склала 13,3 МПа, а максимальне її значення для композиційного фібробетону становила 14,9 МПа (при витраті базальтової фібри 4 кг/м$^3$ та довжині волокон 12 мм). Таким чином, максимальне зростання міцності склало 12%. Менше зростання міцності в цьому випадку очевидно можна пояснити досягненням значень загального об'ємного вмісту волокон, що відповідають максимально можливому вмісту.

Використання базальтової фібри з довжиною волокон 24 мм в цілому показало гірші результати. Зафіксоване збільшення $f_{c,tf}^7$ на 7 % лише при вмісті цих волокон 2 кг/м$^3$ (при витраті сталевої фібри 80 кг/м$^3$). При збільшенні вмісту базальтової фібри зафіксоване максимальне падіння міцності на 40 %.

Зменшення міцності фібробетону, що спостерігається при збільшенні довжини використовуваних волокон обумовлено, ймовірно, зменшенням процентного вмісту волокна в площині перетину руйнування і зниженням міцності зчеплення на границі «волокно – цементна матриця». Крім того, волокна довжиною 24 мм гірше розподіляються в масиві фібробетону, що позначається в подальшому на особливостях його структури.

Аналіз характеру руйнування композиційного фібробетону, армованого базальтовими волокнами довжиною 12 мм, свідчить, що руйнування бетону відбувається з досить хорошою участю волокон в роботі цементної матриці.

Розглядаючи вплив частки базальтової фібри в загальному об'ємі армування (рис. 1) варто відзначити, що її оптимальний вміст складає 2 кг/м$^3$ (n = 0.07) при витраті сталевої фібри 80 кг/м$^3$ і 2..4 кг/м$^3$ (n = 0.05…0.09) при витраті сталевої фібри 120 кг/м$^3$. Подальше збільшення вмісту базальтової фібри очевидно призводить до збільшення питомої поверхні дисперсної арматури, що в свою чергу викликає збільшення кількості води, необхідної для отримання бетонних сумішей із заданою рухомістю.

Міцність при стиску композиційних фібробетонів, очікувано мало залежить від вмісту базальтової фібри. Для різних композицій зафіксоване коливання значення міцності в середньому в межах 2…3 %.

Базальтова фібра, яка за густиною та пружними характеристиками близька до бетонної матриці при оптимальній витраті та співвідношенні зі сталевою фіброю утворює своєрідний несучий каркас, який утримує сталеву фібру, попереджає розшарування суміші та сприяє рівномірному розподіленню дисперсної арматури в структурі бетону. Все це, відповідно, позначається на міцнісних характеристиках фібробетонів.

Для вивчення процесів розшарування фібробетонних сумішей, були виконані експериментальні дослідження пов'язані із встановленням впливу вмісту сталевої і базальтової фібри та тривалості віброущільнення на розшарування фібробетонної суміші різної рухомості.

Рівномірність розподілення сталевої фібри по об'єму бетонної суміші оцінювалася за коефіцієнтом розшарування, який визначався за рекомендованою методикою [5].

Таблиця 1.

Міцність фібробетонних зразків з різним вмістом та співвідношенням сталевої та базальтової фібри

| Витрата сталевої фібри, кг/м$^3$ | Витрата базальтової фібри, кг/м$^3$ | Загальний вміст волокон за об'ємом, μ, % | Частка базальтової фібри в загальному об'ємі армування, n | Міцність при стиску у віці 7 діб $f_{cm}^7$, МПа | Міцність на розтяг при згині у віці 7 діб $f_{c,tf}^7$, МПа |
|---|---|---|---|---|---|
| **Базальтова фібра (l = 12 мм)** | | | | | |
| 80 | 0 | 1,03 | 0,00 | 64,5 | 10,3 |
| | 2 | 1,10 | 0,07 | 65,2 | 12,1 |
| | 4 | 1,18 | 0,13 | 67,1 | 12,4 |
| | 6 | 1,25 | 0,18 | 66,2 | 10,2 |
| 120 | 0 | 1,54 | 0,00 | 66,8 | 13,3 |
| | 2 | 1,61 | 0,05 | 66,5 | 14,8 |
| | 4 | 1,69 | 0,09 | 69,2 | 14,9 |
| | 6 | 1,76 | 0,13 | 65,4 | 11,5 |
| **Базальтова фібра (l = 24 мм)** | | | | | |
| 80 | 0 | 1,03 | 0,00 | 64,5 | 10,3 |
| | 2 | 1,10 | 0,07 | 67,2 | 11 |
| | 4 | 1,18 | 0,13 | 63,1 | 9,6 |
| | 6 | 1,25 | 0,18 | 62,8 | 6,54 |
| 120 | 0 | 1,54 | 0,00 | 66,8 | 13,3 |
| | 2 | 1,61 | 0,05 | 68,6 | 13,45 |
| | 4 | 1,69 | 0,09 | 63,1 | 11,94 |
| | 6 | 1,76 | 0,13 | 61,7 | 7,91 |

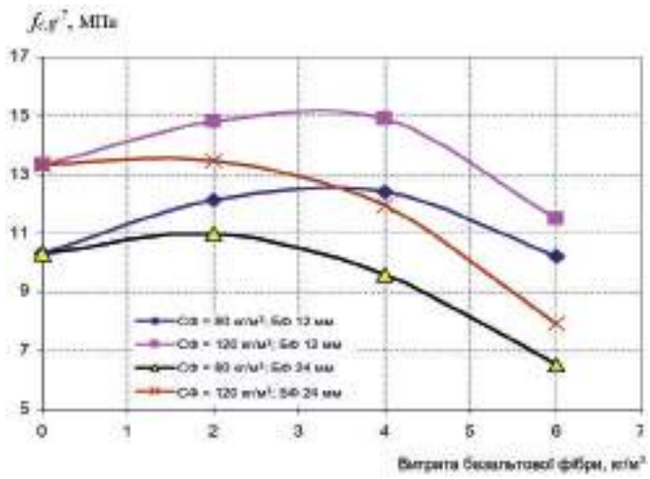



Рис. 1. Залежності міцності на розтяг при згині полідисперсноармованих фібробетонів

На першому етапі вивчали розшаровуваність сталефібробетонних сумішей при різних значеннях рухомості. Результати експериментальних досліджень коефіцієнтів розшарування дрібнозернистих сталефібробетонів наведені в табл. 2.

Отримані експериментальні результати свідчать про те, що найбільш суттєвими факторами, які впливають на коефіцієнт розшарування сталефібробетонної суміші є її рухомість, а також тривалість віброущільнення. Встановлено, що при збільшенні рухомості бетонної суміші необхідно суттєво обмежувати тривалість віброущільнення. Для забезпечення необхідного коефіцієнту розшарування, який у відповідності з [5] повинен складати не більше 0,8 для сумішей із маркою за легкоукладальністю Р3 і менше та 0,75 для марок за легкоукладальністю Р4 і Р5, оптимальна тривалість віброущільнення складає не більше 45 секунд для сумішей, що характеризуються рухомістю 5-9 см, 15-30 секунд для сумішей з рухомістю 10-15 см та не більше 15 секунд для сумішей з рухомістю 16-21 см. Також встановлено, що збільшення вмісту сталевої фібри у дослідженому діапазоні погіршує коефіцієнт розшарування дрібнозернистого сталефібробетону в середньому на 9% при ОК = 5-9 см, на 10…15% при ОК = 10-15 см і до 25% при ОК = 16-21 см.

На другому етапі визначали розшаровуваність фібробетонних сумішей з композиційним дисперсним армуванням при введенні базальтової фібри в кількості 2 кг/м$^3$. Значення рухомості та тривалості віброущільнення приймали аналогічні до попереднього етапу. Результати експериментальних досліджень коефіцієнтів розшарування композиційних фібробетонних сумішей наведені в табл. 3.

Залежності коефіцієнту розшарування від тривалості віброущільнення в цілому відповідає таким же залежностям, отриманим для сталефібробетону. В той же час абсолютні значення коефіцієнту розшарування для сумішей, що містять в собі базальтову фібру, є вищими практично для всіх комбінацій рухомості і тривалості віброущільнення.

Оптимальна тривалість віброущільнення з метою забезпечення нормативних значень коефіцієнту розшарування в даному випадку складає не більше 45 секунд для сумішей, що характеризуються рухомістю 5-9 см, 30-45 секунд для сумішей з рухомістю 10-15 см та 15-30 секунд для сумішей з рухомістю 16-21 см. Порівнюючи дані табл. 2 та 3 можна зробити висновок, що можлива тривалість віброущільнення для більшості сумішей з композиційним дисперсним армуванням зросла на 1-2 діапазони. Також, якщо для звичайного сталефібробетону при витраті сталевої фібри 120 кг/м$^3$ було неможливим забезпечення нормативних значень коефіцієнту розшарування для сумішей з рухомістю Р3 та Р4, то для композиційного фібробетону це вдається навіть з деяким запасом.

Загалом використання композиційного дисперсного армування на противагу моноармуванню лише сталевою фіброю дозволяє суттєво підвищити коефіцієнт розшарування, що добре спостерігається на рис. 2. Якщо при рухомості суміші 5-9 см цей приріст складає 3…7% при обох витратах сталевої фібри, то для більш рухомих сумішей позитивний вплив базальтової фібри проявляється більш яскраво і може досягати 20% для сумішей з рухомістю Р3 і 35% з рухомістю Р4.

Також варто відмітити, що перевага композиційного дисперсного армування проявляється сильніше в міру зростання тривалості віброущільнення та збільшення витрати сталевої фібри.

Експериментально встановлені оптимальні тривалості віброущільнення дрібнозернистого сталефібробетону та фібробетону з композиційним дисперсним армуванням дозволяють забезпечувати рівномірне розподілення сталевої фібри по об'єму фібробетону, що призводить до покращення фізико-механічних властивостей виробів і конструкцій, виготовлених на його основі.

Низький водовміст досліджуваних фібробетонних сумішей, інтенсивна гідратація та тверднення обумовлюють відповідні особливості порової структури бетонів.

При вивченні якісних особливостей порової структури бетонів розповсюджений метод, оснований на аналізі кінетики водонасичення. При цьому, відповідно до ДСТУ Б В.2.7-170 [6] встановлювали значення коефіцієнта середнього розміру пор (λ) та показник однорідності пор за розмірами (α). Чим нижче водопоглинання та значення коефіцієнта середнього розміру пор і чим вищий показник однорідності, тим рівномірніше розподілені пори за розмірами, що забезпечує отримання щільної та однорідної структури матеріалу.

Результати дослідів та розрахунків приведені в табл. 4. Аналіз приведених даних показує, що зменшення водовмісту та водоцементного відношення бетонних сумішей призвело до суттєвого зменшення водопоглинання як характеристики відкритої капілярної пористості. Спостерігається також чітка кореляція вказаних вище характеристик та параметрів порової структури λ та α. Зменшення показника середнього розміру пор супроводжується зростанням впорядкованості структури, про що свідчить збільшення показника однорідності α.

Фібробетон з композиційним дисперсним армуванням характеризується меншими показниками як середнього розміру пор λ, так і вищими показниками однорідності α (табл. 4). Базальтову фібру в даному випадку можна розглядати в якості своєрідної підложки [7] – поверхні, на якій випереджаючим темпом формується щільний та міцний шар цементного ка-

Таблиця 2.

Вплив тривалості віброущільнення та рухомості бетонної суміші на коефіцієнт розшарування дрібнозернистого сталефібробетону

| Вміст сталевої фібри, кг/м$^3$ | Рухомість суміші (ОК), см | Коефіцієнт розшарування при тривалості віброущільнення, с | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 15 | 30 | 45 | 60 |
| 80 | 5-9 | 0,96 | 0,91 | 0,85 | 0,76 |
| | 10-15 | 0,88 | 0,82 | 0,71 | 0,61 |
| | 16-21 | 0,83 | 0,74 | 0,62 | 0,47 |
| 120 | 5-9 | 0,87 | 0,84 | 0,78 | 0,69 |
| | 10-15 | 0,77 | 0,74 | 0,67 | 0,48 |
| | 16-21 | 0,73 | 0,65 | 0,52 | 0,35 |

Таблиця 3.

Вплив тривалості віброущільнення та рухомості бетонної суміші на коефіцієнт дрібнозернистого фібробетону з композиційним дисперсним армуванням

| Вміст сталевої/ /базальтової фібри, кг/м$^3$ | Рухомість суміші (ОК), см | Коефіцієнт розшарування при тривалості віброущільнення, с | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 15 | 30 | 45 | 60 |
| 80 / 2 | 5-9 | 0,96 | 0,93 | 0,89 | 0,79 |
| | 10-15 | 0,91 | 0,86 | 0,81 | 0,72 |
| | 16-21 | 0,88 | 0,81 | 0,74 | 0,54 |
| 120 / 2 | 5-9 | 0,93 | 0,9 | 0,81 | 0,71 |
| | 10-15 | 0,86 | 0,83 | 0,77 | 0,58 |
| | 16-21 | 0,83 | 0,74 | 0,62 | 0,47 |

Таблиця 4.

Параметри порової структури фібробетонів

| № складів | Водо-цементне відношення | Водовміст, кг/м³ | Загальна пористість, % ($П_0$) | Відкрита капілярна пористість, % ($W_0$) | Показник середнього розміру пор | Показник однорідності пор α | Фібра, кг/м³ | Вид та вміст пластифікатора, % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Дрібнозернистий сталефібробетон** | | | | | | | | |
| 1 | 0,46 | 230 | 11,6 | 7,5 | 0,59 | 0,52 | – | – |
| 2 | 0,48 | 238 | 11,8 | 7,4 | 0,54 | 0,61 | 100 | – |
| 3 | 0,36 | 178 | 9,7 | 5,1 | 0,39 | 0,69 | 100 | С-3 (1%) |
| 4 | 0,31 | 155 | 9,9 | 4,9 | 0,33 | 0,71 | 100 | Melflux (0,5%) |
| **Фібробетон з композиційним дисперсним армуванням** | | | | | | | | |
| 5 | 0,50 | 248 | 12,1 | 8,1 | 0,45 | 0,65 | 100+2 | – |
| 6 | 0,38 | 188 | 9,3 | 5,5 | 0,31 | 0,72 | 100+2 | С-3 (1%) |
| 7 | 0,32 | 161 | 9,5 | 5,3 | 0,25 | 0,76 | 100+2 | Melflux (0,5%) |

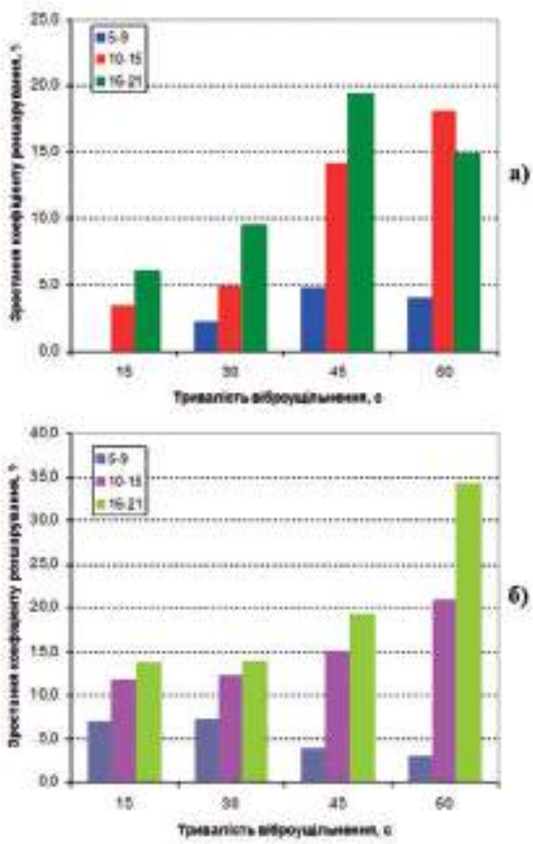



Рис. 1. Збільшення коефіцієнту розшарування при використанні композиційного дисперсного армування при витраті сталевої фібри 80 кг/м³ (а) і 120 кг/м³ (б)

меню (контактна зона), що проявляє при достатньому насиченні суміші такими волокнами суттєвий вплив на міцнісні та деформативні властивості фібробетону.

Дисперсне армування сприяє формуванню більш дрібних, переважно замкнутих пор у порівнянні з неармованим бетоном. При цьому ступінь впливу дисперсного армування зростає зі зменшенням геометричних розмірів фібр і збільшенням їх кількісного вмісту в суміші. Однак при досягненні деякого порогового значення концентрації фібр однорідність їх розподілу в суміші погіршується, утворюються грудки з волокон, не покриті цементним тістом, що негативно впливає на порову структуру матеріалу.

З наведених даних очевидно, що найкращі характеристики пористості проявляють фібробетони з композиційним дисперсним армуванням в присутності суперпластифікаторів. Все це однозначно свідчить про покращення структурних характеристик фібробетону в результаті використання комбінації сталевих та базальтових волокон.

## Висновки

**1.** Експериментально встановлено можливість одержання полідисперсно армованого фібробетону з використанням сталевої та базальтової фібри. При використанні базальтової фібри з довжиною волокон 12 мм в кількості 2…4 кг/м³ зафіксоване середнє зростання міцності на розтяг при згині 10…20% у порівнянні із складами фібробетонів, що не містили неметалічну фібру.

**2.** Для фібробетону з композиційним дисперсним армуванням при однаковій тривалості віброущільнення розшарування є меншим, ніж для сталефібробетону. Експериментально підтверджено гіпотезу про можливість уникнення або суттєвого зменшення розшарування фібробетонних сумішей і підвищення однорідності структури фібробетонів за рахунок композиційного дисперсного армування.

**3.** Показники, що характеризують середній розмір пор та однорідність порового простору фібробетонів значно покращуються при введенні добавок суперпластифікаторів, особливо полікарбоксилатного типу. Найкращі характеристики пористості проявляють фібробетони з композиційним дисперсним армуванням.

**Література:**

1. К вопросу применения нескольких видов фибр для дисперсно армированных бетонов / [Клюев С. В., Лесовик Р. В., Клюев А. В., Бондаренко Д. О.]. Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. – № 94. – 2012. – С. 81–83.
2. Пухаренко Ю. В. Полидисперсное армирование строительных композитов – фибробетонов / Ю. В. Пухаренко, И. У. Аубакирова // Технологии бетонов. 2011, №1–2. – С. 28–29.
3. Голанцев В. А. Свойства и особенности полиармированных фибробетонов: дис. ... канд. техн. наук / В. А. Голанцев. – Л., 1990. – 214 с.
4. Високоміцні самоущільнювальні бетони на основі дисперсноармованих цементуючих систем / [Саницький М. А., Марущак У. Д., Кіракевич І. І., Стечишин М. С.]. Будівельні матеріали і вироби, 2015. – № 1. – С. 6–9.
5. СТО НОСТРОЙ 2.27.125–2013. Конструкции транспортных тоннелей из фибробетона. Правила проектирования и производства работ. – Москва. – 2012. – 117 с.
6. ДСТУ Б В.2.7-170-2008. Бетони. Методи визначення середньої густини, вологості, водопоглинання, пористості і водонепроникності. – К: Мінрегіонбуд України, 2008. – 38 с.
7. Пухаренко Ю.В. Высокопрочный сталефибробетон / Ю.В. Пухаренко, В.Ю. Голубев // Промышленное и гражданское строительство. – 2007. – №9. – С. 40–41.

15
РОКІВ
разом
будуємо довіру

www.sika.ua

БУДУЄМО ДОВІРУ

УДК 666.9.022.2 : 691.54

Черняк Л. П. Дорогань Н. О. Анікіна М. О

**Черняк Л. П.**, доктор техн. наук, професор,
✉ lpchernyak@ukr.net ☎ +38 067-298-57-75
**Дорогань Н. О.**, канд.техн.наук,
✉ nataliyadorogan@ukr.net ☎ +38 098-714-30-39
**Анікіна М. О.**, магістр,
✉ marrixy@gmail.com ☎ +38 099-113-74-92
Кфедра хімічної технології композиційних матеріалів,
Національний технічний університет України
«КПІ імені Ігоря Сікорського»
проспект Перемоги, 37, Київ, Україна, 03056

**Lev Chernyak**, Doctor of Technical Science, professor,
✉ lpchernyak@ukr.net ☎ +38 067-298-57-75
**Nataliia Dorogan**, PhD, assistant,
✉ nataliyadorogan@ukr.net ☎ +38 098-714-30-39
**Mariia Anikina**, Master's degree,
✉ marrixy@gmail.com ☎ +38 099-113-74-92
Department of Chemical Technology of composite materials,
National Technical University of Ukraine
«Igor Sikorsky, Kyiv, Polytechnical Institute»
37 Peremogy ave., Kyiv, Ukraine, 03056

# ВИКОРИСТАННЯ ЧЕРВОНОГО ШЛАМУ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ МІНЕРАЛЬНОГО В'ЯЖУЧОГО МАТЕРІАЛУ

## USE OF RED MUD FOR MAKING OF MINERAL ASTRINGENT MATERIAL

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КРАСНОГО ШЛАМА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО ВЯЖУЩЕГО МАТЕРИАЛА

**Анотація.** Наведено результати досліджень силікатних систем з червоним шламим як техногенної сировини для виготовлення мінерального в'яжучого матеріалу. Показано особливості хіміко-мінералогічного складу, фазових перетворень при випалі та в'яжучих властивостей матеріалу при використанні червоного шламу в складі вихідних сировинних сумішей.
**Ключові слова:** в'яжуче мінеральне, червоний шлам, суміш сировинна, склад, випал, аналіз, властивості.
**Summary.** Results over of research of the silicate systems with red mud as technogenic raw material for making of mineral astringent material are driven. The features of the chemical-mineralogical composition, phase transformations during burning and astringent properties of material at the use of red mud in composition initial raw material mixtures are shown.
**Keywords:** astringent mineral, red mud, mixture raw material, composition, burning, analysis, properties.
**Аннотация.** Приведены результаты исследования силикатных систем с красным шламим как техногенным сырьем для изготовления минерального вяжущего материала. Показаны особенности химико-минералогического состава, фазовых превращений при обжиге и вяжущих свойств материала при использовании красного шлама в составе исходных сырьевых смесей.
**Ключевые слова:** вяжущее минеральное, красный шлам, смесь сырьевая, состав, обжиг, анализ, свойства.

### Вступ

Розширення сировинної бази виробництва силікатних матеріалів із застосуванням відходів інших галузей промисловості є актуальною задачею, що комплексно вирішує питання хімічної технології, ресурсозбереження та охорони довкілля [1,2]. У значному ступені це стосується ресурсоємного виробництва мінеральних в'яжучих матеріалів [3].

Відомо, що серед багатотоннажних відходів промисловості значне місце займає червоний шлам, який утворюється у кольоровій металургії при виробництві глинозему з бокситів за технологією Байєра [4,5]. Дослідженням і розробці технології виготовлення матеріалів із використанням червоного шламу приділяється значна увага [6-10]. При цьому привертають увагу роботи по використанню червоного шламу у технології портландцементу як коригуючої залізовмісної добавки у сировинні суміші для виготовлення клінкеру при максимальній температурі випалу 1400-1450 °С [11-13].

Подана робота присвячена розвитку технологічних засад використання червоного шламу як техногенної сировини для виготовлення мінерального в'яжучого матеріалу при максимальній температурі випалу 1100 °С.

### Характеристика об'єктів та методів дослідження

Об'єктом дослідження стали сировинні суміші для виготовлення в'яжучого матеріалу на основі силікатної системи крейда – глина – червоний шлам. При цьому було застосовано:

- крейду Здолбунівського родовища Рівненсьської обл., що промислово використовується ПАТ «Волинь-цемент»;
- глину Кривинського родовища Ровенської області, що промислово використовується ПАТ «Волинь-цемент»;
- червоний шлам – відход глиноземного виробництва ПАТ «Запорізький алюмінієвий комбінат».

За хімічним складом серед досліджуваної сировини проба здолбнівської крейди характеризується високим вмістом CaO, проба кривинської глини – найбільшою кількістю оксиду алюмінію при співвідношенні $SiO_2 : Al_2O_3 = 4 : 1$, проба червоного шламу – найбільшим вмістом $Fe_2O_3$, $TiO_2$, суми лужноземельних і лужних оксидів типу $RO + R_2O = 8{,}62$ мас.% (табл.1).

Аналіз мінералогічного складу досліджуваної сировини, проведений з застосуванням дифрактометру ДРОН – 3М, показав (рис. 1, 2):

- основним породоутворюючим мінералом здолбунівської крейди є кальцит (97,6 мас. %) з домішками доломіту (1,2 мас. %), кварцу та каолініту – відповідно 0,5 и 0,6 мас. %.

Таблиця 1.

Хімічний склад сировини

| Назва проби | Вміст оксидів, мас. % | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $SiO_2$ | $Al_2O_3$ | $Fe_2O_3$ | $TiO_2$ | CaO | MgO | $SO_3$ | $Na_2O$ | $K_2O$ | в.п.п. |
| крейда | 0,77 | 0,25 | 0,13 | - | 55,0 | 0,25 | 0,08 | - | - | 43,49 |
| глина кривинська | 60,96 | 15,66 | 5,57 | 0,79 | 3,33 | 2,04 | 0,16 | 0,30 | 2,70 | 8,48 |
| червоний шлам | 7,10 | 16,60 | 50,00 | 5,28 | 6,34 | 0,18 | 0,11 | 2,10 | - | 11,70 |

- кривинська глини відносяться до групи полімінеральних з підвищеним вмістом монтморилоніту (30 мас. %), кварцу та польових шпатів;
- проба червоного шламу відзначається наявністю гетиту $Fe_2O_3 \cdot H_2O$, гематиту $Fe_2O_3$, гідраргілиту $Al_2O_3 \cdot 3H_2O$, рутилу $TiO_2$ і ільмениту $FeTiO_3$.

В роботі використовували сполучення сучасних фізико-хімічних методів аналізу із стандартизованими тестуваннями властивостей сировини та в'яжучих речовин [14-16].

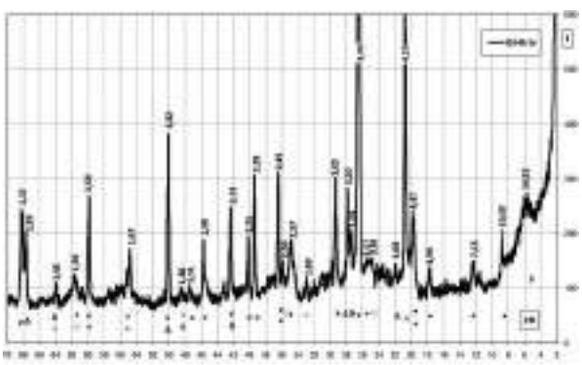


Рис. 1. Дифрактограма кривинської глини.
Позначення: **v** – кварц, **Δ** – польовий шпат,
**+** – каолініт, x – кальцит, **•** – гідрослюда,
**o** – гідроксиди заліза, **◊** – монтморилоніт

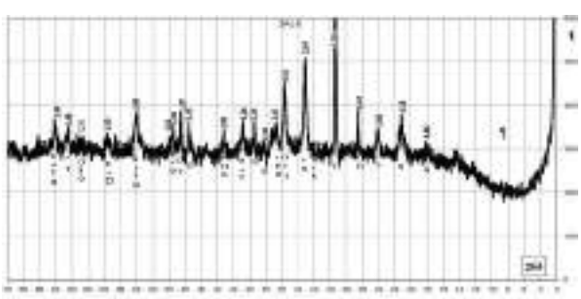


Рис. 2. Дифрактограма проби червоного шламу.
Позначення: **x** – гетит, **+** – гематит,
**т** – рутил, **o** – гідраргиліт

Рентгенофазовий аналіз (порошкові препарати) проводили за допомогою дифрактометру ДРОН-3М ( випромінювання Cu Kα 1-2, напруга 40 kV, струм 20 mA, швидкість 2 град/хв.).

Відповідно до сучасної технології в'яжучих сировинні суміші визначеного складу готували шляхом дозування компонентів по масі, змішування та гомогенізації при помелі у кульовому млині, випалу і помелу кінцевого продукту.

Всі зразки дослідних сумішей, показники яких порівнювали, сушили та випалювали разом, аби виключити можливість різниці в ступеню термічної обробки.

## Склад і властивості в'яжучого матеріалу

Для визначення можливих обсягів утилізації червоного шламу в технології в'яжучих матеріалів низькотемпературного випалу типу романцементу було проведено аналіз складів вихідних сировинних сумішей із застосуванням комп'ютерної програми «РоманЦем» [17].

Склад вихідних сировинних сумішей визначали у відповідності з відомими рекомендаціями щодо технології романцементу в інтервалі заданих значень гідравлічного модулю НМ=1,1 – 1,7.

Аналіз отриманих результатів показав, що у вказаному інтервалі НМ можлива концентрація червоного шламу у складі сировинних сумішей суттєво залежить від різновидів та кількісного співвідношення інших компонентів, при цьому між вмістом шламу та числом гідравлічного модулю існує обернено пропорційна залежність.

Встановлено, що у трикомпонентній суміші на основі системи крейда – глина кривинська – червоний шлам можливий вміст останнього становить при НМ=1,7 від 2,4 до 18,4 мас. %, при НМ=1,1 від 2,4 до 29,1 мас. % та зростає із зменшенням гідравлічного модулю і кількості глини (рис. 3, 4).

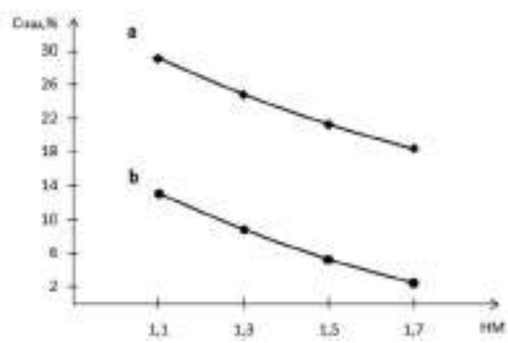



Рис. 3. Залежність концентрації червоного шламу (Счш) від змісту кривинської глини (Сгк) при гідравлічному модулі 1,1 (a) і 1,7 (b)

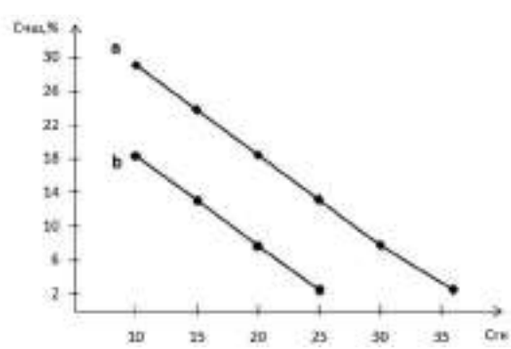



Рис. 4. Залежність концентрації червоного шламу (Счш) від гідравлічного модулю (НМ) при вмісті кривинської глини 10 (a) і 25 мас. % (b)

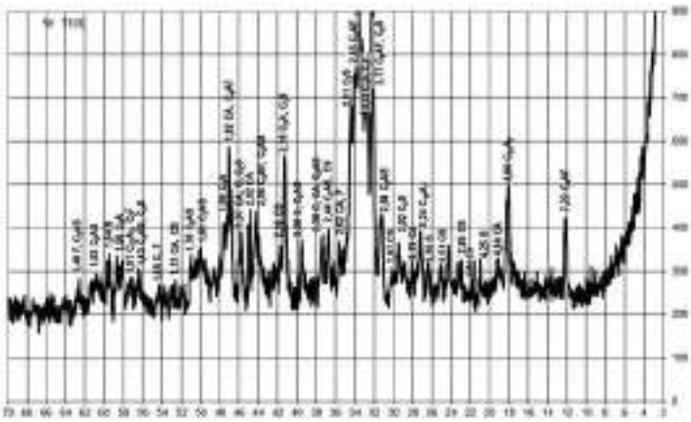


Рис. 5. Дифрактограма проби Чг після випалу на 1100 °С

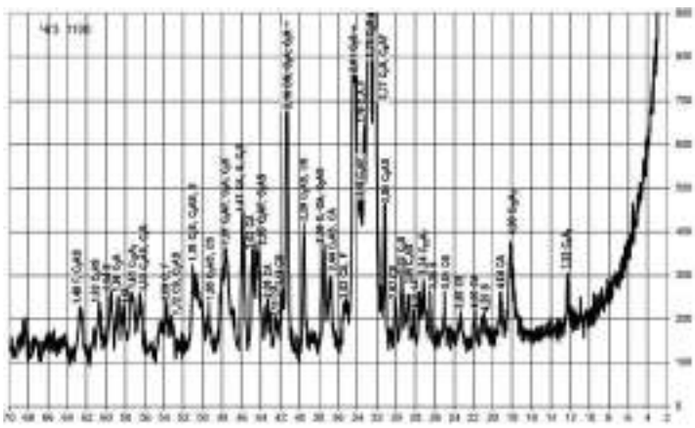


Рис. 6. Дифрактограма проби Чг3 після випалу на 1100 °С

Обрані для подальшого дослідження суміші на основі системи крейда–глина–червоний шлам характеризуються відмінностями кількісного співвідношення компонентів і хімічного складу (табл. 2, 3).

Суміш Чг з максимумом червоного шламу значно відрізняється від Чг3 з мінімумом шламу суттєвим збільшенням кількісних співвідношень оксидів CaO : $SiO_2$ (4,0 проти 2,5) і $SiO_2$ : $Al_2O_3$ (1,3 проти 3,5) при зменшенні кількісних співвідношень CaO : $Al_2O_3$ (5,0 проти 8,8) і CaO : $Fe_2O_3$ (2,2 проти 14,4).

Результати рентгенофазового аналізу вказують на відмінності у фізико-хімічних перетвореннях при випалі досліджуваних сумішей, що корелюються із вказаним хімічним складом і залежать від вмісту в них червоного шламу та співвідношення компонентів (рис. 5, 6).

Очевидно, що після випалу на 1100 °С при однаковому якісному фазовому складі проба Чг з максимумом червоного шламу значно відрізняється від Чг3:

- щодо кристалічних фаз силікатів кальцію – інтенсифікацією розвитку волластоніту CS (2,97 Å) при незначних відмінностях по $C_2S$;
- щодо кристалічних фаз алюмінатів кальцію – інтенсифікацією утворення майєніту $C_{12}A_7$ (4,90 Å), $C_3A$ (2,70 Å) та CA (2,52 Å);
- щодо кристалічних фаз алюмосилікатів кальцію – деяким зменшенням утворень геленіту $C_2AS$ (2,86 Å);
- щодо залізовмісних кристалічних фаз – інтенсифікацією розвитку $C_4AF$ (2,63 Å);
- дещо більшою кількістю кристалічного $SiO_2$ (3,35 Å).

Отримані результати тестувань проб досліджуваних матеріалів після випалу з максимальною температурою 1100 °С свідчать про певні відмінності їх в'яжучих властивостей.

Таблиця 2.

Склади сировинних сумішей

| Код суміші | Вміст компонентів, мас. % | | |
|---|---|---|---|
| | крейда | глина кривинська | червоний шлам |
| Чг | 63,0 | 10,0 | 27,0 |
| Чг3 | 72,5 | 25,0 | 2,5 |

Таблиця 3.

Хімічний склад 3-компонентних сумішей

| Код суміші | Вміст оксидів, мас. % | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | CaO | $SiO_2$ | $Al_2O_3$ | $Fe_2O_3$ | MgO |
| Чг | 35,86 | 9,06 | 7,04 | 16,50 | 0,42 |
| Чг3 | 41,00 | 16,58 | 4,68 | 2,84 | 0,71 |

Згідно класифікації ДСТУ Б В.27-91-99 [18] за швидкістю тужавлення проби в'яжучого на основі системи крейда – глина кривинська відносяться до групи швидкотужавіючих (термін початку від 15 до 45 хв.), характерними представниками якої вважаються ангідритовий та глиноземистий цемент і шлаколужні в'яжучі (табл. 4). Проте очевидно, що збільшення вмісту червоного шламу у вихідній суміші призводить до певного збільшення часу кінця та загалом процесу тужавлення.

Такі гідравлічні мінеральні в'яжучі низькотемпературного випалу можуть стати в ряді будівельних робіт замінником більш енергоємного і вартісного портландцементу [19,20].

Таблиця 4.

Властивості в'яжучого матеріалу

| Показники | | Код проби | |
|---|---|---|---|
| | | Чг | Чг3 |
| Тонкість помелу, залишок на ситі 008, мас. % | | 7 | 8 |
| Терміни тужавлення, хв. | початок | 20 | 15 |
| | кінець | 190 | 145 |
| Міцність на стиск через 28 діб, МПа | | 22 | 20 |
| Колір | | рожевий | блідо рожевий |

**Висновки**

1. Збільшення обсягів практичного використання багатотоннажних відходів промисловості, в тому числі червоного шламу, сприяє комплексному вирішенню питань екології, ресурсозбереження і технології виробництва силікатних будівельних матеріалів.
2. Доцільність комплексного використання техногенної сировини в технології мінеральних в'яжучих матеріалів визначається особливостями хімікомінералогічного складу: щодо червоного шламу – наявністю повного комплексу оксидів, необхідних для утворення при випалі заданого фазового складу та можливістю інтенсифікації спікання і збільшення реакційної здатності силікатної системи при підвищеному вмісті оксидів заліза та лугів.
3. Ефективність практичного використання червоного шламу на основі наведених розробок визначається як перспективою збільшення обсягів утилізації відходів промисловості, так і отриманням при низькотемпературному випалі нового різновиду мінерального в'яжучого матеріалу, що відрізняється від романцементу поліпшеними показниками міцності та декоративності.


**Література:**

1. Комплексное развитие сырьевой базы промышленности строительных материалов / И.Б. Удачкин, А.А. Пащенко, Л.П. Черняк и др. — К. : Будівельник, 1988. — 104 с.
2. Моссур П.М. Техногенное минеральное сырье и его использование в Украине/ П.М. Моссур, С.В. Негода // ГИАБ . 2007. № 6. С.299-307.
3. Пащенко А.А. Энергосберегающие и безотходные технологии получения вяжущих веществ / А.А. Пащенко, Е.А. Мясникова, Е.Р. Евсютин – К.: Вища шк. -, 1990. – 223 с.
4. Утков В. А. Перспективы развития способов переработки и использования красных шламов в СССР и за рубежом / В. А. Утков, А. В. Пацей, Е. И. Казаков. – М.: ЦНИИцветмет экономики и информации, 1983. – 32 с.
5. Stephen K. Ritter. Making The Most Of Red Mud. – Chemical & Engineering News, 2014. – V. 92. – Is. 8. – pp. 33-35.
6. Сай В.И. Совершенствование технологии строительной керамики / В.І. Сай, Л.П. Черняк. – К.: Знание , 1985.- 22 с.
7. Черняк Л.П. Керамические отделочные материалы на основе железосодер-жащих отходов промышленности / Л.П. Черняк, Г.З. Комский, В.И. Трубачев // Производство и применение эффективных отделочных материалов в строительстве. -Л.: Знание. – 1986. – С. 44 – 48.
8. Wang P, Liu DY Physical and chemical properties of sintering red mud and Bayer red mud and the implications for beneficial utilization. – Materials, 2012. – V.5. – pp. 1800–1810.
9. Harekrushna Sutar, Subash Chandra Mishra, Santosh Kumar Sahoo, Ananta Prasad chakraverty, Himanshu Sekhar Maharana. Progress of Red Mud Utilization: An Overview. – American Chemical Science Journal, 2014. -V. 4. – Is. 3. – pp. 255-279.
10. Melnyk L. Aspects of making of a composite material when using red mud / L. Melnyk, V. Svidersky, L. Chernyak, N. Dorogan // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2018. – № 2/6 (92). – С. 23 – 28.
11. Liu XM, Zhang N. Utilization of red mud in cement production: A review. – Waste Management & Research, 2011. – V.29. -pp. 1053–1063.
12. Ribeiro Daniel Véras. Potential use of natural red mud as pozzolan for Portland cement / Daniel Véras Ribeiro, João António Labrincha, Marcio Raymundo Morelli // Mat. Res., 2011.- vol.14.- no.1.
13. Анікіна М.О., Дорогань Н.О., Черняк Л.П. Аспекти використання червоного шламу для виготовлення портландцементного клінкеру / III Міжна-родна науково-практична конференція «Актуальні проблеми в сферах науки та шляхи їх вирішення» – м.Одеса:»Smart and young» – № 3, 2016.- С. 22-25.
14. Горшков В.С. Методы физико-химического анализа вяжущих веществ / В.С. Горшков, В.В. Тимашев, В.Г. Савельев // М.: Высшая школа, 1981.-334 с.
15. Хімічна технологія тугоплавких неметалевих і силікатних матеріалів у прикладах і задачах: навч. посібник у 2-х ч. Ч.1. Технологічні розрахунки в хімічних технологіях тугоплавких неметалевих і силікатних / [Брагіна Л.Л., Корогодська А.М., Пітак О.Я. та ін.]; за ред. М.І. Рищенка. – Х.: Підручник НТУ «ХПИ», 2012. – 332 с.
16. Taylor W. Purves. Practical Cement Testing / W. Purves Taylor // London: Forgotten Books, 2017. – 334 p.
17. Свідерський В.А. Програмне забезпечення технології низько температурних в'яжучих матеріалів / В.А. Свідерський, Л.П.Черняк, О.В. Сангінова, Н.О. Дорогань, М.Ю. Цибенко // Строительные материалы и изделия. – К. – 2017. – № 1-2 (93). – С. 22-24.
18. ДСТУ Б В.2.7-91-99. В'яжучі мінеральні. Класифікація. – Введ. 01.03.1999. – К.: Держбуд України,1999. – 26 с.
19. Miras A. Natural cements for construction applications / A. Miras, T.Markopoulos, E. Galan // 27th Reunión de la Sociedad Española de Mineralogía, 2007. – p. 94.
20. Шельонг Г. Романцемент – в'яжуче для опоряджувальних робіт в будівництві / Г. Шельонг, М.А. Саницький, Т.П. Кропивницька, Р.М. Котів // Строительные материалы и изделия. – К. – 2012. – № 1 (72). – С. 7-12.

УДК 666.9.012

Ніколаєв О. П. Кондращенко О. В. Кондращенко В. І.

**Николаев А.П.**, канд.техн.наук,
инженер кафедры технологии строительных материалов,
Харьковский национальный университет городского хозяйства
им. А.Н. Бекетова, г.Харьков,
☎ + (038)0668605966 ✉ apnikolaev1946@gmail.com
**Кондращенко Е.В.**, д-р техн.наук, профессор,
зав.кафедры технологии строительных материалов,
Харьковский национальный университет городского хозяйства им.
А.Н. Бекетова, г.Харьков,
☎ + (038)0503024822 ✉ zalesk@gmail.com
**Кондращенко В. І.**, д-р техн. наук, профессор,
кафедра строительных материалов и технологии,
Российский университет транспорта (МИИТ), г. Москва,
☎ +7(926)2118417 ✉ kondrashchenko@mail.ru

**A. Nikolaev**, Kand. Tech. sciences, Engineer of the Department
of Technology of Building Production and Building Materials,
O. M. Beketov National University of Urban Economy
in Kharkov,
☎ + (038)0668605966 ✉ apnikolaev1946@gmail.com
**E. Kondrachenko**, Dr. Tech. Sciences, Professor,
head. Chair of Technology of Building Production and Building Materials,
O. M. Beketov National University of Urban Economy
in Kharkov,
☎ + (038)0503024822 ✉ zalesk@gmail.com
**V. Kondrashchenko**, Dr. Tech. Sciences,
professor of Department Building Materials and Technologies,
Russian University of Transport (MIIT), Moscow,
☎ +7(926)2118417 ✉ kondrashchenko@mail.ru

# АБРАЗИВНЫЕ СВОЙСТВА ПОРТЛАНДЦЕМЕНТНОГО КЛИНКЕРА

## АБРАЗИВНІ ВЛАСТИВОСТІ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТНОГО КЛІНКЕРУ

## ABRASIVE PROPERTIES OF PORTLAND CEMENT CLINKER

**Аннотация.** Рассмотрена возможность использования параметров, характеризующих абразивные свойства портландцементного клинкера для оценки его физико-механического состояния и динамики спекания. В качестве характеристики абразивности анализируемого материала использована его способность к истиранию поверхности стальных мелющих тел при помоле. Показана эффективность методов магнетохимии для количественного определения содержания присаженного железа в составе измельченного клинкера.
**Ключевые слова:** сырьевая смесь, портландцементный клинкер, динамика спекания, твердость, абразивные свойства, магнетохимия.
**Анотація.** Розглянуто можливість використання параметрів, що характеризують абразивні властивості портландцементного клінкеру для оцінки його фізико-механічного стану і динаміки спікання. Як характеристика абразивности аналізованого матеріалу запропоновано використовувати відмінність їх здатності до стирання сталевих тіл при помелі.Показана ефективність методів магнетохімії для кількісного визначення вмісту прісаженного заліза в складі подрібненого клінкеру.
**Ключові слова:** сировинна суміш, портландцементний клінкер, динаміка спікання, твердість,абразивні властивості, магнетохімія.
**Annotation.** The possibility of using the abrasive properties of Portland cement clinker conglomerate to diagnose the conditions of formation of its minerals in the sintering zone is shown. To compare the abrasiveness of the material being analyzed, it was proposed to use the difference in its abrasion ability of steel grinding bodies when grinding under the same conditions. The effectiveness of the methods of magnetochemistry for the quantitative determination of the content of precipitated iron in the composition of crushed clinker is demonstrated. Keywords: raw mix, portland cement clinker, sintering dynamics, hardness, abrasive properties, magnetochemistry.
**Keywords:** raw material mixture, portland cement clinker, sintering dynamics, hardness, abrasive properties, magnetochemistry.

### Введение

Известно, что качество портландцементного клинкера (ПЦК) определяется его химическим и фазовым составом, а также динамикой формирования основных фазообразующих минералов в зоне жидкофазного спекания [1]. Состояние структуры этих минералов связано с тепловой напряженностью упомянутой зоны, временем нахождения в ней обжигаемого материала, степенью его подготовленности в предыдущих зонах обжигового агрегата, а также скоростью охлаждения конечного продукта [2]. Степень подготовленности материала перед зоной спекания, как и скорость кристаллизации фазообразующих минералов клинкера, зависит также и от химико-минералогического состава цементных сырьевых смесей, уровня их гомогенизации, наличия малых примесей каталитического характера и т.д. [3]. Различие в скорости формирования ПЦК влияет на состав и структуру его фазообразующих минералов, определяет микроструктуру самого конгломерата, вызывает образование дефектов различного рода, что приводит к изменениям его физико-механического состояния, влияющего на размолоспособность и гидратационную активность измельченного продукта [4,5].

Для контроля за вышеупомянутыми параметрами ПЦК используют методы петрографии, с помощью которых определяют зональность клинкера, размер и форму его основных фазообразующих минералов, коэффициенты их светопреломления, микротвердость, трещиноватость, спайность, содержание включений и т. д. [6]. Перечисленные параметры характеризуют физико-механическое состояние фазообразующих минералов ПЦК, которое связано со свойствами цементных сырьевых смесей и условиями их обжига. Однако эта характеристика по совокупности контролируемых признаков не всегда однозначная, что наряду с недостаточной предста-

вительностью анализируемых гранул по отношению ко всему объему выпускаемой продукции делает актуальным поиск дополнительных методов анализа.

В качестве интегральной характеристики физико-механического состояния минералов ПЦК, по мнению авторов, можно использовать их абразивные свойства. Такой вывод сделан на основании того, что эти свойства зависят от интегральной твердости анализируемых минералов, которая в свою очередь связана с состоянием и дефектностью их структуры [7]. На взаимосвязи между твердостью и абразивностью построена известная шкала твердости Мооса, в иерархии которой каждый минерал с большим значением твердости должен царапать минералы с меньшим значением этого параметра [8]. Другими словами, чем больше твердость минерала по этой шкале, тем выше его абразивность. Предлагаемый параметр удобно контролировать по количеству присаженного материала стальных мелющих тел при помоле ПЦК. Интегральность этого признака определяется тем, что в его формировании принимает участие каждая частица анализируемой пробы. Кроме того, информация об абразивных свойствах ПЦК полезна и для прогноза сроков службы мелющих тел при помоле цемента.

## Цель исследования

Цель исследования состоит в совершенствование контроля за физико-механическими параметрами ПЦК для оптимизации степени подготовки цементных сырьевых материалов, условий их обжига и стабилизации потребительских свойств получаемой продукции.

## Аппаратура и методы

Для количественного определения содержания присаженного материала стальных мелющих тел в составе измельченного клинкера удобно использовать методы магнетохимии [9,10]. Магнитные характеристики металлического железа на несколько порядков превышают аналогичные показатели для алюмоферритных фаз ПЦК. Ввиду такой разницы, несмотря даже на малое количество ферромагнитной присадки, магнитные свойства измельченной пробы в основном будут зависеть только от содержания в ней намолотого железа. Для его измерения удобно использовать магнитные весы [10], блок схема которых приведена на рисунке 1.

Магнитные весы используют для измерения силы, действующей со стороны магнитного поля на размещенный между полюсами электромагнита образец. Измерение силы осуществляют путем двукратного взвешивания анализируемого материала – в начале без магнитного поля, а затем при его включении. При этом эффективное изменения массы $\Delta m_{эфф}$ пропорционально силе, с которой магнитное поле действует на образец. Само определение количества железа, присаженного в ПЦК при его помоле, можно осуществлять после предварительной градуировки силы втягивания образцов с известным содержанием в них этого материала при помещении их в магнитное поле заданной напряженности.

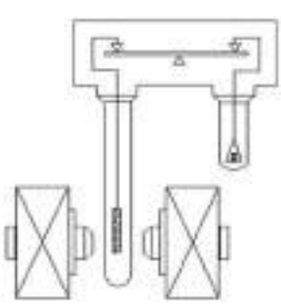


Рис. 1. Принципиальная схема магнитных весов Гуи

## Результаты исследования

### *Градуировка электромагнита*

Градуировка заключается в определении зависимости величины напряженности магнитного поля, создаваемого магнитом, от силы постоянного тока, пропускаемого через его обмотки.

Значение напряженности магнитного поля при различной величине постоянного тока, проходящего через электромагнит, определяли с помощью материала с известными магнитными свойствами. Для этой цели наиболее подходит соль Мора – $(NH_4)2SO_4{\cdot}FeSO_4{\cdot}6H_2O$, удельная магнитная восприимчивость которой равняется $31{,}88{\cdot}10^{-6}$ г$^{-1}$ [10].

Все измерения, как при калибровке, так и последующих исследованиях, проводили, помещая порошкообразный материал в стеклянную пробирку с внутренним диаметром 7,5 мм при высоте слоя уплотненного образца равном 25 мм. Саму пробирку с образцом, подвешенную на коромысле аналитических весов, размещали в одно и тоже место между полюсами электромагнита согласно схемы рисунка 1.

Величину напряженности рассчитывали по формуле [10]:

$$H = [2g\,\Delta m_M/(X_M{\cdot}Sa)]^{1/2}, \qquad (1)$$

где H – величина напряженности магнитного поля, Э;

g– ускорение свободного падения, см/с$^2$;

$\Delta m_M$ – эффективное увеличение массы образца с солью Мора при измеряемом значении напряженности магнитного поля, мг/г;

$X_M$ – значение магнитной восприимчивости соли Мора, г$^{-1}$;

$S_a$ – величина площади сечения ампулы с образцом, см$^2$.

### *Градуировка магнитных весов*

Для градуировки использовали материал, полученный истиранием алмазным инструментом поверхности шарика от подшипника и цильпебса, применяемых в качестве мелющих тел в лабораторных цементных мельницах.

Градуировку осуществляли при значении силы тока через обмотки электромагнита, обеспечивающего напряженность магнитного поля между его полюсами равную 2,7 кЭ. Полученная зависимость приведена на рисунке 2.

### *Определение абразивных свойств цементных материалов*

Для их определения были проведены измерения исходных магнитных характеристик основных материалов, используемых в цементной промышленности. Все образцы измельчались в яшмовой ступке без контакта с ферромагнитными материалами. Сопоставление магнитных свойств анализируемых материалов осуществляли путем определения эффективного изменения их массы $\Delta m_{эфф}$ при помещении в магнитное поле, напряженностью 2,7 кЭ.

Результаты измерений приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Магнитные свойства цементных материалов

| Наименование материала | $\Delta m_{эфф}$, мг/г |
|---|---|
| Клинкер | 5,0 |
| Доменный шлак | 66,7 |
| Мел + глина 80/20 | 5,6 |
| Гипсовый камень | 1,8 |
| Мел | 0,2 |
| Глина | 26,0 |
| Кварцевый песок | 1,2 |

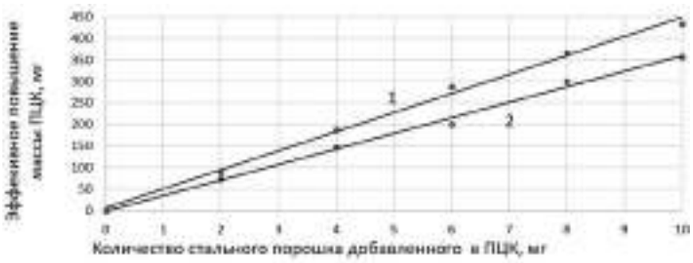



Рис. 2. Графическая зависимость для определения содержания намолотого железа в составе ПЦК:
1 – при использовании для помола шаров из стали ШХ-15;
2 – то же, цильпебса

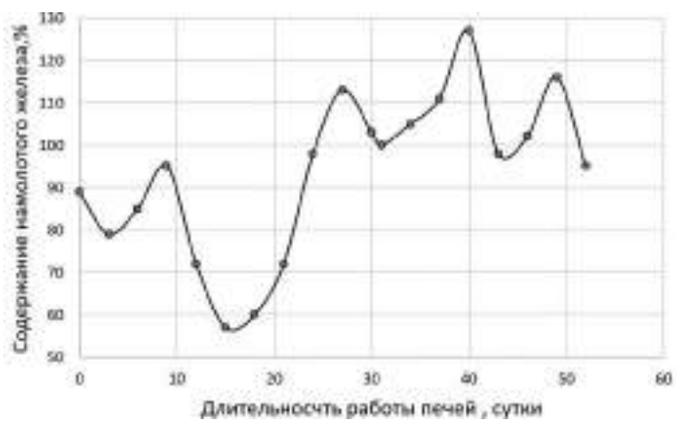



Рис. 3. Изменение абразивности ПЦК в течение 2-х месяцев работы цементных печей

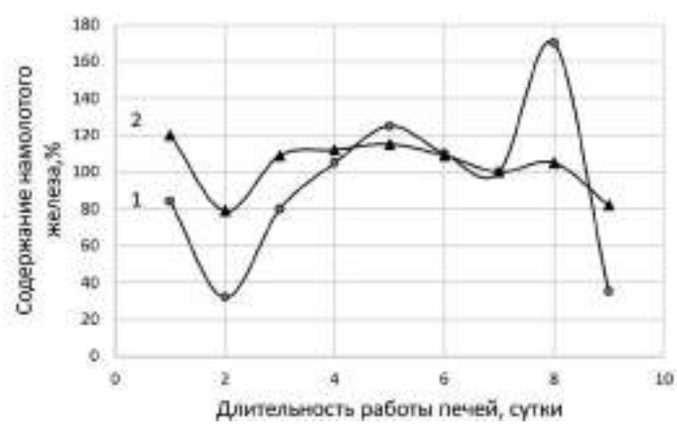



Рис. 4. Изменение абразивности ПЦК для 2-х цементных печей, работающих от одного сырьевого шлам-бассейна (нумерация кривых соответствует номеру печи)

Высокое значение величины $\Delta m_{эфф}$ для пробы доменного шлака связано с присутствием в его составе соединений железа. К их числу следует отнести вюстит, магнетит и микрокороль металла. Магнитные свойства глин определяются наличием в их структуре ионов железа, а также присутствием железосодержащих примесей. Остальные материалы не проявили сильных магнитных свойств кроме клинкера, значение $\Delta m_{эфф}$ которого связано с антиферромагнетизмом его алюмоферритной фазы [11].

После проведенных измерений пробы материала доизмельчили в лабораторной микромельнице при одинаковых условиях. В качестве мелющих тел использовали шары от подшипников (сталь ШХ-15).

После доизмельчения снова проводили измерения величины эффективного увеличение массы образцов при их размещении в магнитном поле, напряженностью 2,7 кЭ. Затем определяли содержание присаженного железа, используя ранее проведенную калибровку для стали ШХ-15 (кривая 1 на рис. 2). Результаты анализа приведены в таблице 2.

Пробы № 8, 9 представляли собой клинкер, усредненный за период одного месяца работы промышленных печей, который измельчали в течение 25 минут в заводской лабораторной мельнице при загрузке 5 кг. ПЦК мокрого способа производства (проба № 9) показал более высокие абразивные способности по отношению своего аналога сухого способа (проба № 8). Такой результат может быть следствием лучшей гомогенизации сырьевых смесей при их мокром способе подготовки и, в конечном итоге, более равновесных условий кристаллизации минералов в зоне спекания ПЦК [12].

Практическое отсутствие абразивных свойств у карбонатных и глинистых материалов (пробы № 5 и 6) по сравнению с их сильным проявлением у кварца (проба № 7) может составить основу методики определения запесоченности цементных сырьевых материалов.

На рисунке 3 приведены результаты изменения абразивности ПЦК, который выпускался в течение 2 месяцев на заводе мокрого способа производства. Каждая из проб представляла собой материал усредненный за 3 суток работы предприятия, который измельчали в лабораторной шаровой мельнице в одинаковых условиях. Изменения содержания намолотого железа в процентах определяли по отношению его средней величины для всего массива анализируемых проб.

Монотонный характер изменений значения контролируемого параметра (рис. 3), по мнению авторов, может быть связан, как с нестабильностью свойств сырья на отрабатываемых горизонтах сырьевых месторождений, так и условий гомогенизации сырьевых смесей и их обжига.

Для разделения влияния этих факторов на динамику спекания были проведены измерения абразивности ПЦК, выпускаемого в течение недели на двух одинаковых печных агрегатах, потреблявших сырье из одного шлам-бассейна.

Синхронность колебаний контролируемого параметра для продукции обеих печей может быть вызвана нестабильностью свойств потребляемых сырьевых материалов и используемого топлива. Меньшая величина этих колебаний для кривой 2 позволяет сделать вывод о более стабильных условиях обжига на второй печи по отношению ее первого аналога.

Использование аналогичного подхода позволяет разделять влияние и других технологических факторов на величину контролируемого параметра.

**Выводы**

Проведенные исследования показали возможность использования параметров, характеризующих абразивные свойства клинкерного конгломерата для оценки стабильности обжигаемости цементных сырьевых смесей, работы печного оборудования и качества выпускаемой продукции.

Таблица 2.

Магнитные свойства цементных материалов после домола с использованием стальных мелющих тел

| п.п. | Наименование материала | $\Delta m_{эфф}$, мг/г | Намол, мг/г | Намол, % |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Клинкер | 48,5 | 1,06 | 0,110 |
| 2 | Доменный шлак | 26,7 | 0,58 | 0,060 |
| 3 | Мел + глина (80/20) | 5,3 | 0,12 | 0,001 |
| 4 | Гипсовый камень | 5,1 | 0,11 | 0,001 |
| 5 | Мел | 3,8 | 0,083 | 0,008 |
| 6 | Глина | 3,9 | 0,085 | 0,009 |
| 7 | Кварцевый песок | 373,0 | 8,160 | 0,820 |
| 8 | Клинкер сухого способа пр-ва | 35,7 | 0,780 | 0,078 |
| 9 | Клинкер мокрого способа пр-ва | 45,7 | 1,000 | 0,100 |

**Література:**


1. Пащенко А. А. Теория цемента / А. А. Пащенко, Е. А. Мясникова, В. С. Гумен и др.; ред. А. А. Пащенко. – Київ : Будівельник, 1991. – 168 с.
2. Бутт Ю. М. Портландцементный клинкер / Ю. М. Бутт, В. В. Тимашев. – М. : Стройиздат, 1967. – 304 с.
3. Волженский А. В. Минеральные вяжущие вещества : учебник для вузов. / А. В. Волженский. – М. : Стройиздат, 1986. – 464 с.
4. Ходаков Г. С. Тонкое измельчение строительных материалов / Г. С. Ходаков. – М. : Изд. литературы по строительству, 1972. – 233 с.
5. Zheng Yu. Экспериментальные исследования энергоэффективного режима измельчения твердых материалов [Текст] / М. М. Кузнецова, В. Е. Ведь, А. А. Алексина Харьковский национальный университет им. В. Н. Каразина // Журнал технической физики. – 2016. – Том 86. – Вып. 5. – С. 64-67.
6. Ларионова З. М. Петрография цемента / З. М. Ларионова, Б. Н. Виноградов. – М. : Стройиздат, 1974. – 348 с.
7. Андрущенко М. И. О методических особенностях испытаний материалов на абразивное изнашивание / М. И. Андрущенко, М. Ю. Осипов, С. П. Бережный, М. Н. Брыков и др. // Актуальные научные исследования в современном мире, 2017. – № 11–10 (31). – С. 63–66.
8. Краткий физико-технический справочник. / Под общ. ред. К. П. Яковлева. М. : ФИЗМАТГИЗ, 1960. – Т. 1.– 446 с.
9. Калинников В. Т. Современная магнетохимия: монография / В. Т. Калинников, Ю. В. Ракитин. – СПб : Наука, 1994. – 287 с.
10. Селвуд П. Магнетохимия / П. Селвуд ; пер. с англ. – М. : Иностр. лит., 1958. – 458 с.
11. Николаев А. П. Введение в магнетохимию портландцемента: монография / А. П. Николаев. – Х.: ХНАГХ, 2011. – 140 с.
12. Классен В. К. Технология и оптимизация производства цемента: краткий курс лекций / В. К. Классен. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. – 308 с.

УДК 628.245

Казимагомедов И. Е. Юнис Башир Саад Салем

**Казимагомедов И. Е.**, к.т.н.,
доцент кафедры строительных материалов и изделий,
☎ +38 (097) 992-46-03 ✉ kazimagomedov.1957@mail.ru,
**Юнис Башир**, к.т.н.,
доцент кафедры строительной механики,
☎ +38 (093) 661-04-94 ✉ docbasheer01@gmail.com,
**Саад Салем**, аспирант,
☎ +38 (093) 528-06-35 ✉ sesonoor@yahoo.com
Харьковский национальный университет
строительства и архитектуры (ХНУСА),
ул. Сумская, 40, г. Харьков, 61002

**Ibrahim Kazimagomedov**, Ph.D.,
assistant professor of building materials and products Department,
☎ +38 (097) 992-46-03 ✉ kazimagomedov.1957@mail.ru,
**Basheer N. Younis**, Ph. D.,
assistant professor of structural mechanics Department,
☎ +38 (093) 661-04-94 ✉ docbasheer01@gmail.com,
**Saad Salem**, postgraduate student,
☎ +38 (093) 528-06-35 ✉ sesonoor@yahoo.com
Kharkiv National University
of Civil engineerng and Architecture,
Str. Sumy, 40, Kharkov, 61002

# ФИЛЬТРЫ ДЛЯ КОЛОДЦЕВ ИЗ КРУПНОПОРИСТОГО БЕТОНА НА ЗАПОЛНИТЕЛЕ МЕЛКОЙ ФРАКЦИИ

## ФІЛЬТРИ ДЛЯ КОЛОДЦЕВ З КРУПНОПОРИСТОГО БЕТОНУ НА ЗАПОВНЮВАЧІ ДРІБНОЇ ФРАКЦІЇ

## FILTERS FOR WELLS MADE OF MACRO POROUS CONCRETE ON THE PLACEHOLDER, SMALL FRACTION

**Аннотация.** В статье рассматриваются способы оптимизации состава и способов формования трубчатых колодцев, повышения их продуктивности и продления срока эксплуатации. Результаты проведенных исследований позволяют организовать работы по выпуску фильтрованных колец из крупнопористого бетона для колодцев с повышенной фильтрацией.
**Ключевые слова:** фильтры, скважины, пористый бетон, макропористый бетон, заполнитель.
**Анотація.** У статті розглядаються способи оптимізації складу і способів формування трубчастих колодязів, підвищення їх продуктивності і продовження терміну експлуатації. Результати проведених досліджень дозволяють організувати роботи по випуску фільтрованих кілець із крупнопористого бетону для колодязів з підвищеною фільтрацією.
**Ключові слова:** фільтри, свердловини, пористый бетон, макропористий бетон, заповнювач.
**Summary.** This article discusses how to optimize the composition and methods of forming tube wells, to increase productivity and extend the life. Research results can organize work to produce filtered macroporous concrete rings for wells with high filtration.
**Keywords:** ters, wells, porous concrete, macroporous concrete, aggregate.

Подземные, или грунтовые, воды образуются преимущественно в результате проникновения в землю атмосферных осадков и воды из открытых водоемов — рек, озер, прудов. Называются эти воды инфильтрационными, или вадозными. Различные породы в земной коре залегают пластами. Если порода пласта способна отдавать воду при вскрытии ее шахтой, она называется водоносной; порода, не пропускающая воду и не отдающая ее, называется водоупорной, или водонепроницаемой. Наличия в каждой породе пор и пустот, свидетельствует проницаемости пород, и чем этих пор и пустот больше, тем водопроницаемость породы выше. Так, галечники, гравий, крупные и средние пески, трещиноватые скальные породы имеют хорошую водопроницаемость. Напротив, глины, не выветрившиеся скальные породы водоупорны. Суглинки, лёсс, глинистые пески, мергели относятся к полупроницаемым породам.

Каждый вышележащий пласт породы, независимо от его водопроницаемости, является кровлей для пласта нижележащего. По гидравлическим свойствам подземные воды могут быть безнапорными (грунтовыми) и напорными (артезианскими).

Рис. 1. Схема положения грунтовых вод.
а – поверхность земли; в- поверхность грунтовых вод;
б – поверхность водоупорного ложа;
вг – заболачивание склона в виде мочажин, выпотов;
р – родник; к – колодец; аб – водопроницаемые породы

Безнапорные воды залегают на первом от поверхности земли водонепроницаемом или слабопроницаемом слое. Поверхность их свободная, то есть давление на ней равно атмосферному. В этом случае в скважинах и колодцах, вскрывающих воду, ее уровень обычно устанавливается на глубине, соответствующей уровню воды в водоносном пласте.

В маломощных водоносных слоях иногда устраивают приток воды через боковые отверстия, сверленные в кольцах, которые выполняются горизонтальными (рис. 2). С внешней стороны засыпают гравием, чтобы предохранить колодец от заноса песком. Однако лучше выполняют эту функцию специальные фильтры, которые устанавливают на растворе в боковые стенки или же формуют такие фильтры непосредственно при изготовлении колец. Наибольшее распространение получили фильтры из крупнопористого бетона, то есть бетона без мелкого заполнителя (песка).

Размеры зерен гравия и щебня для крупнопористого бетона подбирают в зависимости от крупности зерен песка водоносного слоя в соотношении 1: 5-10. (рис. 3). Крупный заполнитель обволакивают сметанообразной смесью цемента с водой, укладывают в форму и слегка вибрируют.

Использование стеновых колец из крупнопористого бетона для фильтрации является одним из наиболее эффективных способов сооружения колодезной шахты. Диаметр бетонных колец может быть от 0,75 до 2 метров, с градацией через 25 мм. Стандартная высота бетонных колодезных колец составляет 0,8-0,9 м. Для устройства колодезной шахты правильнее использовать кольца с замком, что позволит добиться герметичности ствола колодца из бетона. Если использовать бетонные кольца без замков, то железобетон-

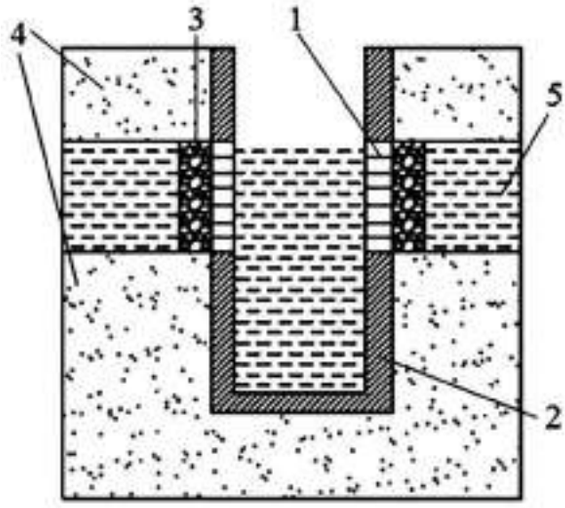



Рис. 2. Приток воды
через боковые отверстия в кольцах колодца
1 – боковые горизонтальные сверленые отверстия
2 – кольцо из плотного водонепроницаемого бетона
3 – засепка из гравия для фильтрации воды
4 – пласт земной пород

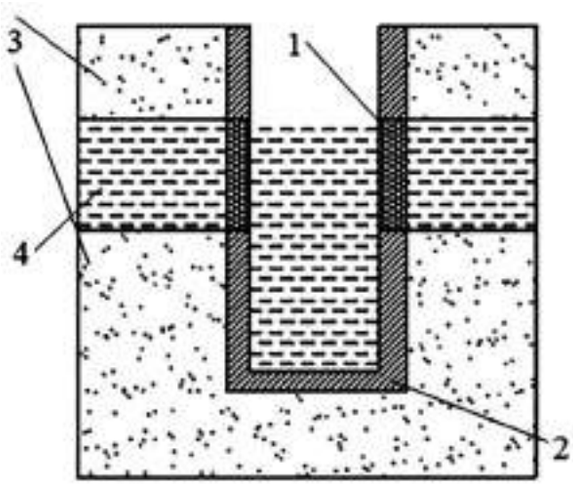



Рис. 3. Приток воды
через фильтры из крупнозернистого бетона
1 – кольцо из пористого бетона
2- кольцо из плотного водонепроницаемого бетона
3 – водонепроницаемая порода
4 – пласт земной породы

ные конструкции крепятся между собой скобами. Данный способ усложняет технологию возведения колодцев. Применение стеновых колец из бетона для колодцев обеспечивает долговечность, надежность, простота в устройстве, гигиеничность.

Армирование колец лучше не производить во избежание последующего разрушения колодца в результате коррозии арматуры.

Колодцы из бетонных колец для обеспечения безопасности от завалов земной породы монтируют опускным способом с постепенным их наращиванием. Равномерно подрывая грунт по периметру кольца, его опускают на всю высоту, затем сверху ставят следующее кольцо и подрывают грунт дальше. Чтобы проверить равномерность опускания кольца, берут 4 одинаковые опоры (кирпичи, деревянные чурки), выкапывают 4 углубления под кольцом, грунт между опорами удаляют и, кольцо, опускаясь, опирается только на них. Затем продолжают равномерно подкапывать грунт под противоположными опорами, пока кольцо полностью не опустятся. Постепенно углубляя шахту колодца, продолжают наращивать кольца до тех пор, пока нижнее бетонное кольцо не дойдет до необходимой отметки.

Нами проведены исследования по подбору состава крупнопористого бетона для фильтрованных колец. Пористый бетон приготовили из сульфатного портландцемента марки 500, при таком составе цемента уменьшается возможность образования в цементном камне гидросульфоалюмината кальция, тем самым повышая стойкость бетона к сульфатной коррозии. По сколько коррозия не будет разрушать бетон, фильтрация будет происходить постоянно. Применение обычного портландцемента не дает нужного эффекта из-за зарастания пор гидросульфоалюминатом кальция. В качестве заполнителя нами использовался щебень фракции 2,5-10 мм. в соотношении 1:5,1:6 и 1:7 при В/Ц=0,37. Подвижность бетонной смеси составило 2-3 см. Время вибрирование 5-10 с. Образцы изготавливали в виде цилиндров размерами dн =180мм, dв=100мм, высотою h=180мм. Площадь внутренней поверхности образца составила 565,2см$^2$, объем образца 1,8 л. Результаты исследований приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Подбор состава крупнопористого бетона для фильтрованных колец

| № п/п | Состав бетона. Соотношение цемент:щебень | Прочность при сжатии, кгс/см$^2$ | Прочность при растяжении, кгс/см$^2$ | Фильтрация воды, л/с |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 1:5 | 150 | 46 | 1,6 |
| 2 | 1:6 | 112 | 29 | 2,1 |
| 3 | 1:7 | 86 | 18 | 2,5 |

Из таблицы видно, что для заполнения кольца из бетона объемом 1 м$^3$ необходимо следующее время:

площадь кольца равна 2π Rh=2.3,14.100=31400 см$^2$;

тогда за 1 с кольца из крупнопористого бетона dв=100см наберет воду:

состав 1 – 31400/565:1,6=88л, 1000/88=12 с;

состав 2 – 31400/565:2,1=117л, 100017=9с;

состав 3 – 31400/565:2,5=139л, 1000/:139=7,2 с.

**Вывод**

Результаты проведенных исследований позволяют организовать работы по выпуску фильтрованных колец из крупнопористого бетона для колодцев с повышенной фильтрацией. Материалы для изготовления бетонных колец доступны, а работа не требует специальной квалификации.

**Литература:**

1. Биндеман Н. Н. Справочник по использованию подземных вод для полевого и временного водоснабжения, 1943.
2. Борисяк А. О горных обвалах в Крыму. Сб. памяти И. В. Мупшетова, 1905.
3. Бутырин П. К вопросу изучения процессов карста. Мат. по гидрол., гидрогр., водным силам СССР, сер. 3, вып. 26,1935.
4. Гвоздецкий Н. А. Подземная топография. Природа, № 3, 1948.
5. Тугай А.М., Тугай Я.А. Водопостачання. Джерела та водозабірні споруди: Посібник. – Українсько-фінський інститут менеджементу і бізнесу. 1998. – 196 с.
6. Дзекунов Н.Е., Жернов И.Е., Файбышенко Б.А. Термодинамические мето-ды изучения водного режима зоны аэрации. – М.: Недра, 1987. – 176 с., ил.
7. Гаврилко В.М., Алексеев В.С. Фильтры буровых скважин. Изд. 2, перераб. и доп. М., «Недра», 1976. 345 с.

УДК 628.245

Шумаков И.В.

Юнис Башир

Али Адил Халид

**Шумаков И.В.**, д.т.н., професор,
зав. кафедрой технологии строительного производства,
☎ +38 (097) 941-33-28 ✉ shumakov.hisi@gmail.com,
**Юнис Башир**, к.т.н.,
доцент кафедры строительной механики,
☎ +38 (093) 661-04-94 ✉ docbasheer01@gmail.com,
**Али Адил Халид**, аспирант,
Харьковский национальный университет
строительства и архитектуры (ХНУСА),
ул. Сумская, 40, г. Харьков, 61002

**Igor Shumakov**, D.Sc,
Head the Department of construction technologies,
☎ +38 (097) 941-33-28 ✉ shumakov.hisi@gmail.com,
**Basheer N. Younis**, Ph. D.,
assistant professor of structural mechanics Department,
☎ +38 (093) 661-04-94 ✉ docbasheer01@gmail.com,
**Adil Khalid Ali**, postgraduate student,
Kharkiv National University
of Civil engineerng and Architecture,
Str. Sumy, 40, Kharkov, 61002

# ТРУБЧАТЫЕ БЕТОННЫЕ БУРО-ВИБРОВАКУУМИРОВАННЫЕ СВАИ ДЛЯ МАЛОЭТАЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

## ТРУБЧАСТІ БЕТОННІ БУРО-ВІБРОВАКУУМІРОВАНІ ПАЛІ ДЛЯ МАЛОПОВЕРХОВОГО БУДІВНИЦТВА

## CONCRETE PILES WITH HOLLOW SECTION CASTED BY VIBRATION – EVACUATION FOR LOW-RISE CONSTRUCTION

**Аннотация.** В статье рассматриваются способы формования трубчатых свай. Проведён анализ существующих способов формования свай, выявлены недостатки и предложены пути решения основных проблем с помощью усовершенствованного способа вибровакуумирования.
**Ключевые слова:** сваи, вибровакуумирование, бетон, пустотелая секция, прочность при сжатии.
**Анотація.** У статті розглядаються засоби формовання трубчастих паль. Проведено аналіз існуючих способів формування паль, виявлено недоліки та запропоновано шляхи вирішення основних проблем за допомогою вдосконаленого способу вібровакуумірованія.
**Ключові слова:** палі, вібровакуумування, бетон, пустотіла секція, міцність при стисканні.
**Summary.** The article considers ways to mold for pipe piles. Analysis of existing methods of forming piles, identified gaps and proposed solutions to the major problems with the improved method of vibro- vacuum.
**Keywords:** pile, vibration, concrete, hollow section, compressive strength.

### Актуальность проблемы

В настоящее время в Ираке ощущается значительный дефицит жилья, обветшал жилищный фонд, эта проблема остро стоит для молодых семей и военнослужащих. Не менее актуально строительство жилья в сельской местности и для развивающихся представителей фермерского движения. Кроме того, для жителей Ирака является очевидным желание повышать уровень жизни и существенная часть населения стремится увеличить размеры жилья и обеспечить комфортные условия проживания в нем.

Учитывая, что платежеспособность основной массы населения городов и сел на сегодняшний день остается низкой, необходимо применять такие способы строительства, которые бы способствовали вовлечению в процесс самих нуждающихся в жилье граждан.

На наш взгляд, пришло время для создания технологий строительства, позволяющих, по возможности, своими руками способствовать решению жилищной проблемы, отдавая предпочтение индивидуальному строительству с ориентировкой на создание дешевого, доступного для большинства работающих граждан жилья с учетом достижений строительной науки, строительного материаловедения и опыта возведения жилья.

Одним из наиболее важных аспектов рассматриваемой проблемы является повышение надежности и долговечности возводимых объектов. При этом необходимо учитывать влияние условий строительства и эксплуатации по параметрам прочности, теплоэффективности несущих и ограждающих конструкций и облицовочных элементов здания.

К перспективным конструктивным решениям малоэтажного жилищного строительства относится фундамент в виде трубчатых бетонных буро-вибровакуумированных свай. Кроме того, эффективным является проектирование стеновых конструкций с утеплителем. Замена в несущих конструкциях металлической арматуры на композитную исключает риск ее коррозии, являющейся основной причиной разрушения железобетонных изделий и снижающей сроки безаварийной эксплуатации зданий, в том числе и малоэтажных.

Технологическая последовательность выполнения работ включает в себя:

- устройство трубчатых фундаментов непосредственно на строительной площадке в скважинах, пробуренных в грунте;
- устройство ростверка;
- возведение наружных стен из полых элементов с заполнением полостей эффективным теплоизоляционным материалом;
- устройство сплошных колонн на пересечениях наружных стен;
- устройство обвязки под перекрытие из сплошных балок.

Для укладки и уплотнения бетонной смеси в современном строительстве применяют вибрирование, виброштампование, вибропрокат, вибровакуумирование, центрифугирование, а также комбинированные способы, когда сочетаются известные способы формования, к примеру, вибрирование бетонной смеси и прессование, центрифугирование, прокат и т.п.

### Цель

Разработка способа формования трубчатых фундаментов методом вибровакуумирования непосредственно на строительной площадке в скважинах, пробуренных в грунте при строительстве малоэтажных зданий.

### Анализ публикаций по теме исследования

В статье использовались и анализировались работы в области строительных материалов и способов формования

изделий Ю.М. Баженова, А.Г. Комара [1], Б.Г. Скрамтаева, А.Е. Десова [2]. Анализ данных работ позволяет рассмотреть способы формования свай, в них изучался способ вибровакуумирования. Вибровакуумирование является комплексным способом формования изделий, включающим снижение исходного водосодержания бетонной смеси путем ее вакуумирования и повторно-кратковременного вибрирования. Формование изделий производится на установках вертикального и горизонтального типа, обеспечивающих уплотнение бетонной смеси, немедленную распалубку и беспетлевой съем свежеотформованных изделий. Выбор рационального способа формования определяется конструктивными особенностями формуемых строительных изделий, технологической схемой производства, степенью и видом армирования изделий, их массой и габаритами, требованиями к качеству уплотнения бетонной смеси и качеству поверхности изделия, номенклатурой и объемом производства изготовляемых изделий для малоэтажного строительства [1]. Запатентованные решения [3, 4] безусловно продвинули очерченную проблему к эффективному решению, однако они характеризуются сложностью и трудностями при контроле качества.

Авторы, работавшие в данном направлении, обосновывают эффективность вибровакуумирования, которое обеспечивает интенсивный рост прочности бетона в начальный период твердения, сокращение времени на тепловую обработку изделий или отказ от нее, уменьшение металлоемкости технологического оборудования. Степень уплотнения бетонной смеси зависит от частоты и амплитуды колебаний вибратора, а также от продолжительности вибрирования. Для уплотнения бетонных смесей амплитуда колебаний находится в пределах 0,3÷0,7 мм при частоте колебаний около 3000 в мин. [5, 6, 7].

При этом полученных результатов недостаточно для комплексного подхода к повышению производительности работ и качества формуемых свай.

## Изложение основного материала

Известен способ формования трубчатых свай, включающий цилиндрическую головку, закрепленную на приводном валу с возможностью вращения и вертикального перемещения, и расположенную на головке уплотняющую спиралевидную лопасть. Цилиндрическая головка, вращаясь, равномерно распределяет бетонную смесь по окружности формы, тем самым исключая возможность образования разрывов в стенках трубы. Спиралевидная лопасть, опираясь на укладываемый бетон, послойно его уплотняет, при этом обеспечивает самоподъем головки по мере бетонирования трубы.

Однако такой способ не гарантирует высокого качества формуемых изделий. В одной и той же свае могут быть участки высокого качества уплотнения наряду с недостаточно уплотненными. Причиной этого может быть недостатки контроля качества и невозможность поддержания постоянного слоя рыхлой бетонной смеси над спиральной лопастью.

При устройстве свай по мере извлечения устройства из скважины, бетонная смесь уплотняется с помощью вибратора и раздвигается конусной головкой в стороны стенок скважины.

Однако недостатком известного устройства является низкое качество формования свай. Для решения существующей задачи предложено формование бетонных и армированных свай широко применяемым встроительстве способом вибровакуумирования (рис. 1). Поставленная цель достигается за счет того, что используются подвижные или литые бетонные смеси с укладкой в межстенное пространство между грунтом и металлическим устройством с одновременным вибрированием и вакуумированием.

Рис. 1. Общий вид сформованной сваи

Экспериментально установлено, что высокое качество свай достигается при использовании способа формования свай вибровакуумированием. В результате такой обработки бетонная смесь уплотняется, что в свою очередь повышает физико-механические свойства.

Результаты проведенных исследований приведены в табл. 1.

Таблиця 1.

Міцність фібробетонних зразків з різним вмістом та співвідношенням сталевої та базальтової фібри

| № | Наименование сваи | Плотность изготовленной сваи, кг/м³ | Прочность при сжатии, МПа | Прочность при растяжении, МПа |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Свая, выполненная методом литья | 2236 | 20,7 | 4,43 |
| 2 | Свая, выполненная методом вибровакуумирования | 2410 | 28,3 | 6,37 |

Из табл. 1 видно, что плотность бетона повышается на более чем 10%, прочность на сжатие на 36%, а прочность при растяжении на 43%.

## Вывод

В результате проведенных исследований были выявлены основные проблемы качества при устройстве бетонных и железобетонных свай существующими способами формования. Предложенный способ формования вибровакуумированием улучшает прочностные характеристики свайных конструкций.


**Литература:**

1. Баженов Ю.М., Комар А.Г. Технология бетонных и железобетонных изделий. Москва : Стройиздат, 1984. 673 с.
2. Скрамтаев Б.Г., Десов А.Е. Вакуумирование бетона. Строительная промышленность. 1938. №3. С.64–72.
3. Патент на винахід. Пристрій для формування трубчатих конструкцій з бетонних сумішей. UA 2637 Cl 26.12.94. Бюл. №5-1.
4. Авторское свидетельство СССР № 1079757, E 02 D 5/38, 1984.
5. Сторожук Н.А. Свойства вакуум-бетона. Строительные материалы и конструкции. 1990. № 1. С.27–28.
6. Асирьян А.М. Исследование новых возможностей использования вакуума в технологии бетонов : дис. канд. техн. наук : 05.23.05. Ереван, 1966. 133 с.
7. Гершберг О.А., Итин А.Е. Вакуумбетон. Строительная промышленность. 1941. № 7–8. С.16–19.

УДК 691.22

Шумаков И.В.

Юнис Башир

Таха Лотфи

**Шумаков И.В.**, д.т.н., професор,
зав. кафедрой технологии строительного производства,
☎ +38 (097) 941-33-28 ✉ shumakov.hisi@gmail.com,
**Юнис Башир**, к.т.н.,
доцент кафедры строительной механики,
☎ +38 (093) 661-04-94 ✉ docbasheer01@gmail.com,
**Таха Лотфи**, аспирант,
☎ +38 (099) 001-77-63 ✉ loutfi.taha@hotmail.com,
Харьковский национальный университет
строительства и архитектуры (ХНУСА),
ул. Сумская, 40, г. Харьков, 61002

**Igor Shumakov**, D.Sc,
Head the Department of construction technologies,
☎ +38 (097) 941-33-28 ✉ shumakov.hisi@gmail.com,
**Basheer N. Younis**, Ph. D.,
assistant professor of structural mechanics Department,
☎ +38 (093) 661-04-94 ✉ docbasheer01@gmail.com,
**Lotfi Taha**, postgraduate student,
☎ +38 (099) 001-77-63 ✉ loutfi.taha@hotmail.com,
Kharkiv National University
of Civil engineerng and Architecture,
Str. Sumy, 40, Kharkov, 61002

# ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ В ЛИВАНЕ

## ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ В ЛІВАНІ

## PROSPECTS FOR WASTE USE IN LEBANON

**Аннотация.** Для Ливана актуальным является использование различных промышленных отходов для замены мелкого заполнителя и цемента в бетоне, что подтверждено соответствующими экспериментальными исследованиями.
**Ключевые слова:** отходы, рисовая шелуха, бетон, прочность при сжатии.
**Анотація.** Для Лівану актуальним є використання різних промислових відходів для заміни дрібного заповнювача і цементу в бетоні, що підтверджено відповідними експериментальними дослідженнями
**Ключові слова:** відходи, рисова лушпиння, бетон, міцність при стисненні.
**Summary.** For Lebanon, it is relevant to use various industrial wastes to replace fine aggregate and cement in concrete, which is confirmed by relevant experimental studies.
**Keyword:** waste, rice husks, concrete, compressive strength.

### Актуальность темы исследования

Повышение уровня жизни населения, развитие промышленности и других отраслей неизменно ведет к увеличению количества отходов. Эта проблема актуальна как для стран с высоким уровнем развития, так и для развивающихся. Ежегодно объемы мирового мусора возрастают примерно на 3 % [1]. В развитых странах на темпы накопления мусора, как правило, влияют уровень развития легкой и пищевой промышленности, индустрии упаковочных материалов, климатическая зона, менталитет и благосостояние населения. Поскольку города разрастаются проблема становится все более острой. По прогнозам, к 2050 г. объем отходов на душу населения возрастет приблизительно до 70 %, причем половина будет приходиться на Азию [2]. Данная проблема актуальна и для Ливана (табл. 1) [2].

Рис. 1. Затрудненное движение на улицах Бейрута (2016 г.)

Рис. 2. Массовая протестная акция в Бейруте «От вас дурно пахнет!» (2016 г.)

В развитых европейских странах (Бельгия, Великобритания, Германия, Дания, Италия, Нидерланды, Швеция, Швейцария) этот показатель уже в 1995–96 гг. достиг 340–440 кг, в Австрии и Финляндии – свыше 620, а в США превысил 720 кг на одного человека в год (рис. 3) [3].

Как показывают данные, количество отходов в Ливане превышает показатели США в 3 раза, несмотря на меньшую в сотни раз площадь территории. Проблема ливанского мусора представляет угрозу не только самой стране, но и всему средиземноморью – из-за отсутствия полноценного контроля за отходами и эффективных мер утилизации мусор попадает в Средиземное море. По словам Пауля Аби Рахеда, директора ливанского экологического движения (Lebanon Eco Movement), то, что происходит, чрезвычайно опасно – мусор выбрасывается в море, новые отходы попадают в него практически ежедневно [4]. Ливан занимает «почетное» место среди стран-лидеров с наибольшим количеством отходов, кроме того остается все меньше площади, которую можно использовать для захоронения отходов, все меньше ресурсов для этого. Разлагаясь, отходы отравляют воздух, почву, подземные воды и превращаются в угрозу для окружающей среды и здоровья человека. Проблему возможной переработки отходов можно отнести к категории экологических, но с другой стороны, она тесным образом связана с решением сложных технических и экономических вопросов и требует привлечения специалистов разных сфер.

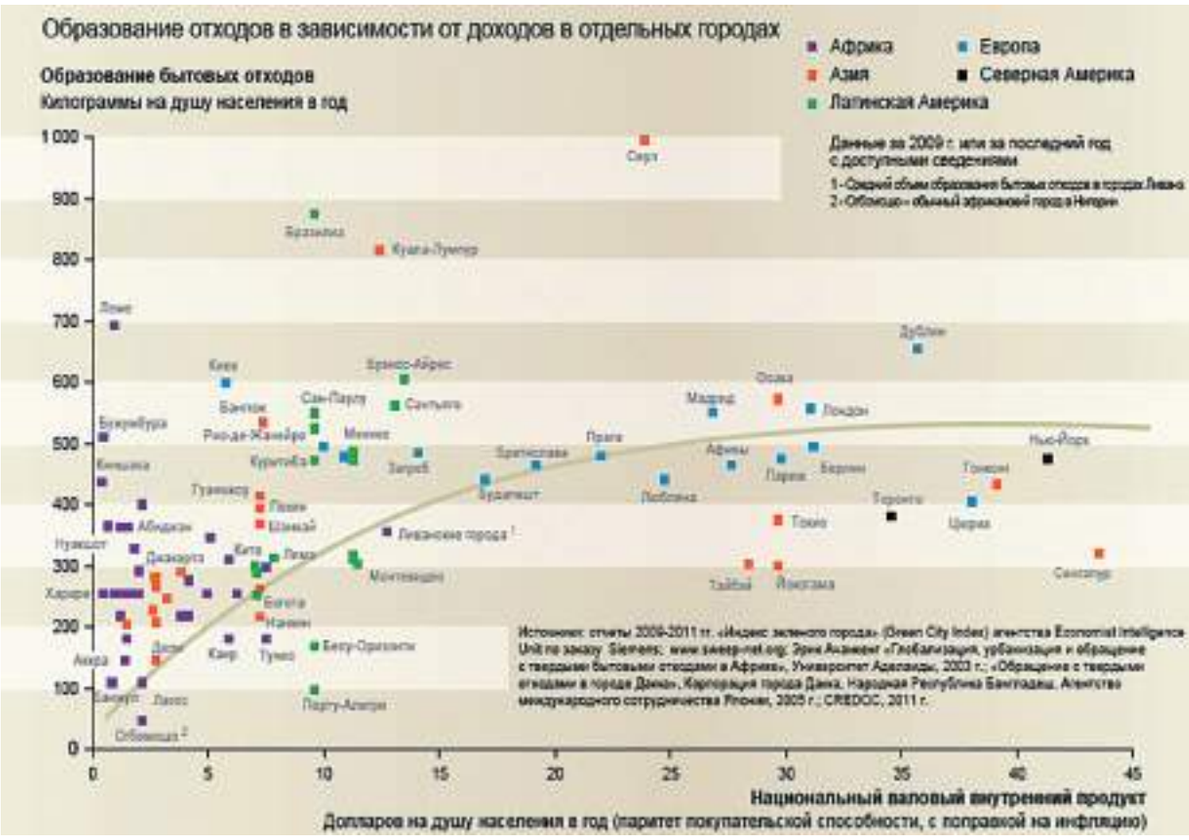



Рис. 3. Удельные показатели генерации отходов в зависимости от валового внутреннего продукта в отдельных городах мира

Таблица 1.

Справочная информация об отходах в Ливане (2017)

| | |
|---|---|
| **Население:**<br>ливанских граждан<br>беженцев | <br>5600000 чел.<br>2500000 чел. |
| **Общий объем твердых бытовых отходов (MSW)** | 2,04 млн. тонн |
| **Генерация отходов на душу населения:**<br>городские территории<br>сельские территории | <br>0,95-1,2 кг/день<br>0,8 кг/день |
| **Прирост объемов генерации MSW** | 1,65% в год |
| **Объемы отходов по некоторым отраслям:**<br>медицина<br>промышленность<br>переработка продукции животноводства | <br>25040 т/год<br>188850 т/год<br>40000 т/год |

## Анализ последних публикаций

В сравнении со странами третьего мира, где проблема отходов почти не решается, в Ливане в последние годы наблюдаются активность на государственном уровне. Данная проблема является политически взрывоопасной. Ливанские власти так и не смогли построить в окрестностях Бейрута мусороперерабатывающие предприятия, средства на которые выделил Евросоюз и главной причиной этого явилась коррупция. При широкой огласке проблемы государственная политика недостаточно эффективна, и основным «рупором» остаются активисты и ученые. Так, публикации о кризисе в сфере отходов Ливана и его необратимых воздействиях доступны в интернете [5]. В научном пространстве вопросами отходов в Ливане занимались Шамес Майя и Хайфа Абу Маялах, они освещают данную проблему в контексте индустрии туризма, которая является основным источником дохода для страны (до 60% от ВВП) [6]. Вопросами совершенствования экологического менеджмента в ливанской фармацевтической промышленности занимались Май А. Масуд, Н. Макарем, В. Рамадан, Р. Наккаш, в частности, за счет внедрения добровольной системы экологического менеджмента ISO 14001 [7]. Оценкой ущерба для экологии Ливана от отходов занимались Карин Аби-Ганем, Халед Нахле, Габи Халаф, Даниэль Косса [8]; М. Эль Муджаббер, Б. Бу Самра, Т. Дарвиш, Т. Аталла [9, 10, 11]. В данных работах были предложены основные мероприятия по учету, накоплению и утилизации. Оценочные характеристики Экологическому движению в Ливане дал Салпи Джундуриан в работе [12]. Обзор упомянутых источников показал разноотраслевую освещенность темы в научных публикациях, при этом нет исследований по изучению и оценке использования отходов в строительной отрасли в рамках устойчивого развития.

## Основная часть

Состав промышленных отходов Ливана плохо документирован. При отсутствии законодательных требований и строгого контроля большинство промышленных и опасных отходов смешиваются с городскими отходами. Из отходов, которые собирают, около 48% идет на свалки и лишь 8% перерабатывается. Около 22 тыс. промышленных предприятий Ливана генерируют широкий спектр твердых отходов, что соответствует 8,23% от общего объема. Неопасные отходы (упаковка, пенополистирол, деревянные поддоны, пищевые отходы и т.д.) составляют

92,2% [14]. Значительными являются объемы отходов, образующихся в результате сноса зданий. В одном только Бейруте за последние два года образовалось около миллиона тонн строительных отходов.

Использование широко распространенных промышленных отходов в практике гражданского строительства может привести к реальной возможности значительного уменьшения загрязнения окружающей среды (табл. 2). Авторами был выполнен анализ данных для перспектив использования осадка сточных вод при производстве кирпича, для новых составов бетонов с учетом технической целесообразности использования такого осадка, подтвержденной в работах [15–18]. Проанализированы возможности повторного использования шлама с бумажных фабрик, где основные элементы включают Al, Mg, Si и Ca, оксиды которых в значительной степени используются в строительной отрасли [19–22]. Использование размолотого гранулированного доменного шлака также отвечает современным требованиям, причем в производстве цементов их экономию можно довести до 20% [30].

Использование дополнительных цементирующих материалов стало неотъемлемой частью высоких прочностных и эксплуатационных показателей бетонных конструкций [32]. Бетоны, содержащие 5% шлама с бумажных фабрик, показали прочность на сжатие выше, чем бетон без таких добавок (рис. 4).

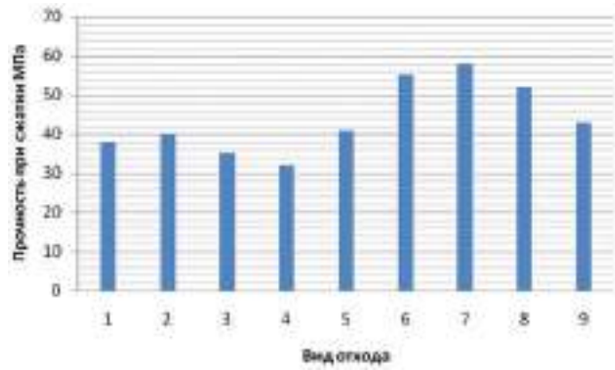



Рис. 4. Прочность на сжатие бетонных образцов с применением различных промышленных отходов

Прочность на сжатие образцов измеряли через 1, 7, 28 и 60 дней после изготовления. Пользуясь полученными данными, сформирован алгоритм использования промышленных отходов в производстве бетона (рис. 5).

Рис. 5. Алгоритм использования промышленных отходов в производстве бетона

Таблица 2.

Характеристики некоторых видов отходов для производства строительных материалов

| № | Типы отходов | Прочность при сжатии, МПа | Кол-во отхода, % |
|---|---|---|---|
| 1 | Карьерная пыль, зола | 38 | 40 |
| 2 | Рисовая шелуха | 40 | 30 |
| 3 | Крошка резиновая | 43 | 30 |
| 4 | Осадок сточных вод | 35 | 20 |
| 5 | Шлам бумажных фабрик | 41 | 20 |
| 6 | Зола-унос | 58 | 30 |
| 7 | Бумажная масса в бетоне | 32 | 20 |
| 8 | Пемза мелкозернистая | 52 | 45 |
| 9 | Гранулированный шлак | 55 | 25 |

**Выводы**

Для условий Ливана актуальным является использование различных промышленных отходов для замены мелкого заполнителя и цемента в бетоне, что подтверждено соответствующими экспериментальными исследованиями. Подтверждено, что прочность на сжатие для бетона, полученного с применением золы-уноса в качестве частичной замены цемента является самой высокой. Определены перспективы использования различных видов отходов, генерируемых в Ливане.

**Литература:**

1. Катрин Сильги : история мусора. histoire des homes et de leurs ordures du moyen age a nos jours https://www.labirint.ru/books/290100/
2. https://share.america.gov/ru/кризис-отходов-в-ливане-острота-пробл
3. Solid Waste Management in Lebanon: Challenges and Recommendations Ismail I. Abbas1, Jinane K. Chaaban, Abdel-Rahman Al-Rabaa, Ali A. Shaar. Journal of Environment and Waste Management. 2017. Vol. 4(2), pp. 053-063.
4. https://realist.online/article/livanskij-musornyj-krizis-ugrozhaet-sredizemnomoryu
5. Hilal N., Fadlallah R., Jamal D., El-Jardali F. Approaching the Waste Crisis in Lebanon : Consequences and Insights into Solutions. 2015. K2P.
6. Socrat Ghadban, Maya Shames, Haifa Abou Mayaleh. Trash Crisis and Solid Waste Management in Lebanon-Analyzing Hotels' Commitment and Guests' Preferences. Journal of Tourism Research Hospitality. 2017. № 6 (3). Pp.100–169.
7. May A. Massoud, N. Makarem, W. Ramadan & R. Nakkash. Environmental management practices in the Lebanese pharmaceutical industries: implementation strategies and challenges. Environ Monit Assess. 2015. № 187. P. 107.
8. Abi-Ghanem C., Nakhlé K., Khalaf G., Cossa D. Mercury distribution and methylmercury mobility in the sediments of three sites on the Lebanese coast, eastern Mediterranean. Arch Environ Contam Toxicol. 2011. № 60(3). Pp. 394–405.
9. M. El Moujabber, B. Bou Samra, T. Darwish, T. Atallah. Comparison of Different Indicators for Groundwater Contamination by Seawater Intrusion on the Lebanese Coast. Water Resources Management. 2006. Volume 20. Issue 2. Pp. 161–180.
10. Chbib C., Net S., Hamze M., Dumoulin D., Ouddane B., Baroudi M.

Assessment of pesticide pollution in groundwater Akkar, northern Lebanon. Environ Sci Pollut Res Int. 2018. № 25 (15). Pp.14302–14312.

11. Rami Z. Morsi, Rawan Safa, Serge F. Baroud, Cherine N. Fawaz, Jad I. Farha, Fadi El-Jardali, Monique Chaaya. The protracted waste crisis and physical health of workers in Beirut : a comparative cross-sectional study. Environmental Health. 2017. № 12. Pp.16–39.
12. Salpie Djoundourian. Environmental movement in Lebanon. Environment Development and Sustainability. 2009. № 11(2). Pp. 427–438.
13. http://www.basel.int/
14. SWEEPNET. Country report on the solid waste management in Lebanon. 2014.
15. Alleman J.E., Berman N.A. Constructive sludge management. Journal of Environmental Engineering. 1984. № 110 (2). Pp. 301–311.
16. Tay J.H. Bricks Manufactured from Sludge. Journal of Environmental Engineering. 1987. № 113(2). Pp. 278–285.
17. Tay J.H., Show K.Y., Hong S.Y. Potential reuse of waste-water sludge for innovative applications in construction industry. Bulletin of the College of Engineering, N.T.U. 2002. № 86. Pp. 103–112.
18. Khanbilvardi R., Afshari S. Sludge ash as fine aggregate for concrete mix. Journal of Environmental Engineering. 1995. № 121(9). Pp. 633–638.
19. Tay J.H. Potential use of sludge ash as construction material. Elsevier Science Publishers. B.V.1986. № 13. Pp. 53–58.
20. Naik T.R., Friberg T.S., Chun Y.C. Use of pulp and paper mill residual solids in production of cellucrete. Cem. Concr. Res. 2004. № 34(7). Pp. 1229–1234.
21. Marcis C., Minichelli D., Bruckner S., Bachiorrini A. and Maschio S. Production of monolithic ceramics from incinerated municipal sewage sludge, paper mill sludge and steelworks slag. IndCeram. № 25(2). Pp. 89–95.
22. Chindaprarsirt P., Buapa N. and Cao H. Mixed cement containing fly ash for masonry and plastering work. Constr Build Mater. 2005. № 19(8). Pp. 612–618.
23. Liaw C.T., Chang, H.L., Hsu W.C. and Huang C.R. A novel method to reuse paper sludge and cogeneration ashes from paper mill. J. Hazard. Mater 1998. № 58. Pp. 93–103.
24. Smith R.G. and Kamwanja G.A. The use of rice husk for making a cementitious material, proc. Joint Symposium on the Use of Vegetable Plants and their Fibers as Building Material. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology. 2014. Vol. 3. Issue 1.
25. Zhang M.H., Lastra R. and MalhotraV.M. Ricehusk ash paste and concrete: Some aspects of hydration and the microstructure of the interfacial zone between the aggregate and paste. Cement and Concrete Research. 1996. № 26(6). Pp. 963–977.
26. Sakr K. Effects of silica fume and rice husk ash on the properties of heavy weight concrete. Journal of materials in civil engineering. 1996. № 18(3). Pp. 367–376.
27. SataV, Jaturapitakkul C., Kiattikomol K. Influence of pozzolana from various by-product materials on mechanical properties of high-strength concrete. Construction and Building Materials. 2007. № 21(7). Pp. 1589–1598.
28. Nicole P.H., Monteiro P.M. and Carasek H. Effect of silica fume and rice husk ash on alkali-silica reaction. Materials Journal. 2000. № 97(4). Pp. 486–492.
29. Ernstbrunner L. Rejects from paper manufacture utilized in the cement works. Das Papier. 1997. № 51(6). Pp. 284–286.
30. ACI committee report by Hogan and Meusel. 1981.
31. Corinaldesi, Maria Letizia Ruello and Gabriele Fava. Paper Mill Sludge Ash as supplementary Cementitious Material. Second International Conference on Sustainable Construction Materials and Technologies. June 2010. The University of Wisconsin Milwaukee Centre for By-products.
32. Alireza Naji Givi, Suraya Abdul Rashid, Farah Nora Aziz, Mohamad Amran Mohd Salleh. Contribution of rice husk ash to the properties of mortar and concrete : a Review. Journal of American Science. 2010. № 6(3). Pp. 157–165.

**УДК 666.9.012**

Данелюк В.І.

**Данелюк В. І.**, к.т.н.,
доцент кафедри технології будівельного виробництва
Одеської державної академії будівництва та архітектури,
65029, Україна, м Одеса, вул. Дідріхсона, 4,
✉ daneliuk.vadim@gmail.com ☎ +38 (095) 33-99-639

**V. Danelyuk**, Ph.D.,
associate professor of Department of Technology of building production
of the Odessa State Academy of Construction and Architecture,
65029, Ukraine, Odesa, Didrikhsona str., 4,
✉ daneliuk.vadim@gmail.com ☎ +38 (095) 33-99-639

# БЕТОННІ ДОРОГИ – ШЛЯХ В МАЙБУТНЄ

## CONCRETE ROADS – THE WAY TO THE FUTURE

## БЕТОННЫЕ ДОРОГИ – ПУТЬ В БУДУЩЕЕ

**Анотація.** За останні роки в Україні погіршився стан транспортних споруд. Основною проблемою будівництва та реконструкції об'єктів транспортних споруд є недофінансування. Дорожнє покриття більшості доріг вичерпало свій ресурс і потребує відновлення відповідно до сучасних навантажень та інтенсивності руху. Проте завдяки реформам ситуація може змінитися. З 2018 року на місця було передано більше фінансування доріг та відповідальності, створено Дорожній Фонд, що гарантує фінансування ремонтно-будівельних робіт. У 2017 році почалася реконструкція дороги Н-31 Дніпро – Решетилівка, яка буде цементобетонною, а у 2019 році вже відкрили перший відрізок траси. Отже, цементобетонні дороги одна з найбільш актуальних проблем сьогодення в Україні.
**Ключові слова:** транспортні споруди, автомобільні шляхи, цементобетонні дороги, дрібнозернисті бетони, метальний пристрій.
**Abstract.** In recent years, the state of transport facilities has deteriorated in Ukraine. The main problem of construction and reconstruction of transport facilities is underfunding. The road surface of most roads has exhausted its resources and needs to be restored. However, due to reforms, the situation may change. From 2018, more funding for the roads was transferred to the localities, and a road fund was created, which guarantees the financing of repair and construction work. In 2017, the reconstruction of the H-31 Dnepr-Reshetilovka road, which will be cement concrete, began, and in 2019 the first section of the route was already opened. So, cement concrete roads are one of the most pressing problems in Ukraine.
**Keywords:** transport facilities, roads, cement concrete roads, fine-grained concrete, throwing device.
**Аннотация.** За последние годы в Украине ухудшилось состояние транспортных сооружений. Основной проблемой строительства и реконструкции объектов транспортных сооружений является недофинансирование. Дорожное покрытие большинства дорог исчерпало свой ресурс и нуждается в восстановлении. Однако благодаря реформам ситуация может измениться. С 2018 года на места было передано большее финансирование дорог, создан Дорожный Фонд, который гарантирует финансирование ремонтно-строительных работ. В 2017 году началась реконструкция дороги Н-31 Днепр-Решетиловка, которая будет цементобетонной, а в 2019 году уже открыли первый отрезок трассы. Итак, цементобетонные дороги одна из самых актуальных проблем в Украине.
**Ключевые слова:** транспортные сооружения, автомобильные дороги, цементобетонные дороги, мелкозернистые бетоны, метательное устройство.

### Постановка проблеми

На сьогоднішній день мережа автомобільних шляхів в Україні має протяжність близько 170 тис. км. Більша частина (88%) яких збудована ще до 1970 року та розраховані на навантаження 6 т. Це при тому, що сучасні автомобілі розраховані на 10 – 12 т на вісь. Для прикладу у Німеччині дороги розраховані на 11,5 т на вісь, у Франції – 13, у багатьох інших – 10,5.

Нажаль близько 90% українських доріг не відповідають нормам – за інформацією Укравтодору. Незадовільний стан доріг також підтверджують і міжнародні експерти. За оцінками експертів Світового економічного форуму «The Global Competitiveness Report 2016—2017», із 138 учасників Україна посіла 134 місце за показником якості автомобільних доріг. Виходом із даної ситуації можуть стати цементобетонні дороги. Зараз в Україні нараховується близько 1% цементобетонних доріг. Для порівняння, частка цементобетонних доріг у ЄС складає близько 40%, а у США до 60% від загальної протяжності автомобільних шляхів, а Індія нещодавно взагалі вирішила перейти на будівництво 100% нових доріг із цементобетонну.

Для півдня України актуальною залишається проблема експлуатації асфальтобетонних доріг у літній період. Асфальтобетонне покриття значно нагрівається через акумуляцію сонячної енергії, тому органічне в'яжуче переходить у розм'якшений стан (температура розм'якшення для бітума БНД 90-130 складає 40-42 °С), що значно погіршує його характеристики. Рух великовагового транспорту в таких умовах призводить до руйнувань та появи пластичних деформацій (рис.1), і, як наслідок, руйнування цілих ділянок автодоріг [1]. Цементобетонне покриття не піддається руйнуванням на пластичним деформаціям у наслідок температурних коливань.

Рис. 1. Пластичні деформації на асфальтобетонному покритті

Цементобетонні дороги мають ряд переваг та недоліків у порівнянні з асфальтобетонними шляхами. Останніми роками експерти детально описували їх ц своїх роботах та публікаціях [1, 2, 3 ,4, 5].

**Виклад основного матеріалу досліджень.**

Групою авторів розроблено метальний пристрій [6] для укладання та ущільнення дрібнозернистих бетонних сумішей. Пристрій дозволяє поєднувати окремі технологічні операції при укладанні та ущільнені бетонних сумішей. Конструктивно-технологічна схема метального пристрою представлена на рис. 2.

Розроблена технологія укладання та ущільнення бетонних сумішей дозволяє зменшити трудомісткість та собівартість за рахунок суміщення декількох технологічних операцій. За допомогою розробленого метального пристрою можна проводити операції з укладання, ущільнення та вирівнювання бетонної суміші – одночасно.

Метальний пристрій для укладання та ущільнення бетонних сумішей (рис. 1) включає завантажувальне пристосування, що складається з витратного бункера 1 та живильника 2, які змонтовані на рамі 3, пристосування для попереднього розгону бетонної суміші, що встановлене над роторними метальниками паралельно до них та складається з двох гладких обгумованих роторів 4 і 5, пристосування для зрошування бетонної суміші водою, що поступає в міжроторний простір роторних метальників і складається з двох груп відцентрованих форсунок 6 і 7, розташованих між пристосуванням для попереднього розгону бетонної суміші і роторними метальниками 8 і 9 з приводом 10 та ротором для вирівнювання поверхні свіжоукладеного бетону 11 [6].

Для оцінки експлуатаційно-технологічних показників якості дрібнозернистого бетону проведено ряд досліджень, що доводять доцільність та підтверджують високі технологічні та експлуатаційні показники використання метального пристрою. До проведення експерименту, визначено технологічні параметри бетонування та В/Ц дрібнозернистої бетонної суміші. Першим технологічним параметром бетонування прийнято швидкість обертання метальників, що варіювалася в межах від 1000 до 3000 об/хв. Другим – відстань від центру метальників до поверхні бетонування, яка змінювалася від 30 до 40 см. Дослідами неодноразово доведено, що для набуття бетоном водонепроникності В/Ц повинно бути менше за 0,40. В дослідах водоцементне відношення прийнято в межах від 0,30 до 0,26.

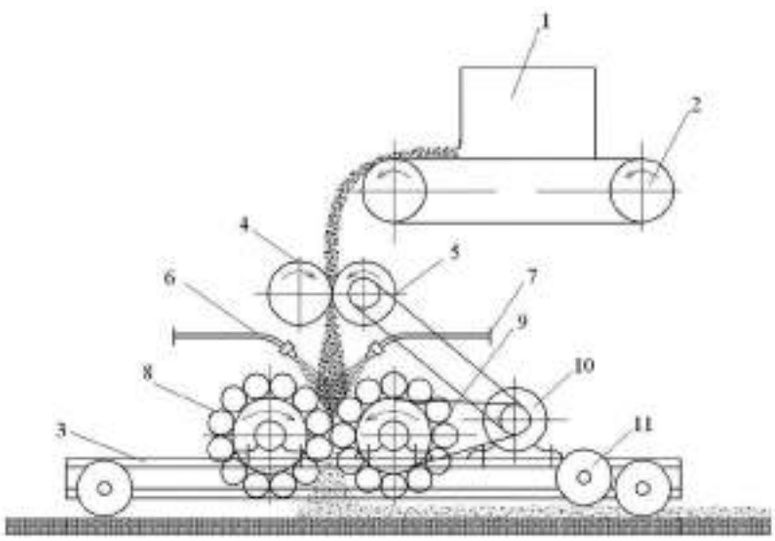



Рис. 2. Конструктивно-технологічна схема метального пристрою із еластичним метальним обладнанням для укладання та ущільнення дрібнозернистих бетонних сумішей

а) б)

Рис. 3. Фрагменти дорожнього покриття 500x100x1000, які виготовлені за допомогою розробленого метального пристрою для укладання та ущільнення бетонних сумішей

Одержаний таким чином бетон має високу ступінь однорідності і підвищені показники міцності, щільності, водонепроникності, стійкості до ударних дій порівняно із звичайним бетоном (рис. 3) [7, 8, 9]. Як можна бачити з рис. 4 на відміну від традиційного укладання з вібруванням (б) укладання бетонної суміші за допомогою розробленого метального пристрою (а) дозволяє отримати однорідний бетон при В/Ц = 0,26 без введення в нього добавок.

Згідно з результатами експериментальних досліджень визначено вплив технологічних параметрів бетонування із застосуванням еластичних метальників на властивості дрібнозернистих сумішей і бетонів: середня щільність, жорсткість, міцність на стиск, міцність на розтяг при згині та опір удару [10, 11]. Аналіз результатів показав, що фактори неоднаково впливають на показники якості дрібнозернистого бетону.

Доведено, що розроблений пристрій дозволяє зменшити трудомісткість, собівартість, тривалість виконання процесів бетонування за рахунок скорочення технологічних операцій [11, 12].

## Висновки

Результати наукових досліджень вказують на практичну цінність розробок. Використання розробленого пристрою та технології дозволяє скоротити трудомісткість, витрати на матеріали та собівартість виконання робіт, при відповідних експлуатаційних показниках. Експериментально встановлено, що за допомогою розробленого метального обладнання та технології укладання дрібнозернистих наджорстких бетонних сумішей можливе отримання бетонів класу С32/40-С45/55 за міцністю на стиск. Тобто, за розробленою технологією з використанням метального пристрою можливе отримання високоміцних та водонепроникних бетонів.

Викладені напрацювання підтверджують доцільність розробки технології укладання бетонних сумішей за допомогою метального пристрою. Данна технологія дозволить укладати бетонні дороги із заданими експлуатаційними характеристиками.

а) б)

Рис. 4 Зразки бетонну (В/Ц=0,26) укладені:
а) за допомогою метального пристрою; б) за допомогою віброущільнення


**Література:**

1. Правда та вигадки про бетонні дороги: чи допоможуть вони Україні / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://voxukraine.org/uk/concrete-roads-ua/
2. Переваги цементобетонних доріг в Україні / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.slideshare.net/UIFuture/ss-82385032
3. В чому переваги бетонних доріг для України / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uprom.info/news /other/infrastruktura/perevaga-betonih-dorig-dlya-ukraini/
4. Бетон проти асфальту: чому в Україні гальмують будівництво цементобетонних доріг / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://dyvys.info/2018/10/23 /beton-proty-asfaltu-chomu-v-ukrayini-galmuyut-budivnytstvo-tsemento-betonnyh-dorig-infografika/
5. Фахівці назвали переваги та недоліки доріг, якими похизувався міністр Омелян / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://expres.online/archive/news/2018/02/22 /285101-ukrayinski-dorogy-stanut-bezpechnishymy-yih-buduvatymut-novogo-materialu
6. Пат. 92794 України, МПК (2009) B 28 B 1/30, B 28 B 13/00. Метальний пристрій для укладання та ущільнення бетонних сумішей / Бабиченко В.Я., Данелюк В.І.; заявка та власник Одеська державна академія будівництва та архітектури. – № а 2008 12967; заявка 07.11.2008; публікація 10.12.2010, Бюл. № 23.
7. Бабиченко В.Я. Новый способ и технологические основы получения высокоплотных бетонов / Бабиченко В.Я., Данелюк В.И. // Журнал «Будівництво України». – 2009. – №. -10 – С. 30-34.
8. Бабиченко В.Я. Уплотнение мелкозернистых бетонных и других смесей с помощью нового технологического оборудования в виде эластичных метательных устройств / Бабиченко В.Я., Данелюк В.И., Можина С.Р. // Зб. наук. пр. «Вісник». – Вип. 22. – Харків: НТУ «ХПІ», 2009. – С. 160-165.
9. Бабиченко В.Я. Вплив технологічних параметрів струменевого бетонування промислових підлог на якісні показники дрібнозернистого бетону / Бабиченко В.Я., Корнило І.М., Данелюк В.І., Шідловський О.М., Дуднік Г.В. // Зб. наук. пр. «Будівельні конструкції». – Вип.74. Кн.2. – Київ: ДП НДІБК, 2011. – С. 213-220.
10. Бабиченко В.Я. Струйная технология бетонирования с применением эластичных метательных устройств и влияние ее технологических параметров на свойства мелкозернистых бетонных смесей и бетонов /Бабиченко В.Я., Данелюк В.И., Шидловский А.М. // Журнал «Будівельні матеріали та вироби». – 2010. – №. 2(61) – С. 20-23.
11. Бабиченко В.Я. Новий спосіб укладання та ущільнення бетонних сумішей та його техніко-економічне обґрунтування / Бабиченко В.Я., Данелюк В.І., Дмитрієва Н.В. // Журнал «Будівельні матеріали та вироби», Київ. – 2012,- №3 (73) – С. 8-10.
12. Бабиченко В.Я. Удосконалення технології влаштування горизонтального бетонного покриття / Бабиченко В.Я., Данелюк В.І., Дуднік Г.В. // Зб. наук. пр. «Будівельні конструкції». – Вип. 78.К2. – Київ: ДП НДІБК, 2013.

**З ГІДНИМИ ЮВІЛЕЄМ!**

«Будівельні матеріали та вироби» – науково-технічний і виробничий журнал, заснований 1 1959 році публікації напрямків державної технічної політики в галузі будівельної індустрії і промисловості будівельних матеріалів. 60 років в журналі висвітлюються основні етапи становлення та розвитку підгалузей промисловості будівельних матеріалів, найважливіші відкриття та винаходи в області будівельного матеріалознавства, техніки і технології. Видання знаходиться в активах наукових бібліотек України.

У журналі друкуються основоположні роботи в області будівельного матеріалознавства, дослідження традиційних керамічних матеріалів, хімії та технології цементу, технології бетону, азбестоцементу, теплоізоляційних, м'яких покрівельних, гідроізоляційних та інших матеріалів. Не випадково авторами журналу стали видатні вчені, працівники галузевих і академічних інститутів, виробничники. Наказом Міністерства освіти і науки України від 16 травня 2016 року № 515 видання втретє включено до переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук.

Зусиллями к.т.н. Сая В.І. (директора інституту 1989-2010г.г.), заступника директора ДП «НДІБМВ», д.т.н. Лаповської Світлани Давидівни (надалі вона очолила Редакційну раду журналу), зав. відділу НТІ та маркетингу, головного редактора Сучкової Олени Анатоліївни, в роки перебудови журнал було збережено і сьогодні він відзначає гідну ювілейну дату – 60-річчя видання, останні 20 років – завдяки зусиллям співробітників ДП «НДІБМВ». Сподіваємося, що новий керівник, в.о. директора інституту Скрипник А.Л., не позбавить всіх закоханих у журнал читачів і авторів, зацікавлених в новій інформації про стан справ в галузі і досягнення в науці, яку ми отримуємо з кожним новим Всеукраїнськім науково-технічним і виробничим журналом «Будівельні матеріали та вироби», в задоволенні тримати в руках, гортати сторінки, читати його черговий випуск.

Дворкін Л. Й.,
Доктор технічних наук,
професор, завідувач кафедри
технології будівельних
виробів і матеріалознавства,
Національний університет
водного господарства та
природокористування,
м. Рівне

## ДОРОГІ ДРУЗІ, КОЛЕГИ!

Раді привітати провідний Всеукраїнський науково-технічний та виробничий журналу «Будівельні матеріали та вироби», який добре відомий величезній кількості фахівців не тільки в Україні, але і в Білорусі, Казахстані, Грузії, Вірменії, а також у Польщі, Болгарії, Іспанії, Німеччини, Монголії, в Китайській Народній Республіці та інших, з ювілейною датою – 60-річчям його заснування.

Це були роки висвітлення актуальних фахових та виробничих проблем, яки знаходили вирішення в конкретних умовах розвитку суспільства, тому цей ювілей фактично свідчить про ті шляхи, яки пройшла галузь за ці часи.

Не тільки минулі роки, а й нині, наш непростий час є для видання роками складних випробувань. Але завжди ви працювали з нами, своїми партнерами, висвітлюючи оперативну інформацію про розвиток промисловості будівельних матеріалів. Наші співробітники публікували результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів в журналі «Будівельні матеріали та вироби».

З дня пуску ВАТ «Обухівського заводу пористих виробів» в 1994 році, та потужним досягненням – виходом підприємства на виробничу потужність та на 125 % в 2001 році, коли трудовий колектив з досягнутим успіхом привітали Голова Української державної корпорації «Укрбудматеріали» А.В. Безух, Голова Київської обласної держадміністрації А.А. Засуха та Президент України Л.Д. Кучма. Тоді, коли в грудні 2006 року з метою будівництва заводу по виробництву ніздрюватого газобетону в м. Березань Київської області було засновано ТОВ «Аерок» та по сьогоднішній день – день солідного ювілею видання, і, ще зовсім молодого ювілею підприємства, ми йдемо поруч пліч-о-пліч, тому що кінцева мета у нас одна – працювати на комфорт кожного громадянина і на благо Батьківщини.

Всі ці роки журнал існує завдяки енергії видавців і допомоги людей і підприємств, для яких слова про нашу українську традицію, науку, інновації – не порожні слова, а керівництво до дії. Сьогоднішнє життя не може оцінюватися тільки з позиції прибутку, це збиткова, однобока і недалекоглядна політика. Витрати на такі науково-просвітницькі проекти, як Всеукраїнський науково-технічний і виробничий журнал «Будівельні матеріали та вироби», не приносять прибуток, якщо мати на увазі суто фінансову сторону питання, але вони несуть набагато більше – віру в те, що вітчизняна наука затребувана і сьогодні.

Колектив ТОВ «АЕРОК»

ГАЗОБЕТОН – это AEROC

**УДК 625.70**

Гамеляк І. П. Карафізі Л. М. Холоднюк В. П.

**Гамеляк І. П.**, д.т.н., професор, завідувач кафедри «Аеропорти»,
Національний транспортний університет,
вул. Омеляновича – Павленка 1, м. Київ, Україна, 01010,
✉ gip65n@gmail.com ☎ +380503524124,
https://orcid.org/0000-0001-9246-7561
**Карафізі Л. М.**, провідний інженер-проектувальник,
ТОВ «ІНСТИТУТ УКРДОРПРОЕКТ»,
вул. Червоноткацька 29а, м. Київ, Україна, 02094,
✉ karafizipro@ukr.net ☎ +380681250036,
https://orcid.org/0000-0003-1843-0618
**Холоднюк В. П.**, заступник директора з будівництва
та регіонального розвитку, ТОВ «ПСГ» Камбіо-Інвест»,
вул. Миколаївська дорога 253, м. Одеса, Україна,
✉ condor.hvp@i.ua ☎ +380676322371, +380503302595

**Igor Gameliak**, Doctor of Engineering Sciences, professor,
Head of department "Airports", National Transport University,
Omelyanovich Pavlenko St. 1, Kyiv, Ukraine, 01010,
✉ gip65n@gmail.com ☎ +380503524124,
https://orcid.org/0000-0001-9246-7561
**Leonid Karafizi**, lead engineer-designer,
LLC "INSTITUTE UKRDORPROEKT",
st. Chervonotkatska 29a, Kyiv, Ukraine, 02094,
✉ karafizipro@ukr.net ☎ +380681250036,
https://orcid.org/0000-0003-1843-0618
**Vasyl Kholodniuk**, deputy director for construction
and regional development, LLC "PSG" Cambio-Invest",
st. Nikolaevskaya road 253, Odessa, Ukraine,
✉ condor.hvp@i.ua ☎ +380676322371, +380503302595

# ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ЗЧЕПЛЕННЯ БЕТОННОЇ БРУКІВКИ

## EXPERIMENTAL DEFINITION SKID RESISTANCE COEFFICIENT OF THE CONCRETE BLOCK PAVERS

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА СЦЕПЛЕНИЯ БЕТОННОЙ БРУСЧАТКИ

**Анотація.** Проведено випробування опору ковзання по лицевій поверхні бетонних елементів мощення. Опір ковзанню вимірювався маятниковим приладом TRL-тестер (МП-3). Для випробувань використовували зразки бетонної бруківки, котрі виготовлені за технологією вібропресування. Випробовувані зразки отримані від двох різних виробників. Порядок випробувань був наступним. Спершу випробовували опір ковзанню по сухій поверхні елементів брукування. Наступне вимірювання проводилося після двогодинного витримування бруківки у воді при її температурі плюс (20 ± 5) °С. Використовуючи кореляційну залежність між приладами, значення показників опору ковзання по поверхні бетонної бруківки за маятниковим приладом МП-3 перераховано в значення коефіцієнта зчеплення за приладом ПРКС-2 при швидкості 60 км/год. З отриманими значеннями проведена статистична обробка. За результатами якої побудовано графіки надійності зміни коефіцієнту зчеплення при різних умовах.

Визначено значення коефіцієнта зчеплення елементів мощення при різних станах поверхні. Показники коефіцієнта зчеплення для зразків бруківки Г-подібної форми становлять в середньому 0,558 для сухих зразків та 0,503 для вологих. Для зразків у формі двотавра та прямокутної форми середнє значення коефіцієнта зчеплення сухих зразків менше і практично рівне 0,519 … 0,511, а вологих – 0,421 … 0,425.

Навіть для вологих зразків Г-подібної форми розрахункове значення коефіцієнта зчеплення із забезпеченістю 95% становить 0,457, що більше коефіцієнта зчеплення колеса автомобіля з вологим покриттям проїзної частини вулиць і доріг рівного 0,45 для ділянок з небезпечними умовами руху.

**Ключові слова:** бетонна бруківка, дорожнє покриття, маятниковий прилад, коефіцієнт зчеплення, нормальний розподіл.

**Summary.** Was tested skid resistance on the front surface of the concrete paving blocks. Skid resistance was measured with a pendulum device TRL-tester (MP-3). For tests used samples of concrete block pavers, which are made according to the technology of vibropressing. Test samples obtained from two different manufacturers. The test procedure was as follows. First, we tested skid resistance on the dry surface of paving blocks. The following measurement was carried out after a two-hour staying paving stones in water at its temperature plus (20 ± 5) °C. Using the relationship between devices, the values of skid resistance values on the surface of concrete pavers behind the MP-3 pendulum device are listed in the value of the skid resistance coefficient behind the PRKS-2 device at a speed of 60 km/h. With the obtained values carried out statistical processing. According to the results of which were built graphs of reliability change skid resistance coefficient under different conditions.

The skid resistance coefficient for samples of L-shaped paving stones is on average 0,558 for dry samples and 0,503 for wet samples. For samples I-beam and rectangular shape, the average value the skid resistance coefficient of dry samples is less and almost equal to 0,519 ... 0,511, and for wet samples – 0,421 ... 0,425. Even for wet L-shaped samples, the calculated value of the skid resistance coefficient with 95% ensure is 0.457, which is more than skid resistance coefficient the car's wheel by the carriageway of streets and roads equal to 0.45 for areas with dangerous traffic conditions.

**Keywords:** concrete block paver, road pavement, pendulum device, skid resistance coefficient, normal distribution.

**Аннотация.** Проведены испытания сопротивления скольжения по лицевой поверхности бетонных элементов мощения. Сопротивление скольжению измерялось маятниковым прибором TRL-тестер (МП-3). Для испытаний использовали образцы бетонной брусчатки, которые изготовлены по технологии вибропрессования. Испытуемые образцы полученные от двух разных производителей. Порядок испытаний был следующим. Сначала испытывали сопротивление скольжению по сухой поверхности элементов мощения. Следующее измерение проводилось после двухчасовой выдержки брусчатки в воде при ее температуре плюс (20 ± 5) °С. Используя корреляционную зависимость между приборами, значения показателей сопротивления скольжения по поверхности бетонной брусчатки за маятниковым прибором МП-3 перечислены в значение коэффициента сцепления за прибором ПРКС-2 при скорости 60 км/ч. С полученными значениями проведена статистическая обработка. По результатам которой построены графики надежности изменения коэффициента сцепления при различных условиях.

Определены значения коэффициента сцепления элементов мощения при различных состояниях поверхности. Показатели коэффициента сцепления для образцов брусчатки Г-образной формы составляют в среднем 0,558 для сухих образцов и 0,503 для влажных. Для образцов в форме двутавра и прямоугольной формы среднее значение коэффициента сцепления сухих образцов меньше и практически равно 0,519 ... 0,511, а влажных – 0,421 ... 0,425. Даже для влажных образцов Г-образной формы расчетное значение коэффициента сцепления с обеспеченностью 95% составляет 0,457, что больше коэффициента сцепления колеса автомобиля с влажным покрытием проезжей части улиц и дорог равного 0,45 для участков с опасными условиями движения.

**Ключевые слова:** бетонная брусчатка, дорожное покрытие, маятниковый прибор, коэффициент сцепления, нормальное распределение.

## Вступ

З появою методу виробництва бетонної продукції за технологією вібропресування. Виникло питання доцільності застосування бетонних елементів мощення в якості дорожнього покриття доріг населених пунктів, контейнерних терміналів, портових територій, аеродромів та ін. Дане покриття має специфічні характеристики, що вигідно виділяють його в окремих сферах інженерної інфраструктури перед іншими видами покриттів. Тому обсяги влаштування брукованих покриттів постійно збільшуються.

Одним з найбільших ініціаторів в Україні застосування брукованих покриттів починаючи з 2006 року є промислово-будівельна група – ТОВ «ПБГ «Камбіо-Інвест», м. Одеса. Побудовано понад 30 об'єктів по Україні. В тому числі найбільші морські термінали Чорноморських портів, м. Миколаєва, Херсона та інші промислові підприємства та логістичні центри в Україні. Для прикладу площа покриття в порту «Південний» більше 380 000 м$^2$.

Рис. 1. Приклад розкладки «Nika Terra» та розкладки «TIS» у порту

Рис. 2. Стан дорожнього покриття із плит через 5 років на контейнерному терміналі «Схід», і приклад ремонту з застосуванням цементобетонного каменю «Г-подібна хвиля»

Економічність застосування бруківки як несучого покриття очевидна. Гарантійний термін експлуатації 5 років і більше без будь-якого ремонту та реставрації. Собівартість з розрахунку на 1 м$^2$ на 15 ÷ 20% нижча, за різних умов, проти застосування бетонного покриття, чи плит ПАГ. На решту переваг зупинятись не будемо, так як мета даної праці переслідує показати, що штучне каміння для облаштування покриття може застосовуватись в дорожньому покритті автомобільних з'їздів, мостових розв'язок доріг I ÷ II категорії, що з 70 – х років минулого століття застосовується у світі, а також рульових доріжок та перонів аеродромів.

Завдяки накопиченому досвіду в Європі та світі, виникає життєва необхідність вдосконалювати вітчизняну науково-технічну літературу, нормативну базу у будівництві, відповідно до цього сегменту влаштування покриття, розрахованого на надійність, довговічність, безпечність експлуатації та економічну доцільність.

Ґрунтуючись на наявному досвіді впровадження блоків мощення розробляється та удосконалюється науково-технічна література. Для прикладу, в Німеччині 2001 року було видано рекомендації по влаштуванню верхніх шарів дорожнього одягу об'єктів транспортного будівництва із урахуванням особливостей місцевих ґрунтів підстилаючої основи та клімату [1].

За авторства професора Хорста Ментлейна 2007 року в Кельні вийшло друге видання «Атласу бруківки». Атлас присвячений плануванню, проектуванню та будівництву брукованих покриттів [2].

На просторах колишнього СРСР дана тема також отримала серйозний розвиток. Розробляються та випускаються матеріали для полегшення життя проектувальників і будівельників при використанні даного виду покриття [3]. Визначено характеристики для розрахунку мощених покриттів із бруківки в формі «фалка» та «подвійне Т» (двотаврової форми) [4]. Влаштовано дослідні ділянки, і ведеться спостереження за ними в процесі експлуатації [5].

Одним із ключових питань можливості використання бетонної бруківки в якості дорожнього покриття є питання забезпечення безпеки руху транспортних засобів. В даній статті висвітлено результати експериментальних досліджень зчіпних показників вібропресованих бетонних елементів мощення.

## Мета і методи

Метою роботи є визначення коефіцієнта зчеплення лицевої поверхні вібропресованої бетонної бруківки від різних виробників та за різних умов експлуатації. Для проведення випробувань використовується маятниковий прилад МП-3. Порядок проведення випробувань відповідає нормативним документам [6,7,8,9] і є наступним. На початку визначається опір ковзанню по сухій поверхні. Далі зразки занурюються і насичуються у воді протягом двох годин. Наступний крок – визначення опору ковзання водонасичених зразків. Отримані показники опору ковзання за кореляційною залежністю переводяться в значення коефіцієнта зчеплення. Проводиться статистична обробка показників опору ковзання та значень коефіцієнта зчеплення. На основі випробувань та результатів статистичної обробки формуються висновки щодо доцільності використання бетонної бруківки в якості дорожніх покриттів.

## Об'єкт дослідження

Для проведення випробувань використана бетонна бруківка двох різних виробників, що виготовлена за методом вібропресування та має наступні характеристики табл. 1.

Таблиця 1.

Характеристики бетонної бруківки, яку використовували для випробувань

| Найменування характеристики | Значення | | |
|---|---|---|---|
| Виробник | №1 | №2 | №2 |
| Форма | Г-подібна | Прямокутна | Двотаврова |
| Клас бетону по міцності на стиск | В30 (С25 / 30) | В 35 (С30 /35) | В 35 (С30 /35) |
| Водопоглинання, % за масою, не більше | 6 | 4,2 | 4,2 |
| Стираність, г/см$^2$, не більше | 0,7 | 0,58 | 0,58 |
| Морозостійкість, циклів, не менше | 200 (F 200) | 200 (F 200) | 200 (F 200) |
| Розмір, мм | 243,5 x 243,5 x 120 | 200 x 100 x 80 | 200 x 160 x 80 |

## Результати і пояснення

Експериментальне визначення коефіцієнта зчеплення бетонної бруківки виконувалось з використанням приладу маятникового типу МП-3 (рис. 3).

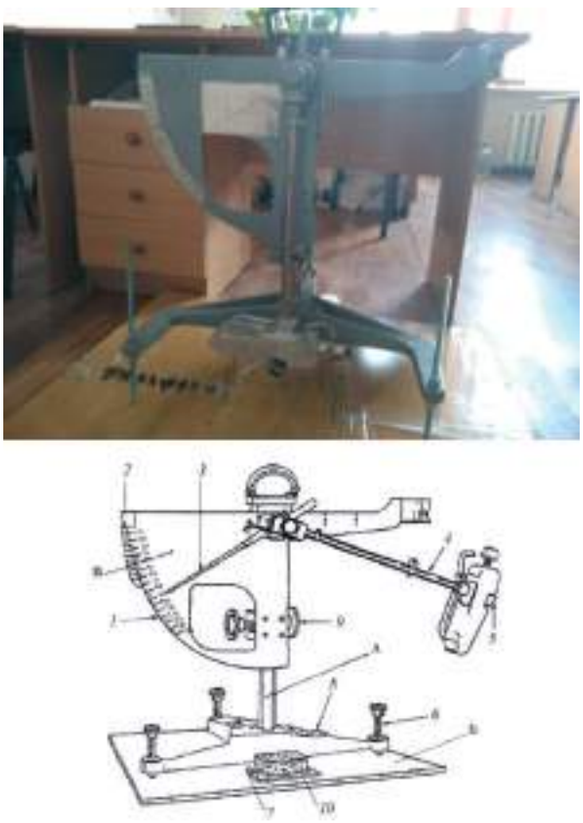


Рис. 3. Загальний вигляд приладу маятникового типу МП-3 (TRL-тестер)

Принцип визначення зчіпних показників поверхні приладом МП-3 є наступним. Прилад являє собою маятник. На вільному кінці плеча розміщено вантаж із підпружиненою до нього гумовою п'ятою. На початку випробування плече зафіксоване в горизонтальному положенні 1 (рис. 4а).

На підвішений вантаж діє сила тяжіння Землі. В положенні 1 вантаж має потенціальну енергію, що дорівнює добутку:

$$E=m\cdot g\cdot h, \quad (1)$$

В даному випадку вираз 1 буде виглядати наступним чином:

$$E=m\cdot g\cdot l, \quad (2)$$

де $m$ – маса вантажу, кг; $g$ – прискорення вільного падіння, м/с$^2$; $l$ – плече маятника, м.

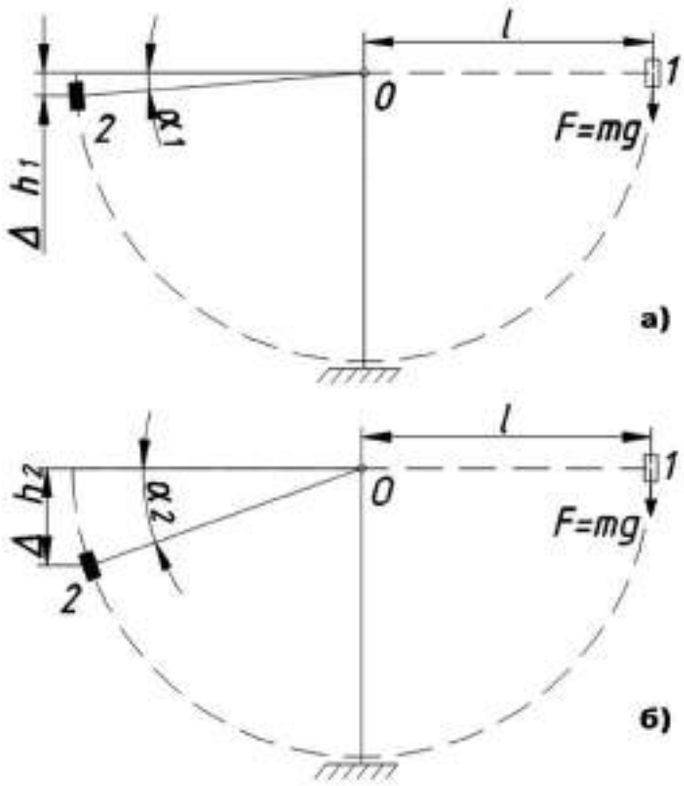



Рис. 4. Схема роботи маятникового приладу: а) при вільному гойданні плеча маятника; б) при вимірюванні опору ковзання зразка

Під час руху маятника від горизонтального положення (від точки 1) до вертикального положення, потенціальна енергія перетворюється в кінетичну. А при подальшому русі від вертикального положення кінетична енергія знову перетворюється в потенціальну. І за умови, що на маятник діє лише сила земного тяжіння. Вантаж дійде до дзеркально протилежної точки 1 і зупиниться. Після чого вантаж знову рухатиметься до точки 1 і т.д. Різниця висот в даному випадку дорівнюватиме нулю:

$$\Delta h_0 = 0, \quad (3)$$

Отже потенціальна енергія тіла маятника збережеться на попередньому рівні і виконана робота силою тяжіння Землі буде дорівнювати нулю:

$$A_T = F_T\Delta h_0 = m\cdot g\cdot\Delta h_0 = 0, \quad (4)$$

де $A_T$ – робота сили тяжіння Землі, Дж; $F_T$ – сила тяжіння Землі, Н.

Оскільки на маятник при його русі діють також сили опору повітря і тертя в шарнірі $O$. То маятник на певну величину не дійде до дзеркально протилежної точки. Цим самим між точкою 1 та точкою 2 буде різниця висот $\Delta h_1$. Отже рівень потенціальної енергії знизиться на величину $\Delta E1$, яка становитиме:

$$\Delta E_1 = m\cdot g\cdot\Delta h_1, \quad (5)$$

А різницю висот $\Delta h_1$ можна визначити вимірявши кут $\alpha_1$:

$$\Delta h_1 = l \cdot \sin(\alpha_1), \quad (6)$$

Отже

$$\Delta E_1 = m \cdot g \cdot l \cdot \sin(\alpha_1), \quad (7)$$

При ковзанні гумової п'яти маятника по поверхні зразка. Початковий рівень потенціальної енергії гаситься іще в більшій мірі на величину $\Delta E_2$:

$$\Delta E_2 = m \cdot g \cdot l \cdot \sin(\alpha_2), \quad (8)$$

Отже, енергія (робота), яка витрачається при терті гумової п'яти маятника по поверхні зразка становитиме:

$$A_{тер} = \Delta E_2 - \Delta E_1 = m \cdot g \cdot l \cdot [\sin(\alpha_2) - \sin(\alpha_1)], \quad (9)$$

де $A_{тер}$ – робота сили тертя, Дж.

Однак, роботу сили тертя гумової п'яти маятника можна визначити як добуток сили тертя на шлях ковзання:

$$A_{тер} = F_{тер} \cdot l_{ковз}, \quad (10)$$

де $F_{тер}$ – сила тертя, Н; $l_{ковз}$ – шлях ковзання, м.

Сила тертя визначається як добуток коефіцієнта тертя на силу нормального навантаження (див рис. 5):

$$F_{тер} = k_{тер} \cdot F_{норм}, \quad (11)$$

де $k_{тер}$ – коефіцієнт тертя, долі одиниці; $F_{норм}$ – сила нормального навантаження, Н.

Прирівнявши вираз 9 та вираз 10 з урахуванням виразу 11, отримуємо рівняння для визначення коефіцієнта тертя ковзання:

$$k_{тер} = \frac{m \cdot g \cdot l \cdot [\sin(\alpha_2) - \sin(\alpha_1)]}{F_{тер} \cdot l_{ковз}} \quad (12)$$

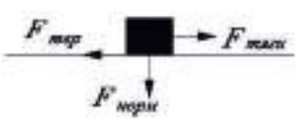



Рис. 5. Зображення сил, що діють на тіло при ковзанні

Спершу визначали опір ковзанню по поверхні бетонних елементів брукування в повітряносухому стані. Далі провели двогодинне водонасичення бетонної бруківки і виміряли опір ковзанню по вологій поверхні водонасичених зразків. Роботи виконувалися при температурі в приміщенні 25 ± 2 °С. Отримані покази опору ковзання за приладом МП-3, за допомогою кореляційної залежності переведено в значення коефіцієнта зчеплення за приладом ПРКС-2 при 60 км/год. Кореляційна залежність між опором ковзання за приладом маятникового типу МП-3 та коефіцієнтом зчеплення за приладом ПРКС-2 при 60 км/год наведена на рис. 6.

Результати визначення показників опору ковзання та перерахованих значень коефіцієнта зчеплення зразків бруківки наведено в табл. 1–7.

Рис. 6. Кореляційна залежність між показником опору ковзання за приладом маятникового типу МП-3 та коефіцієнтом зчеплення за приладом ПРКС-2 при 60 км/год

За наведеною на рис. 6 формулою:

$$K_{зч} = 0{,}008903 \cdot П_{ков} - 0{,}158132, \quad (13)$$

визначається значення коефіцієнта зчеплення поверхні бетонних елементів мощення.

Після визначення опору ковзання сухих зразків бетонної бруківки. Їх помістили в ємність з водою для водонасичення на дві години. Після двогодинного водонасичення знову визначили опір ковзання за маятниковим приладом МП-3.

Перераховані значення коефіцієнта зчеплення поверхні вологих бетонних елементів мощення Г-подібної форми після 2-х годинного замочування наведено в табл. 4.

Аналіз таблиць 2-8 вказує, що зразки прямокутної і двотаврової форми виробника №2 дають практично однакове значення коефіцієнта зчеплення, тому в подальшому отримані дані були об'єднані в одну вибірку. Результати порівняння всіх даних статистичної обробки бетонної бруківки наведено на рис. 7.

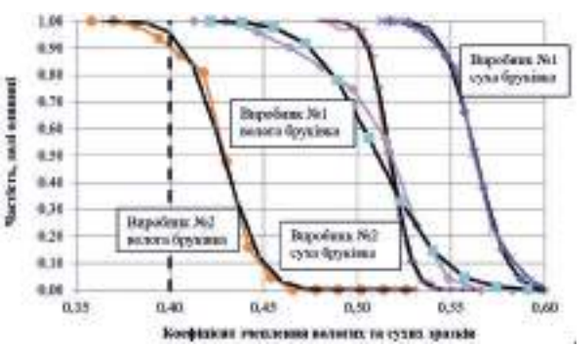



Рис. 7. Порівняння даних статистичної обробки визначеного коефіцієнту зчеплення бетонної бруківки Г-подібної форми виробника №1 та прямокутної і двотаврової форм виробника №2

Таблиця 2.

Показники опору ковзання сухої бруківки Г-подібної форми

| № зразка | Напрям | Показник опору ковзання Пков для випробувань | | | | | | | | | | Середнє |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
| 1 | D-C | 77,5 | 77,0 | 77,0 | 79,5 | 79,5 | 79,5 | 80,0 | 79,5 | 80,0 | 80,5 | 79,1 |
| | C-D | 79,5 | 81,0 | 80,0 | 80,0 | 82,0 | 80,0 | 80,5 | 82,0 | 80,5 | 81,0 | 80,7 |
| 2 | D-C | 79,5 | 79,5 | 79,0 | 79,0 | 79,5 | 80,0 | 80,5 | 80,5 | 81,0 | 81,0 | 80,0 |
| | C-D | 79,5 | 80,5 | 81,0 | 81,0 | 79,5 | 77,0 | 79,5 | 79,0 | 79,0 | 79,5 | 79,6 |
| 3 | D-C | 80,5 | 82,0 | 81,5 | 81,0 | 81,0 | – | – | – | – | – | 81,2 |
| | C-D | 81,0 | 82,0 | 82,0 | 81,0 | 81,0 | – | – | – | – | – | 81,4 |
| 4 | D-C | 81,0 | 81,0 | 81,5 | 83,0 | 84,0 | 82,0 | – | – | – | – | 82,1 |
| | C-D | 83,0 | 83,0 | 83,0 | 83,0 | 83,0 | – | – | – | – | – | 83,0 |
| 5 | D-C | 78,0 | 79,0 | 80,0 | 79,0 | 80,0 | 79,0 | 81,0 | 82,5 | 83,0 | 82,0 | 80,4 |
| | C-D | 84,0 | 84,0 | 82,0 | 83,0 | 84,0 | 82,5 | 80,0 | 80,5 | 79,5 | 80,0 | 81,6 |
| 6 | D-C | 80,5 | 80,0 | 80,5 | 79,0 | 80,0 | 78,0 | 78,0 | 78,5 | 77,5 | 78,0 | 79,0 |
| | C-D | 80,0 | 80,0 | 80,5 | 80,0 | 80,5 | 79,5 | 80,0 | 81,0 | 80,0 | 80,5 | 80,2 |

Таблиця 3.

Перераховані значення коефіцієнта зчеплення сухої бетонної Г-подібної бруківки

| № зразка | Напрям | Коефіцієнт зчеплення $K_{зч}$ для випробувань | | | | | | | Середнє | Коеф. варіації, % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | ... | 10 | | |
| 1 | D-C | 0,532 | 0,527 | 0,527 | 0,550 | 0,550 | … | 0,559 | 0,546 | 2,16 |
| | C-D | 0,550 | 0,563 | 0,554 | 0,554 | 0,572 | … | 0,563 | 0,560 | 1,35 |
| 2 | D-C | 0,550 | 0,550 | 0,545 | 0,545 | 0,550 | … | 0,563 | 0,554 | 1,23 |
| | C-D | 0,550 | 0,559 | 0,563 | 0,563 | 0,550 | … | 0,550 | 0,550 | 1,89 |
| 3 | D-C | 0,559 | 0,572 | 0,567 | 0,563 | 0,563 | … | – | 0,565 | 0,90 |
| | C-D | 0,563 | 0,572 | 0,572 | 0,563 | 0,563 | … | – | 0,567 | 0,86 |
| 4 | D-C | 0,563 | 0,563 | 0,567 | 0,581 | 0,590 | … | – | 0,573 | 1,87 |
| | C-D | 0,581 | 0,581 | 0,581 | 0,581 | 0,581 | … | – | 0,581 | 0,00 |
| 5 | D-C | 0,536 | 0,545 | 0,554 | 0,545 | 0,554 | … | 0,572 | 0,557 | 2,72 |
| | C-D | 0,590 | 0,590 | 0,572 | 0,581 | 0,590 | … | 0,554 | 0,569 | 2,84 |
| 6 | D-C | 0,559 | 0,554 | 0,559 | 0,545 | 0,554 | … | 0,536 | 0,545 | 1,89 |
| | C-D | 0,554 | 0,554 | 0,559 | 0,554 | 0,559 | … | 0,559 | 0,556 | 0,68 |
| **Загалом:** | | | | | | | | | **0,560** | **1,53** |

Таблиця 4.

Перераховані значення коефіцієнта зчеплення вологих зразків бруківки Г-подібної форми після 2-х годинного замочування

| № зразка | Напрям | Коефіцієнт зчеплення $K_{зч}$ для випробувань | | | | | | Середнє | Коеф. варіації, % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | |
| 1 | D-C | 0,474 | 0,470 | 0,465 | 0,447 | 0,438 | 0,438 | 0,453 | 3,53 |
| | C-D | 0,465 | 0,465 | 0,465 | 0,447 | 0,447 | 0,443 | 0,455 | 2,35 |
| 2 | D-C | 0,510 | 0,505 | 0,492 | 0,487 | 0,492 | – | 0,497 | 1,94 |
| | C-D | 0,510 | 0,510 | 0,496 | 0,496 | 0,487 | 0,483 | 0,497 | 2,22 |
| 3 | D-C | 0,527 | 0,514 | 0,501 | 0,510 | 0,501 | 0,492 | 0,507 | 2,47 |
| | C-D | 0,527 | 0,527 | 0,527 | 0,523 | – | – | 0,526 | 0,42 |
| 4 | D-C | 0,532 | 0,532 | 0,518 | 0,514 | 0,510 | 0,510 | 0,519 | 1,99 |
| | C-D | 0,536 | 0,536 | 0,514 | 0,527 | 0,527 | 0,518 | 0,527 | 1,73 |
| 5 | D-C | 0,554 | 0,541 | 0,536 | 0,527 | 0,527 | 0,518 | 0,531 | 2,77 |
| | C-D | 0,545 | 0,527 | 0,523 | 0,510 | 0,510 | 0,510 | 0,521 | 2,74 |
| 6 | D-C | 0,514 | 0,505 | 0,501 | 0,492 | 0,487 | 0,483 | 0,497 | 2,36 |
| | C-D | 0,518 | 0,514 | 0,514 | 0,510 | 0,505 | 0,501 | 0,510 | 1,28 |
| **Загалом:** | | | | | | | | **0,560** | **1,53** |

Таблиця 5.

Перераховані значення коефіцієнта зчеплення сухої бетонної прямокутної бруківки

| № зразка | Напрям | Коефіцієнт зчеплення $K_{зч}$ для випробувань | | | | | Середнє | Коеф. варіації, % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
| 11 | A-B | 0,510 | 0,518 | 0,510 | 0,518 | 0,523 | 0,516 | 1,16 |
| | B-A | 0,510 | 0,510 | 0,514 | 0,514 | 0,518 | 0,513 | 0,73 |
| 12 | A-B | 0,523 | 0,527 | 0,527 | 0,536 | 0,536 | 0,530 | 1,13 |
| | B-A | 0,518 | 0,527 | 0,532 | 0,527 | 0,527 | 0,527 | 0,93 |
| 13 | A-B | 0,514 | 0,527 | 0,527 | 0,514 | 0,523 | 0,521 | 1,30 |
| | B-A | 0,505 | 0,510 | 0,505 | 0,514 | 0,510 | 0,509 | 0,73 |
| **Загалом:** | | | | | | | **0,519** | **0,99** |

Таблиця 6.

Перераховані значення коефіцієнта зчеплення вологої бетонної прямокутної бруківки

| № зразка | Напрям | Коефіцієнт зчеплення $K_{зч}$ для випробувань | | | | | Середнє | Коеф. варіації, % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
| 11 | A-B | 0,443 | 0,425 | 0,429 | 0,421 | 0,421 | 0,428 | 2,16 |
| | B-A | 0,421 | 0,434 | 0,429 | 0,429 | 0,421 | 0,427 | 1,40 |
| 12 | A-B | 0,447 | 0,421 | 0,421 | 0,425 | 0,421 | 0,427 | 2,72 |
| | B-A | 0,416 | 0,416 | 0,398 | 0,398 | 0,398 | 0,405 | 2,41 |
| 13 | A-B | 0,434 | 0,429 | 0,425 | 0,421 | 0,416 | 0,425 | 1,66 |
| | B-A | 0,421 | 0,421 | 0,407 | 0,412 | 0,421 | 0,416 | 1,51 |
| **Загалом:** | | | | | | | **0,421** | **1,98** |

Таблиця 7.

Перераховані значення коеф. зчеплення сухої двотаврової бетонної бруківки

| № зразка | Напрям | Коефіцієнт зчеплення $K_{зч}$ для випробувань | | | | | | Середнє | Коеф. варіації, % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | |
| 21 | А-В | 0,514 | 0,523 | 0,518 | 0,518 | 0,523 | – | 0,519 | 0,72 |
| | В-А | 0,505 | 0,510 | 0,514 | 0,514 | 0,514 | – | 0,511 | 0,78 |
| 22 | А-В | 0,487 | 0,510 | 0,514 | 0,514 | 0,514 | 0,505 | 0,507 | 2,06 |
| | В-А | 0,510 | 0,510 | 0,514 | 0,510 | 0,510 | – | 0,510 | 0,39 |
| 23 | А-В | 0,487 | 0,505 | 0,510 | 0,510 | 0,510 | 0,518 | 0,507 | 2,05 |
| | В-А | 0,510 | 0,505 | 0,510 | 0,510 | 0,510 | – | 0,509 | 0,39 |
| **Загалом:** | | | | | | | | **0,511** | **1,07** |

Таблиця 8.

Перераховані значення коефіцієнта зчеплення вологої бетонної бруківки двотаврової форми

| № зразка | Напрям | Коефіцієнт зчеплення $K_{зч}$ для випробувань | | | | | | Середнє | Коеф. варіації, % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | |
| 21 | А-В | 0,438 | 0,429 | 0,425 | 0,421 | 0,425 | – | 0,428 | 1,58 |
| | В-А | 0,412 | 0,412 | 0,385 | 0,385 | 0,398 | 0,376 | 0,393 | 3,74 |
| 22 | А-В | 0,452 | 0,434 | 0,447 | 0,429 | 0,425 | – | 0,437 | 2,63 |
| | В-А | 0,456 | 0,438 | 0,443 | 0,429 | 0,421 | 0,421 | 0,435 | 3,20 |
| 23 | А-В | 0,447 | 0,447 | 0,429 | 0,429 | 0,421 | – | 0,435 | 2,75 |
| | В-А | 0,429 | 0,425 | 0,421 | 0,421 | 0,416 | – | 0,422 | 1,20 |
| **Загалом:** | | | | | | | | **0,425** | **2,52** |

## Висновки та рекомендації

Визначено значення коефіцієнта зчеплення елементів мощення при різних станах поверхні. Показники коефіцієнта зчеплення для зразків бруківки Г-подібної форми становлять в середньому 0,558 для сухих зразків та 0,503 для вологих.

Для зразків у формі двотавра та прямокутної форми середнє значення коефіцієнта зчеплення сухих зразків менше і практично рівне 0,519 … 0,511, а вологих – 0,421 … 0,425.

Коефіцієнт варіації коефіцієнта зчеплення поверхні бруківки Г-подібної форми рівний 2,49 для сухих зразків та зростає більш як у 2,23 рази до 5,55 для вологих зразків.

Навіть для вологих зразків Г-подібної форми розрахункове значення коефіцієнта зчеплення із забезпеченістю 95% становить 0,457, що більше коефіцієнта зчеплення колеса автомобіля з вологим покриттям проїзної частини вулиць і доріг (п. 3.1.5 ДСТУ 3587-97 табл. 3) рівного 0,35 для ділянок з утрудненими умовами руху та 0,45 для ділянок з небезпечними умовами руху [10].

У вітчизняній практиці будівництва, в якості дорожніх покриттів контейнерних терміналів, портових територій та аеродромних покриттів, де застосовуються збірні залізобетонні, монолітні бетонні або асфальтобетонні покриття доцільно впроваджувати покриття із бетонних каменів мощення (бруківки). Адже, дане покриття має специфічні характеристики, що вигідно виділяють його поміж інших видів покриття. А наведені результати випробувань підтверджують відповідність зчіпних показників нормативним вимогам.

Тому, виникає необхідність переглянути дорожньо-будівельну нормативну базу України та гармонізувати її з міжнародними і європейськими нормами. Особливо це стосується, окрім застосування блоків мощення в дорожньому покритті, також для влаштування з'їздів, мостових розв'язок, кільцевого руху транспортних засобів, з'їздів дорожніх відрізків автомобільних доріг з 20% ухилом, шляхопроводів через гідротехнічні споруди; та особливо для будівництва аеродромних покриттів.

Необхідна розробка нормативного документу, з метою зняття бюрократичних консервативних перепонів, та подальшого розвитку даного сегменту в будівельній галузі. Застосування передових сучасних технологій, дасть в результаті ефективне використання як інвестиційних, так і власнодержавних коштів у вітчизняних інфраструктурних проектах, в тому числі для дорожнього та аеродромного будівництва.

**Література:**

1. RSVDO 01. Rekomendatsii po standartyzatsii vlashtuvannia verkhnikh shariv dorozhnoho odiahu obiektiv transportnoho budivnytsva [Recommendations for standardization to build the top layers roads pavement of transport construction]. Dresden, Scientific association of road and transport, 2001. 71 p.
2. Mentlein H. Pflasteratlas. Planung, konstruktion undherstellung. 2 Auflage. Koln. Rudolf Muller Publ., 2007. – 208 s.
3. Костиков Ю.Б. Мощение. Практическое руководство. Заказчику, архитектору, проектировщику и строителю. – Санкт-Петербург: ОАО «Ленстройдеталь», 2009. – 80 с.
4. Довідник №1. Розрахункових характеристик ґрунтів, матеріалів покриттів і основ дорожніх одягів та навантажень від транспортних засобів. Київ. 2017. – 39 с.
5. Гамеляк І.П., Карафізі Л.М. Досвід впровадження дорожніх покриттів із елементів мощення // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. Вип. 97. 2016. – 28-41 с.
6. ГОСТ 32018-2012 Изделия строительно-дорожные из природного камня. Технические условия.
7. СТБ ЕН 1338-2007 Камни мощения бетонные. Требования и методы испытаний.
8. ДСТУ Б EN 1338:2016 Брущатка бетонна. Вимоги і методи випробувань (EN 1338:2003, IDT + EN 1338:2003/AC:2006, IDT).
9. ДБН В.2.3–4:2015 Споруди транспорту. Автомобільні дороги.
10. ДСТУ 3587-97 Безпека дорожнього руху. Автомобільні дороги, вулиці та залізничні переїзди. Вимоги до експлуатаційного стану.

Які вони, сучасні підлоги?

# НАЛИВНІ

KOUTEX®
polymer technology

OFFICE@DIVER-G.COM

097 601 66 33

050 330 08 14

УКРАИНА, 02160, Г. КИЕВ.
УЛ. СЕРГИЕНКО, 2/3

# КОУТЕКС

Досвід
Надійність
Інновації

УДК 691.5

Гоц В. І.

Ластівка О. В.

Томін О. О.

Ковальчук О. Г.

**Гоц В. І.**, доктор технічних наук, професор,
декан будівельно-технологічного факультету,
Київський національний університет будівництва та архітектури
(КНУБА), 03680, Україна, м. Київ, Повітрофлотський пр-т, 31,
☎ +38 (044) 248-30-16
**Ластівка О. В.**, к.т.н.,
доцент кафедри ТБКіВ,
Київський національний університет будівництва та архітектури
(КНУБА), 03680, Україна, м. Київ, Повітрофлотський пр-т, 31
☎ +38 (067) 434-25-536 ✉ oles.lastivka@gmail.com
**Томін О. О.**, аспірант,
Київський національний університет будівництва та архітектури
(КНУБА), 03680, Україна, м. Київ, Повітрофлотський пр-т, 31
☎ +38 (067) 700-83-07,
**Ковальчук О. Г.**, директор, ТОВ «Лаковер»,
04037, Київ, вул. Куренівська, офіс 315,
☎ +38 (067) 183-03-10

**Volodymyr Gotz**, Doctor of Technical science, Professor,
Dean of the Faculty of Construction and Technology,
Kyiv National University of Construction and Architecture,
03680, Ukraine, Kyiv, Povitroflotsky Ave, 31
☎ +38 (044) 248-30-16
**Oles Lastivka**, PhD,
Associate Professor of Construction and Technology Department,
Kyiv National University of Construction and Architecture
03680, Ukraine, Kyiv, Povitroflotsky Ave, 31
☎ +38 (067) 434-25-536 ✉ oles.lastivka@gmail.com
**Olexandr Tomin**, PhD student,
Kyiv National University of Construction and Architecture,
03680, Ukraine, Kyiv, Povitroflotsky Ave, 31
☎ +38 (044) 248-30-16,
**Olga Kovalchuk**, director of LLC «Lakover»,
04037, Ukraine, Kyiv, 18 Kurenivska Street, Office 315,
☎ +38 (067) 183-03-10

# ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕКОРАТИВНО-ЗАХИСНИХ ПОРОШКОВИХ ЛАКО-ФАРБОВИХ ПОКРИТТІВ ДЛЯ ЗАХИСТУ БУДІВЕЛЬНИХ МЕТАЛЕВИХ ВИРОБІВ

## TECHNOLOGY OF MANUFACTURING DECORATIVE-PROTECTIVE POWDER COATINGS TO PROTECT CONSTRUCTION METAL PRODUCTS

## ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕКОРАТИВНО-ЗАЩИТНЫХ ПОРОШКОВЫХ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ ЗАЩИТЫ СТРОИТЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

**Анотація.** В статті розглянуто обґрунтування вибору використання сировинних матеріалів для порошкових лако-фарбових покриттів та технології їх виготовлення для захисту будівельних металевих виробів.
**Ключові слова:** порошкова фарба, плівкоутворюючий компонент, наповнювач, технологія виготовлення, міцність, адгезія, корозійна стійкість.
**Summary.** In the article the rationale for the choice of using raw materials for powder coatings and their manufacturing techniques to protect metal products. was considered. The technology of using the decorative and protective coatings based on powder coatings has many advantages in contrast with coatings based on fluid systems: powder coatings are supplied to construction plants fully preformed, they do not need to be prepared, mixed, stirred and their viscosity does not need to be regulated. As a rule, in order to receive a powder coating based decorative and decorative coating you should apply only one layer of paint, while liquid coatings require applying several layers; this increases the time of coating production. The powder coating can be easily utilized and recycled, thus the economic feasibility of production increases.
**Keywords:** powder coating, film-forming component, filler, manufacturing technology, strength, adhesion, corrosion resistance.
**Аннотация.** В статье рассмотрены обоснования выбора использования сырьевых материалов для порошковых лакокрасочных покрытий и технологии их изготовления для защиты металлических изделий.
**Ключевые слова:** порошковая краска, пленкообразующий компонент, наполнитель, технология изготовления, прочность, адгезия, коррозионная стойкость.

### Аналіз останніх досліджень та публікацій

Проблема боротьби з корозією будівельних металевих виробів являється актуальною. Це обумовлено наступними причинами: зростанням економічних втрат від корозії, які в розвинених країнах сумірні з капітальними вкладенням в окремі галузі економіки, і зменшенням довговічності і надійності будівельних конструкцій та виробів [1]. Обвалення покрівлі громадських будівель і споруд, розриви трубопроводів, корозійне обвалення оболонок великих технологічних агрегатів створюють серйозну загрозу забруднення навколишнього середовища з небезпекою тривалого зараження води, грунту, атмосфери різними шкідливими хімічними речовинами, пилом, аерозолями і радіоактивними елементами.

При виконанні будівельних робіт найбільшого поширення набули антикорозійні лакофарбові матеріали, які наносять на покриття у в'язко-рідкому стані, завдяки відносно низькій їх вартості та доступності. Незважаючи на їх велику різноманітність і порівняно невелику вартість, лакофарбові матеріали мають істотний недолік – короткі терміни служби, що вимагає частого відновлення покриття будівельних металевих виробів, що в свою чергу веде до більших витрат коштів через короткий міжремонтний термін. Проте у 60-х роках минулого століття з'явився новий вид лакофарбових покриттів – порошкові [2].

Перші термореактивні порошкові покриття з'явилися на ринку на початку 1950-х рр, в основному в результаті дослідницької роботи, проведеної компанією ShellChemicals [3]. Метою наукових досліджень була розробка захисних органічних покриттів для власних підземних газопроводів та нафтопроводів компанії. Перші порошкові системи були відносно простими, вони являлися фізично сухими сумішами епоксидних смол, затверджувачів і пігментів.

Покриття, що використовуються в даний час, були розроблені в лабораторіях Англії та Нідерландів в період 1962-1964 років [4]. У 1964 році на ринку з'явилися перші

декоративні епоксидні / DICY порошкові покриття. У той же період у Франції було розроблене перше обладнання для електростатичного напилення органічних порошкових покриттів [5]. Це зробило вагомий внесок в успішний розвиток декоративного, термореактивного порошкового покриття, оскільки вперше можна було застосовувати покриття з допустимо-прийнятим товстим шаром.

Реальний прорив у розвиток декоративно-захисних порошкових покриттів був зроблений в 1971 році компанією SCADO BV у Нідерландах [4]. Виявлено, що покриття можуть бути одержані шляхом нагрівання розплаву карбоксил-функціональних смол та епоксидних сполук у вигляді смол бісфенолу А (поліефірні/епоксі-поліефірні) або системи на основі тригліцидилізоціанурату (TGIC). Після цього, у Швейцарії для захисту алюмінієвих виробів почали використовувати стійкі до впливу навколишнього середовища (поліефірні/епоксі-поліефірні) покриття, що вироблялися компанією VP landshut в Західній Німеччині. Ці дві системи на даний момент домінують на ринку в Європі [6].

Розробка нових систем порошкового покриття інтенсивно розвивається завдяки удосконаленням обладнання для їх виробництва та застосування [7]. Проте спосіб розплавлення порошкової маси залишався практично єдиним процесом, запозичений у 1960-х роках з пластичної промисловості, який використовується для виробництва порошкових покриттів і на сьогоднішній день.

У хімічному відношенні виділяють дві групи сировинних матеріалів для виготовлення порошкових покриттів: на основі термопластичних і на основі термореактивних плівко-утворювачів [8]. Перші утворюють покриття без хімічних перетворень, в основному за рахунок розплавлення частинок порошку і охолодження розплавів. У другому випадку відбувається процес затвердження при нагріванні смоли, або в результаті взаємодії смоли із спеціально введеним затверджувачем.

Плівкоутворювачами для термопластичних порошкових фарб в основному є: поліетилен, полівінілхлорид, поліаміди, сополімери етилену з вінілацетату, насичені поліефіри. Їх застосовують для отримання покриттів, до яких не пред'являють високих вимог по експлуатаційним характеристикам. В якості основи для термореактивних полімерних порошкових покриттів застосовують епоксидні, поліефірні, акрилатні та поліуретанові смоли [9]. Обсяг виробництва термореактивних покриттів становить до 80 % від загального випуску порошкових лакофарбових матеріалів.

У поєднанні з гострим підвищення цін на розчинники для рідких лако-фарбових матеріалів (ЛФМ), це призвело до швидкого розвитку порошкового покриття [10]. Тому порошкові покриття сьогодні є визнані не тільки екологічно чистими системами, але і матеріалами, які успішно конкурують за хімічними та механічними властивостями, а також за вартістю з ЛФМ на основі рідких розчинників.

**Метою роботи** є обґрунтування вибору використання сировинних матеріалів для порошкових лакофарбових покриттів та технології їх виготовлення для захисту будівельних металевих виробів.

### Обґрунтування вибору сировинних матеріалів та типів технологій для виробництва порошкових лакофарбових покриттів

Термореактивні порошкові фарби – це тверді дисперсні композиції, до складу яких входять плівкоутворюючі смоли, затверджувачі, наповнювачі, пігменти і функціональні добавки. Фарби класифікують за хімічною ознакою, типом плівкоутворювача і призначенням покриттів. На рис.1 наведено приклад складу термореактивної порошкової фарби.

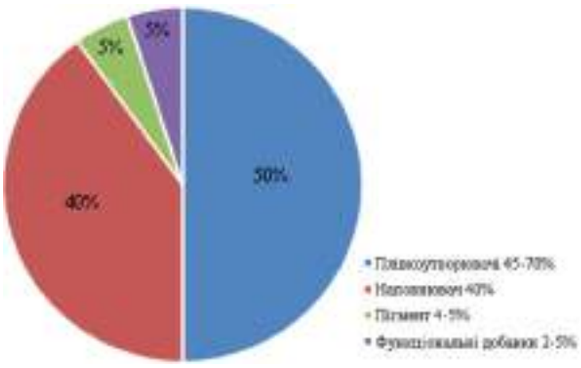



Рис. 1. Приклад складу термореактивної порошкової фарби

В якості ***плівкоутворюючого компоненту*** використовуються термотвердіючі олігомери у вигляді епоксидних, поліуританових та насичених карбоксиловмісних поліефірних і гібридних смол з різною температурою склування полімерів, молекулярною масою та наявністю функціональних груп. В даній роботі в якості плівкоутворюючого компоненту використано поліефірні смоли виробництва компанії «Alnex», які сприяють отриманню високих фізико-механічних та експлуатаційних властивостей порошкового покриття. Характеристика смол наведена в табл. 1.

***Затверджувач*** в порошкових покриттях використовується для структурування смоли при заданій температурі. Затверджувач не повинен вступати в хімічну реакцію зі смолою при кімнатній температурі. Зазвичай, в якості затверджувача використовуються аміни, ангідриди і заблоковані ізоціонати. Найбільш важливими з вживаних в даний час плівкоутворювачів і їх затверджувачів для порошкових фарб є системи: EP-SP карбоксиловмісна поліефірна смола + епоксидна смола в якості затверджувача); SP-TGIC (карбоксиловмісна поліефірна смола + затверджував тріглiцедилізоціанурат); SP-HAA (карбоксиловмісна поліефірна смола + затверджувач гідроксіалкідамід); AC-PUR (гідроксиловмісна акрилова смола + ізоціонатний продукт в якості затверджувача). Протягом багатьох років, при виробництві атмосферостійких порошкових покриттів добре себе зарекомендували покриття, що містять вільні карбоксильні групи, а саме: поліефірні смоли в поєднанні з TGIC та HAA (SP-TGIC системи, SP-HAA). З огляду на це, в даній роботі використано TGIC виробництва компанії «Huangshan», та HAA марки Primid XL 552 виробництва компанії «EMS Chemicals».

Таблиця 1.

Характеристика плівкоутворюючих компонентів

| Смола | Характеристика смоли | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Зовнішній вигляд | Затверджувач | Блиск 200/600, % | Вязкість по Брукфільду 200°С, мПа-с | Колір b-показник | Число кислотності (мг КОН/г) | Тем-ра склування, °С |
| Crylcoat 2618-3 | Непрозорі гранули | HAA | 61 | 2800-3400 | 10 | 30-35 | 62 |
| Crylcoat 2441-3T | Непрозорі гранули | TGIC | 67 | 4000-5200 | 15 | 30-35 | 58 |

***Наповнювач.*** Використання наповнювача сприяє підвищенню фізико-механічних характеристик порошкового покриття: розплив, ударостійкість, міцність на згин, блиск, хімічна стійкість, покриваність. Кожний наповнювач характеризується специфічними властивостями, і тим самим надає порошковим покриттям свої характерні особливості.

*До наповнювачів для порошкових покриттів висуваються наступні вимоги:*

- високий ступінь дисперсності; бажано, щоб частинки наповнювача були набагато менші за розміри зерен полімеру, на основі якого складена композиція;
- термостійкість в межах температури і часу плівкоутворення;
- відносна інертність по відношенню до полімеру: наповнювач не повинен істотно збільшувати температуру плинності і в'язкість розплавів.

Для отримання порошкових композицій придатні наповнювачі мінерального і органічного походження. Найбільшого поширення в якості наповнювачів для порошкових з'єднань отримали барити ($BaSO_4$), кальцити ($CaCO_3$), тальк [$Mg_3Si4O_{10}(OH)_2$], доломіт [$CaMg(CO_3)_2$], мікрослюда [$KAl_2(OH_9F)_2AlSi_3O_{10}$].

При розробці рецептур в якості наповнювача використовували осаджений сульфат барію виробництва компанії «Changsha Lianda».

***Пігменти.*** Настільки ж важливим, як використання смол і затверджувачів, є вибір пігментів. Відзначимо, що в існуючому виробництві порошкових фарб на відміну від рідких, відсутні операції колорування, не контролюється і ступінь диспергування пігментів. Слабо реалізуються і хімічні підходи для проведення процесів диспергування (облік поверхневої активності плівкоутворювачів, використання диспергуючих агентів та ін.). Для отримання порошкових покриттів застосовують неорганічні пігменти, так як вони володіють необхідною термостійкістю при високих температурах затвердження. Але деякі з них піддаються змінам під дією високих температур. Все це може викликати зміну кольору і морфології частинок порошкової фарби. Для запобігання цих небажаних явищ часто поверхню пігментів модифікують неорганічними або органічними сполуками. Поверхневу модифікацію також використовують для поліпшення змочування пігменту плівкоутворювачем. Крім того, важливу роль відіграє розмір часток пігменту. Дрібні пігменти підвищують в'язкість розплаву сильніше, ніж великі. Розмір частинок використовуваних пігментів також впливає на блиск і хімічну стійкість порошкових покриттів. Слід зазначити, що деякі високоякісні органічні пігменти також можуть бути використані для отримання порошкових ЛФМ.

*До пігментів, що застосовуються в порошкових ЛФМ, висуваються такі вимоги:*

- термічна стабільність при гарячій сушці;
- якомога менше підвищення в'язкості розплаву;
- відсутність взаємодії з іншими компонентами ЛФМ;
- стабільність до зсувних зусиль, що виникають при екструзії і помелі.

В якості неорганічних пігментів використовують: діоксид титану, оксид заліза, пігменти на основі хрому та свинцю, сажа і ін.), Проте в сучасних умовах виробництва європейське законодавство забороняє застосовувати в рецептурах порошкових фарб пігменти на основі хрому та свинцю.

Слід також зазначити, що під час виготовлення порошкових покриттів температура затвердження становить близько 200 °С, що є вище, ніж для більшості рідких ЛФМ. Тому для пігментації порошкових фарб придатні тільки ті неорганічні пігменти, які завдяки технології виготовлення мають підвищену термостійкість. Неорганічні пігменти з меншою термостійкістю, що розщеплюються при високих температурах зі зміною кольору, можна стабілізувати поверхневою обробкою неорганічними сполуками. Так, на поверхню частинок жовтого оксиду заліза наносять фосфат алюмінію. Це забезпечує уповільнення процесів деструкції і конверсії, що призводить лише до незначної зміни кольору порошкових покриттів. Модифікація поверхні неорганічних пігментів крім підвищення термостабільності може впливати ще на цілий ряд властивостей пігментів. Для поверхневої обробки титанових пігментів найбільш часто застосовується тріоксид алюмінію, діоксид кремнію і оксид цирконію. Це призводить не тільки до збільшення термостійкості, але і значно підвищує світлостійкість та атмосферостійкість пігментованих порошкових фарб. З органічних сполук для поверхневої модифікації діоксиду титану найчастіше застосовують спирти, алімфатичні аміноспирти і силоксанові масла. Ці сполуки впливають на диспергування пігменту, що призводить до кращого розподілу у відповідному середовищі і сприятливо впливають на оптичні властивості порошкових фарб: покриваність, глянець, глибину кольору та розбілювальну здатність. В даній роботі використано неорганічні пігменти виробництва компанії «Basf».

***Функціональні добавки.*** Через відсутність рідких розчинників в складі ПФ, їх розплави мають досить високий поверхневий натяг, що може проявлятись на якості порошкового покриття. Тому, в основному використовується добавки реологічної дії та ті, які сприяють отриманню щільної структури, зменшенню дегазації покриття запобігаючи утворенню дефектів. В якості добавки реологічної дії використано агент ResiflowPV88 компанії Estronchemical в кількості 1 % від маси порошкових фарб. В якості дегазатора використано бензоїн виробництва Estronchemical в кількості 0,6 % від маси порошкових фарб.

## Склади порошкових фарб

Рецептури порошкових поліефірних фарб кольору Ral 7040 були розроблені та випущені на сучасних технологічних лініях ТОВ «Лаковер». Використано наступні склади порошкових фарб:

*Склад №1:*

- Плівкоутворювач (Crylcoat 2441-3T ): 50-60 %
- Затверджувач TGIC: 4-5 %
- Наповнювач: 15-20 %
- Пігменти: 10-20 %
- Функціональні добавки: 1-2 %

*Склад №2:*

- Плікоутворювач (Crylcoat 2618-3): 60-65 %
- Затверджувач Primid XL 552: 3-4 %
- Наповнювач: 15-20 %
- Пігменти: 10-20 %
- Функціональні добавки: 1-2 %

## Технологія виробництва порошкової фарби

Загальна технологічна схема виробництва порошкових фарб на заводі ТОВ «Лаковер» представлена на рис. 2.

*Технологічний процес виробництва порошкових фарб складається з 5 операцій:*

- дозування гранульованих плівкоутворюючих смол, порошкоподібних наповнювачів, пігментів та функціональних добавок в порошкову композицію;
- змішування віддозованої суміші в міксерах роторного типу;
- гомогенізація в термостатних шнекових змішувачах (екструдерах) з видавлюванням і нарізкою так званих «чіпсів». Температура суміші досягає 80-120 °С;
- подрібнення чіпсів, отриманих в екструдері, на спеціальних млинах;
- фасування й упакування порошкової фарби.

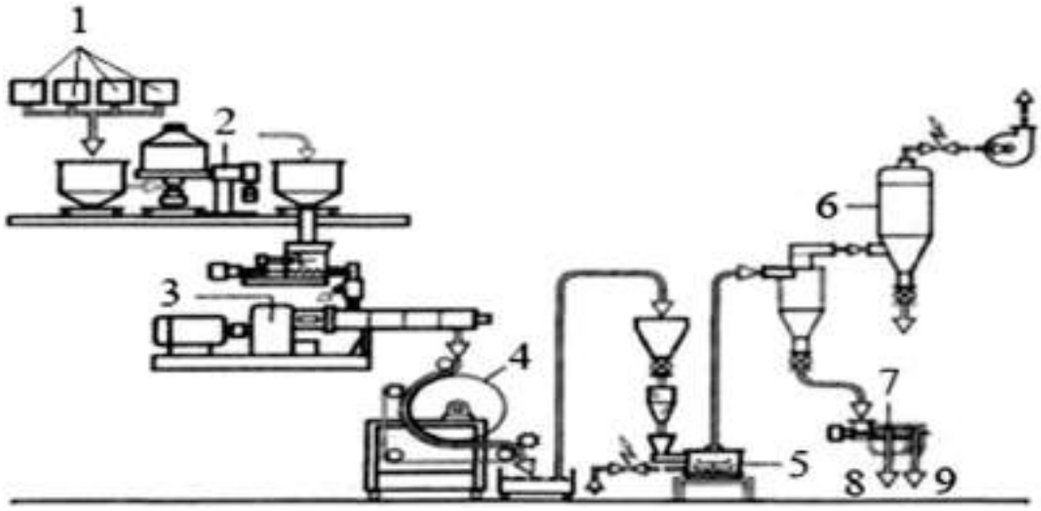



Рис. 2. Технологічна схема виробництва порошкової фарби заводу ТОВ «Лаковер».
1 – бункери сировинних матеріалів (смола, пігменти, наповнювач та ін.), 2 – попередній змішувач,
3 – двухшнековий екструдер, 4 – барабани охолодження, 5 – молотковий млин, 6-пиловловлюючий фільтр,
7 – вібросито, 8 – вихід для порошку, виготовленого згідно специфікації, 9 – відсів (залишок).

Дозування сировинних матеріалів виконується на ділянках складу, де сировина дозується згідно заданої рецептури та транспортується до змішувача роторного типу. Змішування виконується в міксері за заданим режимом. Для запобігання перегріву суміші на змішувальну головку міксера подається охолоджуюча вода.

Після цього готова суміш (шихта) в контейнерах транспортується на ділянку екструзії. В екструдері при безперервному режимі відбувається приготування розплаву фарби: шихта подається шнеком і проходить з регульованою швидкістю зони нагріву, та перемішується до однорідного стану шнеком екструдера. При цьому не відбувається ніяких хімічних реакцій і виділення газоподібних продуктів. Використовувані олігомери здатні до плавлення без розкладання, дозволяють розплавляти композицію в екструдері так, щоб відбулося утворення полімерної сітки. Крім того, полімер в розплаві не повинен спікатися. Змішування в розплавах проводиться при температурі рівня температури пливучості плівкоутворювача. При цьому пігментні частинки змочуються і проникають всередину частинок плівкоутворювача, створюючи однорідну макро і мікроструктури ще до стадії плівкоутворення. Диспергування пігментів при виробництві порошкових матеріалів проводиться в екструдерах. Спроби використання інших видів обладнання не виправдали себе.

Головною частиною екструдера є шнек, що обертається в циліндричному корпусі (рис. 3). Шнек захоплює з живильного бункера суху суміш, що складається з плівкоутворювача, затверджувача, наповнювача, пігмента і функціональних добавок, пропускає її через циліндричний корпус, розплавляючи і змішуючи (перетираючи) її в міру просування. У промисловості порошкових фарб використовуються два конкуруючих типи екструдерів: перший є двухшнековим екструдером з двома сполученими шнеками, що обертаються в одному напрямку, другий – одно-шнековий екструдер, в якому шнек періодично рухається назад-вперед. Шнеки двухшнекового екструдера додатково обладнані спеціальними молотками, що перетирають суміш. В одношнековому екструдері змішання відбувається через складність форми і характер руху шнека в поєднанні зі спеціальними виступами, розташованими на внутрішній стінці направляючої ламелі.

Основна операція в екструдері – диспергування компонентів, що проводиться при температурі 90-120 °С та в'язкості 103-105 Па·с протягом 50-160 секунд, з чітко регульованою системою обігріву. Максимальна температура розплаву повинна бути на 30 °С нижче температури затвердіння порошкового матеріалу, середній час перебування не має перевищувати час, необхідний для диспергування. Даний спосіб виробництва порошкових матеріалів дозволяє покращити дисперсність, скоротити час змішування і зменшити небезпеку передчасного затвердіння порошку.

Після диспергування компонентів гарячий розплав видавлюється з розвантажувального отвору екструдера і стікає на охолоджуючі циліндри (вали) безперервного охолодження. Проходячи між двома циліндрами, розплав розкочується до виду стрічки товщиною 0,5-1,5 мм, остигає і переходить в твердий стан. Далі охолоджена стрічка через стрічковий транспортер подається на дробарку, де відбувається її подрібнення до стану лусочок (чіпсів) розміром 10х10 мм. Прийняття остаточного розміру і виду порошкова фарба приймає в системі подрібнення.

Оптимальний середній розмір частинок порошкової фарби після помелу зазвичай становить 30-50 мкм. При цьому 100 % виготовленої фарби повинна проходити через сито100 мкм, більш 50 % через сито 45 мкм і крізь сито 10 мкм має йти не більше 10 %. Надлишковий помел не рекомендується. Тому в подрібненні використовуються ударні млини (молоткові, роторні і т.п.). Кульові і інші млини, що працюють за принципом роздавлювання і стирання не застосовуються.

*Подрібнення чіпсів відбувається на установці, до складу якої входять:*

- турбовентилятор;
- імпульсний млин-класифікатор;
- циклон з системою розвантажувальних шлюзів;
- система тонкого очищення.

Турбовентилятор створює регульований потік повітря, за допомогою якого чіпси переносяться в млин-класифікатор, що працює за принципом ударно-відцентрового подрібнення. Далі потік повітря направляє розмелений продукт в циклон і далі, через си-

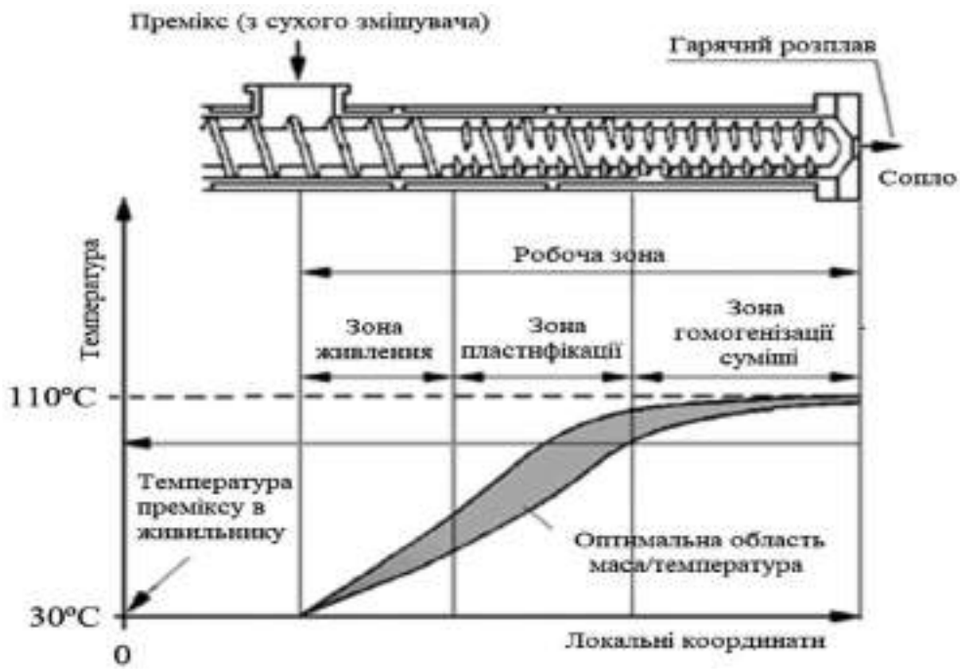



Рис. 3. Діаграма температур диспергування порошкового матеріалу в двухшнековому екструдері

стему розвантажувальних фільтрів, на вібросито. На ситі велика фракція частинок відсіюється і повертається на повторний помел в млин, а товарна фракція продукту подається на фасування. Повітря з циклону, що містить порошковий пил, надходить в систему тонкого очищення. Вона складається з декількох рукавних фільтрів, розташованих в одному корпусі. Проходячи через рукавні фільтри, порошковий пил осідає на їх поверхні, а очищене повітря викидається в атмосферу. Пил з фільтрів накопичується в пиле-приймачі і звідти надходить в поліетиленові мішки. Мішки замінюються по мірі наповнення. Пил накопичений в достатній кількості використовують в подальшому як наповнювач для наступних партій фарби, що забезпечує майже 100 % утилізацію відходів.

### Властивості покриттів з розроблених порошкових фарб

Декоративно-захисне покриття з розроблених порошкових фарб, проявляє високі деформаційні та пружні властивості, які не поступаються властивостями порівняно з ЛФМ: стійкість до прямого удару становить 100 см/кг (ЛФМ – 90 см/кг), стійкість до зворотного удару ≥ 50 см/кг (РЛФМ – ≥ 30 см/кг), адгезія з металевими будівельними виробами відповідає класу Gt0. Декоративно-захисне порошкове покриття проявляє високі показники стійкості до дії сольового туману: після випробування протягом 2000 годин в камері сольового туману (5 % NaCl) вони зберігають 80 % вихідної міцності і 75 % відносного подовження при розриві, що свідчить про їх високу корозійну стійкість.

### Висновок

Таким чином, результати аналізу свідчать про те, що технологія виробництва декоративно-захисних покриттів на заводі ТОВ «Лаковер» є мало затратною, відходи що утворюються під час виробництва підлягають майже 100 % рециклінгу, при виробництві не використовуються розчинники та інші летючі речовини. При цьому, за ключовими властивостями покриттів порошкові лакофарбові матеріали не поступаються РЛФМ в забезпеченні довговічності будівельних металевих виробів, що свідчить про їх високу ефективність використання в будівельних металевих виробах.

**Література:**


1. Кривенко П.В. Будівельне матеріалознавство: підручник / П.В. Кривенко, К.К. Пушкарьова, В.Б. Барановський та ін. – К.: ТОВ УВПК "ЕксОб", 2004. – 704 с.
2. Свидерский В.А. Состояние, структура и перспективы развития рынка лакокрасочной продукции в Украине / В.А. Свидерский, Т.А. Караваев. – Киев, 2010. – Вип. № 9. – С. 8 – 16.
3. De Lange, P. A. History of Powder Coating / P. De Lange. – Paint & Coatings Industry Magazine Available, 2004. – Vol.2. – pp.16 – 24.
4. Richart, D.S. Powder Coating – Past, Present and Future: A Review of the State of the Art / D.S. Richart, Powder Coating, 1990. – Vol.1. – pp. 16 – 24.
5. Maty, J. 90 Years with PCI: A Retrospective / J. Maty, Paint & Coatings Industry Magazine, 2004. – pp. 28 – 29.
6. Kiefer, S.L. Powder Coating Material Developments Promise New Opportunities for Finishers / S.L. Kiefer, Metal Finishing, 2004. – pp. 35-37.
7. Misev, T.A. Powder Coatings Technology: New Developments at the Turn of the Century / T.A Misev, R. Van der Linde, Progress in Organic Coatings, 1998. – Vol. 34. – pp. 160 – 168.
8. Яковлев А.Д. Порошковые краски. Технология покрытий / А.Д. Яковлев. Химиздат, Санкт-Петербург, 2001. – 256 с.
9. Wicks Z.W. Organig Coating, Science and Technology / Z.W. Wicks, F.N. Jones, Wiley&Sons, 1992. – 544 p.
10. Брок Т. Европейское руководство по лакокрасочным материалам и покрытиям / Т. Брок, М. Гротеклаус, Пэйнт-Медиа, Москва, 2007. – 548 с.

# *Уважаемый Владимир Иванович!*

65 лет — дата, внушающая уважение и почет.

Накопленная Вами мудрость — вот то бесценное сокровище, которое Вы приобрели и которым Вы делитесь со всеми, кто Вас окружает.

Поздравляем Вас с этим знаменательным днем и желаем, чтобы Ваше здоровье с каждым днем лишь крепчало, а мудрость по-прежнему поражала окружающих!

И конечно желаем Вам того, что очень важно для любого человека: всегда отличного настроения, удачи в делах, взаимопонимания с коллегами и родными, верной дружбы и искренней любви.

С юбилеем!

**Гоц В. І., доктор технічних наук, професор,**
**декан будівельно-технологічного факультету,**
**Київський національний університет будівництва та архітектури**

***От коллектива НИИСМИ***
***В.о. директора, к.э.н., А. Л. Скрыпник***

м. Київ
Завершенный проект

Будівництво

# ТЕХНОЛОГІЯ ТЕРМОДІМ

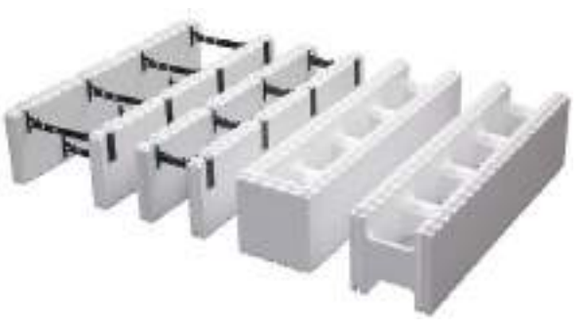
**КОМПАНІЯ «ВАЛЬКІРІЯ» ЗАСНОВАНА В 1999 РОЦІ. СЬОГОДНІ – ЦЕ ВЕЛИКЕ ВИРОБНИЧО-БУДІВЕЛЬНЕ ПІДПРИЄМСТВО, ЯКЕ УСПІШНО ПРАЦЮЄ ЯК НА ВНУТРІШНЬОМУ УКРАЇНСЬКОМУ РИНКУ, ТАК І НА РИНКАХ БЛИЖНЬОГО І ДАЛЕКОГО ЗАРУБІЖЖЯ.**

**Основним напрямком діяльності компанії є:**

- виробництво блоків незнімної опалубки з пінополістиролу для будівництва за енергоефективною технологією ТЕРМОДІМ;
- виробництво листового пінополістиролу для утеплення будівель;
- виробництво фасадних декоративних елементів;
- будівництво енергоефективних будівель і споруд.

**Термодім –** це утеплений монолітний залізобетонний будинок. Бетон – традиційний матеріал, який не викликає сумніву щодо своєї міцності та надійності, а пінополістирол – ідеальний утеплювач. Поєднання цих характеристик дозволило створити ефективну та вигідну технологію будівництва – Термодім, що має низку переваг як для будівельників, так і для замовників. Вона використовується там, де будинок має бути міцним, надійним і солідним – одним словом на віки.

**Технологія будівництва Термодім** відноситися до монолітного залізобетонного житлового будівництва. При монтажі стін із термоблоків, перед заливкою бетону, в блоки укладається арматура. Крок армування та діаметр арматури розраховується при проектуванні будівлі, залежно від поверховості та навантажень на стіни. Залізобетонні стіни, які ми отримуємо, спокійно витримують бетонні перекриття великих розмірів і відповідної ваги, які використовують для будівництва промислових будівель.



**У виробництві термоблоків** застосовується полістирол марки ПСВ-С, який не горить і не підтримує горіння. Пінополістирол володіє високою стійкістю до різних речовин, включаючи морську воду, сольові розчини, ангідрид, розведені та слабкі кислоти, мила, солі, добрива, бітум, силіконові масла, спирти, склеювальні, водорозчинні фарби. Інертний до неорганічних будівельних матеріалів – бетону, вапна, цементу, гіпсу, піску і т.ін. ПСВ-С не розчиняється і не набухає у воді, практично не вбирає вологу, довговічний і стійкий до гниття. Вироби з пінополістиролу стійкі до старіння і при правильному використанні зберігають стабільні властивості, форму та розміри тривалий час, – тобто є довговічним матеріалом.

м. Київ
Завершенный проект

03040, г. Киев, ул. Ломоносова, 8-б
+38 (044) 501 66 55

**WWW.VALKIRIA.UA**

**Технологія будівництва Термодом має низку економічних вигод порівняно з традиційними методами спорудження будівель. Це грунтується на таких характеристиках:**

- спрощення процесу і скорочення часу будівництва;
- значне скорочення переліку необхідних матеріалів і техніки. Для будівництва котеджів не потрібні крани і самоскиди. Бригада робітників з 3-4 осіб зводить стіни одного поверху за 4-5 днів;
- при всій своїй міцності, стіни в Термодомі значно легші, ніж стіни зроблені за традиційними технологіями. Для порівняння, квадратний метр стандартної цегляної стіни важить 960 кг, квадратний метр стіни з термоблоків – 360 кг. Це дозволяє використовувати полегшені фундаменти. Витрата цементу також меньша порівняно зі звичною цегляною кладкою;
- стіни з термоблоків майже у два рази тонші, ніж стандартні цегляні. За рахунок цього внутрішній простір будинку стає більшим. Наприклад, при зведенні будинку 10х10 м, при незмінних зовнішніх розмірах будівлі, можна отримати до 15 м кв додаткової площі.
- завдяки звукопоглинальним якостям полістиролу, стіни, зведені з термоблоків, дозволяють максимально захистити дію міського шуму на мешканців і понизити гучність звуку на 53 dB.
- можна будувати і взимку – на властивості пінополістиролу погода практично не впливає. Термоблок служить свого роду термосом для бетону і надійно захищає його від морозу, а використання добавок у бетон позбавляє від необхідності зв'язати плани з будівельними сезонами і дозволяє будувати в холодні пори року, за винятком зимового періоду з температурою довкілля нижче -10 °С;
- низькі первинні витрати на підготовку і навчання персоналу.

І це лише на етапі будівництва. Надалі винятковий теплоізоляційний ефект пінополістиролу дозволяє значно понизити витрати на обігрів і кондиціонування приміщень. За своєю теплопровідністю стіна з термоблоків рівносильна цегляній стіні завтовшки 1800 мм., або бетонній товщиною 2500 мм. Вартість устаткування для обігріву такого будинку значно нижча, адже нам не варто гріти стіни, а лише повітря усередині будинку. Такий будинок зігріє свого господаря в зимовий холод, а влітку забезпечить приємною прохолодою.

УДК 65.014.1

Корнило І. М.

Кисельов В. В.

**Корнило І. М.**, к.е.н., доцент,
доцент кафедри організації будівництва та охорони праці,
Одеська державна академія будівництва та архітектури,
65029 м. Одеса, вул. Дідріхсона, 4,
☎ 0486865409, ✉ irina_kornylo@ukr.net
**Кисельов В. В.**, магістр архітектури,
Одеська державна академія будівництва та архітектури,
65029 м. Одеса, вул. Дідріхсона, 4,
☎ 0678307158, ✉ vadvladki@gmail.com

**I. Kornylo**, PhD, Economics, Associate Professor
at the Department of organization of construction and safety,
Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture,
4, Didrihsona st., Odessa, 65029, Ukraine,
☎ 0486865409, ✉ irina_kornylo@ukr.net
**V. Kyselov**, magistr architecture,
Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture,
4, Didrihsona st., Odessa, 65029, Ukraine,
☎ 0678307158, ✉ vadvladki@gmail.com

# СИСТЕМНА ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬ В ПРОЕКТУВАННІ ТА БУДІВНИЦТВІ

## SYSTEM ORGANIZATION OF BUILDINGS IN DESIGN AND CONSTRUCTION

## СИСТЕМНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДАНИЙ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ

**Анотація.** У статті виявлена необхідність наукового забезпечення вирішення важливої проблеми, щодо забезпечення студентів вузом мистецтв і технологій, Проведено аналіз сучасного досвіду проектування і будівництва вузів в країні та досліджено вплив мистецтва і технологій на функціональну структуру вузу.
**Ключові слова.** Системна організація, функціональна структура вузу, взаємозв'язок між технічними та творчими напрямами, незалежний тип взаємозв'язку, комбінований тип взаємозв'язку.
**Annotation.** The article reveals the necessity of scientific support for the solution of an important problem concerning the provision of students by the university of arts and technology. An analysis of the current experience of designing and building universities in the country has been carried out and the influence of art and technology on the functional structure of the university has been researched.
**Keywords.** System organization, functional structure of the university, interconnection between technical and creative areas, independent type of interconnection, combined type of interconnection.
**Аннотация.** В статье выявлена необходимость научного обоснования решения важной проблемы по обеспечению студентов вузом искусств и технологий, Проведен анализ современного опыта проектирования и строительства вузов в стране и исследовано влияние искусства и технологий на функциональную структуру вуза.
**Ключевые слова.** Системная организация, функциональная структура вуза, взаимосвязь между техническими и творческими направлениями, независимый тип взаимосвязи, комбинированный тип взаимосвязи.

### Вступ

Системна організація будівель передбачає формування комплексу, який забезпечує конкурентоздатність архітекторів і будівельників в Україні та за її межами.

Повсюдне застосування інноваційних технічних засобів і пристроїв тягне за собою потребу у фахівцях, задіяних як в сфері створення і обслуговування технологій та пристроїв, так і у фахівцях, які комбінують в собі творчі навички і знаннями у технічній сфері.

Архітектурне формування комплексу вузу мистецтв і технологій має здійснюватися з урахуванням особливостей обох напрямків діяльності та забезпечувати їх взаємозв'язок. З огляду на це, необхідне формування взаємопов'язаної структури, яка дозволить забезпечити доступ студентів до передових досягнень техніки (баз даних, інструментів і обладнання тощо), а також буде сприяти створенню соціальних взаємозв'язків між студентами різних напрямків, для взаємозбагачення навичками і знаннями.

Метою дослідження є обґрунтування системної організації будівель щодо розвитку вузів мистецтва і технологій.

Для реалізації зазначеної мети у роботі поставлені і вирішені наступні завдання:

- проаналізувати сучасний досвід проектування і будівництва вузів в країні;
- дослідити вплив мистецтва і технологій на функціональну структуру вузу.

### Аналіз досліджень і публікацій

Серед вищих навчальних закладів України можна виділити декілька закладів, які проводять підготовку як технічних, так і творчих фахівців.

Київський національний університет технологій та дизайну (м. Київ, Україна) – це багатопрофільний навчально-науково-інноваційний комплекс із широко розвиненою інфраструктурою і сучасною матеріально-технічною базою, який здійснює багаторівневу підготовку кваліфікованих фахівців творчих і технічних спеціальностей. Університет складається з 15 навчальних корпусів, 9 гуртожитків і 21 споруди інших призначень (допоміжних та спортивних споруд) [5].

Університет проводить підготовку студентів як творчих (021-аудіовізуальний мистецтво і виробництво; 022-Дизайн і т.д.), так і технічних (122-комп'ютерні науки; 123-комп'ютерна інженерія і т.д.) напрямів підготовки студентів освітнього рівня магістр і бакалавр та науково освітнього рівня доктор філософії (рис. 1).

Львівський політехнічний університет (Львів, Україна) – найстаріший вищий технічний навчальний заклад України та Східної Європи, заснований у 1816 році, як Цісарсько-королівська реальна школа. Університет складається з 16 інститутів, 114 кафедр, відокремлених навчальних закладів, громадських організацій та загальних підрозділів, зокрема архітектура та дизайн (рис. 1).

Одеська державна академія будівництва та архітектури (Одеса, Україна) проводить підготовку фахівців різноманітних будівельних спеціальностей. Академія складеться з п'яти інститутів. Підготовку фахівців творчих напрямів проводить архітектурно-художній інститут, який складається з архітектурного корпусу і корпусу образотворчого мистецтва, розташованих на території академії (рис. 1).

Як видно з наведених прикладів, вищі навчальні заклади з технічними та творчими напрямами підготовки зосередженні в політехнічних та технічних вищих начальних закладах[9]. Одним із головних недоліків зазначених вітчизняних закладів вищої освіти є низький рівень взаємозв'язку між технічними та творчими напрямами, що негативно впливає на продуктивність навчальної системи, а також ускладнює формування соціальних взаємозв'язків між студентами, що унеможливлює взаємозбагачення досвідом між студентами різних напрямів підготовки.

Рішенням цього недоліку може стати формування монофункціонального інноваційного закладу вищої освіти [7], який буде поєднувати як творчі, так і технічні напрями підготовки студентів в взаємопов'язаній структурі.

На основі аналізу вищих навчальних закладів з творчими і технічними напрямами підготовки студентів можна виділити три основні типи взаємозв'язку творчих та технічних напрямів підготовки студентів в планувальній структурі вищого навчального закладу:

Незалежний тип – творчі і технічні спеціальності навчаються як незалежні навчальні одиниці, для кожного з напрямків підготовки виділяється ряд навчальних приміщень в межах комплексу будівель, корпусу або кафедри (рис. 2).

Взаємопов'язаний тип – спільне навчання в єдиному просторі вищого навчального закладу творчих і технічних спеціальностей в загальних навчальних і спеціалізованих аудиторіях (рис. 3).

Комбінований тип – технічні та творчі спеціальності навчаються окремо, але забезпечується соціальний зв'язок між студентами різних спеціальностей за рахунок позанавчальної діяльності студентів і відкритих робочих просторів для роботи над індивідуальними проектами (рис. 4).

Незалежний тип взаємозв'язку характерний для великих і найбільших університетів, формування кампусів яких відбувалося протягом тривалого періоду часу за рахунок ряду факторів (історичних, економічних, соціальних).

Творчі та технічні спеціальності в даному типі вищих навчальних закладах чітко розділені на планувальному рівні окремих корпусів або на рівні всього кампусу (комплексу будівель) вищого навчального закладу.

Основними архітектурно-планувальними прийомами при незалежному типі взаємозв'язку вступають:

1. Прийом на основі горизонтальних комунікацій – при якому основні навчальні приміщення формуються уздовж горизонтальних комунікацій (коридорів, галерей).

2. Прийом на основі атріуму. Основою формування навчального простору є вертикальний або горизонтальний атріум.

Основною перевагою даних прийомів є: чіткість і структурованість архітектурно-просторової структури, яка забезпечує необхідні умови для проведення занять з певним профілем; компактність планувальних рішень; економічність.

До недоліків даних прийомів можна віднести: відсутність гнучкості і універсальності в навчальних приміщеннях; низький рівень кооперації між студентами в навчальній і позанавчальної діяльності; консервативність в планувальній структурі навчального корпусу.

Як правило даний тип взаємозв'язку творчих та технічних напрямів підготовки студентів в планувальній структурі вищого навчального закладу застосовується у великих політехнічних і технічних вищих навчальних закладах, в яких творчі напрямки підготовки, як правило архітектура і дизайн є однією із складових комплексного навчального процесу.

Аналіз ґрунтується на точних, своєчасних і економічно обґрунтованих розрахунках техніко-економічних показників проектів.

Основною метою техніко-економічного обґрунтування проектів є вибір оптимального проектного рішення внаслідок порівняльного аналізу ряду варіантів.

Аналіз необхідно здійснювати у всіх частинах проекту, у т.ч. по варіантах будівельних проектних рішень.

Рис.1. Взаємозв'язок творчих напрямків підготовки в структурі технічних вузів у вітчизняному досвіді будівництва.
1 – Львівська політехніка; 2 – Київський національний університет технологій та дизайну; 3 – Одеська державна академія будівництва та архітектури.

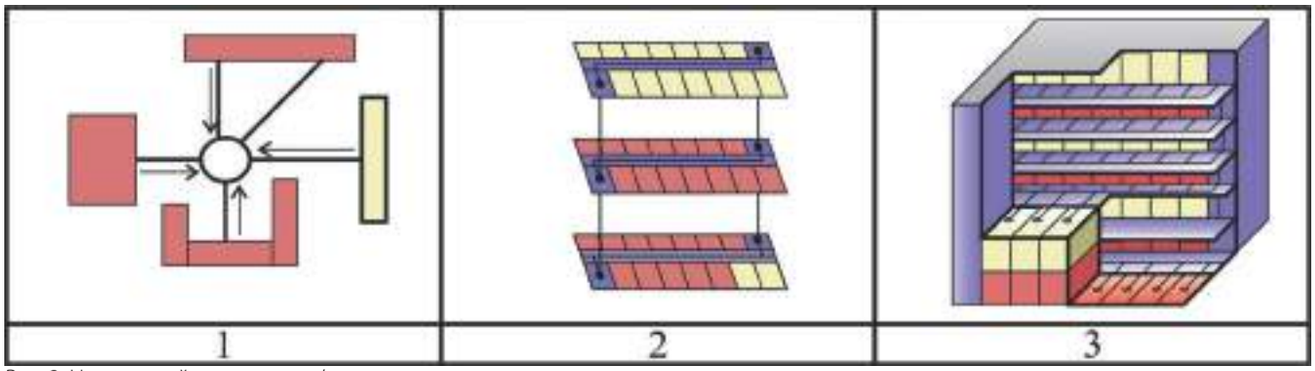



Рис. 2. Незалежний тип взаємозв'язку
1 – При розміщення в різних корпусах; 2 – Поповерхова схема типу взаємозв'язку; 3 – Аксонометрична схема взаємозв'язку

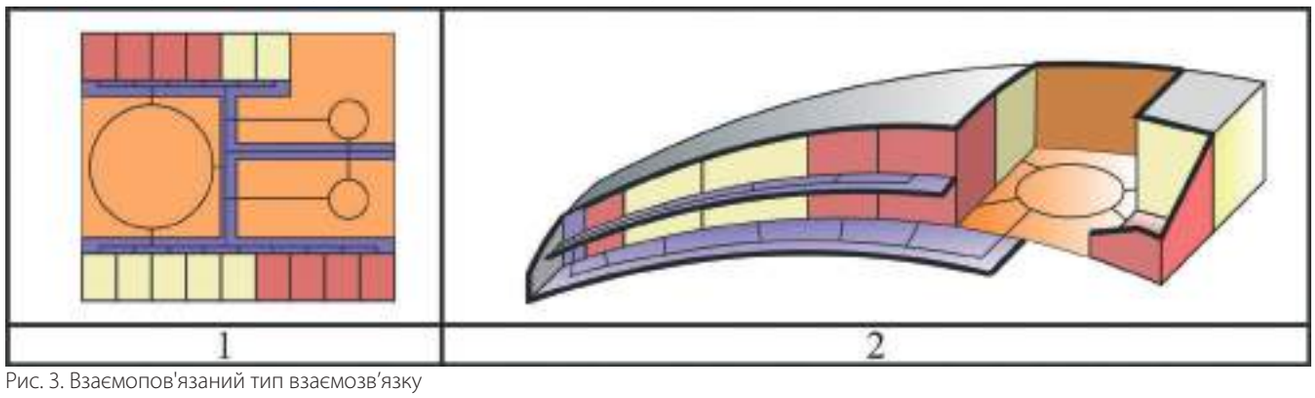



Рис. 3. Взаємопов'язаний тип взаємозв'язку
1 – Принципова схема прийому; 2 – Аксонометрична схема прийому основі центрального універсального простору

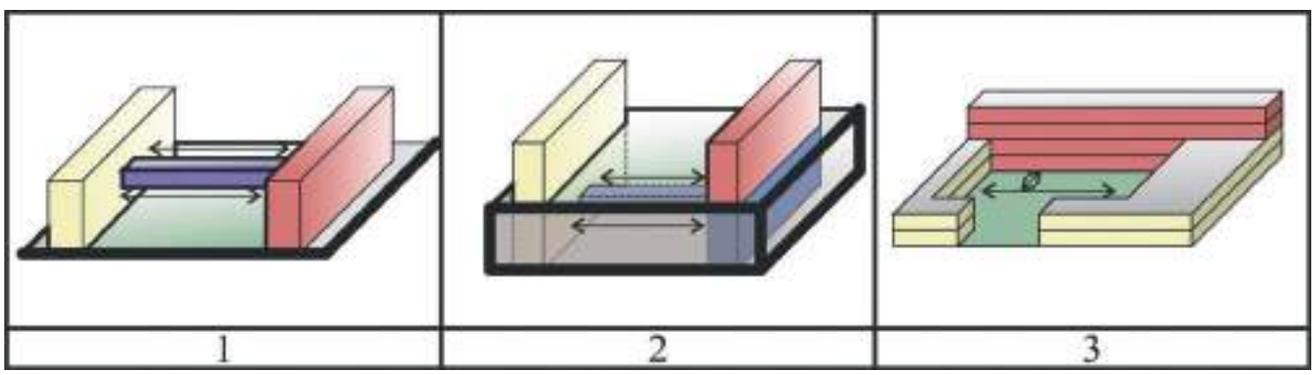



Рис. 4. Комбінований тип взаємозв'язку
1 – Принципова схема прийому; 2 – Аксонометрична схема прийому основі центрального універсального простору; 3 – Аксонометрична схема прийому

**Висновки**

1. В Україні заклади вищої освіти з технічними та творчими напрямками підготовки студентів, передусім представлені низкою технічних та політехнічних закладів з низьким рівнем взаємозв'язку між творчими та технічними напрямками.
2. Для покращення рівня українських закладів вищої освіти з технічними та творчими напрямками підготовки студентів, пропонується розробка нового інноваційного вищого навчального закладу.
3. Розроблено 3 типи взаємозв'язку між творчими та технічними напрямами підготовки спеціалістів в архітектурно-планувальній структурі вищого навчального закладу, з яких взаємопов'язаний тип є найбільш сучасним та ефективним.

**Література:**

1. ДБН А.2.2.-3-2014. «Склад та зміст проектної документації на будівництво»-Київ: Мінрегіон України, 2014
2. ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва»-Київ: Мінрегіон України, 2009ДБН
3. ДБН Б.1.1-4-2009. «Склад, зміст, порядок розроблення, погодження та затвердження містобудівного обґрунтування»-Київ: Мінрегіон України, 2009
4. ДБН В.2.2-3:2018 «Заклади освіти. Будинки і споруди»- Київ: Мінрегіон України 2018
5. ДБН Б.2.2-12:2018»Планування і забудова територій»- Київ: Мінрегіон України, 2018
6. ДСТУ-Н Б А.2.2-11:2014 «Настанова щодо проведення авторського нагляду за будівництвом»-Київ: Мінрегіон України, 2014
7. Уренёв В. П. Принципиальные типологические особенности формирования инновационных высших учебных заведений на примерах отечественной и зарубежной практики / В. П. Уренёв, М. В. Казакова // Архітектурний вісник КНУБА. – 2014. – Вип. 4. – С. 299-310.;
8. Ковальська Г. Л. Архітектурне проектування навчальних закладів / Г. Л. Ковальська. – Київ: Основа, 2010. – 148 с.;.
9. Ковальський Л. М. Архітектура вищих навчальних закладів. Університети 3-готисячоліття / Л. М. Ковальський, Г. Л. Ковальська ; під заг. ред. Л. М. Ковальського. – К.: Основа, 2011. – 253 с.
10. Рябова Е. К. Архитектурное формирование образовательной среды зданий творческих вузов: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. арх. наук: спец. 05.23.20 «Теория и история архитектуры, реставрации и реконструкции историко-архитектурного наследия» / Рябова Е. К. – Екатеринбург, 2012. – 26 с.

**УДК 65.014.1**

Скрыпник Л. В.

Скрыпник А. Л.

**Скрыпник Л. В.**, к.х.н., директор
ЧНПП «ШЕЛЬТ», г. Сумы
✉ shelt2010@gmail.com
**Скрыпник А. Л.**, к.э.н., и.о. директора
ГП «Украинский научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт строительных материалов и изделий (НИИСМИ)», г. Киев
✉ promo.ndibv@gmail.com

**L. Skrypnik**, Ph.D., Director
CHNPP "SHELT", Sumy
✉ shelt2010@gmail.com
**A. Skrypnik**, Ph.D., acting directors
State Enterprise «Ukrainian research and design institute of building materials and products «NIISMI», Kiev
✉ promo.ndibv@gmail.com

# ПРИМЕНЕНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СОЗДАНИИ ВАКУУМНЫХ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМ

## ЗАСТОСУВАННЯ АДДИТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СТВОРЕННІ ВАКУУМНИХ КАНАЛІЗАЦІЙНИХ СИСТЕМ

## APPLICATION OF ADDITIVE TECHNOLOGIES IN CREATION OF VACUUM SEWERAGE SYSTEMS

Сотрудники частного научно-производственного предприятия "ШЕЛЬТ" под руководством кандидата химических наук Скрыпника Л.В. разработали и внедрили технологию изготовления элементов вакуумных систем с использованием аддитивных технологий. Разработаны принципы конструирования элементов обеспечивающие соответствующие прочностные характеристики и герметичность узлов. Создана элементная база позволяющая формировать узел из унифицированных сборочных элементов. Все элементы проходят трехстадийную химическую обработку и при необходимости химическую металлизацию с применением Каниген процесса. Сборка технологических единиц системы осуществляется посредством склеивания, пайки либо механических соединений с полимерными уплотнительными элементами. В качестве модельной системы, для отработки технологии, была использована система вакуумной канализации которая предназначена для эксплуатации в районах с высоким уровнем грунтовых вод, населенных пунктах находящихся в пойме рек и прибрежной зоне морского побережья. Также подобные вакуумные системы экономически выгодно использовать для строительства канализации с замкнутым циклом в санаториях, домах отдыха расположенных вне населенных пунктов в экологически чистых зонах. Сотрудниками предприятия спроектирована, изготовлена и испытана пилотная установка моделирующая полный цикл работы вакуумной части вакуумной канализации при разрежении 0.7 Атм. Спроектированы и изготовлены: основной заборный клапан Ду 65 и управляющий клапан с поплавковой системой. Элементы клапана были изготовлены из полимерных материалов с помощью 3D печати с последующей химической и технологической обработкой. Пилотная установка отработала 1000 циклов забора жидкости из колодца. Испытания показали полное соответствие вакуумного клапана требованиям предъявляемым к системам вакуумной канализации. Стоимость изготовления клапана по разработанной коллективом авторов технологии в два раза ниже подобных изделий представленных на рынке. Освоено промышленное производство вакуумного клапана в сборе. Элементы вакуумного клапана представлены на рис. 1 и 2.

# ЯК ЗБІЛЬШИТИ ОБСЯГИ ПЕРЕРОБКИ ШЛАКОВИХ МАТЕРІАЛІВ В УКРАЇНІ

**Пошуку відповідей на це питання був присвячений круглий стіл що відбувся 27 червня 2019 року в Міністерстві екології та природних ресурсів України.**

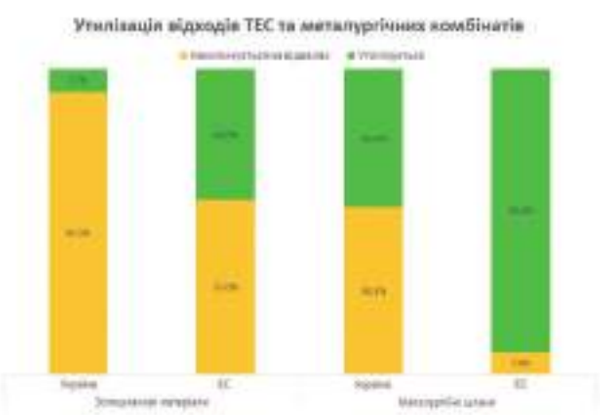
Нагальність питання обумовлює критичність ситуації яка склалась. Наразі, в Україні знаходиться близько 35-36 млрд. т накопичених відходів. По площі вони займають 7% території країни, більш ніж як 50 тис. т на км². Обсяг накопичених у відвалах шлакових матеріалів від ТЕС становить понад 244 млн. т, металургійних шлаків – понад 100 млн. т. Додатково до вже накопичених шлаків додаються ті, що постійно утворюються у технологічному процесі виробництва. У перспективі через 3-5 років значна кількість відвалів техногенних відходів буде переповненою і вичерпає свої можливості.

Навіть незважаючи на дотримання всіх норм з боку операторів, техногенні відходи є джерелом забруднення довкілля пилом, становлять небезпеку для здоров'я людей, рослинного і тваринного світів прилеглих районів (рухомі форми елементів активно вимиваються опадами, забруднюючи повітря, воду й ґрунт).

### Відходи чи матеріали?

На початку засідання акцентовано увагу на тому, що чинна нормативно-правова база чітко встановлює умови класифікації шлакових матеріалів у якості відходу або у якості продукту (сировини чи матеріалу). Виробник якій дотримується технічних умов обліковує шлакові матеріали як продукт. Для цього необхідно провести відповідні випробування та розробити паспорт якості виробника.

За хімічним і мінералогічним складом шлакові матеріали багато в чому ідентичні природній мінеральній сировині. Вони відносяться до 4-го класу безпеки і 1 класу радіаційної безпеки (тобто є небезпечними). Чинна нормативна база (ДСТУ, ДБН) дозволяє застосовувати їх у виробництві будматеріалів або у якості матеріалів для будівництва.




При цьому Україна у значній мірі не досягає показників обсягів використання шлакових матеріалів у будівництві, сільському господарстві тощо від загальносвітових показників, зокрема ЄС.

***Такий стан свідчить про те, що:***

1) техногенні відходи як ресурс недооцінений українською економікою;
2) в країні відсутні дієві еколого-економічні інструменти у сфері поводження з відходами, які повинні стимулювати їх перероблення з метою використання у якості сировини чи матеріалу на заміну природним вичерпним ресурсам;
3) відсутня між секторальна взаємодія в питаннях утилізації відходів як на рівні органів влади, так і бізнесу, по суті унеможливлює на практиці пріоритетність ресурсозбереження та впровадження заходів.

В обговоренні питання прийняли участь представники Мінприроди та Мінінфрастуктури, Федерації металургів України, Укрметалургпрому, Всеукраїнської спілки виробників будматеріалів, Асоціації «Укрцемент», Конфедерації будівельників України, провідних енергогенеруючих компаній та меткомбинатів (НАЕК «Енергоатом», ДТЕК, Метінвест Холдінг, АрселорМіттал Кривий Ріг та інші), Асоціації виробників цементу України, Укравтодор, Укрзалзниця, наукових (ДП «НДІБМВ», КНУБА), експертних і громадських організації.

### Що заважає збільшити обсяги використання

Учасники засідання зазначили, що одними з проблемних питань на заваді збільшення обсягу використання шлакових матеріалів в будівництві є:

1) низький показник розвитку будівництва і як наслідок, низька ємність ринку будматеріалів і виробів для виробництва яких можуть бути застосовані шлакові матеріали;

2) проблеми з логістикою і витрати на транспортування, що роблять вартість шлакових матеріалів для кінцевого споживача вищою ніж вартість природних мінеральних матеріалів на «короткому логістичному плечі»;

3) необхідність перегляду застарілої нормативної бази і проведення досліджень фізико-хімічних показників шлакових матеріалів в акредитованих лабораторіях;

4) відсутність державного замовлення на об'єкти із застосуванням шлакових матеріалів;

5) відсутність впроваджених інструментів державної допомоги суб'єктам господарювання на капітальні інвестиції в найбільш сучасні технології що забезпечать використання шлакових матеріалів у виробництві будматеріалів та будівництві.

## Коментарі учасників засідання

*Аналітик GMK Center, кандидат економічних наук* ***Андрій Глущенко:***

«Шлаки вигідно використовувати в Україні. Для органів державної влади переробка шлаків означає зниження екологічного навантаження і поліпшення якості доріг. Для органів місцевого самоврядування – поліпшення екологічної ситуації та рекультивацію землі з під шлаковідвалів. Для цементних заводів використання шлаків – це скорочення викидів $CO_2$ і зниження витрат енергоресурсів. Для будівельників доріг – підвищення стійкості доріг до навантажень. У свою чергу, для металургійних і енергогенеруючих підприємств відпадає необхідність шукати нові ділянки землі під шлаковідвали, а крім того, шлаки виступають джерелом сировини і додатковим джерелом доходу».

*Президент Всеукраїнської спілки виробників будматеріалів* ***Іван Салій:***

«Бетони, бруківка, цегла, сухі суміші, утеплювачі, наповнювачі, цемент – мають значний потенціал екологічної та економічної доцільності. Але для збільшення обсягів застосування шлакових матеріалів у будівництві необхідно збільшувати обсяги будівельних робіт. Будівництво в нашій країні має зрости в 3-5 разів! Обсяги будівництва за рік в Україні – 3,2 млрд. євро, а в Туреччині – 130 млрд. євро, у Польщі – 48 млрд. євро. Не за 50, а за 3-5 років вийти на рівень розвитку Польщі».

*Ректор Державної екологічної академії післядипломної освіти та управління* ***Олександр Бондар:***

«Передусім необхідні заходи державної підтримки спрямовані на підтримку підприємств що спеціалізуються на переробці промислових відходів. Академія має відповідний кадровий і науковий потенціал для участі у створенні та забезпеченні належного функціонування загальнодержавної системи поводження з відходами. Це має стати одним із пріоритетних напрямів державної політики, незважаючи на певну обмеженість ресурсних і економічних можливостей держави».

*Начальник відділу екологічної безпеки управління поводження з відходами та екобезпеки Департаменту екологічної безпеки та дозвільно-ліцензійної діяльності Мінприроди* ***Роман Філоненко:***

«Мінприроди послідовно працює над реформою законодавства у сфері управління відходами. Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 08.11.2017 № 820-р схвалена Національна Стратегія управління відходами до 2030 року, яка визначає загальні заходи у сфері управління відходами у цілому та спеціальні заходи у сфері управління окремими видами відходів. Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 20 лютого 2019 р. № 117-р схвалено Національний план управління відходами до 2030 року. Відповідно до вимог згаданих актів Уряду, протягом 2020 року передбачено розроблення (ОДА, ОМС) та затвердження в установленому порядку (Мінприроди, Мінрегіон) проектів регіональних планів управління відходами. Саме вони є ключовим елементом для розбудови системи управління відходами по всій країні із залученням муніципалітетів, бізнесу та інвесторів. На даний час Міністерство розробляє методичні рекомендації для розробляння регіональних планів. Ми чекаємо пропозицій, зокрема щодо впровадження пілотних проектів по будівництву транспортних споруд із застосуванням шлакових матеріалів. У планах розробка секторальних Законів у сфері управління відходами і ми відкриті до співпраці за цим напрямом».

*Заступник директора по науковій роботі Українського НДІ будівельних матеріалів та виробів, доктор технічних наук* ***Світлана Лаповська:***

«Найбільш поширені в Україні асфальтобетонні дороги. При їх будівництві можна використовувати фракціонований шлак в якості великого і дрібного заповнювача (замість гранітного щебеню). Також можна замінювати мінеральний порошок з природних вапняків на мелений шлак.

Існуюча нормативна база дозволяє застосовувати шлаки практично в будь-якому шарі дорожнього одягу. Дослідження показали, що при будівництві асфальтобетонних доріг можна використовувати до 35% шлаків в шарі покриття, до 50% – в шарі підстави, до 10% – в шарі земляного полотна та до 30% – для узбіччя.

Однак на будівництві доріг зупинятися не хочеться. Ми прагнемо знайти нові напрямки для застосування шлаків. Зокрема, для отримання різних видів бетону».

За результатами засідання були схвалені рекомендації до проекту національного плану дії з охорони навколишнього природного середовища на період 2020-2025 роки.

*Президент ВГО «Жива планета» – голова громадської ради при Мінприроди* ***Світлана Бєрзина:***

«Є технологічні рішення і успішні проекти використання шлакових матеріалів в будівництві. Доведено що ці матеріали кращі для будівництва за фізико-хімічними властивостями ніж природні мінеральні. Вони поліпшують якість об'єктів будування та збільшують їх життєвий цикл. То того ж мова йде про збереження природних вичерпних ресурсів і зменшення забруднених територій що знаходяться під промисловими відходами. Сьогодні ми підготували рекомендації владі. Є напрацювання симулювання застосування використання через державне замовлення.

Але потрібна політична воля і реальні дії. Ми сподіваємось що наші пропозиції будуть прийняті до національного плану дій, спрямованого на реалізацію оновленої державної екологічної політики затвердженої у цьому році Законом. Також це певний виклик для політичних сил, які перемогли у виборах до Верховної Ради України».

**Пропозиції до національного плану дій по реалізації Стратегії державної екологічної політики на період 2020-2025 рр.**

1. Законодавчо затвердити мінімальний кількісний показник (відсотки, частки тощо) обов'язковості використання шлакових матеріалів в сферах їх застосування при реалізації конкретних проектів. Провести перегляд і внести відповідні зміни до галузевих програм розвитку з встановленням цільових показників обсягів застосування шлакових матеріалів.

2. Передбачити при розроблянні регіональних планів управління відходами впровадження пілотних проектів по будівництву транспортних споруд та інших об'єктів із застосуванням шлакових матеріалів. Реалізація проекту повинна передбачати дослідження об'єкту в процесі експлуатації та оцінку його стану під впливом різних факторів.

3. Провести перегляд та у разі необхідності внести зміни в нормативні документи (ДБН, ДСТУ) щодо застосування шлакових матеріалів при виробництві будматеріалів і при будівництві (ремонті) транспортних споруд та інших об'єктів будування (у разі, якщо необхідно провести додаткові дослідження чи випробування). Зокрема забезпечити перегляд:

- ДСТУ Б В. 2.7.-35 Щебінь, пісок та щебенево-піщана суміш з доменних та сталеплавильних шлаків для загальнобудівельних робіт. Технічні умови.
- ДБН В.2.3-19-2018 Споруди транспорту. Залізниці колії 1520 мм. Норми проектування.
- СОУ 42.1-37641918-104-2013 Золи-уноси і суміші золошлакові теплових електростанцій для дорожніх робот.

4. Розробити національні стандарти (ДСТУ) з оцінки впливу на довкілля для транспортних споруд та інших об'єктів будування з урахуванням вимог щодо застосування шлакових матеріалів.

5. Встановити актом права перелік рекомендованих критеріїв технічних специфікацій для замовників ремонтно-будівельних робіт з метою забезпечення потреб держави та територіальної громади, в яких визначити мінімальний кількісний показник використання шлакових матеріалів.

6. Розглянути доцільність збільшення рентної плати за спеціальне використання природних мінеральних ресурсів (пісок, щебінь тощо), що можуть бути замінені в будівництві шлаковими матеріалами.

7. Забезпечити реформування екологічного податку з метою його повного використання на природоохоронні заходи (створення спецфонду) та зменшення платниками податку у звітному податковому періоді суми екологічного податку що спрямовується на капітальні інвестиції в найбільш сучасні технології, зокрема такі що забезпечать використання шлакових матеріалів у виробництві будматеріалів та будівництві.

8. Передбачити в критеріях оцінки допустимості державної допомоги суб'єктам господарювання на захист навколишнього природного середовища державну підтримку на капітальні інвестиції в найбільш сучасні технології що забезпечать використання шлакових матеріалів у виробництві будматеріалів та будівництві.

9. Розглянути можливість:

9.1 Зберегти порядок визначення тарифів на перевезення вантажів залізничним транспортом за класами вантажних перевезень.

9.2 Часткової компенсації вантажних перевезень за рахунок екологічного податку перевезника.

9.3 Пільгового тарифу на перевезення вантажів залізничним транспортом за рахунок бюджетних видатків на здійснення природоохоронних заходів.

10. Забезпечити поглиблення між секторальної взаємодії та обмін інформацією щодо порушеного питання із залученням зацікавлених сторін, зокрема щодо обговорення наданих пропозицій.

*В.о. директора ДП «НДІБМВ», к.е.н.,* ***Андрій Скрипник:***

«Фахівці ДП «НДІБМВ» мають великій досвід випробування властивостей шлакових матеріалів, визначенні можливостей їх застосування у виробництві дорожних покриттів і будівельних матеріалів та розробці нормативної документації».

**Приклади успішного використання техногенних відходів для заміщення природних мінеральних матеріалів в будівництві в Україні та у світі**

Українські виробники будівельних матеріалів споживають 96% золошлакових матеріалів (ЗШМ) від загального обсягу утилізації що становить 7,7%.

Золу уноса використовують для виробляння бетону, цегли, теплоізоляційних сумішей, цементу, шлакоблоків, газобетонів, абразивів, пінобетонів, руберойду, сухих будівельних сумішей, тротуарної плитки та шиферу.

Промислово-будівельна група «Ковальська» використовує суху золу уноса для виробляння товарних бетонів, сухих будівельних сумішей, залізобетонних виробів та плитки вже понад 4 роки. Понад 70% об'єктів Києва зведено з використанням «Бетону від Ковальської» високої якості.

Основними споживачами металургійних шлаків на сьогодні в Україні є виробники цементу: CRH, Дікергофф Цемент Україна, ХайдельбергЦемент Україна, Івано-Франківськ Цемент тощо. В цементній галузі утилізується майже 42% металургійних шлаків від загального обсягу утилізації що становить 45,5%.

У дорожньому будівництві застосовується 20% металургійних шлаків. Зокрема такі об'єкти як траса Маріуполь-Запоріжжя, Запоріжжя-Дніпро, Дніпро-Кривий ріг та автомобільна дорога Н-31 (Р-52) Дніпро – Царичанка – Кобеляки – Решетилівка збудовані із використанням доменних шлаків.

Сталеплавильний шлак у нас практично не знаходить застосування, тоді як в країнах ЄС за даними EUROSLAG 46% від загального обсягу його утилізації припадає саме на дорожнє будівництво. Також у ЄС його застосовують його у якості мінеральних добрив (2,7%) та для гідравлічного інжинірингу (2,2%).

В Україні 19% металургійних шлаків йде на забутівку виробленого простору шахт у гірничо-видобувній та гірничо-металургійній галузях. Також останні роки металургійними шлаками зацікавились виробники мінеральної вати.

**Вітаю Редакційну колегію журналу «Будівельні матеріали та вироби» з 60-річчям!**

Протягом цих років видання користується великим попитом, так як несе цінну інформацію для фахівців галузі будівельних матеріалів та будівництва. При всій серйозності матеріалів, що надходять до редакції, публікації цілком доступні, що особливо важливо для магістрів, аспірантів, молодих здобувачів наукових ступенів. Оформлення журналу викликає повагу, а корисність і новизна матеріалів наукового і виробничого характеру, що публікуються, не викликає сумнівів. З огляду на час, який виділяється редакційною групою на опублікування статей, у поєднанні з коректністю, доброзичливістю і вимогливістю, робить кожен випуск журналу подією не тільки корисною, але і радісною.

Хочу побажати журналу чергових ювілеїв, а редакційній колегії і в подальшому зберегати тепло відносин з тими, хто бажає бачити свої публікації в журналі «Будівельні матеріали та вироби».

Саницький М. А., доктор техн. наук, професор, Лауреат Державної премії України, завідувач кафедри будівельного виробництва, Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів

Сопов В. П., доктор техн. наук, професор, зав.кафедри фізико-хімічної механіки та технології будівельних матеріалів , Харківський Національний університет будівництва та архітектури, м. Харків

**Вітаю ювіляра!**

З перших років існування журнал «Будівельні матеріали та вироби» став провідником технологічної політики в галузі, висвітлюючи нове в науці і техніці. Видання було і залишається відкритою трибуною для авторів, охоплюючи широке коло читачів.

Переживши, як і все наше суспільство, період корінних перетворень, журнал залишився необхідним промисловості та будівництву, як сполучна ланка між галузевою наукою, виробниками і споживачами будівельних матеріалів.

У нових умовах об'єктивна інформаційна цінність журналу підвищилась завдяки зусиллям членів Редакційної ради – відомих вчених і керівників виробництва.

Щиро бажаю виданню подальших творчих успіхів!

**Отраслевой журнал – юбиляр!**

60 лет журналу – 60 лет истории и тенденциям развития отрасли. По 60-летним материалам журнала "Строительные материалы и изделия" можно написать отличную докторскую диссертацию или монографию, за которую не будет стыдно.

В юбилейные дни принято петь дифирамбы, слагать оды. Уверен, что наш Юбиляр в этом не нуждается. Роль и значимость издания в развитии отечественной индустрии строительных материалов и изделий – велики и очевидны. Самый придирчивый исследователь не найдет изъянов в деятельности авторитетного периодического издания.

Можно видеть, что и я рос с журналом. Мое длительное сотрудничество с этим научным изданием, надеюсь, яркий тому пример. Первая статья "Розширні розчини для ін'єктування" в соавторстве с О.П. Мчедловым – Петросяном появилась в журнале №6,1963 года. Затем была первая в Украине публикация по калориметрии цемента и бетона – "Диференціальна калоріметрія для оцінки ефективності прискорення твердення бетону" (№5, 1972). В №1, 1995 г. – концептуальная статья "Методологічні основи бетонознавства та інформаційної технології бетону", суть и реализация которой – главное направление моей работы. Список моих статей, публикуемых в издании, уверен, на сегодняшний день не завершен.

Также, как и нет в Украине ни одного предприятия нашей сферы, ни одного крупного специалиста науки, практики и образования не "отметившегося" в издании. В этом, разумеется, большая заслуга того, кто живет заботами издания, создавая каждый очередной выпуск журнала.

Ушеров-Маршак А.В., Заслуженный деятель науки и техники Украины, лауреат Государственной премии Украины, доктор техн. наук, профессор, ХГТУСА, г. Харьков

*Вих. № 37 від 24.05.2019*

Президенту України Володимиру Зеленському
Будівельному комплексу України

ВІДКРИТЕ ЗВЕРНЕННЯ
Президента Всеукраїнської спілки виробників будматеріалів
Івана Салія

**Шановний пане Володимире!**
**Шановні колеги та друзі!**

Шанс українці вкотре вибороли. Знову – лише шанс.

«Кожен з нас – президент» – то мрія, а «кожен з нас – будівельник» – реальність.

Обсяги будівельних робіт повинні зрости в 3-5 разів! Обсяги будівництва за рік в Україні – 3,2 млрд.євро, а в Турції – 130 млрд.євро, у Польщі – 48 млрд.євро.

Не за 50, а за 3-5 років вийти на рівень розвитку Польщі. Такий шанс з'явився! Але за зміни потрібно боротися кожному з нас.

**Потрібно кожному усвідомити:**

1. Нас в Європі не чекають, нас – заробітчан – туди заманюють.

2. Потрібно розрізняти інтеграцію та колонізацію, деіндустріалізацію та деградацію, руйнацію.

3. «Президенти» – представники усіх поколінь: синергія досвіду та молодості!

**Потрібно усвідомлено йти у владу:**

1. Обиратись мерами і сільськими головами, йти у депутати міст, областей, в управління територіальних громад. Обиратись депутатами Верховної Ради, делегувати представників будівельної галузі до їхніх штабів та в помічники-радники.

Йти в структури архбудконтролю та землекористування.

Там потрібен досвід і практика спеціалістів будівельного комплексу, будівельний всеобуч і результативна взаємодія влади та бізнесу.

2. Потрібно ігнорувати «вимоги» смотрящих, протидіяти хабарникам. Відкати – це гроші не бізнесмена-власника, а це пограбування монтажника чи зварювальника.

3. До Президента України, нових урядовців та депутатів усіх рівнів просимо донести:

3.1. Мало, злочинно мало будуємо, без потужного будівництва відсталість країни не здолати: рис. 1, 2;

3.2. Більшість регіонів не розвивається, тут завмерло будівництво: рис. 3, 4;

3.3. Іпотечне кредитування в Чехії – 2,8%, у Польщі – 3,6-4,2%, в Україні «реформатори» невиправдано ліквідували!

4. Об'єднувати посади віце-прем'єр-міністра та міністра з будівництва – зло і втрата керованості та відповідальності за галузь.

Закликаємо усвідомити кризу управління економікою та кризу відповідальності!

Відкрийте очі!

Будуймося!

З повагою
Президент Всеукраїнської спілки виробників будматеріалів
І.М. Салій

Рис. 1.

Рис. 2.

Рис. 3.

Рис. 4.

**ВСЕУКРАЇНСЬКА СПІЛКА ВИРОБНИКІВ БУДМАТЕРІАЛІВ**
**UKRAINIAN UNION OF MANUFACTURERS OF BUILDING MATERIALS**
[illegible]

*Вих. № 42 від 31.05.2019*

Президенту України В.О. Зеленському
Прем'єр-міністру України В.Б. Гройсману
В.о. Голови Державного агентства автомобільних доріг України С.Р. Новаку
Голові Асоціації міст України В.В. Кличку
Смілянській міській раді
Черкаським обласній та міській радам

ВІДКРИТЕ ТА ВІДВЕРТЕ ЗВЕРНЕННЯ

**ЛІБЕРТАРІАНСТВО УЖЕ Є!**
Черкаси – Сміла – Кропивницький – Сміла – Миронівка

Від «слуг народу» почули новацію – лібертаріанство. Воно уже є – на дорогах і у відсутності загальнодержавних масштабних інфраструктурних будівництв!

Сміла. Жах, страховище і ганьба! Там немає влади, ні «смотрящих-рішал», ні бандитів? Був би хоч хтось, то одну із мільйонів ям на дорогах залатав би.

Немає асфальту – засипте щебенем, битою цеглою, піском чи бетоном залийте, вкрийте «соломою», чи передвиборчою гречкою самозваних президентів та депутатів, наприклад Тимошенка Юрія Володимировича.

Ну хоч щось зробили б!

На біл-бордах – «Лідерство – це відповідальність», «Черкащани – довіряйте своїм!». Діючий нардеп турбується, то хоча б біля власного біл-борду ями залатав.

Жодної лопати асфальту ніхто не кинув.

Вдумливий і поважний Голова Ради директорів Конфедерації будівельників України О.С. Ротов, поки читав на узбіччі біл-борд «ДУМАЙ!», то язик прикусив, диски авто погнуло...

Легківки, джипи та вантажівки і в 20 км/год. не в змозі оминути це рясне ластовиння ям. Навіть В. Кличко на велосипеді їх би не об'їхав…

Показові Ради регіонального розвитку Петра Порошенка, декомунізація і «Томос» обминули Смілу, а включення «президентського тепла» тамтешніх чиновників не змобілізувало.

Тому доречно було б Голові Асоціації міст України Віталію Кличку проводити зібрання мерів міст не в курортній Одесі чи у Харківського мера, а у Смілі.

Київ міг би знову, як у 2018 році, «вийти на дороги», хоча б ями дозасипати, а то зосередились на «торфодобуванні» та заміні мосто-скла, а столиця могла б Смілі подарувати Чилер – «чайник» для штопання ям литим асфальтом.

Пане Володимире, на сьогодні любимий народом Президенте! Утримайтесь в апогеї слави та надії!

А лібертаріанство є лише на Марсі, бо там – ландшафт Сміли.

З повагою
Президент Всеукраїнської спілки
виробників будматеріалів
І.М. Салій

**Президент Всеукраїнської спілки виробників будматеріалів,**
**Член Національної спілки письменників України,**
**Член Національної спілки журналістів України,**
**Кандидат економічних наук,**
**Випускник Смілянського технікуму харчової промисловості**
**І.М. Салій**

***Вітаю редакційну колегію журналу "Будівельні матеріали і вироби" з ювілеєм – 60-річчям його заснування!***

# ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ КОМФОРТУ ТА ЯКОСТІ ЖИТТЯ ЛЮДЕЙ У РЕГІОНАХ МАЄ БУДУВАТИСЯ СУЧАСНА СОЦІНФРАСТРУКТУРА, — ЛЕВ ПАРЦХАЛАДЗЕ

Безпека, комфорт та якість життя людей в цілому має підвищуватися за рахунок будівництва сучасної соціальної інфраструктури в регіонах України. Тому зараз одним з пріоритетів роботи Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України є реалізація пріоритетних проектів у регіонах. Зокрема, це створення Нового Освітнього Простору #НОП у школах та дитсадках України, будівництво сучасних медичних амбулаторій в сільській місцевості, створення Центрів безпеки громадян у об'єднаних територіальних громадах.

*«Сьогодні у будівельній галузі є багато питань, викликів і завдань. Їх можна умовно поділити на 3 блоки: дерегуляція, містобудівна політика і якісний розвиток будівництва, а також створення умов для підвищення якості надання послуг – інфраструктура: будівництво шкіл, дитсадків, розвиток адміністративних і медичних послуг»,* – розповів заступник міністра регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України Лев Парцхаладзе.

Він відмітив, що Мінрегіон продовжує активну реалізацію проекту «Новий Освітній Простір» (НОП). Його основними принципами є енергоефективність, безбар'єрність та інклюзія, мотивуючий простір і сучасне обладнання. *«У нас є план модернізації шкіл в рамках НОП. У 2016 році ми розпочали з Путрівської школи, в 2017-му вже було 15 шкіл, в 2018-му – 300, а зараз вже близько 500. Ми хочемо, щоб до 2021 року всі опорні школи були зроблені за принципами НОП»,* – поділився найближчими планами заступник міністра.

Крім того, наразі продовжує активно розбудовуватися мережа сучасних сільських медичних амбулаторій в сільській місцевості. Зараз це 517 сільських амбулаторій і в подальшому планується ще збільшувати їх кількість. *«Вже побудовано близько 100 амбулаторій. Думаю, до кінця року всі будуть побудовані. Навіщо потрібна нова інфраструктура? У діючих амбулаторіях в 84% випадків немає навіть туалетів і води. Ми ж зараз будуємо світлі відкриті амбулаторії: атмосфера, сучасний підхід, без черг, дитячий майданчик і так далі»,* – додав Парцхаладзе. Реалізація проекту передбачає будівництво сучасних будівель нових медамбулаторій, закупівлю необхідного обладнання для лікарів, а також створення умов для проведення телемедицини.

Також Мінрегіон спільно з ДСНС працює над проектом з будівництва сучасних Центрів безпеки громадян у територіальних громадах, які об'єднають в одній будівлі пожежну частину, екстрену медичну допомогу та поліцію. *«Є ідея створення єдиного Центра безпеки в гроамаді, який об'єднає пожежну, екстренну медичну допомогу та поліцію. Вже розроблений проект, і хочемо розробити мережу таких центрів безпеки. Вони надаватимуть всю необхідну допомогу протягом 20 хвилин»,* – сказав Парцхаладзе.

# СТВОРЕННЯ ЕФЕКТИВНОГО Е-КАБІНЕТУ ЗАБУДОВНИКА СУТТЄВО СПРОСТИТЬ ДІЯЛЬНІСТЬ У БУДІВНИЦТВІ, — ЛЕВ ПАРЦХАЛАДЗЕ

Створення електронного кабінету забудовника і здійснення всіх дозвільних процедур у будівництві в електронному форматі суттєво спростить діяльність у будівництві та покращить якість контролю робіт.

Це, у свою чергу, зможе позитивно вплинути на підвищення позиції України у рейтингу легкості ведення бізнесу Doing Business за компонентом «Отримання дозволів на будівництво» в майбутньому. На цьому наголосив заступник міністра регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України Лев Парцхаладзе.

«Для запровадження ефективного та прозорого контролю у будівництві наразі розроблена концепція повного реформування діяльності ДАБІ і план реалізації цієї концепції. Один із важливих кроків в її рамках – впровадження ефективного е-кабінету забудовника, де швидко та зручно можна буде отримувати дозвільні документи у будівництві, як це відбувається у всьому цивілізованому світі. Для цього Мінрегіоном вже розроблено порядок функціонування е-кабінету. Найближчим часом він буде поданий на погодження інших зацікавлених центральних органів виконавчої влади», – написав він.

За словами Парцхаладзе, впровадження таких змін не лише мінімізує корупцію і будь-які впливи чиновників на прийняття рішень, а й загалом суттєво спростить процедури і підвищить якість контролю робіт. А це може позитивно вплинути на позиції України у рейтингу Doing Business за будівельним показником.

За дорученням віце-прем'єр-міністра та міністра регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України Геннадія Зубка наказом Мінрегіону № 8 від 31 січня 2019 року створена робоча група з реформування системи архітектурно-будівельного контролю. До неї увійшли представники Мінрегіону, Держархбудінспекції, Державного агентства з питань електронного урядування України, Офісу ефективного регулювання, IDLO, TAPAS, урядово-громадської ініціативи «Разом проти корупції» та Конфедерації будівельників України.

*Спільно членами робочої групи напрацьовано низку проблемних завдань, які увійшли до концепції. Зокрема:*

- відсутність єдиної е-системи у будівництві;
- видача дозволів з порушеннями;
- відсутність систематизації інформації у будівництві;
- непублічність держархбудконтролю і нагляду;
- низький рівень інформованості громадян про надання послуг ДАБІ;
- незначна відповідальність посадових осіб органів Держархбудконтролю тощо.

*Окрім запровадження ефективного е-кабінету забудовника для вирішення цих питань концепція передбачає:*

1. розробку дієвого механізму притягнення до відповідальності посадових осіб органів Держархбудконтролю за порушення у сфері містобудівної діяльності;
2. запровадження дієвого механізму контролю за діяльністю експертних організацій;
3. розроблення і запровадження інформаційної кампанії ДАБІ з підвищення рівня поінформованості громадян щодо надання послуг у сфері містобудівної діяльності;
4. внесення низки змін у інші закони та підзаконні акти.

Лев Парцхаладзе,
заступник Міністра регіонального розвитку, будівництва та ЖКГ

*Довідково:*

Зараз Україна – одна з лідерів за темпами зростання у Doing Business серед 190 країн. За показником «Отримання дозволів на будівництво» за 2 роки ми покращили позицію з 140 на 30-те місце. У загальному рейтингу наша країна займає 71 сходинку.

Doing Business характеризує стан інвестиційного клімату в 190 країнах світу. Це результат щорічного дослідження, що оцінює простоту ведення підприємницької діяльності. Світовий банк розраховує цей індекс з 2003 року за такими критеріями, як легкість відкриття нового бізнесу, отримання дозволів на будівництво, реєстрація власності, отримання позики, захист прав інвесторів, сплата податків тощо.

За підрахунками експертів Світового банку, один пункт у загальному рейтингу Doing Business дає можливість додатково залучити близько $600 млн в економіку країни.

# ВІДБУЛАСЬ ІІ ВСЕУКРАЇНСЬКА КОНФЕРЕНЦІЯ IFCEM

**В четвер, 28 лютого 2019 року, відбулася перша цього року велика подія на нашому підприємстві – Друга Всеукраїнська конференція IFCEM. Темою конференції став портландцемент з вмістом цеоліту та вапняку, його виробництво, використання та переваги в рамках впровадження світових цементних практик в Україні. Подія зібрала в одному місці виробників бетону та залізобетонних виробів, науковців, а також спеціалістів нашого підприємства.**

Відкрив конференцію заступник голови правління Тарас Миколайович Круць, ведучим заходу виступив директор з виробництва Микола Васильович Маковійчук. На події виступили запрошені доповідачі та спеціалісти ПрАТ «Івано-Франківськцемент», які розповіли про портландцемент з вапняком, цеолітом, та їх композиціями, що його виробляють на підприємстві, їхні економічні переваги та досвід впровадження на ДП «Спецзалізобетон».

Юлія Глеклер, менеджер проектів
Асоціації Німецьких Цементних Зводів VDZ,
доктор природничих наук

Серед запрошених українських науковців були професор Національного університету «Львівська Політехніка» Саницький М. А. та доцент Одеської державної академії будівництва і архітектури, доктор технічних наук Кров'яков С. О, які розповіли про переваги бетонів на основі швидкотверднучих портландцементів з добавками вапняку та цеоліту, а також їх застосування в умовах агресивних середовищ. Присутні на події партнери підприємства доповнили виступи власними схвальними відгуками щодо використання таких бетонів.

Вже другий рік поспіль особливістю конференції є участь іноземних науковців. Цього року європейським досвідом застосування композиційних цементів та портландцементів з вапняком поділилася менеджер проектів Асоціації Німецьких Цементних Зводів VDZ, доктор природничих наук, Юлія Глеклер.

Науковець розповіла про випробування в рамках експерименту властивостей сорока видів німецьких вапняків як цементної добавки, а також застереження, які вдалося завдяки цьому розвінчати, що викликало зацікавлену дискусію між учасників. Свої враження про конференцію Юлія Глеклер описала так: «Для Німеччини такий формат події є звичною робочою зустріччю, оскільки тільки в співпраці цементні й бетонні виробництва мають можливість спільно створювати кращий продукт». Вона також зазначила, що вбачає майбутнє за композиційними портландцементами і дуже рада бути присутньою на підприємстві, яке так активно впроваджує нові для України практики, приєднуючись до світових тенденцій.

Особливою частиною конференції була екскурсія підприємством та відвідини майстер-класу від лабораторії ПрАТ «Івано-Франківськцемент» та ДП «Спецзалізобетон», що демонстрував основні характеристики цементів з вапняком та цеолітом у складі, а також бетонів на їх основі. Впродовж екскурсії учасники мали можливість побачити нові технологічні лінії цементного та шиферного виробництв, унікальний сировинний склад цементних добавок, центр управління технологічними процесами та лабораторію, піднятися на циклонний теплообмінник другої цементної лінії. Також учасники ознайомилися з усім переліком продукції ПрАТ «Івано-Франківськцемент», а саме брендами IFCEM, KRUMIX, KRUMED, FIBRODAH, KRUBETON.

Дякуємо всім учасникам та доповідачам, що розділили з нами цей день, ставили запитання та ділилися своїм досвідом. Запрошуємо приєднуватися до спільного розвитку будівельної галузі, підтримувати інновації та впроваджувати в Україні найкращі світові практики.

Будемо раді бачити Вас на наступних наших подіях!

**УДК 666.972**

Лаповська С. Д. / Вплив характеристик вапна на стабільність функціонування технології та якість автоклавного газобетону // Будівельні матеріали та вироби, 2019, № 1-2, стр. 14-17. Рис.: 5. Табл.: 3. Бібліографія: 4 назв.

В статті показано, що найбільший вплив на стабільність функціонування технології та якість ніздрюватих бетонів має нестабільність властивостей вапна, як основного компоненту, який визначає параметри технології і властивості готових виробів. Запропонована коригуюча залежність тривалості ізотермічної витримки від масової частки активного вапна, що дозволяє досягти необхідного стану цементуючих речовин.

Ключові слова: активність, бетон, вапно, кремнеземистий компонент, міцність.

S. Lapovska / The impact of the characteristics of lime stability on the technology and the aerated autoclaved concrete quality // Building materials and products, 2019, № 1-2, pp. 14-17. Fig.: 5. Table: 3. Bibliography: 4 titles.

The article shows that the greatest influence on the stability of the functioning of the technology and the quality of the aerated autoclaved concrete is the instability of the properties of lime as the main component, which determines the parameters of technology and the properties of finished products. Correcting the relationship between the duration of the isothermal hold, and the mass fraction of lime, which allows you to achieve the desired state of cementitious materials is proposed.

Keywords: activity, concrete, lime, siliceous component, strength.

**УДК 666.94**

Саницький М. А., Кропивницька Т. П., Гев`юк І. М. / Швидкотверднучі портландцементи з добавкою вапняку // Будівельні матеріали та вироби, 2019, № 1-2, стр. 18-23. Рис.: 3. Табл.: 10. Бібліографія: 13 назв.

У статті проаналізовано досвід широкого використання портландцементів з добавкою вапняку в країнах ЄС. Наведено показники фізико-механічних випробувань сертифікованого портландцементу з вапняком з високою ранньою міцністю CEM II/A-LL 42,5 R виробництва ПрАТ «Івано-Франківськцемент». Показано, що висока рання міцність досягається за рахунок активної структуроутворюючої ролі тонкодисперсної фракції вапняку відносно алюмінатних фаз та дії вапняку як мікронаповнювача. Швидкотверднучі портландцементи з добавкою вапняку забезпечують технологічний, технічний, екологічний та економічний ефекти при виготовленні збірного та монолітного залізобетону.

Ключові слова: портландцементи, висока рання міцність, вапняк, гранулометричний склад, гідратація, мікронаповнювач.

M. Sanytsky, T. Kropyvnytska, I. Geviuk / Rapid hardening portland cements with limestone additive // Building materials and products, 2019, № 1-2, pp. 18-23. Fig.: 3. Table: 10. Bibliography: 13 titles.

The article analyzes the experience of the wide use of Portland cements with limestone additive in the EU countries. The indexes of physical-mechanical tests of certified Portland limestone cement with high early strength CEM II/A-LL 42.5 R produced by PJSC «Ivano-Frankivsk Cement» are given. It is shown that high early strength is achieved due to the active structure formation role of the fine-grained limestone fraction relative to the aluminate phases and the limestone action as a microfiller. Rapid-hardening Portland cements with limestone additive provides technological, technical, ecological and economic effects in the production of prefabricated and monolithic reinforced concrete.

Keywords: Portland cements, high early strength, limestone, granulometric composition, hydration, microfiller.

**УДК 691.328**

Дворкін Л. Й., Бордюженко О. М., Ковальчук Т. В. / Фібробетон з композиційним дисперсним армуванням // Будівельні матеріали та вироби, 2019, № 1-2, стр. 26-29. Рис.: 4. Табл.: 1. Бібліографія: 7 назв.

В статті наведено результати досліджень властивостей фібробетонів із композиційним дисперсним армуванням, що включає сталеву та базальтову фібру. Експериментально встановлено зменшення розшарування фібробетонних сумішей і підвищення однорідності структури фібробетонів за рахунок композиційного дисперсного армування. Зафіксовано покращення структурних характеристик фібробетонів в результаті використання комбінації сталевих та базальтових волокон.

Ключові слова: фібробетон, сталева фібра, базальтова фібра, міцність, розшарування.

L. Dvorkin, O. Bordiuzhenko, T. Kovalchuk / Fiber-reinforced concrete with composite dispersed reinforcement // Building materials and products, 2019, № 1-2, pp. 26-29. Fig.: 4. Table: 1. Bibliography: 7 titles.

The article presents the results of studies of the fiber-reinforced concrete properties with composite dispersed reinforcement, including steel and basalt fiber. It has been experimentally established reduce the stratification of fiber-concrete mixtures and increase the homogeneity of fiber-reinforced concrete structure due to composite dispersion reinforcement. An improvement in the structural characteristics of fiber-reinforced concrete as a result of using a combination of steel and basalt fibers has been recorded.

Keywords: fiber-reinforced concrete, steel fiber, basalt fiber, strength, stratification.

**УДК 666.94**

Черняк Л. П., Дорогань Н. О., Анікіна М. О. / Використання червоного шламу для виготовлення мінерального в'яжучого матеріалу // Будівельні матеріали та вироби, 2019, № 1-2, стр. 32-35. Рис.: 6. Табл.: 4. Бібліографія: 20 назв.

Наведено результати досліджень силікатних систем з червоним шламим як техногенної сировини для виготовлення мінерального в'яжучого матеріалу. Показано особливості хіміко-мінералогічного складу, фазових перетворень при випалі та в'яжучих властивостей матеріалу при використанні червоного шламу в складі вихідних сировинних сумішей.

Ключові слова: в'яжуче мінеральне, червоний шлам, суміш сировинна, склад, випал, аналіз, властивості.

Lev Chernyak, Nataliia Dorogan, Mariia Anikina / Use of red mud for making of mineral astringent material // Building materials and products, 2019, № 1-2, pp. 32-35. Fig.: 6. Table: 4. Bibliography: 20 titles.

Results over of research of the silicate systems with red mud as technogenic raw material for making of mineral astringent material are driven. The features of the chemical-mineralogical composition, phase transformations during burning and astringent properties of material at the use of red mud in composition initial raw material mixtures are shown.

Keywords: astringent mineral, red mud, mixture raw material, composition, burning, analysis, properties.

**УДК 666.9.012**

Ніколаєв О. П., Кондращенко О. В., Кондращенко В. І. / Абразивні властивості портландцементного клінкеру // Будівельні матеріали та вироби, 2019, № 1-2, стр. 36-39. Рис.: 4. Табл.: 2. Бібліографія: 12 назв.

Розглянуто можливість використання параметрів, що характеризують абразивні властивості портландцементного клінкеру для оцінки його фізико-механічного стану і динаміки спікання. Як характеристика абразивности аналізованого матеріалу запропоновано використовувати відмінність їх здатності до стирання сталевих тіл при помелі.Показана ефективність методів магнетохімії для кількісного визначення вмісту прісаженного заліза в складі подрібненого клінкеру.

Ключові слова: сировинна суміш, портландцементний клінкер, динаміка спікання, твердість,абразивні властивості, магнетохімія.

A. Nikolaev, E. Kondrachenko, V. Kondrashchenko / Abrasive properties of portland cement clinker // Building materials and products, 2019, № 1-2, pp. 36-39. Fig.: 4. Table: 2. Bibliography: 12 titles.

The possibility of using the abrasive properties of Portland cement clinker conglomerate to diagnose the conditions of formation of its minerals in the sintering zone is shown. To compare the abrasiveness of the material being analyzed, it was proposed to use the difference in its abrasion ability of steel grinding bodies when grinding under the same conditions. The effectiveness of the methods of magnetochemistry for the quantitative determination of the content of precipitated iron in the composition of crushed clinker is demonstrated. Keywords: raw mix, portland cement clinker, sintering dynamics, hardness, abrasive properties, magnetochemistry.

Keywords: raw material mixture, portland cement clinker, sintering dynamics, hardness, abrasive properties, magnetochemistry.

**УДК 628.245**

Казимагомедов И. Е., Юнис Башир, Саад Салем / Фільтри для колодців з крупнопористого бетону на заповнювачі дрібної фракції // Будівельні матеріали та вироби, 2019, № 1-2, стр. 40-41. Рис.: 3. Табл.: 1. Бібліографія: 7 назв.

У статті розглядаються способи оптимізації складу і способів формування трубчастих колодязів, підвищення їх продуктивності і продовження терміну експлуатації. Результати проведених досліджень дозволяють організувати роботи по випуску фільтрованих кілець із крупнопористого бетону для колодязів з підвищеною фільтрацією.

Ключові слова: фільтри, свердловини, пористый бетон, макропористий бетон, заповнювач.

Ibrahim Kazimagomedov, Basheer N. Younis, Saad Salem / Filters for wells made of macro porous concrete on the placeholder, small fraction // Building materials and products, 2019, № 1-2, pp. 40-41. Fig.: 3. Table: 1. Bibliography: 7 titles.

This article discusses how to optimize the composition and methods of forming tube wells, to increase productivity and extend the life. Research results can organize work to produce filtered macroporous concrete rings for wells with high filtration.

Keywords: ters, wells, porous concrete, macroporous concrete, aggregate.

**УДК 628.245**

Шумаков І. В., Юніс Башир, Алі Аділ Халід / Трубчасті бетонні буро-вібровакуумірованi палі для малоповерхового будівництва // Будівельні матеріали та вироби, 2019, № 1-2, стр. 42-43. Рис.: 1. Табл.: 1. Бібліографія: 7 назв.

У статті розглядаються засоби формування трубчастих паль. Проведено аналіз існуючих способів формування паль, виявлено недоліки та запропоновано шляхи вирішення основних проблем за допомогою вдосконаленого способу вібровакуумірованія.

Ключові слова: палі, вібровакуумування, бетон, пустотіла секція, міцність при стисканні.

Igor Shumakov, Basheer N. Younis, Adil Khalid Ali / Concrete piles with hollow section casted by vibration – evacuation for low-rise construction // Building materials and products, 2019, № 1-2, pp. 42-43. Fig.: 1. Table: 1. Bibliography: 7 titles.

The article considers ways to mold for pipe piles. Analysis of existing methods of forming piles, identified gaps and proposed solutions to the major problems with the improved method of vibro- vacuum.

Keywords: pile, vibration, concrete, hollow section, compressive strength.

**УДК 691.22**

Шумаков І. В., Юніс Башир, Таха Лотфи / Трубчасті бетонні буро-вібровакуумірованi палі для малоповерхового будівництва // Будівельні матеріали та вироби, 2019, № 1-2, стр. 44-47. Рис.: 5. Табл.: 2. Бібліографія: 32 назв.

Для Лівану актуальним є використання різних промислових відходів для заміни дрібного заповнювача і цементу в бетоні, що підтверджено відповідними експериментальними дослідженнями

Ключові слова: відходи, рисова лушпиння, бетон, міцність при стисненні.

Igor Shumakov, Basheer N. Younis, Lotfi Taha / Concrete piles with hollow section casted by vibration – evacuation for low-rise construction // Building materials and products, 2019, № 1-2, pp. 44-47. Fig.: 5. Table: 2. Bibliography: 32 titles.

For Lebanon, it is relevant to use various industrial wastes to replace fine aggregate and cement in concrete, which is confirmed by relevant experimental studies.

Keyword: waste, rice husks, concrete, compressive strength.

**УДК 666.9.012**

Данелюк В. І. / Бетонні дороги – шлях в майбутнє // Будівельні матеріали та вироби, 2019, № 1-2, стр. 48-50. Рис.: 4. Бібліографія: 12 назв.

За останні роки в Україні погіршився стан транспортних споруд. Основною проблемою будівництва та реконструкції об'єктів транспортних споруд є недофінансування. Дорожнє покриття більшості доріг вичерпало свій ресурс і потребує відновлення відповідно до сучасних навантажень та інтенсивності руху. Проте завдяки реформам ситуація може змінитися. З 2018 року на місця було передано більше фінансування доріг та відповідальності, створено Дорожній Фонд, що гарантує фінансування ремонтно-будівельних робіт. У 2017 році почалася реконструкція дороги Н-31 Дніпро – Решетилівка, яка буде цементобетонною, а у 2019 році вже відкрили перший відрізок траси. Отже, цементобетонні дороги одна з найбільш актуальних проблем сьогодення в Україні.

Ключові слова: транспортні споруди, автомобільні шляхи, цементобетонні дороги, дрібнозернисті бетони, метальний пристрій.

V. Danelyuk / Concrete roads – the way to the future // Building materials and products, 2019, № 1-2, pp. 48-50. Fig.: 4. Bibliography: 12 titles.

In recent years, the state of transport facilities has deteriorated in Ukraine. The main problem of construction and reconstruction of transport facilities is underfunding. The road surface of most roads has exhausted its resources and needs to be restored. However, due to reforms, the situation may change. From 2018, more funding for the roads was transferred to the localities, and a road fund was created, which guarantees the financing of repair and construction work. In 2017, the reconstruction of the H-31 Dnepr-Reshetilovka road, which will be cement concrete, began, and in 2019 the first section of the route was already opened. So, cement concrete roads are one of the most pressing problems in Ukraine.

Keywords: transport facilities, roads, cement concrete roads, fine-grained concrete, throwing device.

**УДК 691.328**

Гамеляк І. П., Карафізі Л. М., Холоднюк В. П. /Експериментальне визначення коефіцієнта зчеплення бетонної бруківки // Будівельні матеріали та вироби, 2019, № 1-2, стр. 52-57. Рис.: 7. Табл.: 8. Бібліографія: 10 назв.

Проведено випробування опору ковзання по лицевій поверхні бетонних елементів мощення. Опір ковзанню вимірювався маятниковим приладом TRL-тестер (МП-3). Для випробувань використовували зразки бетонної бруківки, котрі виготовлені за технологією вібропресування. Випробовувані зразки отримані від двох різних виробників. Порядок випробувань був наступним. Спершу випробовували опір ковзанню по сухій поверхні елементів брукування. Наступне вимірювання проводилося після двогодинного витримування бруківки у воді при її температурі плюс (20 ± 5) °С. Використовуючи кореляційну залежність між приладами, значення показників опору ковзання по поверхні бетонної бруківки за маятниковим приладом МП-3 перераховано в значення коефіцієнта зчеплення за приладом ПРКС-2 при швидкості 60 км/год. З отриманими значеннями проведена статистична обробка. За результатами якої побудовано графіки надійності зміни коефіцієнту зчеплення при різних умовах.

Визначено значення коефіцієнта зчеплення елементів мощення при різних станах поверхні. Показники коефіцієнта зчеплення для зразків бруківки Г-подібної форми становлять в середньому 0,558 для сухих зразків та 0,503 для вологих. Для зразків у формі двотавра та прямокутної форми середнє значення коефіцієнта зчеплення сухих зразків менше і практично рівне 0,519 … 0,511, а вологих – 0,421 … 0,425.

Навіть для вологих зразків Г-подібної форми розрахункове значення коефіцієнта зчеплення із забезпеченістю 95% становить 0,457, що більше коефіцієнта зчеплення колеса автомобіля з вологим покриттям проїзної частини вулиць і доріг рівного 0,45 для ділянок з небезпечними умовами руху.

Ключові слова: бетонна бруківка, дорожнє покриття, маятниковий прилад, коефіцієнт зчеплення, нормальний розподіл.

Igor Gameliak, Leonid Karafizi, Vasyl Kholodniuk / Experimental definition skid resistance coefficient of the concrete block pavers, 2019, № 1-2, pp. 52-57. Fig.: 7. Table: 8. Bibliography: 10 titles.

Was tested skid resistance on the front surface of the concrete paving blocks. Skid resistance was measured with a pendulum device TRL-tester (MP-3). For tests used samples of concrete block pavers, which are made according to the technology of vibropressing. Test samples obtained from two different manufacturers. The test procedure was as follows. First, we tested skid resistance on the dry surface of paving blocks. The following measurement was carried out after a two-hour staying paving stones in water at its temperature plus (20 ± 5) °C. Using the relationship between devices, the values of skid resistance values on the surface of concrete pavers behind the MP-3 pendulum device are listed in the value of the skid resistance coefficient behind the PRKS-2 device at a speed of 60 km/h. With the obtained values carried out statistical processing. According to the results of which were built graphs of reliability change skid resistance coefficient under different conditions.

The skid resistance coefficient for samples of L-shaped paving stones is on average 0,558 for dry samples and 0,503 for wet samples. For samples I-beam and rectangular shape, the average value the skid resistance coefficient of dry samples is less and almost equal to 0,519 ... 0,511, and for wet samples – 0,421 ... 0,425.

Even for wet L-shaped samples, the calculated value of the skid resistance coefficient with 95% ensure is 0.457, which is more than skid resistance coefficient the car's wheel by the carriageway of streets and roads equal to 0.45 for areas with dangerous traffic conditions.

Keywords: concrete block paver, road pavement, pendulum device, skid resistance coefficient, normal distribution.

**УДК 691.5**

Гоц В. І., Ластівка О. В., Томін О. О., Ковальчук О. Г. / Технологія виготовлення декоративно-захисних порошкових лако-фарбових покриттів для захисту будівельних металевих виробів // Будівельні матеріали та вироби, 2019, № 1-2, стр. 60-64. Рис.: 3. Бібліографія: 10 назв.

В статті розглянуто обґрунтування вибору використання сировинних матеріалів для порошкових лако-фарбових покриттів та технології їх виготовлення для захисту будівельних металевих виробів.

Ключові слова: порошкова фарба, плівкоутворюючий компонент, наповнювач, технологія виготовлення, міцність, адгезія, корозійна стійкість.

Volodymyr Gotz, Oles Lastivka, Olexandr Tomin, Olga Kovalchuk / Technology of manufacturing decorative-protective powder coatings to protect construction metal products // Building materials and products, 2019, № 1-2, pp. 60-64. Fig.: 3. Bibliography: 10 titles.

The study found the processing of raw material extraction for powder coatings and technologies made for building metal products.

Keywords: powder coating, film-forming component, filler, manufacturing technology, strength, adhesion, corrosion resistance.

**УДК 65.014.1**

Корнило І. М., Кисельов В. В. / ТСистемна організація будівель в проектуванні та будівництві // Будівельні матеріали та вироби, 2019, № 1-2, стр. 68-70. Рис.: 4. Бібліографія: 10 назв.

У статті виявлена необхідність наукового забезпечення вирішення важливої проблеми, щодо забезпечення студентів вузом мистецтв і технологій, Проведено аналіз сучасного досвіду проектування і будівництва вузів в країні та досліджено вплив мистецтва і технологій на функціональну структуру вузу.

Ключові слова. Системна організація, функціональна структура вузу, взаємозв'язок між технічними та творчими напрямами, незалежний тип взає

I. Kornylo, V. Kyselov / System organization of buildings in design and construction // Building materials and products, 2019, № 1-2, pp. 68-70. Fig.: 4. Bibliography: 10 titles.

The article reveals the necessity of scientific support for the solution of an important problem concerning the provision of students by the university of arts and technology. An analysis of the current experience of designing and building universities in the country has been carried out and the influence of art and technology on the functional structure of the university has been researched.

Keywords. System organization, functional structure of the university, interconnection between technical and creative areas, independent type of interconnection, combined type of interconnection.

## ПРАВИЛА ОФОРМЛЕННЯ МАТЕРІАЛІВ ДО ПУБЛІКАЦІЇ

*Звертаємо Вашу увагу на те, що наукові статті згідно з вимогами ДАК повинні мати такі структурні елементи:*

1. Постановка проблеми.
2. Аналіз останніх досліджень та публікацій.
3. Формулювання цілі статті.
4. Виклад основного матеріалу.
5. Висновки.
6. Список літератури (згідно з ДСТУ 7.1:2006).

*До розгляду приймаються статті або доповіді обсягом до повних сторінок українською, англійською або російською мовою виключно в електронному вигляді (e-mail) в редакторі MS Word.*

НАЗВА ФАЙЛУ – ПРІЗВИЩЕ АВТОРА.
Також додається копія статті у форматі pdf поліграфічної якості.
Індекс УДК друкують окремим рядком у верхньому правому кутку.
Додаються анотації українською англійською та російською мовами.
Обсяг анотацій – не більше 1/3 сторінки А4.
Формат аркушу А4 (210х297мм).

Рисунки надсилаються окремими файлами; назва файлу – порядковий номер рисунка у статті. Формати рисунка: tiff, pdf, eps, jpeg. Кольорова модель – відтінки сірого або ч/б палітра, роздільна здатність не менше 300 dpi. Рисунки, створені у програмах Excel, Visio Drawing, WordPad, CorelDRAW імпортуються у файл Word за допомогою меню Вставка/Об'єкт, щоб забезпечити можливість трансформації. Рисунки, створені за допомогою засобів Word, групуються та повинні бути доступними для виправлення.

Підписи рисунків:

Рисунок 1. – Назва рисунка

Підписи таблиць:

*Таблиця 1*

**Назва таблиці**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

### ПРИКЛАД ОФОРМЛЕННЯ СТАТТІ

**УДК**
**П.І.Б. автора, вчений ступінь, посада**
**Найменування організації, адреса, номер телефона**
**НАЗВА СТАТТІ**

Текст статті
Література

*Анотації українською, російською та англійською мовами:*

**УДК ....**
П.І.Б. автора / Назва статті // Журнал Будівельні матеріали та вироби, 201..., №... – Стор.... – Табл: .... – Рис... – Бібліографія: ... назв.
Текст реферату
**УДК ....**
Ф.И.О. автора / Название статьи // Журнал Строительные материалы и изделия, 201..., №... – Стр. .... – Табл.: ... – Рис... – Библиография: ... назв.
Текст реферата
**UDK ....**
Name, Surname of author / Name of article // Magazine Building materials and products, 201..., №... – P.... Tabl.: ... – fig.... Refs.... titles.
Text of abstract

Видавництво «БАРМИ»
04080, Київ, вул. Кирилівська, 86
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру, серія ДК №2000
від 08.11.2004 р.
Підписано до друку 27.08.2019 р.
Формат 64х90/8.
Ум. друк. арк. 9. Обл.-вид. арк. 8,94
Наклад 5000 прим.
Зам. №387- 19К.: Видавництво «БАРМИ», 2019, 84 стор.

ISSN 2413-9890

# udkgazbeton.com

# БАЗІСГРУНД – надійна база для якісного оздоблення

**ТОВ "Кнауф Гіпс Київ",**
**Україна, 03067, м. Київ, вул. Гарматна, 8**
**тел.: (044) 277-9900, факс: (044) 277-9901**
**e-mail: info@knauf.ua; www.knauf.ua**

| | |
|---|---|
| Дніпро: | (067) 5021707 |
| Івано-Франківськ: | (0342) 502608 |
| Львів: | (067) 3427169 |
| Одеса: | (048) 7385427 |
| Харків: | (067) 2434050 |