ISSN 2413-9890

БЛВ • БУДІВЕЛЬНІ • МАТЕРІАЛИ • ТА ВИРОБИ

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

№1-2 (97) 2018

всеукраинский научно-технический и производственный журнал издается с 1959 года

ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДПОРНЫЕ СИСТЕМЫ С ФАКТУРОЙ НАТУРАЛЬНОГО КАМНЯ

KAMI BLOCK подпорные системы TM

kambi-block.com
+38 (048) 737 50 51
+38 (097) 958 66 07

Плитка та сантехніка

25 років разом

Співаю в душі тут і зараз

АГРОМАТ

вул. Академіка Булаховського, 4

*Магазин ТОВ «НОВАС»

ISSN 2413-9890

БМВ · БУДІВЕЛЬНІ · МАТЕРІАЛИ · ТА ВИРОБИ

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

№1-2 (97) 2018

всеукраинский научно-технический и производственный журнал издается с 1959 года

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 №2 від 14.03.2018 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 16.04.2018 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

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

Холоднюк В.П.,
Инновационные подпорные системы с фактурой натурального камня 4
V. Kholodnyuk,
Innovative retaining systems with natural stone texture 4

Применение энергоэффективных керамзитобетонных блоков в домостроении. Альтернатива ячеистобетонным блокам 6

«NAVIGATOR» – забудовник Корпорація «ДБК-ЖИТЛОБУД» 10

L. Dvorkin,
Estimated forecasting of concrete frost resistance in the design of its compositions 14
Дворкін Л. Й.,
Розрахункове прогнозування морозостійкості бетону при проектуванні його складів 14

Шишко Н. С., Корх О. І., Сопов В. П.,
Застосування методу щільної упаковки компонентів при проектуванні складу бетону 21
N. Shishko, O. Korh, V. Sopov,
Application of the dense packing of components in the design of concrete composition 21

Цибенко М. Ю., Черняк Л. П., Дорогань Н. О.,
Мінеральний в`яжучий матеріал із застосуванням спондилової глини 26
Maryna Tsybenko, Lev Cherniak, Nataliia Dorogan,
Mineral astringent material with the use of spondilus clay 26

Науково-практичний семінар «БУДУЄМО УКРАЇНУ РАЗОМ» 30

Круць Т. М., Горпинко О. Ф., Гев`юк І. М., Саницький М. А., Кропивницька Т. П.,
Високоякісні швидкотверднучі портландцементи виробництва ПРаТ «Івано-Франківськцемент» 34
T. Kruts, O. Horpynko, I. Geviuk, M. Sanytsky, T. Kropyvnytska,
High quality rapid hardening portland cements of production PJSC «Ivano-Frankivskcement» 34

Казимагомедов И. Е., Юнис Башир, Саад Салем,
Перспективы использования бетонных микроармированных труб для водоснабжения Ливана 38
Ibrahim Kazimagomedov, Basheer N. Younis., Saad Salem,
Prospects for the use of concrete micro-reinforced pipes for water supply in Lebanon 38

Доктору - инженеру Гансу - Бертраму Фишеру - 65 лет! 41

Сінякін Д.А., Сопов В.П.,
Торкрет-бетони для будівництва та ремонту інженерних споруд 42
Sinyakin D.A., Sopov V.P.,
Shotcrete for building and repair of engineering structures 42

Белых И. М., Сопов В.П.,
Роль теплоты гидратации цемента в формировании эксплуатационных свойств бетона 45
I. Belykh, V. Sopov,
The role of heat of cement hydration in forming the exploitation properties of concrete 45

ООО «Золотой мандарин» – бетонна продукція для благоустрою 48

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

Лаповская С. Д., Демченко Т. Н.,
Влияния кремнийорганических гидрофобизирующих добавок на долговечность ячеистого бетона автоклавного твердения 50
Svetlana Lapovska, Tatyana Demchenko,
Influence of siliconorganic hydrophobizing additives on the durability of autoclaved aerated concrete 50

AEROC: ИННОВАЦИОННОЕ БУДУЩЕЕ – ИЗ ГАЗОБЕТОНА! 54

Кераміка, керамічний клінкер / Керамика, керамический клинкер / Pottery, ceramic clinker

Захарченко П. В., Рева В. І., Лисенко Я. В., Гургєнідзе М. Г., Войтенко Н. С.,
Будівельна індустрія: вироби для людей з особливими потребами.
Санітарно-технічне обладнання. Душові кабіни. 60
P. Zakharchenko, V. Reva, Y. Lysenko, M. Hurhienidze, N. Voytenko,
Construction industry products for people with special needs. Sanitary equipment. Shower cubicles 60

Енергозберігаючі технології / Энергосберегающие технологии / Energy-saving technologies

Сонячні станції під ключ-сміливі рішення. Проект «Народна енергетика» 66

Куприенко П. И.,Тельников Е.Я., Исиленко С. А.,Чернышин А. Г.,
Толстопленочные нагревательные элементы: свойства, использование, тепловая эффективность,
использование в электротоварах 68
P. Kuprienko, E. Telnikov, S. Isilenko, A. Chernyshin,
Thick-film heating element: properties, uses, thermal efficiency, the use of electrical goods 68

Полімерні та ізоляційні матеріали / Полимерные и изоляционные материалы / Polymer and insulation materials

Быков Р.А., Токарев М.Н., Юнис Башир, Муна Абдалкхем,
Экспериментальный анализ влияния циклических климатических факторов
на прочность клеевого соединения бетонных блоков 72
R. Bykov, M. Tokarev, Basheer N. Younis, Muna Abdalhkem,
Experimental analysis of the influence of cyclic climatic factors on strength of adhesive connection of concrete blocks 72

Al-hawari Yousef Riyad,
Use of modified polymeric composition coating to improve bonding between GFRP, BFRP bars and concrete 75
Аль-хаварі Юсеф Ріяд,
Використання модифікованої полімерної композиції для покриття композитної арматури
з метою поліпшення зчеплення між арматурою і бетоном 75

Гідроізоляція будівель та споруд / Гидроизоляция зданий и сооружений / Waterproofing of buildings and structures

Грищенко В. К., Агеєва В. В., Мужев В. В., Бойко В. П., Мишак В. Д., Черевко С. В.,
Герметизуючі мастики холодного тверднення для будівельної індустрії на основі поліуретанових зв'язуючих 78
V. Grishchenko, V. Ageeva, V. Muzhev, V. Boiko, V. Myshak, S. Cherevko,
Sealing mastics of cold curing for the building industry based on polyurethane binders 78

Індустріальне домобудування / Индустриальное домостроение / Industrial house building

Шумаков И. В., Юнис Башир, Ассаад Мустафа,
Сравнительные технические свойства опалубочных материалов
для возведения зданий в условиях сырьевой базы Ливана 82
Igor Shumakov, Basheer N. Younis., Assaad Moustapha,
Comparative technical properties of shaped materials
for building buildings under the conditions of raw material basis of Lebanon 82

Методи досліджень / Методы исследований / Research methods

Новіков О. В., Свєчніков В. А.,
Особливості технічного обстеження і діагностики несучих конструкцій
громадських цегляних будинків старої забудови 84
Oleg Novikov, Volodymyr Svechnikov,
Features of technical examination and diagnostics of bearing structures
of public brick houses of old building 84

Новікова С. В.,
Тепловізійні обстеження – складова частина технічного обстеження
на етапі будівництва і реконструкції будівель і споруд 87
S. Novikova,
Thermal imaging surveys are an integral part of a technical survey
at the stage of building and reconstruction of buildings and structures 87

Структура управління / Структура управления / Management structure

Корнило І. М.,
Роль стратегії будівельного підприємства в розробці системи тактичних планів 90
I. Kornylo,
Role of strategy of building enterprise in the development of the tactical plan system 90

Держава і ринок будівельних матеріалів / Государство и рынок строительных материалов / State and market of building materials

Шуляк Олена,
Державні закупівлі на будівельному ринку як індикатор необхідних трансформацій 92
O. Shuliak,
State procurement in the construction market as an indicator of the necessary changes 92

Зелене будівництво / Зеленое строительство / Green building

ПРЕЗЕНТАЦІЯ «БІБЛІОТЕКИ ЕКОЛОГІЧНИХ ЗНАНЬ» 96

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., директор 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., директор 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, Director of 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

ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДПОРНЫЕ СИСТЕМЫ С ФАКТУРОЙ НАТУРАЛЬНОГО КАМНЯ

Комбинированные системы гравитационных и армогрунтовых подпорных стен прочно обосновались на рынке Европы и США последние десятилетия. На украинском рынке данная технология не так известна, но активно развивается и внедряется ТМ «KambiBlock» — лидер среди подпорных конструкций в южном регионе.

Данные системы для механически стабилизированной почвы сооружаются посредством геосинтетического укрепления и послойного армирования грунта с облицовкой фасада из блоков серии «MaxiBlock». Главное достоинство таких систем — прочность их соединений, способных выдержать большие динамические и статические нагрузки даже при высоте 15 метров и более.

MaxiBlock — крупноформатные вибролитые бетонные блоки (модульные сборные блоки весом до 1,5 т.) быстро монтируются как элементы конструктора LEGO. Для производства применяется бетон марки С16/20...С25/30, W4...W8, F150...F200.

Компания также позаботилась и про эстетическую привлекательность блоков. Для производства используются эксклюзивные формы с тщательно проработанной фактурой, что позволяет реалистично имитировать гранит, известняк и булыжник в разнообразных цветовых решениях.

СРОК ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОДПОРНЫХ СТЕН БЕЗ РЕМОНТА

N° п/п	Наименование	Гарантируемый срок эксплуатации (лет)	Высота стен (м)
1	Монолитные стены из железобетона	25-30	2-10
2	ТМ «KambiBlock» («MaxiBlock»)	60-120	2-10
3	Габионы	25	2-10

Долговечность монолитных конструкций гидротехнических сооружений и подпорных стен составляет 25-30 лет. Такой недолгий срок обусловлен применением армирования и последующей коррозии арматуры в циклах круглогодичного влияния внешних факторов, и условий эксплуатации.

Срок эксплуатации подпорных стен сухой кладки ТМ «KambiBlock» в аналогичных условиях составляет 60 - 120 лет!

В Нидерландах, Швейцарии, Норвегии, Польше, США, Канаде, Австралии, Индии и Китае уже более 30 лет вышли из широкого применения монолитные подпорные стены.

ЕСТЬ ЛИ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ В ПРИМЕНЕНИИ ДАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ?

Аналитиками ТМ «KambiBlock» были проанализированы цены специализированных украинских компаний по устройству монолитных стен с применением опалубочных систем, а также компаний специализирующихся на устройстве габионов (по состоянию на 01.01.2018 г.).

Стоимость доставки материалов на объект интегрирована и составляет 7% от базовой величины логистических и складско-заготовительных затрат.

Приводим график зависимости стоимости сооружений от высоты. Сами корреляции получены составлением сметных расчетов для каждого типа сооружений протяженностью 10 м и с высотами от 2 до 10 м.

При составлении смет для анализа были использованы следующие сборники цен на:

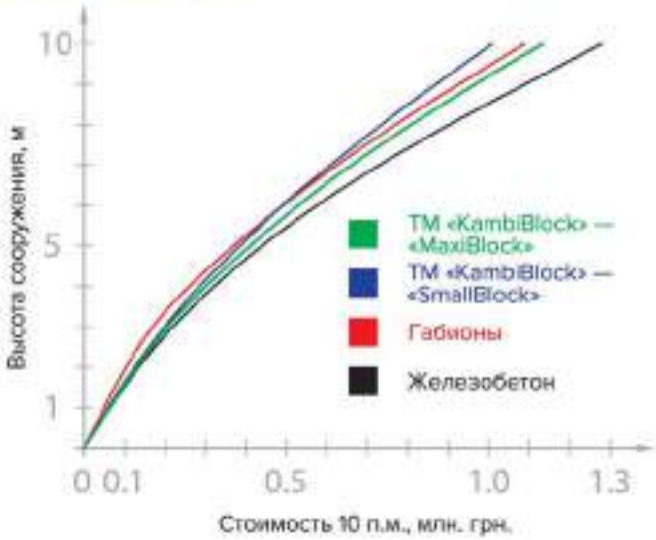
- Земляные работы;
- Бетонные и железобетонные конструкции монолитные;
- Бетонные и железобетонные конструкции сборные;
- Конструкции из кирпича и блоков;
- Автомобильные дороги;
- Мосты и трубы;
- Каменные конструкции гидротехнических сооружений;
- Материалы, изделия и конструкции;
- Погрузо-разгрузочные работы;
- Перевозку грузов автомобильным транспортом.

Учитывая все возможности, превосходную долговечность, привлекательность конструкций за счет разнообразных текстур и цветов поверхности, а также стоимости самой конструкции, стоит с уверенностью заявлять о системах ТМ «KambiBlock», как о наиболее экономически выгодных и целесообразных, готовых к применению в различных сферах. Вот только некоторые из них:

- укрепление прибрежных зон
- железнодорожное строительство
- строительство гидротехнических сооружений, мостов и эстакад
- промышленное строительство, порты и терминалы
- ландшафтно-архитектурные решения для частного и городского сектора

При этом блоки применимы как для нового строительства, так и при реконструкции.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ГРАФИК СТОИМОСТИ КОНСТРУКЦИЙ



В ЭТОМ ГОДУ КОМПАНИЯ ЗАПУСТИЛА НОВЫЙ БЛОК — «SMALLBLOCK», СТОИМОСТЬ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КОТОРЫХ ЕЩЕ СУЩЕСТВЕННО УМЕНЬШИТСЯ (КАК ВИДНО ИЗ ГРАФИКА).

РЯД ПРЕИМУЩЕСТВ, ВЫДЕЛЯЮЩИХ ТМ «KAMBIBLOCK» СРЕДИ ДРУГИХ:

- при возведении стен бетонные работы сводятся к минимуму
- готовые подпорные блоки быстро устанавливаются при любых погодных условиях
- полноценная система подпорных блоков для армогрунтовых конструкций любой сложности
- сооружения рассчитаны на срок службы более 100 лет
- возможность возведения высоких насыпей высотой 15 м и более
- возможность обратной засыпки ранее разработанным местным грунтом

Система подпорных стен ТМ «KambiBlock» была реализована в ООО «Ильичевском морском рыбном порту» (ИМРП), дошкольном учебном учреждении «Ясли-сад» №29 и во многих других городских инфраструктурных объектах.

Все бетонные блоки подпорных стен системы «MaxiBlock» ТМ «KambiBlock» соответствуют требованиям ДСТУ БВ.2.6.-2:2009 «Вироби бетонні і залізобетонні.ЗТУ».

Дополнительная информация:
ТМ «KambiBlock» производится на базе КМД «Камбио»
kambi-block.com
+38 (048) 737 50 51
+38 (097) 958 66 07
sales@kambi-block.com
г. Одесса, Николаевская дорога, 253

Холоднюк В. П., заместитель директора по строительству и региональному развитию ООО «ПСГ» Камбио-Инвест»
Холоднюк В. П., заступник директора з будівництва та регіонального розвитку ТОВ «ПСГ» Камбіо-Інвест»
Kholodnyuk V. P., Deputy Director of Construction and Regional Development of Industrial Construction Group "Kambio-Invest"

ПРИМЕНЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ КЕРАМЗИТОБЕТОННЫХ БЛОКОВ В ДОМОСТРОЕНИИ. АЛЬТЕРНАТИВА ЯЧЕИСТОБЕТОННЫМ БЛОКАМ

В Украине с каждым годом популярность стеновых изделий из крупнопористого керамзитобетона растет. Это обусловлено его высокими физико-техническими показателями и эксплуатационными качествами. Прочность, огнестойкость, отсутствие биологической коррозии, хорошие теплоизоляционные и звукоизоляционные свойства, экологичность – вот почему в ряде европейских и скандинавских стран доли строительстве с применением керамзитобетона в виде смесей и изделий составляет около 50% от общего объема.

Исходным сырьем для производства материала является экологически чистый продукт – керамзит – обожженная специальным образом подготовленная глиняная масса (абсолютно безопасный для человека природный материал), которая имеет структуру застывшей пены, а спекшаяся оболочка образовавшейся гранулы придает высокую прочность.

Применение керамзитобетона позволяет с меньшими затратами регулировать влажность воздуха в помещении и обеспечивать требуемые параметры микроклимата, так как данный вид камня относится к «дышащим» материалам, обладающим относительно высокой паропроницаемостью. Стоит также отметить такой важный показатель как остаточная влажность (влажность материала, выходящего с производства, упакованного и переданного потребителю). Так остаточная влажность керамзитобетонных блоков составляет 4-6%, что является незначительным и не оказывает существенного влияния на свойства готового продукта, особенно учитывая условия производства – полусухое вибропрессование, что подразумевает низкое водосодержание в бетонной смеси в процессе производства. Обладая достаточно низким водопоглощением, керамзитобетонные блоки не впитывают большое количество влаги из окружающей среды, кладочных смесей либо штукатурных растворов, а при намокании блок быстро высыхает без особых условий.

Газобетон в свою очередь является очень гигроскопичным материалом с остаточной влажностью при выходе с производства 30-35%, а это оказывает пагубное воздействие на свойства блоков: прочностные показатели, звукопоглощение падают более чем на 10 %, повышается масса, снижается теплопроводность. В процессе строительства блок напитывается влагой из кладочных смесей, штукатурных растворов, окружающей среды, что значительно снижает его эксплуатационные характеристики. Для достижения газобетоном равновесной влажности необходимо 1,5-3 года эксплуатации с обеспечением качественной вентиляции. Также при высыхании газобетон дает усадку, что повышает количество трещин в кладке. Также количество трещин увеличивается и при строительстве в холодный период года, что объясняется замораживанием воды находящейся в порах материала.

При толщине стен 400 мм стены из керамзитоблоков так же как и стены из газобетона требуют дальнейшего утепления, для комфортной эксплуатации. А высокие показатели звукоизоляции керамзитобетонных блоков позволяют использовать помещение, не заботясь о лишнем шуме, особенно со стороны соседей.

Из-за особенностей производства, выпускаемые вибропрессованные керамзитобетонные блоки отличаются более точными геометрическими размерами и позволяют выполнять кладку из них на тонкослойном («клеевом») растворе, повышая при этом термическую однородность наружных стен.

Опыт строительства показывает, что использование керамзитобетонных блоков вместо кирпича, ракушечника, газобетона, sip-панелей на частном и малоэтажном строительстве снижает себестоимость работ на 30-40%.

Именно керамзитобетонные блок используются для строительства компанией «ТЕТ HOME»

ТМ «ТЕТ HOME» – это первая в Украине запатентованная система домостроения полного цикла.

Данная система завершает весь процесс строительства – от возведения фундамента, стен, фасадного утепления и декора до решений в интерьере, и благоустройства придомовой территории.

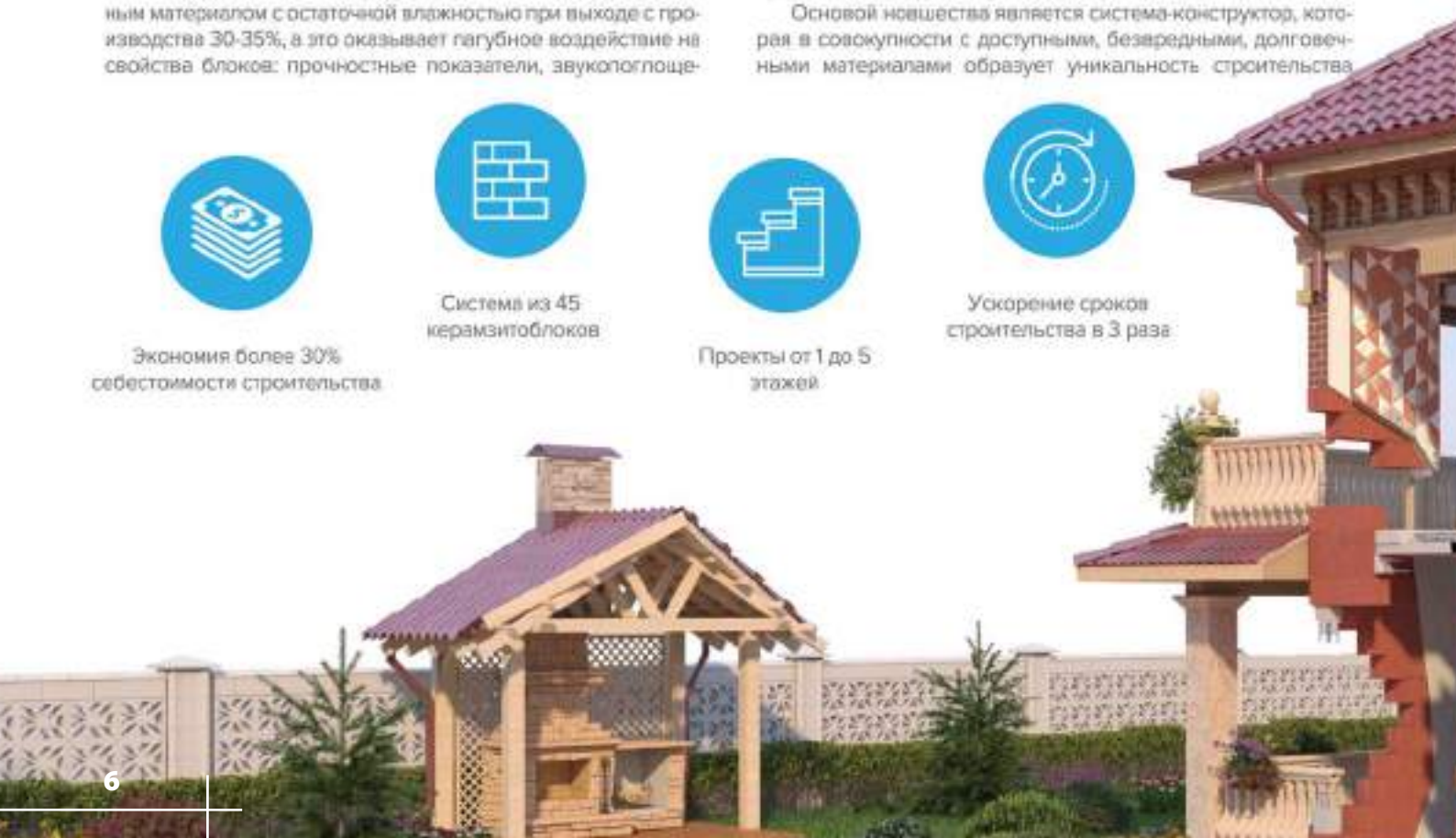
Основой новшества является система-конструктор, которая в совокупности с доступными, безвредными, долговечными материалами образует уникальность строительства

Экономия более 30% себестоимости строительства

Система из 45 керамзитоблоков

Проекты от 1 до 5 этажей

Ускорение сроков строительства в 3 раза



индивидуальных и малоэтажных жилых комплексов. Каждый узел системы спроектирован инженерами компании и имеет завершенный перечень всех элементов, при этом нет необходимости в подрезке или подгонке блоков, а процесс монтажа узлов и возведения объекта в целом подробно описан, и задокументирован.

Необходимые материалы для всего цикла производства изготавливаются на собственном комбинате малоэтажного домостроения «Камбио». В Украине редко применяются нормы сертификации, которые широко используются в странах ЕС. Поэтому важным преимуществом домостроения выступает также забота об экологии. В подтверждение этому, получаемое строительное сырьё проходит LEED сертификацию по энергетическому и экологическому проектированию (система сертификации зданий, относящихся к зелёному строительству). Это дает возможность застройщику проводить данную сертификацию для своих объектов строительства.

ТМ «TET HOME» предлагает две полноценные системы домостроения. Отличие данных систем состоит в целевом объекте строительства. Для малоэтажного и коттеджного строительства используется система домостроения TET HOME 250, ширина основной стены составляет 250 мм. Широкий перечень блоков позволяет в максимально быстрые сроки произвести строительные работы без использования подъемных механизмов бригадой из 3-4 человек. Для возведения объектов общественного назначения любой сложности высотой до 5 этажей применяется система TET HOME 400, толщина основных стен составляет 400 мм, а сама система обеспечена всеми необходимыми доборными блоками для полноценного строительства.

СРАВНЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК КЕРАМЗИТОБЕТОННЫХ И ГАЗОБЕТОННЫХ СТЕН ТОЛЩИНОЙ 400 ММ

	Количество шт/м²	Количество шт/м³	Вес 1-го блока, кг	Вес 1-го м² кладки	Марка по прочности	Водопоглощение, %	Фактический индекс изоляции воздушного шума ограждающей конструкции Rw, дБ	Сопротивление теплопередаче, м²×К/Вт
Керамзитобетонный блок 400x250x200 мм, ρ=800 кг/м³	20	50	16,2	324	М50	не менее 6	54 (показатель для перегородок и внутренних стен толщиной 250 мм)	1,155
Газобетонный блок 600x400x200 мм, D400*	8,3*	20,8*	26,2*	217,5*	М25	25-35	46 (показатель для перегородок и внутренних стен толщиной 250 мм)	0,51*

*Показатели для газобетона указаны для блоков в **сухом состоянии**

Tet Home™

ТМ «TET HOME» – стройте с удовольствием!
http://tethome.ua

+38 (048) 737 50 52
+38 (067) 654 22 18
sales@kambio.ua
г. Одесса, Николаевская дорога, 253

ным красителями цвета становятся частью самого изделия. Результат – абсолютная уникальность, эффект старины и винтажности.

Ландшафтный дизайн можно разнообразить вертикальным озеленением. «Живые стены» от ТМ «GreensideBlock» дают возможность создавать инсталляции из растений.

ТМ «WoodLine»

ТМ «WoodLine» — это природная красота дерева, воплощенная в бетоне! Эксклюзивное изготовление бетонных изделий с фактурой дерева для реализации ландшафтных проектов и живописного декора интерьеров.

Разнообразие ассортимента включает: мебель из бетона, плитку, вазоны, столбики, бордюры и поребрики, и много другое. Точное сходство во внешнем виде с древесиной, обширная цветовая палитра, устойчивость к воздействию влаги и ультрафиолету, морозостойкость и экологичность – это главные отличительные особенности данной продукции.

С продукцией «WoodLine» любой участок становится оригинальным, наполненным домашним теплом и уютом. На всю продукцию действует гарантия 5 лет.

ТМ «Empire LOFT»

Бетонные изделия и декор в стиле LOFT, 3D-панели и перегородки, мебель из фанеры.

Столь популярный архитектурный стиль XX века обосновался не только в интерьерах кафе, офисов, IT-компаний и других общественных местах, но также прочно поселился в домах и квартирах.

ТМ «Empire LOFT» — вся функциональность и эстетичность бетонных предметов от украинского бренда. Каждое изделие – это оригинальное дополнение к интерьеру, подарок близким и друзьям, или же способ проявить свою индивидуальность и креативность. Молодой коллектив поможет воплотить в жизнь проект любой сложности!

Бетон – поистине уникальный материал, возможности его применения просто безграничны. Для Украины использование бетона в качестве декора – ново, поэтому дизайнеры и технологи постоянно открывают и внедряют новые его грани. КМД «Камбио» заботится о своих клиентах и предлагает не только комплексные решения для облагораживания территории, но и выполняет полный цикл строительных работ.

Детальная информация:
Комбинат малоэтажного домостроения «Камбио»

kambio.ua
+38 (048) 737 50 52
+38 (067) 654 22 18
sales@kambio.ua
г. Одесса, Николаевская дорога, 253

ДОМ ЛЕГКО ПОСТРОИТЬ — ЕЩЁ ПРОЩЕ БЛАГОУСТРОИТЬ!

Предлагаем обзор некоторых торговых марок, которые помогут по-новому качественно благоустроить как придомовую территорию, так и закрыть вопрос интерьера и сайдинга ещё на этапе планирования строительства.

ТМ «TETSTONE»

Искусственный камень от ТМ «TETSTONE» — современные дизайнерские решения для интерьера любых помещений и экстерьера здания. Камень производится из высококачественных материалов: гипс и бетон. К продукции также

относятся системы панелей с искусственным камнем Winner, которые позволяют создавать реалистичную кладку камня без использования мокрого процесса и системы утепления в виде навесных вентилируемых панелей.

ТМ «Patio Lux»

PATIO LUX

Эксклюзивный конструктор благоустройства придомовой территории, который великолепно украсит и изменит пространство. ТМ «Patio Lux» – камины и кострища, зоны отдыха, винные шкафы и спиральные погреба, мангалы, барбекю, декоративные фонтаны и иного другое.

Универсальная система камней позволяет создавать элементы по индивидуальным размерам и в разнообразной цветовой гамме. Благодаря использованию современных материалов при производстве, блоки изделий имеют максимально реалистичную фактуру колотого дикого камня с переливами и неравномерностью цвета.

Широкий ассортимент конструкций позволит украсить внутренний дворик и убранство загородного участка, дополнит друг друга, создавая между собой ансамбль для беззаботной и красивой жизни.

ТМ «Красивый Двор»

Бетонные вазоны, пьедесталы, фонари и скамьи также являются неотъемлемой частью садово-паркового искусства и облагораживания придомовой территории.

Особенностью изделий ТМ «Красивый Двор» является протравливание бетона. Благодаря специально разработан-

КРАСИВЫЙ ДВОР ТМ

Корпорація «ДБК-ЖИТЛОБУД»

Місто Київ стрімко росте і розвивається. Столиця намагається якнайшвидше позбутися небажаного багажу радянської епохи. Мова йде про численні виробничі підприємства, якими місто нашпиговане й до сьогодні.
Столична влада вже багато років впроваджує стратегію поступового переносу виробничих потужностей за межі міста. А звільнені ділянки використовуються для розвитку міста. На черзі – промислові райони, що розташовані в Оболонському районі, вздовж вулиці Скляренка, неподалік від Куренівського парку.

Територія площею близько 5 га, яка захаращена різними непривабливими спорудами виробничого чи складського типу, вже в поточному році зміниться до невпізнанності.

Це місце буде вивільнено для створення сучасного житлового простору для комфортного життя киян. Згідно затвердженого детального плану території, тут планується будівництво житлового комплексу, адміністративні будівлі, заклади дитячого виховання та освіти, торгівельно-розважальні комплекси.

Корпорація «ДБК-ЖИТЛОБУД» побудує на цьому місці сучасний житловий комплекс. План забудови передбачає зведення чотирьох будинків, а також благоустрій та зручне облаштування навколишньої території.

Новий житловий комплекс розташовано в історичному місці столиці, яке завжди користувалось попитом у мешканців «старого» Києва. Найбагатші кияни в попередні віки змагалися за право купити тут землі та будувати власні маєтки. Сучасність поверне цим районам їх колишню славу та популярний статус.

Житловий Комплекс «NAVIGATOR» буде однаково цікавий тим, хто веде активний та діловий спосіб життя, і тим, хто шукає усамітнення та стабільності. Комплекс, вдало розташований на однаковій відстані від дніпровських пляжів та ділового центру столиці, а тому зручний як для тих, хто веде бізнес, так і для тих, хто цінує відпочинок. Економічному та зручному плануванню квартир нового комплексу віддадуть перевагу в першу чергу ті, хто вміє рахувати гроші. Тим більше, що Корпорація «ДБК-ЖИТЛОБУД» будує якісно та швидко. Тому інвестори будівництва ЖК «NAVIGATOR» виграють ще й на часі, який тепер коштує дорожче за гроші.

У житлову комплексі заплановано:

1. Навчально-виховний комплекс з дитячим садком і загальноосвітньою школою.
2. Гіпермаркет.
3. Суспільно-діловий, торгово-розважальний комплекс.
4. Арт-студія.
5. Адміністративні будівлі (реконструкція ЗАТ «Київський склотарний завод»).

6. Установа побутового обслуговування.
7. Спортивно-оздоровчий комплекс.
8. КП «Поділ нерухомість» (реконструкція оптового ринку).
9. Механізовані гаражі.
10. Офісно-торговий центр з готелем, паркінгом та елементами інфраструктури та інші.

NAVIGATOR

В НАПРЯМКУ ТВОЄЇ МЕТИ!

ПРО ЖИТЛОВИЙ КОМПЛЕКС

ЖК NAVIGATOR – ЦЕ КОМФОРТНИЙ ТА ЗАТИШНИЙ БУДІВЕЛЬНИЙ КОМПЛЕКС, ЩО РОЗМІСТИВСЯ В ОБОЛОНСЬКОМУ РАЙОНІ МІСТА КИЄВА.

ЗАВДЯКИ ДЕТАЛЬНО ТА ЯКІСНО РОЗРОБЛЕНОМУ ПРОЕКТУ БУДІВНИЦТВА, ЗАКРИТІЙ ТЕРИТОРІЇ, ЩО НАДІЙНО ОХОРОНЯТИМЕТЬСЯ, СУЧАСНІЙ ЕКСПЛУАТАЦІЙНІЙ КОМПАНІЇ ТА РОЗГАЛУЖЕНІЙ ІНФРАСТРУКТУРІ МІСЦЕВОСТІ – ЖК NAVIGATOR ПРЕТЕНДУЄ НА ЗВАННЯ НАЙБІЛЬШ ЗБАЛАНСОВАНОГО БУДІВЕЛЬНОГО ОБ'ЄКТУ В СВОЄМУ КЛАСІ.

КОРПОРАЦІЇ «ДБК-ЖИТЛОБУД» ВДАЛОСЯ ЗІБРАТИ В ОДНОМУ МІСЦІ ГОЛОВНІ КРИТЕРІЇ УСПІШНОГО ТА НАДІЙНОГО БУДІВНИЦТВА, ЩО ДОЗВОЛЯЄ РЕАЛІЗУВАТИ НАВІТЬ ТАКИЙ АМБІТНИЙ ТА МАСШТАБНИЙ ПРОЕКТ.

Якість

Створювати лише якісний продукт, розвиваючи місцевість та вирішуючи квартирне питання.
Дотримуватися норм і технологій будівництва.

Надійність

Надавати впевненість у майбутньому, бути надією та опорою для інвесторів і партнерів, слідкувати за якістю власних робіт!
Будувати на століття!

Відповідальність

Намагатись зробити більше, ніж від нас очікують, бути на крок попереду! Відповідність вимогам та власним обіцянкам – для нас запорука успіху!

ПЕРЕВАГИ ЖИТЛОВОГО КОМПЛЕКСУ

В центрі подій

Ви завжди встигнете на зустріч, не витрачаючи час у заторах. До центру міста можна дістатися авто за 20 хвилин, або скористатися послугами київського метрополітену. 5 станцій якого неподалік.

Переваги технології

Завдяки напрацюванням роботи корпорації та методам будівництва, що пройшли бар'єрну перевірку, терміни будівництва максимально оптимізовані, що позитивно впливає як на якість будівництва так і на швидкість всього процесу.

Безпека

Повністю закрита територія житлового комплексу Navigator знаходитиметься під цілодобовою охороною, що дозволить мешканцям комплексу відчувати себе у безпеці в наші неспокійні часи.

Доступність

ЖК Navigator – це якісне житло за доступними цінами. Завдяки тому, що у корпорації ДБК Житлобуд є власний замкнений цикл будівництва – це дозволяє мінімізувати вартість квартир для наших покупців.

Комфорт

Проект розроблено з урахуванням сучасних тенденцій в будівництві України. Асортимент планувань – задовольнить різноманітні потреби мешканців ЖК, а внутрішнє оздоблення квартир дозволить відсвяткувати новосілля навіки після введення комплексу у експлуатацію.

Інфраструктура

Кілька хвилин ТРЦ, значна кількість магазинів, дошкільних та середньоосвітніх навчальних закладів – свідчення надзвичайно розвиненої інфраструктури місцевості, що буде доповнена елементами внутрішньої інфраструктури ЖК, а ще і магазини, і парковки, і інші сервісні заклади, що розміщені на території забудови.

ПЛАНУВАННЯ ТЕРИТОРІЇ

190 402 М²
Загальна площа забудови

185 745 М²
Загальна площа житлових приміщень

4 657 М²
Загальна площа не житлових приміщень

	Великопанельний 6-секц. житловий будинок №1	Великопанельний 4-секц. житловий будинок №2	Монолітно-каркасний 4-секц. житловий будинок №3	Великопанельний 6-секц. житловий будинок №4
Секція	6	4	4	6
Поверховість	25	25	25	25
Квартир	932	539	528	884

UDK 666.97

L. Dvorkin

L. Dvorkin, doctor of technical Science, professor,
National University of Water Management and Nature Resources Use,
st. Soborna, 11, Rivne, 33028

Дворкін Л. Й., доктор технічних наук, професор,
Національний університет водного господарства
та природокористування, вул Соборна, 11, м. Рівне, 33028,

ESTIMATED FORECASTING OF CONCRETE FROST RESISTANCE IN THE DESIGN OF ITS COMPOSITIONS

РОЗРАХУНКОВЕ ПРОГНОЗУВАННЯ МОРОЗОСТІЙКОСТІ БЕТОНУ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ЙОГО СКЛАДІВ

РАСЧЕТНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ МОРОЗОСТОЙКОСТИ БЕТОНА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЕГО СОСТАВОВ

Annotation. The article substantiates the possibility of taking into account the required frost resistance of concrete according to the number of cycles of its freezing and thawing in a water-saturated state without significant reduction in strength at the stage of designing its compositions. The review of proposed calculated dependences of frost resistance of concrete on factors of its structure and composition is made, their advantages and disadvantages are analyzed. On the basis of a statistical analysis of the experimental data, a formula is proposed that establishes a relationship between the possible number of cycles of freezing and thawing of concrete with the strength of concrete under compression and the volume of entrained air. An algorithm for designing concrete compositions with a complex of required properties, including frost resistance, and an example of its implementation are given.
Keywords: frost resistance, compressive strength, capillary porosity, entrained air.
Анотація. У статті обґрунтована можливість врахування необхідної морозостійкості бетону за числом циклів його заморожування та відтавання у насиченому водою стані без істотного зниження міцності на стадії проектування його складів. Зроблено огляд запропонованих розрахункових залежностей морозостійкості бетону від факторів його структури та складу, проаналізовано їх переваги та недоліки. На основі статистичного аналізу експериментальних даних запропонована формула, що встановлює зв'язок можливого числа циклів заморожування і відтавання бетону з його міцністю при стиску та об'ємом втягнутого повітря. Наведено алгоритм проектування складів бетону з комплексом необхідних властивостей, включаючи морозостійкість, та приклад його реалізації.
Ключові слова: морозостійкість, міцність при стиску, капілярна пористість, втягнуте повітря.
Аннотация. В статье обоснована возможность учета требуемой морозостойкости бетона по числу циклов его замораживания и оттаивания в насыщенном водой состоянии без существенного снижения прочности на стадии проектирования его составов. Сделан обзор предложенных расчетных зависимостей морозостойкости бетона от факторов его структуры и состава, проанализированы их достоинства и недостатки. На основе статистического анализа экспериментальных данных предложена формула, устанавливающая связь возможного числа циклов замораживания и оттаивания бетона с прочностью бетона при сжатии и объемом вовлеченного воздуха. Приведен алгоритм проектирования составов бетона с комплексом требуемых свойств, включая морозостойкость, и пример его реализации.
Ключевые слова: морозостойкость, прочность при сжатии, капиллярная пористость, вовлеченный воздух.

Introduction

Methodology of concrete compositions design is developed first of all in the direction of taking into account the properties, characterizing concrete durability. Yet D. Abrams has mentioned that «durability and low price» should be considered at concrete compositions design stage along with strength [1].

One of the most important concrete properties, determining its durability, is frost resistance. Concrete frost resistance characterizes its ability to keep the physical-mechanical properties under repeated freezing and thawing in water saturated state. The main concrete frost resistance parameter at laboratory testing is the number of freezing and thawing cycles, which the specimens are able to withstand up to appreciable decrease in strength. Additional parameters for estimating the specimens' destruction degree can be mass losses and reduction of dynamic modulus of elasticity. Standards in various countries offer testing methods that differ by specimens' type, temperature and environment, in which the samples are frozen, duration of each cycle, etc. The number of cycles, obtained in the laboratory, is a conditional parameter, it models the behavior of concrete in real structural elements insufficiently. However, this parameter can be successfully used for comparative frost resistance assessment of concrete with different compositions. American and European standards (ACI 301 and EN 206-1) no include frost resistance requirements to concrete used in structural elements in terms of freezing and thawing cycles, but provide technological recommendations on concrete producing depending on operating conditions. Russian standard (GOST 10060) defined frost resistance classes depending on the number of freezing and thawing cycles the concrete specimens can withstand; the concrete frost resistance class is marked in design documentation on structural elements, considering their operating conditions. Both approaches have advantages and disadvantages and are finally aimed at providing proper durability of structural elements under destructive action of frost and alternating temperatures.

Most investigations, carried out in order to study the concrete frost resistance problem, were focused on mechanism of concrete destruction under repeatable freezing and thawing and affect of various composition and structure factors on this process [2-5]. These researches have allowed developing scientific bases for prediction and providing necessary concrete resistance to joint action of water and sign-variable temperatures. Obtained recommendations however are often too generalized and do not give desirable effect when proportioning the concrete composition. Therefore developing calculated dependencies, relating concrete frost resistance with factors, considered at their compositions design is actual.

The aim of this work was to obtain the calculated dependence of frost resistance of concrete possible to use in the design of its compositions.

Review of the known calculated dependencies for concrete frost resistance

The existing calculated dependences for forecasting concrete frost resistance are stochastic and are obtained by processing appropriate experimental data.

One of the most important conditions for obtaining frost resistant concrete is providing the required distance between closed pores (distance factor).T. Powers carried out a quantitative analysis of an equation of a distance factor (L) for a hypothetic cement stone model [6] and shown that the concrete frost resistance is provided if:

$$\bar{L} \le L \quad (1)$$

where $\bar{L}$ is the distance factor value, obtained according to the measurements in the concrete microsections; L is the calculated value of the distance factor.

The distance factor value is determined by specific surface of air voids as well as by the ratio between the cement stone volume in concrete and the air voids volume. It can be calculated according to the following formula:

$$L = \frac{30}{S_{air.v}}[1.4\,(\frac{V_{cem.s}}{V_{air.v}} + 1)^{-1/3} - 1] \quad (2)$$

where $V_{cem.s}$ is the volume of cement stone in concrete,%; $S_{air.v}$ – specific surface of air voids; $V_{air.v}$ – volume of air voids in concrete,%.

Following Powers, high concrete frost resistance is provided at L ≤ 0.25 mm.

To develop Eq. (2) it was assumed that the system of air voids is idealized and it has the same volume and quantity of air voids, like a real system, but the voids are assumed to be equal and located at equal distancies each related to other.

The distance factor does not consider the essential influence of water-cement ratio (W/C) on frost resistance of concrete with artificially entrained air. For example, according to German standards in order to produce frost resistant concrete with artificially entrained air, both conditions L ≤ 0.25 mm, and W/C ≤ 0.7 should be provided. For frost and sault resistant concrete should be L ≤ 0.20 mm and W/C ≤ 0.6.

A criterion of concrete frost resistance (C_F), considering its open porosity (P_{op}), closed porosity (P_{cl}) and volumetric ice content at given temperature (V_{ice}^{t}) was proposed by G. Dobrolubov[7]:

$$CF = \frac{P_{op} - V_{ice} + P_{cl}}{V_{ice}^{-10°C}} \quad (3)$$

where $V_{ice}^{-10°C}$ is the volumetric ice content at -10°C.

The parameters in Eq. (3) are obtained experimentally for normal hardened specimens at 28 days. It was shown that the relation between parameter CF and concrete frost resistance is linear [7].

Different experimental methods were proposed for determining the ice content in concrete. The most popular is the calorimetric method, based on the dependence between variation of temperature at water transition to ice and the weight of the formed ice. Ultrasonic and other methods are also used frequently.

For proportioning of concrete with given frost resistance the application of the parameter CF is difficult. For this purpose it is necessary to have reliable enough dependences, allowing passing from the required design parameters of the frost resistance to concrete compositions produced using specific initial materials.

One of the first calculated parameters, allowing estimation of frost resistance at compositions proportioning was proposed by Whiteside and Sweet [8]. This criterion is known as «saturation degree» (SD):

$$SD = \frac{V_{f.w}}{V_{f.w} + V_{air}} \quad (4)$$

where $V_{f.w}$ and V_{air} are volumes of frozen water and air per unit volume of concrete.

Frost resistance (F) of concrete is related with saturation degree by a general dependence:

$$F \sim \frac{1}{SD} = 1 + \frac{V_{air}}{V_{f.w}} \quad (5)$$

It was found that at SD < 0.88 concrete has high frost resistance, and at SD > 0.91 it collapses rapidly. However, practice shows that neither critical saturation degree value, nor even lower its values (SD < 0.88) not unequivocally provide high frost resistance of concrete. It is because at constant SD ratio between the frozen water volume and the total volume of voids in concrete, produced using various compositions, is different.

Initially saturation degree was assumed as experimental parameter, determined by the ratio between the concrete water absorption at atmospheric pressure to its water-saturation under vacuum or at superfluous pressure. The critical water-saturation value is based on the general concept of critical saturation for porose materials at their freezing.

In order to avoid destruction of porous material due to the change of water volume at freezing, the volume of free air voids should be at least 9 %. Many researches have confirmed validity of this concept for concrete. However, Powers has shown that due to entrained air concrete almost always has sufficient free porous volume spaces to resist to the pressure arising due to volume variation at freezing of a porous system saturated by water [9]. At shortage of such internal space the superfluous water should simply leave concrete by moving to the side, where the hydraulic pressure is lower. As when W/C becomes lower and the hydration degree increases the voids' size decreases and less water will freeze at constant temperature.

Substantial part of air voids volume, created without air entraining admixture, does not belong to reserve voids. As a result, for concrete with different compositions, initial materials, hardening conditions and voids' character there is no certain critical water saturation degree. The last is relevant just for concrete with specific compositions. Processing experimental data shows,that depending on composition and structure the critical saturation degree of concrete (SD)cr varies from 0.6 to 0.92 [8].

Calculating the SD value at compositions proportioning stage became possible after developing theoretical concepts on quantity of freezing water in concrete, its porosity and proposing appropriate equations.

G. Fagerlund has proposed the following equation for finding the quantity of freezing water (W_f) [10]:

$$W_f = \frac{W/C - 0.25\alpha(0.73 + K_t)}{W/C + 0.32} \quad (6)$$

where K_t is a coefficient, considering freezing temperature (for t = -20°C, K_t = 0.96); α – cement hydration degree.

For a standard temperature (t = -20°C):

$$W_f = \frac{W/C - 0.43\alpha}{W/C + 0.32} \quad (7)$$

Some researchers have shown that at temperatures -20…-30°C the volume of freezing water is close enough to that of capillary pores [11].

There are different design dependencies for finding the capillary porosity of cement stone and concrete, based on various initial preconditions. Formulas for capillary pores volume in 1 m^3 of concrete, presented below, differ by numerical coefficients:

O. Kynchevich [12] $$P_{cap} = \frac{W - 0.38\alpha C}{1000} \quad (8)$$

A. Sheikin [11] $$P_{cap} = \frac{W - 0.42\alpha C}{1000} \quad (9)$$

G. Gorchakov [13] $$P_{cap} = \frac{W - 0.5\alpha C}{1000} \quad (10)$$

where W and C are consumptions of water and cement, respectively.

Formula (10) was obtained from the following equation for capillary pores volume in 1 m^3 of concrete:

$$P_{cap} = (W - W_{gel}\alpha C - q_{con}\alpha C) / 1000 \quad (11)$$

where $q_{con}\alpha C$ is the contraction volume; W_{gel} – quantity of water, binded by the cement gel (W = 0.38…0.42); q_{con} – contraction coefficient (q_{con} = 0.09…0.15).

If the contraction volume is not considered, as follows from Eq. (11), formula (10) is practically identical to (8…9).

A. Sheikin [11] has assumed for developing Eq. (9) that the density of chemically bound water is 1. Considering that the water density in crystalline hydrates is higher than 1, the numerical coefficient before α can be lower than 0.42.

Depending on mineralogical cement composition and its hardening conditions, the value of the coefficient before α can differs from that given in Eqs. (8…10) [9].

It was also experimentally proved that the increase of the ratio between contraction volume and capillary porosity is an essential factor for increasing the frost resistance [12, 13]. The contraction volume can be determined as a part of capillary volume, created due to decreasing the volume of hydrate compounds at the time of cement hardening compared with the volumes of cement and water participating in the reactions of hydration. For cement stone, hardened without water absorption and evaporation the contraction volume is 0.05…0.04 at W/C = 0.4…0.6 for hydration degree 0.02…0.016 [12].Considering the positive influence of contraction volume, for finding the saturation degree SD it is expediently to use formula (10) for calculating the capillary porosity.

As one of the first attempts to relate the frost resistance with capillary porosity value, for normal hardening concrete, produced using standard materials, the following dependence was proposed by G. Gorchakov[13]:

$$F = (14 - P_{cap})^{2.7} \quad (12)$$

where F is the number of freezing cycles (causing a certain destruction degree); P_{cap} – capillary porosity, %.

For finding P_{cap} formula (10) can be used considering that the relation between the contraction porosity to the capillary one is at least 0.25…0.3. The dependence (12) allowed developing a method for finding the concrete composition with required frost resistance [13]. Depending on the required frost resistance value (number of freezing and thawing cycles), considering the applied cement quality and hardening conditions, this method offers to find the capillary porosity value for the designed concrete, selecting reference data the cement hydration degree and after that to calculate the cement consumption, necessary for obtaining the required capillary porosity. At the same time the found cement consumption should not be lower than that, obtained from the strength condition. Having allowed, unlike a method of forecasting frost resistance by saturation degree, to pass from quality estimations to quantitative, at the same time dependence (12) and developed on its basis compositions proportioning method have a number of drawbacks. The main of them is that the influence of the such structural parameter as ratio between closed pores and opened capillary pores on concrete frost resistance is not considered. It limits application of Eq. (12) only for concrete without artificial air entrainment.

Table 1 presents results of calculations, carried out by the author to obtain the value of concrete frost resistance, depending on water and cement consumptions using the adjusted for specified materials Eq. (12) and Eq (10) and the real experimental values of frost resistance.

According to Eq. (12) at W/C < 0.4, the frost resistance significantly grows, reaching 1000 cycles and more. At the same time according to the Portland Cement Association data [14] for concrete without artificially entrained air the maximum frost resistance does not exceed 200 cycles. As it follows from Table 1, without entraining air into the concrete mixture the real concrete frost resistance at W/C = 0.4…0.45 can reach 350…400 cycles.

A. Sheikin [15] has proposed a frost resistance criterion (KF), based on a hypothesis that the closed porosity of concrete (P_{cl}) for preventing its destruction by freezing and thawing should be at least like the possible growth of water volume that fills the concrete pores space at its freezing:

$$K_F = \frac{P_{cl}}{0.09P_{op}} \geq 1 \quad (13)$$

where P_{op} – open porosity, equal to the volumetric water saturation of concrete.

Table 1.

Design and real frost resistance of concrete

Consumption in kg/m³		W/C	Pcap, %	F, cycles	
Water	Cement			Calculated according to Eq. (12)	Real
160	200	0.8	8	126	63
	250	0.64	6	274	110
	300	0.53	4	501	220
	400	0.4	0	1243	370
180	200	0.9	10	42	40
	281	0.64	6.8	206	115
	300	0.6	6	274	125
	400	0.45	2	820	350
200	200	1	12	6	35
	300	0.67	8	126	104
	312	0.64	7.5	157	105
	400	0.5	4	501	220
	500	0.4	0	1243	405

In essence, this criterion is based on the same concept like saturation degree SD. The closed porosity in criterion K_F is proposed to be considered just as contraction volume of the hardening cement stone.

The open concrete porosity (P_{op}) is calculated as a difference between the total porosity (P_t) and contraction volume (P_{con}), i.e. in essence it equals to the sum of capillary and cement gel porosity [11]:

$$P_{op} = P_t - P_{con} = (W - 0.23\alpha C) - 0.041\alpha C = W - 0.271\alpha C \quad (14)$$

The assumption regarding negative influence of cement gel porosity along with the capillary one on concrete frost resistance is not proved. As known, water in gel pores is in a special state and does not transfer to ice at low temperatures about -40°C, and even -78°C [9].

To include the entrained air volume in the frost resistance criterion, some appropriate calculated parameters have been proposed. One of the most known design parameters of this type is «compensation factor (F_c)»[3]:

$$F_c = \frac{V_{air.cl} + V_{con}}{V_{ice} + V_{air.op}} \quad (15)$$

where $V_{air.op}$, $V_{air.cl}$ are correspondingly air in open and closed pores, V_{con} – is the volume contraction volume, V_{ice} – is the volume of water, frozen in concrete at -20°C.

Contraction volume of hardening concrete (%) can be calculated, if absolute volumes of reacting cement and water as well as the absolute volume of hydration products are known. The value of V_{con} according to various data varies from 0.041 up to 0.09αC/10 [11].

The volume of frozen water in concrete V_{ice} includes the volume of capillary pores and pores, created due to under compaction of concrete:

$$V_{ice} = \frac{W - 0.5\alpha C}{10} + 100(1 - K_{comp}) \quad (16)$$

where K_{comp} is the concrete mixture compaction coefficient, obtained as a ratio between the concrete mixture real and calculated densities.

Finally, taking into account the porosity equation (16) and $V_{con} \approx 0.6\alpha C/10$ the design formula of F_c takes the form:

$$F_c = \frac{10V_{air.cl} + 0.6\alpha C}{W - 0.5\alpha C + 1000(1 - K_{comp})} \quad (17)$$

Approximately cement hydration degree can be calculated using formulas, relating the cement strength R_{cem}, at testing standard cement-sand mortar specimens with relative density d [11]:

$$R_{cem} = 110d^2, \quad (18)$$

$$d = \left(\frac{1 + 0.23\alpha\rho_{cem}}{W - 0.5\alpha C + 1000(1 - K_{comp})}\right) \quad (19)$$

where ρ_{cem} is the density of cement.

However, the above mentioned dependencies do not allow estimation of cement hydration degree in concrete considering the applied cement features as well as the concrete mixture W/C.

After statistical processing of experimental data it was found that criterion F_c of concrete frost resistance is described by the following exponential function [5]:

$$F = K(10^{F_c} - 1) \quad (20)$$

where K is a coefficient, depending on the applied cement features.

For Portland cement containing tricalcium aluminate (C_3A) in the range of 6…8%, K = 170. Parameter K must be specified for different materials [5].

Formula (20) is valid if high frost resistant crushed granite stone and quartz sand with clay impurity content less 3% are used.

Figure 1 shows correspondingly frost resistance values calculated using Eq. (20) and experimental values according to Portland cement Association data [14]. At similar character of dependence F = f(V_{air}), the American data (curve 1) has higher values of F at V_{air} ≥ 2%, which can be explained higher allowable of strength reduction – 25% instead of 5%(curve 2). Additionally, at F > 700, the calculated estimation of further frost resistance is hardly appropriate.

Eq. (20) confirms the experimental dependencies of frost resistance on the capillary porosity value Pcap, obtained by many authors (Figure 2).

It is evident also from Figure 3,obtained by calculations with help Eq (20),at α = 0.6 that for providing proper concrete frost resistant with and without entrained air, the W/C value should be less than 0.7.

Approximateness of calculated cement hydration degree and reserved porosity decrease the predicted importance of compensation factor as frost resistance criteria. For predicting concrete frost resistance and compositions design it is appropriate to use the equations relating the frost resistance, concrete strength and entrained air volume.

Materials and methods

To determine the calculated dependence of the frost resistance of concrete on its compressive strength and the volume of entrained air, 30 series of concrete samples of various compositions were tested. Samples were made using Portland cement of the second type CEM II/A-S according to EN 197-1: 2000 on the basis of clinker with mineralogical composition: $3CaO{\cdot}SiO_2$ – 59…63 %, $2CaO{\cdot}SiO_2$ – 12…15 %, $3CaO{\cdot}Al_2O_3$ – 6…8 %, C_4AF – 15…23 %. The cement included of blast-furnace granulated slag in an amount of 20%. The strength of Portland cement corresponded to the class 42.5 N.

A fine aggregate of concrete was quartz sand with a modulus of fineness M_f = 1.5…2 and a content of dust and clay impurities of 1…3%, granite crush stone of the fraction 5…20 mm being a large aggregate. In concrete mixtures, Vinsol resin was added as an air-entraining admixture in the amount of 0.01…0.03% of the mass of the cement.

Depending on the content of the mixing water, the workability of concrete mixtures varied in a wide range characteristic of plastic and stiff mixtures.

The volume of entrained air was determined by the compression method, based on the Boyle-Mariotte law, establishing the relationship between the air volume and the applied pressure at a constant temperature.

The samples of concrete were compacted by vibrating on a laboratory vibroplatform to a compacting coefficient of Kcomp not less than 0.98. After hardening the samples under normal conditions for 28 days, they were tested for compressive strength, and also for frost resistance.

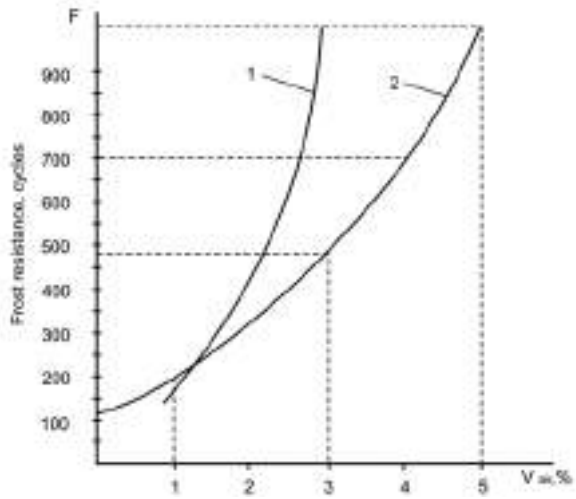


Figure 1. Affect of entrained air on concrete frost resistance:
1 – following the data given in [14];
2 – at α = 0.7, K = 170, C = 400 kg/m³, W = 200 l/m³.

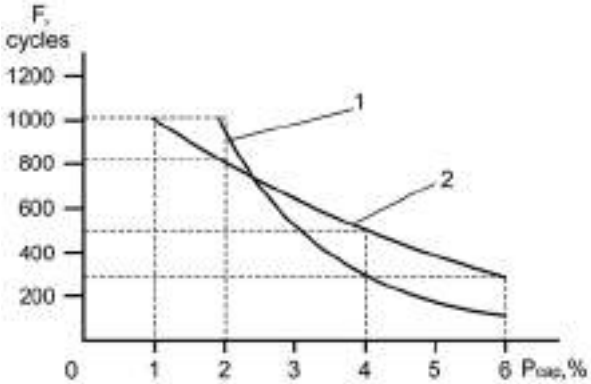


Figure 2. Relationship between capillary porosity and frost resistance:
1 –according to Eq. (20) at α = 0.7, K = 170, C = 400 kg/m³. V_{air} = 0 %.
2 – according to formula (12) at α = 0.7, C = 400 kg/m³ [13].

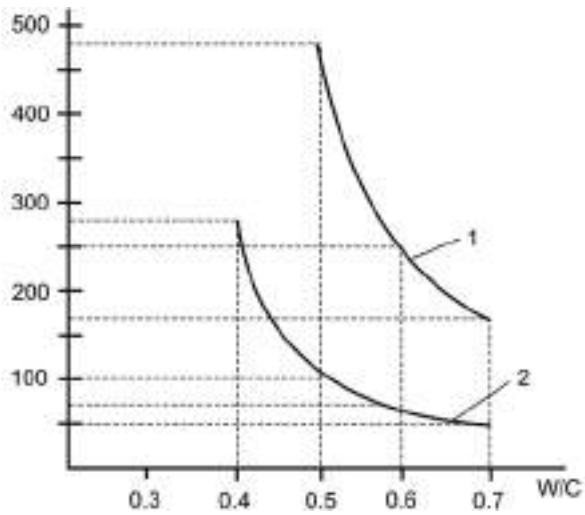


Figure 3. Affect of entrained air on concrete frost resistance:
1 – V_{air} = 3 %; 2 – V_{air} = 0 %.

The frost resistance of concrete was determined by an ultrasonic method based on determining the propagation time of ultrasound in the samples during their alternating freezing and thawing. The concrete frost resistance grade was established by the critical number of freezing and thawing cycles, from which a sharp increase in the ultrasonic propagation time in the sample occurs, which corresponds to the onset of its intensive destruction. For this purpose, the corresponding coefficients linking the critical number of cycles and the concrete grade for frost resistance availiable in the standard for ultrasonic method (GOST 26134-80) were used. This method allowsed carrying out the experiments within a relatively short time at minimum number of samples and with low expenditure.

Experimental results and their application

The tests performed results for strength and frost resistance of concrete samples different compositions are given in Table 2. As it follows from Table 2, the processed data array includes results of concrete frost resistance measurements in a rather wide compositions range and accordingly concrete strength (R_c^{28} = 15…40 MPa, W = 140…220 l/m^3, V_{air} = 0.8…6.5 %). The data are approximised by a formula that has the following type:

$$F = A_1 R_c^{28^{A_2}} \exp^{A_3 V_{air}} \quad (21)$$

Table 2.

Results of concrete frost resistance testing, used for statistical processing

№	Water demand of the concrete mixture W, l/m^3	Concrete strength at 28 days R_c^{28}, MPa	Entrained air volume V_{air}, %	Real frost resistance of concrete F_r, cycles	Calculated frost resistance of concrete F_c, cycles	Deviation, (F_r-F_c)	(F_r-F_c) 100%/ Fr
1	220	15.3	1.2	32	46	14	30
2	200	15.1	2.1	84	65	19	30
3	190	15.2	3.1	119	92	28	30
4	200	20.4	1.3	55	74	18	25
5	190	20.2	2.2	131	105	26	25
6	190	20.2	3.2	112	149	37	25
7	180	20.5	3.5	133	178	44	25
8	180	20.1	4.2	169	211	42	20
9	175	20.3	4.5	449	359	90	25
10	190	25.2	2.5	218	192	36	20
11	180	25.1	3.5	220	258	39	15
12	180	25.2	4.1	369	308	62	20
13	170	25.3	5.5	713	594	119	20
14	190	30.2	1.2	124	146	22	15
15	190	30.1	2.1	239	208	31	15
16	180	30.2	3.2	250	294	44	15
17	180	30.4	4.3	355	418	63	15
18	170	30.5	5.1	822	777	155	20
19	170	30.3	5.5	1111	926	185	20
20	160	30.2	6.1	1323	1103	221	20
21	160	30.3	6.5	985	1313	328	25
22	180	35.2	2.3	336	269	67	25
23	170	35.1	3.2	411	484	73	15
24	170	35.3	4.1	790	687	103	15
25	160	35.4	5.2	1121	975	146	15
26	150	35.2	6.1	2069	1724	345	20
27	170	40.2	3.3	501	589	88	15
28	160	40.3	4.2	710	836	125	15
29	150	40.5	5.1	1651	1436	215	15
30	150	40.5	6.1	1630	2037	407	20
31	140	40.2	6.5	2912	2427	485	20

For the investigated concrete $A_3 = 0.35$, A_1 and A_2 are varied depending on the water demand and correspondingly mixtures workability (Table 3).

As it follows from analyzing Eq. (21), at entrained air content of 3 … 5 % the concrete frost resistance increases 3…6 times (Figure 4). For concrete strength above 30…40 MPa the relative increase of critical number of freezing-thawing cycles, achieved by entraining air begin to gecrease.

As the empirical data on the values of parameters A_1 and A_2 is accumulated, Eq. (21) can be widely used either for predicting frost resistance or for concrete compositions design. The algorithm for calculating compositions using Eq. (21) should include checking the possibility of providing the desired number of freezing-thawing cycles at given strength value and, if necessary, corresponding overestimating of concrete compressive strength in 28 days (R_c^{28}) or volume of entraining air. The required entrained air volume in % can be found according to a formula, obtained from Eq. (21):

$$V_{air} = \frac{ln\left(\frac{F}{A_1 R_c^{28} A_2}\right)}{0.35} \qquad (22)$$

At the same time the necessity of certain overestimating of the initial concrete strength, depending on the entrained air volume, should be considered.

Algorithms for designing concrete compositions (Table 4) suggest finding the basic parameters of the mixture – cement-water ratio (C/W), water consumption (W), entrained air volume (V_{air}) and consumptions of other concrete mixture components, providing the complex of given properties in the most effective manner.

When solving the problems of designing compositions of frost – resistant concrete in combination with formulas (21) and (22) other design dependencies and reference recommendations can be used to determine the optimal consumptions of all components of the concrete mixture that provide the required properties of concrete [2,3]

Table 3.

Values of coefficients A_1 and A_2 in Eq. (21) for concrete mixtures with various workability

Concrete mixtures workability	A1	A2
Plastic concrete mixtures (Slump Sl = 9 … 12 cm)	0.34	1.68
Low-plastic concrete mixtures (Slump Sl = 1 … 4 cm)	0.91	1.47
Non-plastic concrete mixtures	2.48	1.25

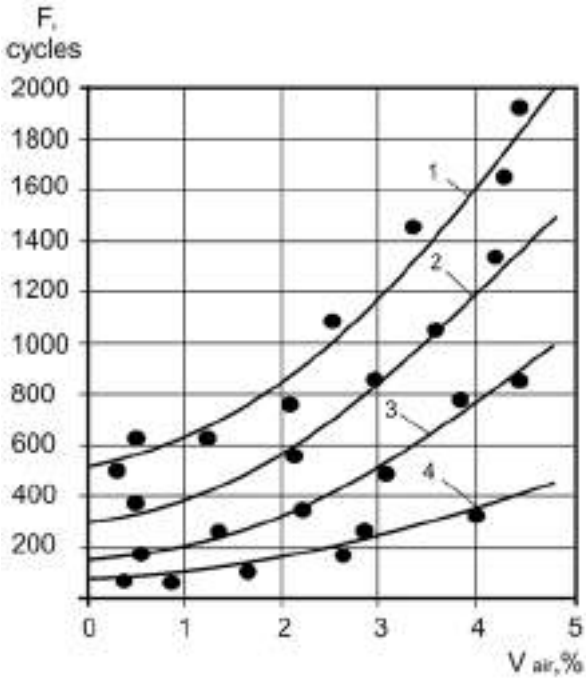


Figure 4. Affect of entrained air on concrete frost resistance (for concrete mixtures with Slump Sl= 1…4 cm):
1 – R_c^{28} = 70 MPa; 2 – R_c^{28} = 50 MPa;
3 – R_c^{28} = 35 MPa; 4 – R_c^{28} = 20 MPa.

Table 4.

Scheme of the algorithm for designing the concrete composition with the required frost resistance

1. Determine the required average strength level (R_1) of concrete, providing a given class of concrete for compressive strength.
2. Determine the compressive strength of concrete (R_2), which provides the values of other normalized properties of concrete.
3. For further calculation choose by comparison R_1 and R_2 a higher value of the compressive strength of concrete.
4. By the formula (22) determine the volume of the air (emulsified by means of the air-entraining additive), which ensures V_{air1} at a given strength, the required class for frost resistance,%.
5. Clarify the required strength of the concrete taking into account the effect of the air involved, assuming that the introduction of 1% of the entrained air into the concrete mixture reduces the compressive strength of the concrete by an average of 5 %.
6. Clarify the volume of entrained air V_{air2}, providing the required frost resistance at the design strength of concrete.
7. Calculate the W/C of the concrete mixture, which provides the given concrete compressive strength.
8. Find the water content taking into account the workability of the concrete mixture and the characteristics of the aggregates.
9. Determine the consumption of cement and other components of the concrete mixture.

Example

Calculate the composition of concrete for a single-layer coating of a road with specified compressive $R_c = 30$ MPa and bending strength $R_{tв} = 4.4$ MPa. Concrete class for frost resistance F300. The concrete mixture is stacked in the coating with Sl = 2 cm.

Initial materials: portland cement with compressive strength in 28 days (R_{cem}) – 50 MPa and normal consistency 25.5%; quartz sand with a modulus of fineness $M_f = 2.2$, content of dust impurities 2.5%, density $\rho_s = 2.67$ kg/l, bulk density. $\rho_{b.s.} = 1.55$ kg/l; granite crushed stone of fraction 5-40 mm, $\rho_{c.s} = 2.7$ kg/l, $\rho_{в.c.s} = 1.4$ kg/l, the content of dust impurities is 0.8 %. An air-entraining additive is introduced.

For the calculation, use the algorithm given in Table. 4

1. Determine by the formula ($R_{tв} = 0.08(10R)^{2/3}$)[3] the necessary compressive strength (R_{c1}), which ensures the normalized bending strength:

$$R_{c1} = 40.8 \text{ MPa}$$

2. Since $R_{c1} > R_c$ is taken for further calculations ($R_c = 40.8$ MPa)

3. Using formula (22), determine the required volume of entrained air, which, at the given strength, provides the required class for frost resistance. The coefficients A_1 and A_2 are chosen according to table 3 taking into account the fluidity of the concrete mixture (Sl = 2 cm):

$$V_{air} = \frac{\ln\left(\frac{300}{0.91 \cdot 40.8^{1.47}}\right)}{0.35} \approx 1.0\ \%$$

4. Specify concrete strength values taking into account the influence of the entrained air:

$$R'_{c1} = 40.8 - 0.05 \cdot 1 \cdot 40.8 = 38.8 \text{ MPa}$$

5. Necessary compressive strength of concrete, which provides the given strength values for bending and frost resistance, taking into account the entrained air:

$$R''_{c1} = 40.8 \frac{40.8}{38.8} \approx 43 \text{ MPa}$$

6. Calculate the W/C of the concrete mixture, which provides the design compressive strength of concrete. For the calculation use well – known [3] formula

$$R_c = AR_{cem}(C/W - 0.5)$$

where A – the coefficient of the quality of the used materials. Accepted A = 0.55:

$$W/C = \frac{AR_{cem}}{R + 0.5AR_{cem}} = \frac{0.55 \cdot 50}{43 + 0.5 \cdot 0.55 \cdot 50} = 0.49$$

7. The water content for the given fluidity of the concrete mixture, taking into account the characteristics of the aggregates, will be 180 l/m^3 [3].

8. Cement consumption:

$$C = \frac{W}{W/C} = \frac{180}{0.49} = 368 \text{ kg/m}^3$$

9. Consumption of crush stone obtain by the formula, obtained by solving a system of two equations.

$$\begin{cases} \frac{C}{\rho_c} + \frac{W}{\rho_w} + \frac{S}{\rho_s} + \frac{C.S}{\rho_{c.s}} = 1000 \\ \frac{C}{\rho_c} + \frac{W}{\rho_w} + \frac{S}{\rho_s} = \alpha P_{c.s} \frac{C.S}{\rho_{в.c.s}} \end{cases}$$

Where C, W, S, C.S – accordingly consumption of cement, water, sand and crush stone, and ρ_c, ρ_w, ρ_s, $\rho_{c.s}$ – their densities; $\rho_{в.c.s}$ – bulk density of crush stone and $P_{c.s}$ – its vacuity ($P_{c.s} = 0.48$); α – coefficient of filling of voids and expansion crush stone grains in concrete mixture by cement – sand mortar (α = 1.39) [3].

$$C.S = \frac{1000}{\frac{1}{\rho_{c.s}} = \frac{\alpha P_{c.s}}{\rho_{в.c.s}}}$$

$$C.S. = \frac{1000}{\frac{1}{2.7} + 1.39 \cdot 0.48 \frac{1}{1.4}} = 1181 \text{ kg/m}^3$$

10. We will find the sand consumption in view of the involved air [2]:

$$S = (1000 - V_c - V_{c.s} - V_w - V_{air})$$

where V_c, $V_{c.s}$, V_w, V_{air} – accordingly volumes of cement, crush stone, water and air.

$$S = \left(1000 - \frac{368}{3.1} - \frac{1181}{2.7} 180 - 10\right) 2.67 = 680 \text{ kg/m}^3$$

Calculated composition of concrete:

C = 368 kg/m^3; W = 180 kg/m^3;

C.S = 1181 kg/m^3; S = 680 kg/m^3; V_{air} = 10 l/m^3.

Conclusion

The processing of experimental data allowed us to find the calculated dependences establishing the relationship between frost resistance, strength of concrete and the content of the entrained air. These calculated dependencies can be used to solve of designing concrete compositions problems with a frost resistance value by the permissible number of cycles of its freezing and thawing.

References:

1. Abrams Duff A. Design of concrete mixtures. Bulleten 1, Structural Materials Research Laboratory, Lewis Institute, Chicago, 1918, 35 p.
2. Dvorkin L., Dvorkin O., Ribakov Y. Multi-Parametric Concrete Compositions Design. Nova Science Publishers,Inc.New York,2013 p.223.
3. Dvorkin L., Dvorkin O.Basics of Concrete Science, Stroi–Beton.St. Petersburg, 2006,689 pp.(in Russian).
4. Dvorkin O.L. Design of concrete compositions. (Basic theory and methodology), Rovno: NYVGP, 2003, 265 p. (in Russian).
5. Dvorkin L.I. Optimal design of concrete compositions. Lvov, Vyshcha shkola, 1981, 159 p. (in Russian).
6. Powers T.C. The mechanism of Frost Action in concrete. Cement Lime and Gravel, Vol. 41, No.5, 1966, pp. 143-148, 181-185.
7. Dobrolubov G. New Microscopic Method of Determining the Resistance of Highway Concrete to Freezing and to Antifreeze Salts. 14 World Congress of Road, Prague, Perm. Intern. Ass. of Road Congress. Q2 3/3. 1971, pp. 67-83.
8. Whiteside T., Sweet H. Proceedings of Highway Research board. 30, 1950. 204 p.
9. Powers T. The physical structure of Cement and Concrete, Cement and Lime Manufacture. V. 29, No. 2, 1956, 270 p.
10. Fagerlund G. The international cooperative test of the critical degree saturation method of assessing the freeze/thaw resistance of concrete. Materials and Structures, Vol. 10, No. 4, 1977, pp. 231-253.
11. Sheikin A.E., Chechovskiy Yu.V., Brusser M.I. Structure and properties of cement concretes. Moscow, Stroyizdat, 1979, 344 p. (in Russian).
12. Kuncevich O.V. High frost resistance concrete for the Far North. Moscow, Stroyizdat, 1981, 190 p. (in Russian).
13. Gorchakov G.I., Kapkin M.M., Skramtaev B.G. Increasing concrete frost resistance in elements of industrial and hydraulic structures. Moscow, Stroyizdat, 1965, 195 p. (in Russian).
14. Design and control of concrete mixture. Portland Cement Association, Ottava, 1984, 120 p.
15. Sheikin A.E., Dobshits L.M. High frost resistant cement concrete. Leningrad, Stroyizdat, 1989, 153 p. (in Russian).

УДК 691.32

Шишко Н. С.

Корх О. І.

Сопов В. П.

Шишко Н. С., аспірант кафедри фізико-хімічної механіки та технології будівельних матеріалів і виробів, Харківський національний університет будівництва та архітектури, ☎ +38 (093) 902 18 64, ✉ nshyshko425@gmail.com
Корх О. І., інженер кафедри фізико-хімічної механіки та технології будівельних матеріалів і виробів, Харківський національний університет будівництва та архітектури, ☎ +38 (093) 974 46 59, ✉ sashkacream0@gmail.com
Сопов В. П., доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри фізико-хімічної механіки та технології будівельних матеріалів і виробів, Харківський національний університет будівництва та архітектури, ☎ +38 (093) 415 23 15, ✉ vpsopov@gmail.com

N. Shishko, post-graduate student of the Department of Physical-Chemical Mechanics and Technology of Building Materials and Products, Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture, ☎ + 38 (093) 902 18 64, ✉ nshyshko425@gmail.com
O. Korh, engineer of the Department of Physical-Chemical Mechanics and Technology of Building Materials and Products, Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture, ☎ + 38 (093) 974 46 59, ✉ sashkacream0@gmail.com
V. Sopov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Physical-Chemical Mechanics and Technology of Building Materials and Products, Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture, ☎ + 38 (093) 415 23 15, ✉ vpsopov@gmail.com

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ЩІЛЬНОЇ УПАКОВКИ КОМПОНЕНТІВ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ СКЛАДУ БЕТОНУ

APPLICATION OF THE DENSE PACKING OF COMPONENTS IN THE DESIGN OF CONCRETE COMPOSITION

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ПЛОТНОЙ УПАКОВКИ КОМПОНЕНТОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СОСТАВА БЕТОНА

Анотація. Один із способів проектування складу високоміцного бетону ґрунтується на застосуванні методу щільної упаковки вихідних компонентів. Для оцінки впливу окремих складових на властивості бетонних сумі-шей і бетонів було розроблено склади з послідовною зміною кількості компонентів. В якості мінеральних доба-вок застосовувались пірогенний мікрокремнезем «Аеросил» та мікрокремнезем аморфної модифікації. Ефектив-ність даного методу було оцінено дослідженнями властивостей отриманих бетонів за допомогою стандартних методів випробування (міцність на стиск) та електронно-мікроскопічних досліджень.
Ключові слова: склад бетону, щільна упаковка, компоненти бетону, міцність на стиск, електронна мікроскопія.
Аннотация. Один из способов проектирования состава высокопрочного бетона основывается на применении метода плотной упаковки исходных компонентов. Для оценки влияния отдельных составляющих на свойства бетонных смесей и бетонов был разработан склады с последовательной сменой количества компонентов. В качестве минеральных добавок применялись пирогенное микрокремнезем «Аэросил» и микрокремнезем аморф-ной модификации. Эффективность данного метода была оценена исследованиями свойств полученных бетонов с помощью стандартных методов испытания (прочность на сжатие) и электронно-микроскопических исследо-ваний.
Ключевые слова: состав бетона, плотная упаковка, компоненты бетона, прочность на сжатие, электронная микроскопия.
Abstract. One of the methods of designing a high-strength concrete structure is based on the application of the dense packing method of the original components. To evaluate the influence of individual components on the properties of concrete mixtures and concretes, the compositions with a consistent change in the number of components were devel-oped. As mineral additives, pyrogenic microsilica Aerosil and microsilica of amorphous modification were used. The effectiveness of this method was estimated by studying the properties of the resulting concrete using standard test methods (compressive strength) and electron microscopy.
Key words: concrete composition, dense packing, concrete components, compressive strength, electronic microscopy.

Актуальність

При підборі складу високоміцного бетону використовують полідисперсні частки різних фракцій від 1 нм до декількох мм. Відомо, що характер укладання частинок на початковому етапі дійсно впливає на формування властивостей бетону [1-3]. Загальною вимогою для виготовлення такого виду бетону є оптимізація гранулометричного складу компонентів бетонної суміші з метою забезпечення найбільш щільної упаковки. Удосконалена упаковка частинок бетонної матриці зменшить пористість і проникність бетону і тим самим поліпшить довговічність бетону.

Відомо, що дисперсність частинок визначає розмір пор цементного каменю, що формуються, регулюючи їх зв'язність, і, отже, проникність. Однак, розміри пор, що утворилися в результаті надлишку дрібнодисперсних частинок заповнювача (наприклад, велика кількість діоксиду кремнію по відношенню до цементу), можуть домінувати в загальній проникності цементного каменю, але ж не є результатом щільної упаковки частинок. Для оптимізації упаковки частинок необхідно мати їх розподіл за розмірами в більш широкому діапазоні розмірів. У цьому відношенні бетон є найбільш прийнятним об'єктом, оскільки він складається з частинок з розмірами від декількох нм до декількох см.

Формування мікроструктури цементного каменю обумовлено не тільки характером упаковки вихідних частинок компонентів бетону, але ж і взаємодією між ними, яке призводить до зміни їх розподілу у просторі. У більшості випадків взаємодія компонентів (частинки цементу, золи виносу та ін.) супроводжується зростанням об'єму продуктів реакції та, як наслідок, зниженням проникності бетону. Навіть частинки, які багато хто вважає інертними (наприклад, вапняковий порошок), будуть реагувати, коли є необхідні реагенти (наприклад, гідрати оксиду алюмінію при пуцоланової реакції золи виносу) і теоретично вносять позитивний вклад в зниження проникності.

Для більш повного розуміння механізму взаємодії компонентів у високоміцному бетоні, впливу хімічних і мінеральних добавок на ущільнення його структури доцільно провести відповідні експериментальні дослідження.

Матеріали і методи дослідження

Для отримання високоміцних бетонів було розроблено склади бетонів з послідовною зміною кількості компонентів для урахування впливу окремих компонентів на властивості бетонних сумішей і бетонів (табл. 1).

В якості мінеральних добавок застосовувались пірогенний мікрокремнезем Аеросил та мікрокремнезем аморфної модифікації. Як хімічна добавка, була прийнята добавка «MasterGlenium ACE». Дозування суперпластифікатору (в рухливих сумішах) приймалося в кожному складі для забезпечення марки рухомості приблизно Р4. Також були розроблені склади жорстких сумішей.

При проектуванні складів високоміцного бетону важливим є визначення ефективної кількості хімічних і мінеральних добавок. Для цього можна використати комп'ютерну модель структуроутворення цементного каменю, за допомогою якої може бути визначено об'єм капілярних пор, що дозволить визначити необхідну кількість дрібнодисперсних мінеральних добавок.

Імітаційне моделювання микроструктури цементного каменю. Найбільш поширеними є імітаційні методи математичного комп'ютерного моделювання: метод аналітичних розрахунків, метод динаміки багатьох тіл [4, 5], методи кінцевих і дискретних елементів, метод моделювання гідродинаміки потоків, метод моделювання виробничих процесів [6]; інтегровані методи і підходи до вирішення оптимізаційних задач.

Незважаючи на велику кількість відомих методів моделювання упаковок сфер, доводиться стикатися з матеріалами, в структурі яких переважають частки складної форми (бетон). Упаковка частинок такої форми є ресурсомісткім завданням. Вирішенням цієї проблеми може бути застосування наближення у вигляді сфероциліндру (капсулоподібний циліндр з двома напівсферичними торцями [7]).

В останні десятиліття все більшу популярність отримує імітаційностатистичне моделювання структури цементного каменю і бетону [8, 9]. В основі цього підходу лежить уявлення про щільну упаковку, наслідком якої є характер формування міцних властивостей бетону. За таким методом була розроблена імітаційна модель гідратації цементу (рис. 1-2).

Наведений підхід структурно-імітаційного моделювання дає можливість в будь-який термін твердіння цементу оцінити мікроструктуру цементного каменю.

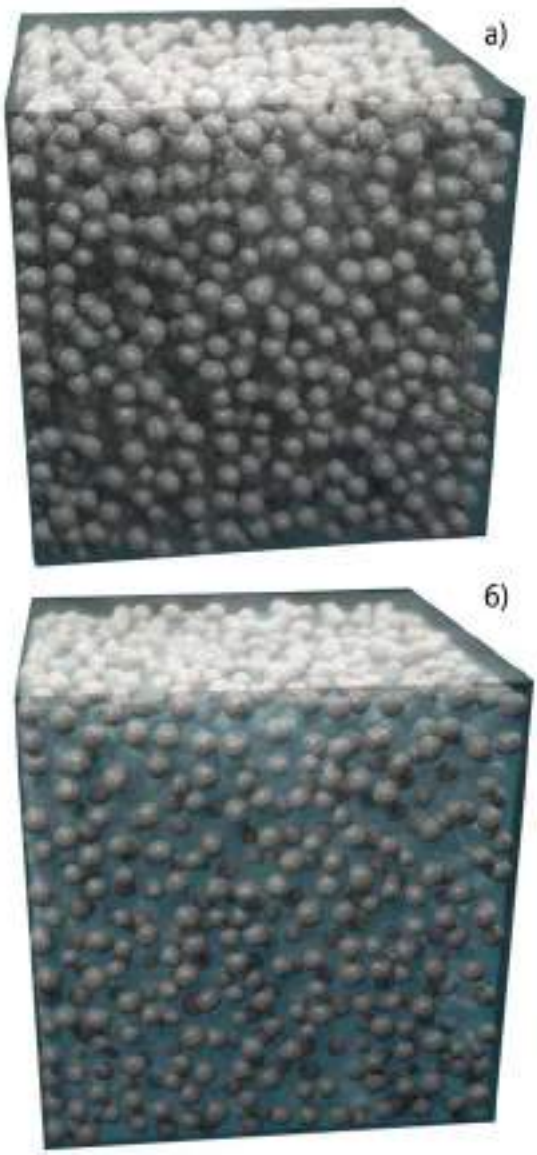


Рис. 1. Розподіл частинок цементу в об'ємі 150×150×150 мкм а) без води б) з водою

Таблиця 1.

Склади бетонів, що досліджувались

№ складу	Витрата матеріалів, кг/м³						
	Цемент	Щебінь		Пісок	Хімічна добавка	Мінеральна добавка	Вода
		Фр. 5-10	Фр. 10-20				
1	400	660	440	700	-	-	1400
2	400	660	440	700	0,6%	-	1100
3	380	660	440	700	0,7%	0,14	1100
4	366	660	440	700	0,7%	0,24	1100
5	400	540	800	550	-	-	870
6	400	540	800	550	0,9%	-	670
7	380	540	800	550	1,1%	0,14	670
8	367	540	800	550	1,5%	0,24	670
9	380	660	440	700	0,7%	0,14	1174
10	366	660	440	700	0,7%	0,24	1174
11	380	540	800	550	1,1%	0,14	693
12	367	540	800	550	1,5%	0,24	693

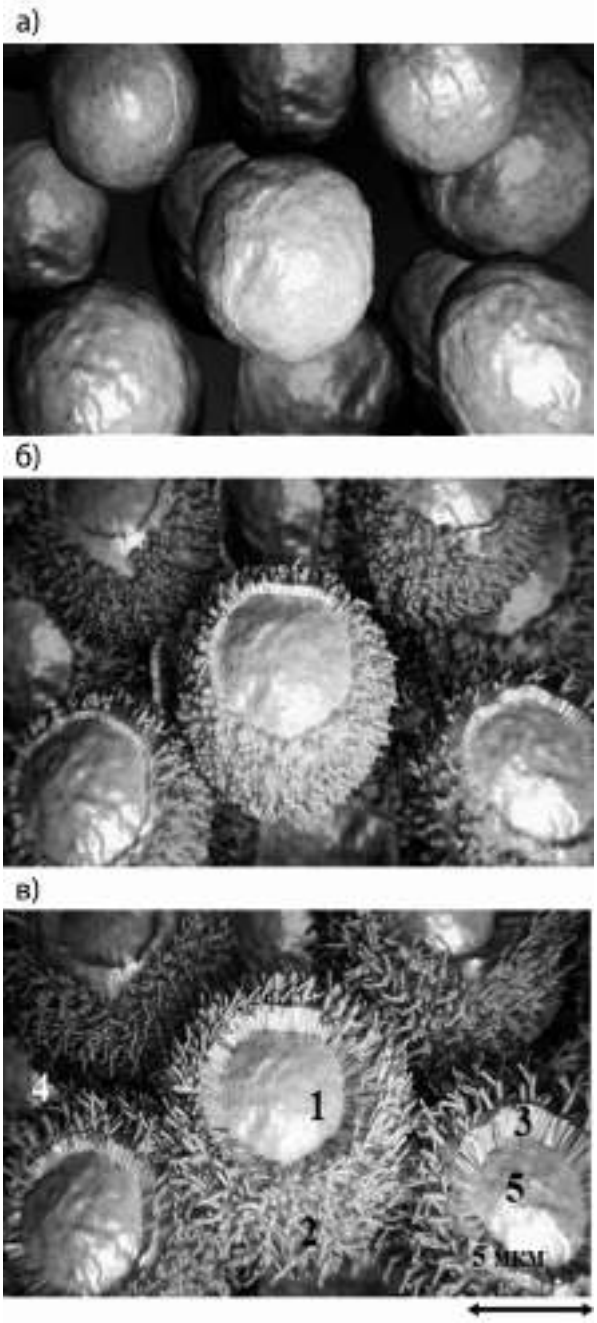


Рис. 2. Стадії гідратації цементних часток
а) початок гідратації б) через 8 годин твердіння
в) через 1 добу твердіння
1 – зерно цементу, яке ще не прореагувало; 2 – гідросилікати кальцію; 3 – гідроксид кальцію; 4 – капілярні пори

Результати міцнісних іспитів бетон-них зразків. На рис. 3-4 наведено результа-ти іспитів бетонних зразків (куби 10×10×10 см) у віці 3, 7 і 28 діб.

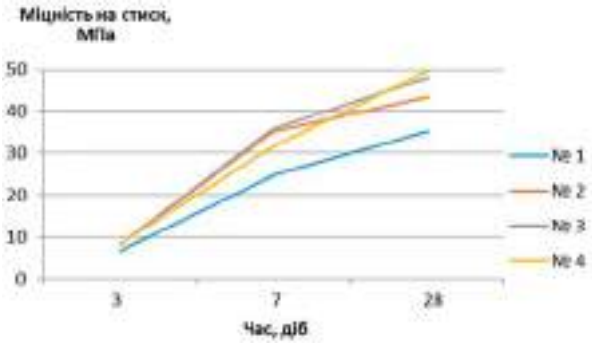


Рис. 3. Показники міцності рухливої суміші з добавкою Аеросил

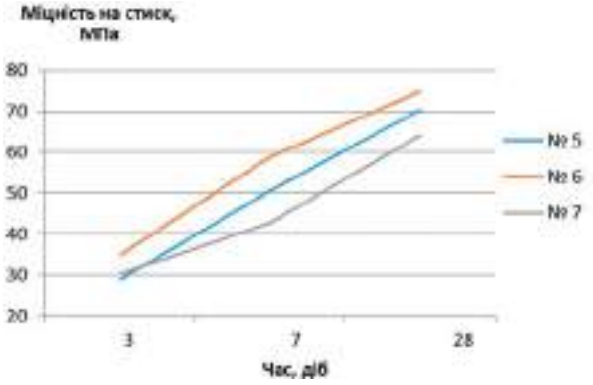


Рис. 4. Показники міцності жорсткої суміші з до-бавкою Аеросил

Як видно з рис. 3-4 введення добавки пластифікатору призводить до зростання міцності бетону відповідно на 3 добу на 28%, на 7 добу на 44,8%, на 28 добу на 23,7%.

При збільшенні кількості Аеросилу до 10% на початкових стадіях твердіння до 7 діб спостерігається зниження показників міцності бетону. Але ж у 28 діб значення міцності практично не змінюється у порівнянні зі зразком № 3. У порівнянні з конт-рольним зразком, міцність зразку з дозуванням Аеросилу 5% у віці 28 більша на 37,3 %, а з дозуванням Аеросилу 10% на 41,2%.

Показники міцності жорстких сумі-шей з добавкою Аеросил наведені на рис. 5. На рисунку ми бачимо, що зразок №8, у порівнянні з іншими зразками у серії, не набрав достатньої міцності за 28 діб. Зразки № 7 та № 8 було неможливо добре ущільнити, через використання Аеросилу з високою питомою поверхнею. Тому значення міцності цих зразків не можна сприймати як повністю достовірні.

Введення суперпластифікатору в жо-рстку суміш призводить до зростання міц-ності у віці 3 діб на 21,4%, 7 діб на 16,5% та 28 діб на 6,1%. Міцність зразку №7 у віці 3 доби зросла на 4, 9%, порівняно з контро-льним зразком, а далі міцність знижується на 18,4% – 7 доба та на 10% – 28 доба.

На рис. 5 представлені результати ви-пробувань зразків рухливої і жорсткої суміші з мікрокремнеземом аморфної модифі-кації. З графіків видно, що міцність жорстких сумішей значно більше, ніж рухливих. Міцність зразку № 11 у порівнянні зі зраз-ком № 9 зростає у віці 3 діб на 86,9 %, у віці 7 діб на 65,9% та у віці 28 діб на 32,6%. Мі-цність зразку №12 значно зростає у порів-нянні зі зразком № 10 у віці 3 діб на 147%, 7 діб на 109,2 % та 28 діб на 68,1%.

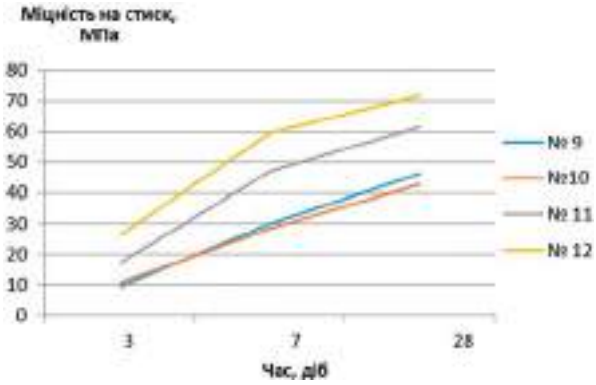


Рис. 5. Показники міцності рухливої та жорсткої суміші з мікрокремнеземом

Для розуміння і трактування результатів, які отримані при фізико-механічних випробуваннях, було проведено дослідження мікроструктури зразків бетону з модифікованими складами. Результати мікроскопічних досліджень на 28 добу твердіння наведено на рис. 7.

Присутність суперпластифікатора «MasterGlenium ACE» в бетонній суміші в поєднанні з мінеральною добавкою мікрокремнезьому 6% Аеросил в розрахунку від маси портландцементу надалі зумовлює утворення більш щільної мікроструктури в'язкої матриці, ніж у контрольному зразку (рис. 6 а). Це досягається за рахунок зниження загальної кількості необхідної води замішування, що безпосередньо впливає на зниження капілярної пористості затверді-лого в'яжучого. Відзначено менший ступінь дефектності структури, зростання но-вих типів кристалів голчастої і пластинчастої форми (рис. 6 а, б), контактна зона «цементний камінь-заповнювач» (рис. 6 б) більш щільна в порівнянні з мікрознімками бетону контрольного складу.

Більш наочно це спостерігається на знімках з більшою роздільною здатністю (рис. 7). Позначення відповідають рис. 6.

На контрольних зразках відзначена мікроструктура в'яжучого (рис. 7), яка ха-рактеризується в основному аморфною структурою матриці, що складається з низькоосновних і високоосновних гідросилікатів кальцію. Структура при цьому не однорідна, є значна кількість дефектів, у яких проглядається дрібнокристалічний портландит (рис. 8 а, в, г), що утворюється після формування первісної структури твердофазного каркасу. На рис. 8 а, в також проглядаються дефекти будови контактної зони «цементний камінь – заповнювач», що простежується у вигляді утворення зазору між цементним каменем і заповнювачем.

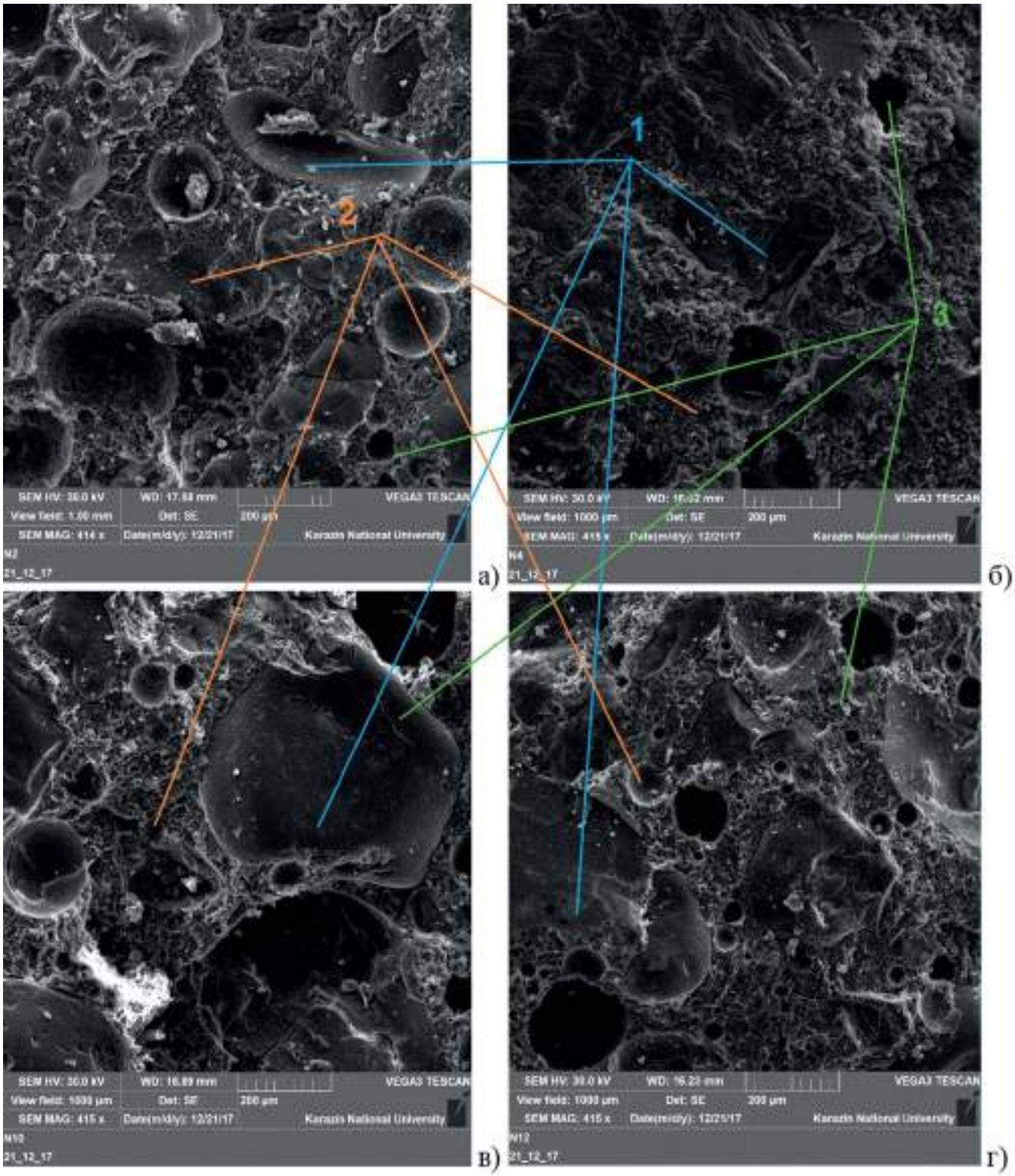


Рис. 6. Мікроскопія бетону у віці 28 діб (роздільна здатність 200 мкм)
а) склад №2; б) склад №4; в) склад №10, г) склад №12
1- заповнювачі; 2 – гідросилікати кальцію; 3 – пори

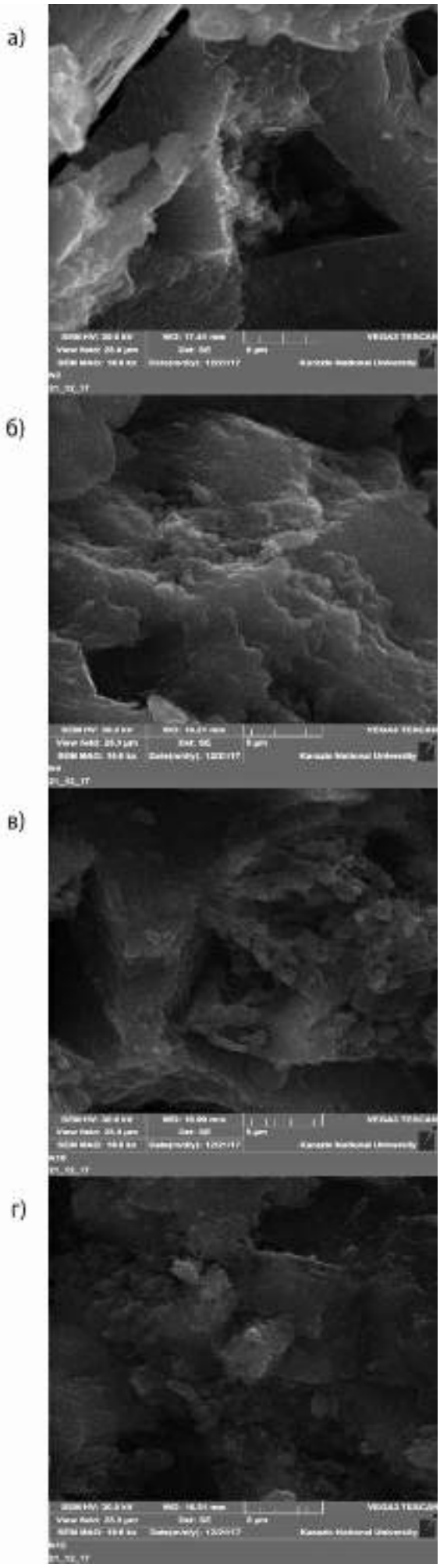


Рис. 7. Мікрознімки цементного каменю (роздільна здатність (5 мкм)

Висновки

За результатами досліджень можна зробити наступні висновки:

- використання комбінації добавок, що включає суперпластифікатор і мікрокремнезем призводить до ущільнення кристалічної структури гідросилікатними новоутвореннями, також забезпечується щільний контакт між цементним каменем і заповнювачем. Формування такої структури призводить до суттєвого підвищення як міцності цементної матриці, так і міцності модифікованого бетону в цілому;
- застосування микрокремнезема, за рахунок якого відбувається зв'язування більшої кількості іонів Ca2+, що виникає при процесах дисоціації зерен цементного клінкера, сприяє утворенню низькоосновних гідросилікатів кальцію;
- застосування принципів щільної упаковки частинок вихідних компонентів бетону сприяє поліпшенню його фізико-механічних, фізико-хімічних і експлуатаційних властивостей;
- отримана імітаційна модель гідратації цементу дає змогу судити про характер протікання процесу структуроутворення, ріст новоутворень та характер розподілу порового простору.

Література:

1. Mangulkar M. N., Jamkar S.S. Review of Particle Packing Theories Used for Concrete Mix Proportioning. // International Journal of Scientific & Engineering Research Volume 4, Issue 5, May-2013. – pp. 143-148.
2. Benz, D.P.: «CEMHYD3D; a Three Dimensional Cement Hydration and Microstructure Development Modelling Package», Version 2.0 NISTIR 6845, US Department of Commerce, Washington DC, 1997 and also «Three-dimensional computer simulation of portland cement hydration and microstructure development», J. Am. Ceram. Soc., Vol. 80 (1997) pp. 3–21.
3. Andersen, P.J. and Johansen, V. Particle packing and concrete properties, Material Science of Concrete: II, 1991, Skalny J and Mindess S (Edited), The American Ceramic Society, Inc., Westerville, Ohio. pp.111-147.
4. Берлин, А.А. Имитация свойств твердых тел и жидкостей методами компьютерного моделирования / А.А. Берлин, Н.К. Балабаев // Физика. Соровский образовательный журнал. №11. – 1997. – с.85-92.
5. Satoh, A. Introduction to Practice of Molecular Simulation: Molecular Dynamics, Monte Carlo, Brownian Dynamics, Lattice Boltzmann and Dissipative Particle Dynamics / A. Satoh // Elsevier, 2011. – 322p.
6. Пальцер, У. Компьютерное моделирование в производстве бетонных изделий / У. Пальцер, Й.Г. Швабе // Бетон и железобетон. – 2010. – с. 20-22.
7. Мизгулин, В.В. Моделирование плотных материалов методом упаковки сферополиэдров / В.В. Мизгулин, Р.М. Кадушников, Д. М. Алиевский, В. М. Алиевский // Компьютерные исследования и моделирование. 2012. – Т.4. – №4. – С.757–766.
8. Maekawa K., Ishida T., Kishi T. Multi-scale modeling of concrete performance – Integrated material and structural mechanics // Journal of Advanced Concrete Technology, 1 (2). – 2003. – pp. 91-126.
9. Харитонов, А.М. Структурно-имитационное моделирование в исследованиях свойств цементных композитов: автореф. дис. на соискание ученой степени доктора тех. наук (05.23.05 – Строительные материалы и изделия) / А.М. Харитонов; науч. консультант П.Г. Комохов. – С.-Петербург, 2009. – 38 с.

УДК 666.9 : 691.541

Цибенко М. Ю.

Черняк Л. П.

Дорогань Н. О.

Цибенко М. Ю., магістр,
аспірант кафедри хімічної технології композиційних матеріалів,
☎ +38 063 445-91-91 ✉ marynatsybenko@ukr.net,
Черняк Л. П., доктор технічних наук, професор,
професор кафедри хімічної технології композиційних матеріалів,
☎+38 067 298-57-75 ✉ lpchernyak@ukr.net,
Дорогань Н. О., кандидат технічних наук,
асистент кафедри хімічної технології композиційних матеріалів,
☎ +38 098 714-30-39 ✉ nataliyadorogan@ukr.net,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,
проспект Перемоги 37, корпус 21, м.Київ, 03056, Україна

Maryna Tsybenko, Master's degree, graduate student
Department of Chemical Technology of composite materials,
☎ +38 063 445-91-91 ✉ marynatsybenko@ukr.net,
Lev Cherniak, Doctor of Technical Science, professor
Department of Chemical Technology of composite materials
☎+38 067 298-57-75 ✉ lpchernyak@ukr.net,
Nataliia Dorogan, PhD, assistant
Department of Chemical Technology of composite materials
☎ +38 098 714-30-39 ✉ nataliyadorogan@ukr.net,
National Technical University of Ukraine
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnical Institute»
37 Peremogy ave., Kiev, Ukraine, 03056

МІНЕРАЛЬНИЙ В`ЯЖУЧИЙ МАТЕРІАЛ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ СПОНДИЛОВОЇ ГЛИНИ

MINERAL ASTRINGENT MATERIAL WITH THE USE OF SPONDILUS CLAY

МИНЕРАЛЬНЫЙ ВЯЖУЩИЙ МАТЕРИАЛ С ПРИМЕНЕНИЕМ СПОНДИЛОВОЙ ГЛИНЫ

Анотація. Проведено аналіз сировинних сумішей для виготовлення в'яжучого матеріалу низькотемпературного випалу типу романцементу на основі системи вапняк – спондилова глина.
Показано особливості фазового складу матеріалу після випалу на 1150 °С при застосуванні спондилової глини та золи виносу як алюмо- та кремнеземвмісних компонентів.
Ключові слова: в'яжуче мінеральне, суміш сировинна, склад, випал, аналіз, властивості.
Анотация. Проведен анализ сырьевых смесей для изготовления вяжущего материала низкотемпературного обжига типа романцемента на основе системы известняк – спондиловая глина.
Показаны особенности фазового состава материала после обжига на 1150 °С при использовании спондиловоц глины и золы выноса как алюмо- и кремнеземсодержащих компонентов.
Ключевые слова: вяжущее минеральное, смесь сырьевая, состав, обжиг, анализ, свойства.
Annotation. The analysis of raw material mixtures for making of astringent material at low temperature burning by Roman cement type on the basis of the system limestone – spondilus clay is done.
The features of phase composition of material after burning on 1150 °C at the use of spondilus clay and ash fly as components that contain Al_2O_3 and SiO_2 are shown.
Keywords: astringent mineral, mixture raw material, composition, burning, analysis, properties.

Вступ

Хімічна технологія мінеральних в'яжучих речовин базується на застосуванні вихідних сумішей карбонатного та глинистого компонентів, якісний склад і кількісне співвідношення яких є факторами структуроутворення та досягнення заданих властивостей [1-3]. При цьому карбонатвмісна сировина – слугує, головним чином, джерелом CaO, а глиниста – джерелом SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, що мають утворювати при випалі кристалічні фази силікатів, алюмінатів і алюмоферриту кальцію [4-7]. Вказані оксиди входять до породоутворюючих мінералів сировини, перш за все – кальциту, каолініту, монтморилоніту, гідрослюди і набувають підвищену реакційну здатність при руйнуванні ґраток мінералів в процесі високотемпературної обробки [8-10]. Отже, мінералогічний склад вихідної сировини є вагомим фактором технології в'яжучих матеріалів.

Урахування цього фактору важливо при розробці нових складів сумішей для виготовлення мінеральних в'яжучих, в тому числі низькотемпературного випалу (900-1200 °С), в напрямку чого виконана подана робота.

Характеристика об'єктів дослідження

Як відзначалось вище, реакційна здатність силікатної системи при випалі має залежати не лише від кількісного вмісту оксидів, а й від різновидів породоутворюючих мінералів сировини, що їх містять. Найбільшою мірою це стосується полімінерального глинистого компоненту сировинної суміші, що визначило напрям та вибір об'єктів дослідження в даній роботі.

Об'єктом дослідження стали сировинні суміші для виготовлення в'яжучого матеріалу на основі системи вапняк – глинистий компонент.

Для виготовлення вихідної сировинної суміші застосовано:

- вапняк Дубовецького родовища Івано-Франківської обл., що промислово використовується ПАТ «Івано-Франківськцемент»;
- спондилову глину, родовища якої розповсюджені у Київській та Харківській областях [11, 12];
- як коригуючу добавку – золу виносу Бурштинської ТЕС (Івано-Франківська обл.).

За хімічним складом проба спондилова глина відрізняється від глини кривинської що промислово використовується ПАТ «Івано-Франківськцемент» (табл. 1):

- значно меншим вмістом Al_2O_3 (8,9 проти 15,7 мас.%) при більшому співвідношенні $SiO_2 : Al_2O_3$ (6,0 против 3,9);
- значно більшим вмістом CaO (14,6 проти 3,3 мас. %) та загальною кількістю лужних і лужноземельних оксидів типа R_2O+RO (19,25 проти 8,37 мас.%).

Аналіз мінералогічного складу досліджуваної сировини, проведений з застосуванням дифрактометру ДРОН – 3М, показав, що дубовецький вапняк характеризується превалюючим вмістом кальциту з домішками доломіту і кварцу, спондилова глини відноситься до групи полімінеральних, серед яких відзначається підвищеним вмістом кальциту (рис.1).

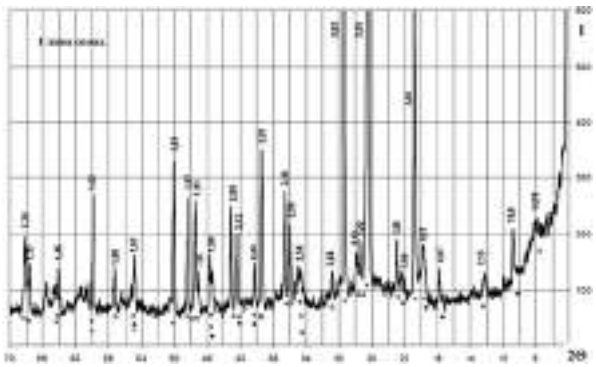


Рис. 1. Дифрактограма спондилової глини.
Позначення: v – кварц, Δ – польовий шпат,
+ – каолініт, x – кальцит, ● – гідрослюда,
o – гідроксиди заліза, ◊ – монтморилоніт

Кількісний мінералогічний склад проб досліджуваної сировини свідчить про суттєві відмінності (табл. 2).

Аналіз мінералогічного складу вказує, що у досліджуваній силікатній системі можливі відмінності реакційної здатності оксидів: у фізико-хімічних процесах при випалі. Щодо CaO це обумовлюється утворенням при руйнуванні ґраток кальциту вапняка, кальциту та монтморилоніту спондилової глини; щодо SiO_2 і Al_2O_3 – утворенням при руйнуванні ґраток каолініту, монтморилоніту і гідрослюди спондилової глини.

Комп'ютерні розрахунки та аналіз складу сировинних сумішей

Для розробки в'яжучих низькотемпературного випалу застосовано нову комп'ютерну програму «Роман-Цем» [13]. При цьому за визнаною методикою щодо романцементу склад мінерального в'яжучого розраховують за заданим значенням гідравлічного модуля НМ=1,1–1,7, що характеризує співвідношення між найважливішими оксидами за формулою:

$$HM = \frac{CaO}{SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3}$$

Встановлено (рис. 2), що при використанні бінарних сировинних сумішей на основі системи вапняк – спондилова глина можливий вміст глини становить від 31 до 45 мас. %, проте при цьому виготовлений в'яжучий матеріал характеризується підвищенням кремнеземного модулю (n=4,1-4,3), що не відповідають показникам, рекомендованим для цементу [13], при глиноземному модулі p = 1,6-2,0.

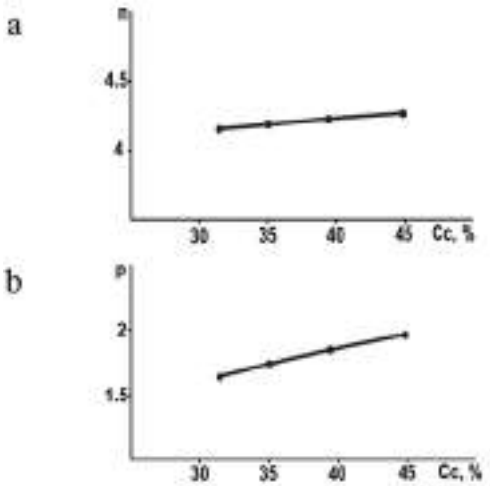


Рис. 2. Залежність кремнеземного (a) та глиноземного (b) модулів в'яжучого від концентрації спондилової глини (Cc) для системи вапняк-глина

При використанні 3-компонентних сумішей на основі системи вапняк –спондилова глина – зола виносу можливий вміст глини становить від 10 до 40 мас. %. При цьому в інтервалі концентрацій глини Cc =20-35 мас. % в'яжучий матеріал відповідає рекомендованим показникам кремнеземного (n=2,0-3,0) та глиноземного (p = 0,95-1,4) модулів (рис. 3).

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
вапняк	3,13	0,06	1,05	-	52,82	0,52	0,10	-	-	42,32
глина спондилова	53,62	8,87	3,26	0,10	14,60	2,00	1,26	0,29	2,36	13,72
глина кривинська	60,96	15,66	5,57	0,79	3,33	2,04	0,16	0,30	2,70	8,48

Таблиця 2.

Мінералогічний склад сировини

Проба	Вміст породоутворюючих мінералів, мас. %							
	кальцит	каолініт	гідрослюда	монтмори-лоніт	кварц	польовий шпат	гідроксиди заліза	рутіл
вапняк	92,8	-	-	-	3,1	-	1,2	-
глина спондилова	25,0	3,0	17,5	20,0	30,0	2,5	3,5	0,1

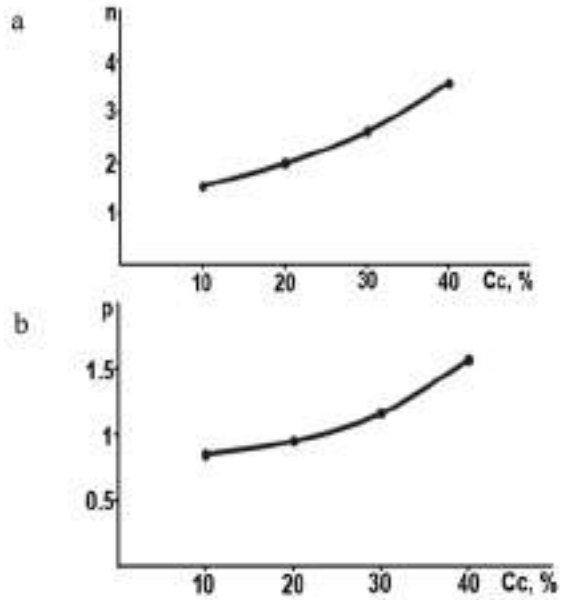


Рис. 3. Залежність кремнеземного (а) та глиноземного (b) модулів в'яжучого від концентрації спондилової глини (Сс) для системи вапняк-глина-зола виносу

Відповідно до викладеного вище аналізу для дослідження особливостей фазового складу та властивостей мінерального в'яжучого на основі системи вапняк – спондилова глина – зола виносу було обрано проби 9-4 і 16-1, що при однаковому вмісті глини відрізняються кількісним співвідношенням карбонатного, алюмо- і кремнеземвмісних компонентів (табл. 2). При цьому суміш 16-1 відрізняється кількістю вапняку за рахунок введення золи виносу та добавки мінералізатору.

Таблиця 3.

Склад сировинних сумішей

Код проби	Вміст компонентів, мас. %			
	вапняк	глина спондилова	зола виносу	мінералізатор
9-4	68,5	31,5	-	-
16-1	59,0	30,0	11,0	0,5

Досліджувані суміші характеризуються відмінностями хіміко-мінералогічного складу (табл. 4, 5). Проба 3-компонентної суміші 16-1 відрізняється від 9-4 більшим вмістом SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3 при меншій кількості CaO. Кількісне співвідношення породоутворюючих мінералів кальцит : кварц становить 4,1 для проби 16-1 проти 6,2 для 9-4. Проба 16-1 відзначається також більшим вмістом оксидів заліза та наявністю муліту.

Фазовий склад і властивості в'яжучого матеріалу

Після випалу при однаковому гідравлічному модулі НМ = 1,7 проба 16-1 відрізняється від 9-4 меншими значеннями кремнеземного **n** (2,6 проти 4,2) та глиноземного **p** (1,2 проти 1,6) модулів, що відповідають рекомендованим для цементу.

Рентгенофазовий аналіз, проведений за допомогою дифрактометра ДРОН-3М, дозволив поглибити уявлення про особливості фазових перетворень при випалі досліджуваних сумішей [14].

Очевидно, що після спільного випалу на максимальну температуру 1150 °С має місце руйнування кристалічних ґраток основних породоутворюючих мінералів сировинних компонентів (рис. 4, 5) з формуванням фазового складу в'яжучого як фактора структури, що визначає фізико-технічні властивості матеріалу. При цьому встановлено, що проби випаленого матеріалу відрізняються мірою розвитку склофази, якісним та кількісним складом кристалічних фаз (рис. 6, 7).

Це корелюється зі вказаними вище відмінностями хіміко-мінералогічного складу вихідних сумішей.

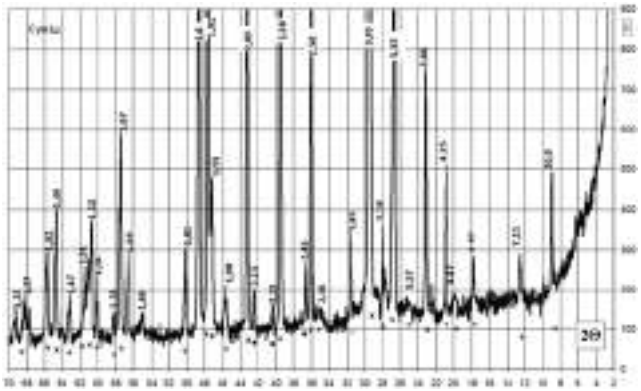


Рис. 4. Дифрактограма суміші 9-4
Позначення: x – кальцит, v – кварц, ⁎ – каолініт,
● – гідрослюда, Δ – польовий шпат

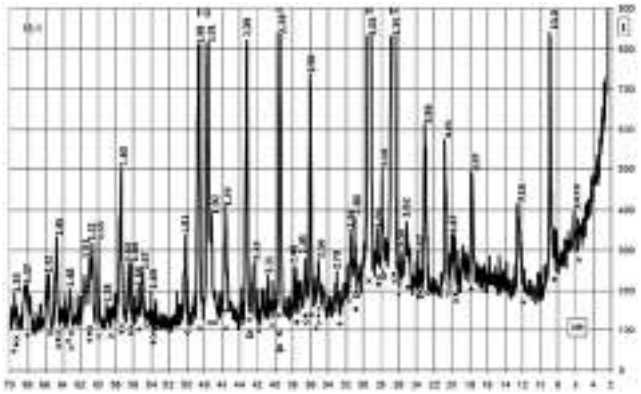


Рис. 5. Дифрактограма суміші 16-1
Позначення: x – кальцит, v – кварц,
⁎ – каолініт, ● – гідрослюда, Δ – польовий шпат

Таблиця 4.

Хімічний склад сировинних сумішей

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
вапняк	3,13	0,06	1,05	-	52,82	0,52	0,10	-	-	42,32
Суміш 9-4	19,03	2,84	1,74	0,05	40,78	0,99	0,46	0,09	0,74	33,31
Суміш 16-1	23,01	4,66	4,04	0,22	35,99	1,07	0,41	0,09	0,94	29,25

Таблиця 5.

Мінералогічний склад сумішей

Проба	Вміст породоутворюючих мінералів, мас. %							
	кальцит	каолініт	гідрослюда	монтморилоніт	кварц	польовий шпат	гідроксиди заліза	рутіл
9-4	71,4	1,0	5,5	6,3	11,6	0,8	-	1,9
16-1	62,2	0,9	5,3	6,0	15,1	0,8	2,8	4,5

Так, проба 16-1 у порівнянні з 9-4 відзначається:

- більшим вмістом склофази (за площею дифузного гало), що пов'язується із введенням золи виносу та інтенсифікацією утворення в процесі випалу рідкої фази за рахунок більшої кількості оксидів заліза;
- розвитком кристалічних фаз силікатів кальцію: утворенням CS (2,97 Å) при меншій кількості C_2S (2,61 Å), що пов'язується із різницею кількісного співвідношення кальцит : кварц у вихідних сумішах (4,1 для проби 16-1 проти 6,2 для 9-4),
- більшим утворенням алюмосилікатів кальцію C_2AS (2,85 Å) при меншій кількості алюмінатів типу $C_{12}A_7$ (4,90 Å) і C_3A (2,70 Å).

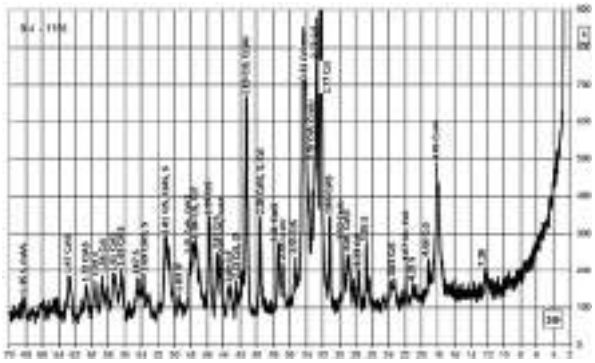


Рис. 6. Дифрактограма матеріалу з суміші 9-4 після випалу на 1150 °С.

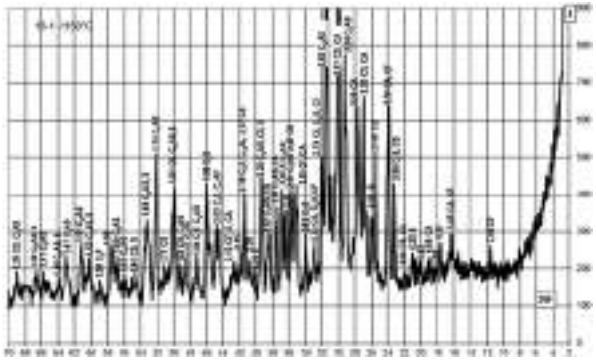


Рис. 7. Дифрактограма матеріалу з суміші 16-1 після випалу на 1150 °С.

Отримані результати тестувань проб на основі досліджуваних систем після випалу з максимальною температурою 1150 °С свідчать про відмінності їх в'яжучих властивостей (табл. 6).

Таблиця 6.

Властивості в'яжучого матеріалу

Показники		Код проби	
		9-4	16-1
Тонкість помелу, залишок на ситі 008, мас. %		8	7
Терміни тужавлення, хв.	початок	40	125
	кінець	60	175
Міцність на стиск через 28 діб, МПа		15	21

Згідно класифікації ДСТУ Б В.27-91-99 за швидкістю тужавлення проба в'яжучого 9-4 відноситься до групи швидкотужавіючих (термін початку від 15 до 45 хв.), характерними представниками якої вважаються ангідритовий та глиноземистий цемент і шлаколужні в'яжучі.

Проба в'яжучого 16-1 відноситься до групи повільнотужавіючих (термін початку не раніше 2 год.), характерними представником якої вважається романцемент. При цьому у порівнянні з пробою 9-4 спостерігається загалом уповільнення процесу тужавлення.

Висновки

1. Аналіз хіміко-мінералогічного складу та властивостей силікатних сировинних компонентів є базисом прогнозної оцінки їх технологічної придатності. При цьому щодо технології в'яжучих матеріалів важливою є комплексна оцінка карбонатної та глинистої складових.

2. З урахуванням особливості складу спондилової глини (підвищеним вмістом тонкодисперсного кальциту, монтморилоніту, гідрослюди), доцільність її застосування в виробництві мінеральних в'яжучих пов'язана з можливістю регулювання кінетики і напрямку фазових перетворень при випалі матеріалу.

3. З позицій ресурсозбереження і технології важливим є показане комплексне застосування алюмо- і кремнеземвмісних сировинних компонентів природного (глина) і техногенного (зола виносу) походження.

Література:

1. Бутт Ю.М. Химическая технология вяжущих материалов [Текст] / Ю.М. Бутт, М.М. Сычев, В.В. Тимашев – М.: Высшая школа, 1980. – 460 с.
2. Duda Walter H. Cement Data Book, Volume 3: Raw Material for Cement Production – French & European Pubns, 1988. – 188 p.
3. Черняк Л.П. Особливості структуроутворення дисперсних систем у технології портландцементу // Технологический аудит и резервы производства. – 2013. – Т.6.- № 5(14) – С. 8-10.
4. Теория цемента / под ред. А.А.Пащенко. – К.: Будівельник,1991.-168 с.
5. Taylor H. F. W. Cement Chemistry / H. F. W. Taylor– London: Thomas Telford Publishing; 2 edition, 1997 – 459 p. 3.
6. Ghosh S.N. Advances in Cement Technology: Chemistry, Manufacture and Testing / Taylor & Francis, 2003. – pp. 828.
7. Winter Nicholas B. Understanding Cement. – WHD Microanalysis Consultants Ltd., 2012. – 206 p.
8. Полубояринов Д.Н. Высокоглиноземистые керамические и огнеупорные материалы / Д.Н. Полубояринов, В.Л. Балкевич, Р.Я.-М.: Госстройиздат, 1960.- 232 с.
9. Кононов М.Е. Исследование зависимости физико-технических свойств и фазового состава кианитового концентрата от температуры обжига / М.Е. Кононов, О.В. Поваляева, О.А. Ефимова // Силикатные материалы из минерального сырья и отходов промышленности. – Л.: Наука,1982. – С. 27 –35.
10. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы. – М.: Химия, 1988. – 465 с.
11. Строкатобарвні глини Київської області як сировина для виробництва керамзиту / Солонінко І.С., Виходець Л.Д., Малашевський В.В., Кальонов Є.М., Давидсон І.С., Литвинчук Н.Г. – К.: Будівельник, 1972. – 52 с.
12. Черняк Л.П. Мінералогічний склад і напрямки застосування глинистої сировини // Зб. Матеріали V міжнародної науково-технічної конференції «Композиційні матеріали» – Київ: НТУ У «КПІ».. – 2010. – С. 30 – 33.
13. Свідерський В.А. Програмне забезпечення технології низькотемпературних 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.
14. Цибенко М.Ю. Фазовые превращения при низкотемпературном обжиге вяжущего материала / М.Ю. Цибенко, Н.А. Дорогань, Л.П. Черняк // Девятая молодежная научная конференция „Технические науки. Индустриальный менеджмент» – г. Бургас (Болгария), 2015.- С. 27-28.

ПрАТ «Івано-Франківськцемент» – це високотехнологічний потужний комплекс виробництв промисловості будівельних матеріалів у с. Ямниця Івано-Франківської області, що виробляє понад 300 найменувань продукції, основні напрямки з яких цемент, шифер та гіпс.

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

НАУКОВО-ПРАКТИЧНИЙ СЕМІНАР «БУДУЄМО УКРАЇНУ РАЗОМ»

30 січня 2018 року на базі підприємства ПрАТ «Івано-Франківськцемент» відбувся науково-практичний семінар на тему **«Будуємо Україну разом»** для компаній – виробників бетону, бетонних виробів та сухих будівельних сумішей.
В роботі семінару прийняли участь представники 33 компаній (53 спеціалістів) з усієї України.

З вітанням учасників семінару та вступним словом виступив Голова правління ПрАТ «Івано-Франківськцемент» Круць М. Ф.

Програма семінару включала виступи ведучих фахівців ПрАТ «Івано-Франківськцемент», доповіді профільних науковців, а також обговорення зі споживачами.

З доповідями виступили працівники ПрАТ «Івано-Франківськцемент»:

- Островська Л. М. Загальна оцінка ринку.
- Маковійчук М.В. Передові технології на ПрАТ «Івано-Франківськцемент».
- Гев'юк І. М. Види цементів. Портландцемент з пуцоланою.
- Якимечко І. Я. Композиційні цеолітовмісні портландцементи.
- Горпинко О. Ф. Переваги цементів ПрАТ «Івано-Франківськцемент» з високою ранньою міцністю.
- Ярема О.С. Портландцемент для будівництва доріг.

Доповіді профільних науковців:

- д-р. інж. габіл. Янотка І. (Словаччина, Братіслава) Застосування портландцементу з вмістом цеолітового туфу.
- д.т.н., проф. Гоц В. І. (КНУБА) Особливості застосування цементів виробництва ПрАТ «Івано-Франківськцемент» в умовах мегаполісів.
- д.т.н., проф. Саницький М. А. (НУ «Львівська політехніка») Випробування портландцементів виробництва ПрАТ «Івано-Франківськцемент» на базі НУ «Львівська Політехніка».

Оглядини цементного заводу з площадки циклонних теплообмінників (висота 75 м)

У рамках семінару була проведена екскурсія для ознайомлення з сучасним заводом, енергозберігаючою та високопродуктивною технологією «сухий» спосіб виробництва, найсучаснішим обладнанням лабораторії для контролю технологічного процесу, представлено широкий асортимент продукції ПрАТ «Івано-Франківськцемент».

Контроль якості цементу в лабораторії виробництва в'яжучих матеріалів

Учасники семінару брали участь у дискусіях та поділились своїми ідеями й напрацюваннями

ПрАТ «ІВАНО-ФРАНКІВСЬКЦЕМЕНТ»

**77422, Україна,
Івано-Франківська область,
Тисменицький р-н,
С. Ямниця**

Чекаємо Вас на наступних зустрічах на нашому підприємстві.

УДК 666.94

Круць Т. М. Горпинко О. Ф. Гев`юк І. М. Саницький М. А. Кропивницька Т.П.

Круць Т. М., к.т.н., заступник голови правління,
✉ krutskomerc@ifcem.if.ua ☎ +38 0342 58 35 22
Горпинко О. Ф., начальник управління з якості
✉ headlabor@ifcem.if.ua ☎ +38 067 344 84 22
Гев`юк І. М., начальник лабораторії та ВТК,
✉ labcem@ifcem.if.ua ☎ +38 067 344 84 30
ПрАТ «Івано-Франківськцемент»,
с. Ямниця, 77244, Україна
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 ☎ +38 096 574 72 12
Національний університет «Львівська політехніка»,
вул. С. Бандери, 12, м. Львів, 79013, Україна

T. Kruts, PhD, Vice Chairman,
✉ krutskomerc@ifcem.if.ua ☎ +38 0342 58 35 22
O. Horpynko, head of Quality Management,
✉ headlabor@ifcem.if.ua ☎ +38 067 344 84 22
I. Geviuk, head of testing laboratory,
✉ labcem@ifcem.if.ua ☎ +38 067 344 84 30
JSC «Ivano-Frankivsk Cement»,
Yamnytsya, 77422, Ukraine
M. Sanytsky, Dr.Sc, professor,
head of department of building production,
✉ msanytsky@ukr.net ☎ +38 032 258 25 41
T. Kropyvnytska, assistant professor,
of department of building production,
✉ tkropyvnytska@ukr.net ☎ +38 096 574 72 12
Lviv Polytechnic National University,
12 S. Bandery str., Lviv, 79013, Ukraine

ВИСОКОЯКІСНІ ШВИДКОТВЕРДНУЧІ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТИ ВИРОБНИЦТВА ПрАТ «ІВАНО-ФРАНКІВСЬКЦЕМЕНТ»

HIGH QUALITY RAPID HARDENING PORTLAND CEMENTS OF PRODUCTION PJSC «IVANO-FRANKIVSKCEMENT»

ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫЕ БЫСТРОТВЕРДЕЮЩИЕ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТЫ ПРОИЗВОДСТВА ПАО «ИВАНО-ФРАНКОВСКЦЕМЕНТ»

Анотація. Наведено дані про властивості інноваційних портландцементів з високою ранньою міцністю виробництва ПрАТ «Івано-Франківськцемент». Показано, що висока якість та швидкість тверднення портландцементів досягаються за рахунок формування дрібнокристалічної мікроструктури клінкеру, оптимізації речовинного та гранулометричного складів цементів, а також високого технічного рівня роботи заводу та строгої системи контролю технологічних параметрів процесу виробництва.
Ключові слова: високотехнологічне підприємство, портландцементи з високою ранньою міцністю, цементозаміщуючі матеріали, властивості.
Аннотация. Приведены данные о свойствах инновационных портландцементов с высокой ранней прочностью производства ПАО «Ивано-Франковскцемент». Показано, что высокое качество и скорость твердения портландцементов достигается за счет формирования мелкокристаллической микроструктуры клинкера, оптимизации вещественного и гранулометрического составов цементов, а также высокого технического уровня работы завода и строгой системы контроля технологических параметров процессов производства.
Ключевые слова: высокотехнологичное предприятие, портландцементы с высокой ранней прочностью, цементозамещающие материалы, свойства.
Annotation. The data on the properties of innovative Portland cements with high early strength of PJSC «Ivano-Frankivskcement» production is presented. It is shown that high quality and rapid hardening of Portland cements are achieved due to the formation of fine crystalline microstructure of clinker and optimization of main constituents and granulometric composition of cements, as well as a high technical level of the plant and a strict system of control of technological parameters of production processes.
Keywords: high-tech enterprise, Portland cements with high early strength, supplementary cementitious materials, properties.

Постановка проблеми

Найбільшою рушійною силою для розвитку цементної технології вже протягом тривалого часу є вимога зменшити питоме навантаження емісії CO_2, так як цементна промисловість продукує 5% від загальних світових викидів CO_2. За останнє десятиліття споживання бетону зросло від 1 до 2 м^3 на одного жителя планети [1, 2]. В Україні цей показник не досягає навіть 1 м^3 бетону на душу населення, що відповідає 300 кг цементу – показник «мінімуму комфорту цивілізації». Так, виробництво цементу на душу населення в Україні є одним з найнижчих у Європі і станом на 2017 рік складало 220 кг, тоді як його середнє споживання в світі втричі більше [3]. Тому зростання випуску цементу в Україні з урахуванням зниження ступеня забруднення навколишнього середовища має важливе народногосподарське значення та дозволяє наблизити населення до європейських стандартів.

Провідне підприємство в цементній галузі – ПрАТ «Івано-Франківськцемент» – у 2017 році завершило введення в дію нової технологічної лінії з випуску портландцементного клінкеру і стало найпотужнішим виробником цементу в Україні. 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 дозволило значно збільшити потужності виробництва та 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 [4].

У світовому контексті для скорочення матеріальних та енергетичних витрат і обмеження емісії CO_2 виробники цементів прагнуть до зниження клінкер-фактору, що визначає пошук структурно-логічних та екологічних шляхів заміни частини портландцементного клінкеру на мінеральні добавки –

цементозаміщуючі матеріали (ЦЗМ) – з оптимізацією речовинного та гранулометричного складів цементів [5]. Раціональним вирішенням цієї проблеми є технологічно оптимізовані цементи з декількома основними компонентами. Стратегія такого розвитку передбачає, що комбінація основних компонентів різного генезису в більшій мірі забезпечує зниження емісії CO_2 та збереження матеріальних ресурсів, а також оптимізацію властивостей (легковкладальність, стандартна та рання міцність, довговічність, вартість, вплив на навколишнє середовище). Це має дуже важливе значення для кожного конкретного випадку використання. Тому в процесі виробництва цементу необхідно постійно проводити оцінку якості та активності мінеральних добавок, оптимізацію гранулометричного складу цементу з врахуванням механізму гідратації в'яжучих та характеру набору міцності [6].

Ринкова еволюція цементів у Європі свідчить про зростання виробництва композиційних портландцементів II типу, при цьому за останні роки переважаючим є клас цементів за міцністю 42,5. В той же час, для портландцементів з мінеральними добавками надзвичайно актуальним є пошук шляхів підвищення кінетики наростання їх міцності в ранньому віці.

Швидкотверднучі портландцементи (портландцементи з високою ранньою міцністю) отримуються за рахунок як особливого мінералогічного складу, так і високої тонкості розмелювання, що забезпечує підвищення міцності бетону на початковому етапі тверднення та має важливе значення при виготовленні залізобетонних конструкцій, особливо з попередньо-напруженого залізобетону, в т.ч. з мінімальною тепловою обробкою, а також при зведенні конструкцій і споруд з монолітного бетону при застосуванні ковзної опалубки.

Матеріали і методи досліджень

Для проведення досліджень використано портландцементи ПЦ I-500Р-Н, ПЦ II/А-Ш-500Р-Н, ПЦ II/А-П-500Р-Н, ПЦ II/А-Ш-400Р-Н, ПЦ II/Б-К-400Р-Н ПрАТ «Івано-Франківськцемент» на основі портландцементного клінкеру нормованого мінералогічного складу (мас.%: C_3S – 60,82; C_2S – 14,62; C_3A – 6,76; C_4AF – 12,32; вміст лужних оксидів у перерахунку на Na_2Oe – 0,8). Завдяки унікальній сировинній базі для виробництва портландцементного клінкеру ПрАТ «Івано-Франківськцемент», яка містить мергелі (30-40% мергель-натурал), суміш легко спікається, що сприяє утворенню аліту у вигляді переважної кількості дрібних кристалів розміром 15-20 мкм з тонкорозподіленою матрицею клінкерних фаз C_3A і C_4AF (рис. 1). Це визначає високу активність портландцементного клінкеру (52-54 МПа) та створює можливість одержання композиційних портландцементів з високою ранньою міцністю.

Підвищення активності портландцементів II типу в значній мірі досягається за рахунок оптимізації гранулометричного складу портландцементного клінкеру та цементозаміщуючих матеріалів різного генезису: гранульованого доменного шлаку (ГДШ), природньої пуцолани, золи-винесення та карбонатних добавок.

Особливий практичний інтерес в технології цементів представляє використання в якості природної пуцолани цеолітів Сокирницького родовища, які є алюмосилікатами лужних і лужноземельних металів з вмістом 60-70 % клиноптилоліту $(Na_2, K_2)O{\bullet}Al_2O_3{\bullet}10SiO_2{\bullet}8H_2O$. Введення в процесі помелу цеоліту дозволяє покращити розмелоздатність в'яжучого, сприяє економічним вигодам та довговічності. Для цеолітової породи слід також виділити здатність до гідролізу склоподібної складової, причому висока інтенсивність цього процесу зумовлює зростання pH-середовища за рахунок обмінної здатності цеолітового мінералу – клиноптилоліту, що створює необхідні умови для лужної активації доменного гранульованого шлаку в складі змішаних в'яжучих, тобто є резервом для підвищення гідравлічної активності цементів [7, 8].

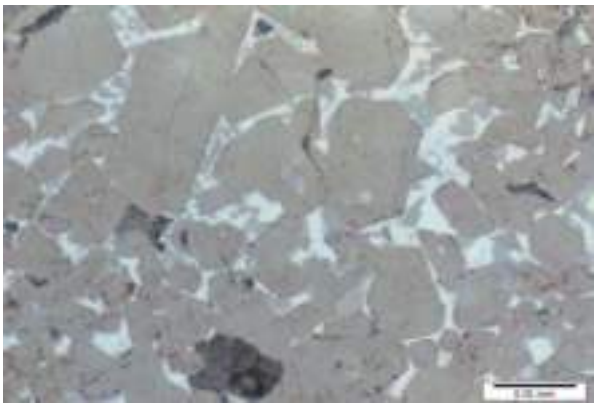


Рис. 1. Мікроструктура портландцементного клінкеру нормованого мінералогічного складу з високою гідравлічною активністю

Коефіцієнт пуцоланової активності ($K_{п90}$) високодисперсного цеоліту ($S_{пит}$=1320 м^2/кг) випробуваного згідно з EN 450-1:2009 становить 1,67. Згідно з ASTM C593-06 для цеоліту показник міцності є найвищий і складає 5 МПа ($R_{ст}$≥4,15 МПа), тоді як для золи винесення – 4,6. Границя міцності на стиск розчину на основі цеоліту перевищує нормативне значення в 3 рази і складає 7,6 МПа ($R_{ст}$≥2,5 МПа). Високі показники пуцоланової активності цеоліту (за поглинанням CaO – 300 мг/г та $CaSO_4$ – 147 мг/г) забезпечують інтенсивне зв'язування кальцію гідроксиду в низькоосновні гідросилікати, гідросульфоалюмінати і гідроалюмінати кальцію [9].

Для покращення властивостей бетонних сумішей та бетонів на основі швидкотверднучих портландцементів ПрАТ «Івано-Франківськцемент» використано високоредукуючу/суперпластифікуючу добавку на основі ефіру полікарбоксилату MasterGlenium ACE 430 (BASF), унікальна молекулярна структура якої сприяє збільшенню поверхні контакту частин цементу з водою.

Дослідження фізико-механічних властивостей портландцементів проведено згідно з діючими національними та європейськими стандартами і загальноприйнятими методиками. Експериментальні дослідження виконано із застосуванням сучасних методів фізико-хімічного аналізу, зокрема лазерної гранулометрії, калориметрії, рентгенівської дифрактометрії, термогравіметрії, оптичної та растрової електронної мікроскопії.

Результати досліджень

Водопотреба портландцементів в значній мірі визначається типом та кількістю активних мінеральних добавок. Так, водопотреба для ГДШ ($S_{пит}$=3640 см^2/г) та золи-винесення ($S_{пит}$=3590 см^2/г) становить відповідно 19 та 27%. В той же час, природний цеоліт ($S_{пит}$=13200 см^2/г) характеризується підвищеною водопотребою (55%), що зумовлено значною кількістю порожнин, каналів і пористою структурою мінералу. Для вапняку водопотреба складає 24 %. З іншої сторони, ГДШ та зола-винесення мають високе водовідділення (відповідно 45 та 39%). Найнижчим показником водовідділення ($K_{об}$=2%) характеризується природний цеоліт, при цьому суспензія з добавкою цеоліту є найбільш стабільною – через 2 год показник водовідділення не змінюється. Тому дисперсна система з добавкою природного цеоліту є стійкішою до розшарування. Тонкодисперсна фракція вапняку в процесі гідратації клінкерної складової стабілізує продукти гідратації трикальцієвого алюмінату з утворенням гексагональних гідрокарбоалюмінатів $C_4A{\bullet}CO_2{\bullet}12H_2O$. Комбінація мінеральних добавок гідравлічної (гранульований доменний шлак) та пуцола-

Таблиця 1.

Гранулометричний склад портландцементів ПрАТ «Івано-Франківськцемент»

Цемент	$S_{пит}$, см²/г	Ø <10 мкм, %	Ø <20 мкм, %	Ø <60 мкм, %	D[3;2] мкм	D[4;3] мкм	Dv(10) мкм	Dv(50) мкм	Dv(90) мкм
ПЦ І-500	3740	43,41	66,33	99,32	3,99	17,4	2,06	13,6	38,6
ПЦ ІІ/А-Ш-500	3580	35,86	53,83	91,70	3,90	18,3	1,93	14,2	40,8
ПЦ ІІ/А-П-500	3490	38,75	58,76	87,92	4,41	24,7	2,21	15,4	46,0
ПЦ ІІ/А-Ш-400	3310	34,11	52,20	89,80	4,73	28,3	2,34	20,1	66,4
ПЦ ІІ/Б-К-400	3950	39,66	55,48	88,76	4,38	25,9	1,94	17,9	60,9

нічної (цеоліт, зола-винесення) дії, а також карбонатного мікронаповнювача (вапняк) з різною поверхневою енергією сприяє стабілізації композиції до розшарування, що дозволяє керувати процесами раннього структуроутворення та в значній мірі забезпечує необхідні властивості портландцементних систем.

За допомогою лазерного аналізатора частинок Mastersizer 3000 визначено гранулометричний склад портландцементів. Як видно з табл. 1, середній діаметр зерен за об'ємом D[4;3] для ПЦ І-500Р-Н відповідає 17,4 мкм, для портландцементів ПЦ ІІ/А-Ш-500Р-Н, ПЦ ІІ/А-П-500Р-Н, ПЦ ІІ/А-Ш-400Р-Н та ПЦ ІІ/Б-К-400Р-Н цей показник змінюється від 18,6 до 28,3 мкм. В той же час, середній діаметр частинок за площею питомої поверхні D[3;2] для ПЦ І-500Р-Н становить 3,99 мкм, для портландцементів з мінеральними добавками – 4,38…4,73 мкм. Це свідчить, що основний вклад у питому поверхню цементів вносять саме дрібні частинки розміром до 5 мкм. Форма та розмір частинок портландцементу, а також співвідношення основних елементів чистоклінкерного портландцементу ПЦ І-500Р-Н показані на рис. 2.

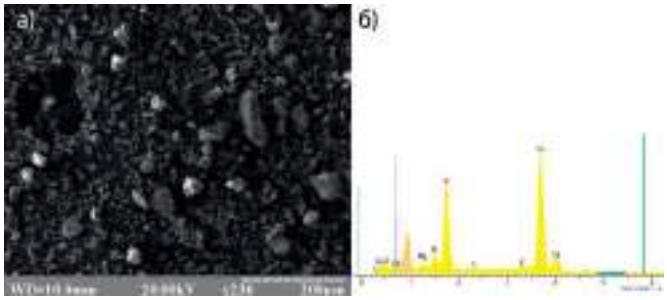


Рис. 2. Мікроструктура (а) та рентгеноспектральний аналіз (б) портландцементу ПЦ І-500Р-Н

Портландцементи виробництва ПрАТ «Івано-Франківськцемент» марки 500 характеризуються високою ранньою міцністю (табл. 2). Так, через 2 доби тверднення нормативний показник перевищується в 1,75 рази та досягається 70% стандартної міцності. Характерно, що вже через 1 добу міцність на стиск складає 25 МПа (50% стандартної міцності) і згідно ДСТУ Б В.2.7-281:2011 за кінетикою набору ранньої міцності вказані портландцементи можна класифікувати як надшвидкотверднучі. Через 7 діб тверднення досягається 90…95% від стандартної міцності; через 28 діб активність цементів перевищує марку на 10% і складає 55 МПа, тобто такі портландцементи відносяться до високоміцних.

Для швидкотведнучих портландцементів марки 400 також спостерігається прискорена кінетика набору ранньої міцності (табл. 3). Так, для портландцементу ПЦ ІІ/А-Ш-400Р-Н з добавкою 20 мас.% шлаку вже через 2 доби рання міцність перевищує нормативний показник в 1,94 рази, а через 7 та 28 діб міцність на стиск складає 107 та 122% від стандартної міцності відповідно. Незважаючи на підвищений вміст мінеральних добавок (35 мас. %), для композиційного портландцементу ПЦ ІІ/Б-К-400Р-Н також спостерігається значний приріст міцності в ранній період (через 2 доби – перевищення нормативного показника в 1,49 рази); через 28 діб тверднення активність цементу на 13% вища порівняно з стандартною міцністю. Характерно, що з віком тверднення приріст міцності для композиційного портландцементу більший порівняно з чистоклінкерним портландцементом, зокрема через 60 діб міцність ПЦ ІІ/Б-К-400 зростає на 18%, тоді як для ПЦ І-500 – тільки на 10%. Через 180 діб тверднення міцності даних портландцементів зрівнюються, а при подальшому твердненні міцність композиційного портландцементу перевищує міцність чистоклінкерного портландцементу.

Як видно з рис. 3, для портландцементу ПЦ ІІ/А-П-500Р-Н (НГТ=32,0%) об`ємний коефіцієнт водовідділення понижується порівняно з чистоклінкерним ПЦ І-500Р-Н. Серед портландцементів з мінеральними добавками (тип ІІ) для композиційного портландцементу ПЦ ІІ/Б-К(Ш-П-В)-400Р-Н (НГТ=29,5%) водовідділення також нижче порівняно з ПЦ ІІ/А-Ш-400Р-Н. Композиційний портландцемент ПЦ ІІ/Б-К(Ш-П-В)-400Р-Н характеризується підвищеною водоутримувальною здатністю (99,2%), при цьому добавки природного цеоліту та вапняку забезпечують однорідність та стабільність розчинових та бетонних сумішей, так як в меншій мірі проявляються процеси седиментації.

Для портландцементу ПЦ І-500Р-Н максимальна температура гідратації (Т=108,2 °С) досягається через 5 год. При гідратації змішаних портландцементів спостерігається сповільнення кінетики тепловиділення. Так, для для портландцементу ПЦ ІІ/Б-К-400Р-Н максимум тепловиділення відтягується на 2,5 год порівняно з ПЦ І-500Р-Н, при цьому температура гідратації знижується до 78 °С. Методом диференційної калориметрії встановлено, що для портландцементу ПЦ ІІ/Б-К-400Р-Н теплота гідратації через 24 год (185,7 Дж/г) зменшується в 1,8 рази порівняно з ПЦ І-500Р-Н, що дозволяє його віднести згідно з ДСТУ Б EN 197-1:2015 до цементів з низькою теплотою гідратації.

Синергетичне поєднання активних мінеральних добавок різних груп: гідравлічної (доменний гранульований шлак) і пуцоланічної (цеоліт) дії та тонкодисперсного вапняку як мікронаповнювача – при суттєвому зменшенні вмісту високоенергоємної клінкерної складової в композиційному портландцементі ПЦ ІІ/Б-К-400Р-Н дозволяє покращити рео-

Таблиця 2.

Середньорічні показники портландцементів марки за міцністю М500 ПрАТ «Івано-Франківськцемент» за 2017 рік

Цемент	Терміни тужавіння, хв		Границя міцності на стиск, у віці, діб, МПа		
	початок	кінець	2	7	28
Вимоги згідно ДСТУ Б В.2.7-46:2010	≥ 60	≤600	≥20	-	≥50
ПЦ І-500Р-Н	145	230	34,8	47,2	55,4
ПЦ ІІ/А-Ш-500Р-Н	150	220	34,3	44,9	54,2
ПЦ ІІ/А-П-500Р-Н	140	230	34,7	46,9	56,6

Таблиця 3.

Середньорічні показники портландцементів марки за міцністю М400 ПрАТ «Івано-Франківськцемент» за 2017 рік

Цемент	Терміни тужавіння, хв		Границя міцності на стиск, у віці, діб, МПа		
	початок	кінець	2	7	28
Вимоги згідно ДСТУ Б В.2.7-46:2010	≥ 60	≤ 600	≥15	-	≥40
ПЦ ІІ/А-Ш-400Р-Н	170	270	29,1	42,8	49,0
ПЦ ІІ/Б-К-400Р-Н	180	260	22,4	35,5	45,2

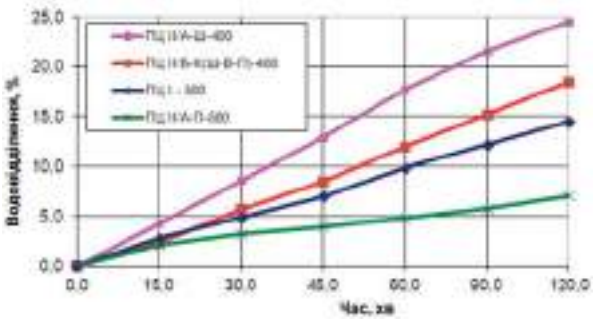


Рис. 3. Водовідділення портландцементів ПрАТ «Івано-Франківськцемент»

логічні характеристики і забезпечує прискорення кінетики набору міцності в'яжучого за рахунок раціонального проектування щільної цементуючої матриці. Поєднання ГДШ та цеоліту в складі композиційних цементів забезпечує їх підвищену корозійну стійкість в умовах агресивного сульфатного середовища (коефіцієнт сульфатостійкості Кс через 30; 45 і 60 діб складає відповідно 1,25; 1,17 і 1,10). Понижений клінкер-фактор у композиційному портландцементі ПЦ II/Б-К-400Р-Н сприяє зниженню емісії CO_2 у процесі його виробництва в 1,46 разів на 1 т цементу (екологічний ефект) [10, 11].

Високоміцні швидкотверднучі портландцементи виробництва ПрАТ «Івано-Франківськцемент» марки 500 дозволяють отримати попередньо напружені бетони високих класів за міцністю на стиск, що має важливе значення для збірного залізобетону. З портландцементів цієї марки також виготовляють пінобетон, газобетон та сухі будівельні суміші. Для бетонних покриттів доріг та аеродромів ставляться особливі вимоги (міцність на вигин, морозостійкість, опір стиранню та ін.) [12], які гарантує швидкотверднучий портландцемент ПЦ II/А-Ш-500Р-Н, при цьому суттєво скорочуються терміни введення доріг в експлуатацію.

При використанні цеолітвмісних портландцементів з високою ранньою міцністю в комплексі з полікарбоксилатними суперпластифікаторами нової генерації створюється можливість одержання швидкотверднучих високофункціональних бетонів. Так, оптимальна кількість суперпластифікатора MasterGlenium ACE 430 забезпечує одержання висорухливих однорідних бетонних сумішей (клас розпливу SF3) та високоміцних (клас за міцністю С 50/60 і вище) самоущільнювальних бетонів на їх основі [13]. Цеолітвмісні портландцементи ПЦ II/А-П-500Р-Н та ПЦ II/Б-К(Ш-П-В)-400Р-Н в комплексі з полікарбоксилатними суперпластифікаторами нової генерації гарантують високу якість бетонів поліфункціонального призначення, зокрема виготовлення бетонів класів С 8/10…С 35/45 для несучих конструкцій усіх видів будівництва, товарного бетону при зведенні монолітних конструкцій у літній період, ніздрюватих бетонів та дрібноштучних (ФЕМ) виробів.

Висновки

1. Висока якість інноваційних швидкотверднучих портландцементів загальнобудівельного призначення ПрАТ «Івано-Франківськцемент» забезпечується за рахунок оптимального фазового складу та дрібнокристалічної мікроструктури клінкеру, синергетичного поєднання цементозаміщуючих матеріалів різних груп: гідравлічної дії (гранульований доменний шлак), природної пуцолани (цеоліт), тонкодисперсного вапняку як мікронаповнювача, а також оптимізації гранулометричного складу основних складників і впровадження строгої системи контролю технологічних параметрів процесів виробництва.

2. Швидкотверднучі високоміцні портландцементи з нормованим мінералогічним складом доцільно використовувати для виготовлення високоміцних бетонів, збірних та монолітних залізобетонних конструкцій, в дорожньому будівництві, а також для будівельних конструкцій з особливими вимогами (аеродромні покриття, опори ліній електропередач, мости, напірні бетонні труби, шпали та ін.); завдяки підвищеному тепловиділенню створюється можливість їх застосовування при бетонуванні в умовах понижених температур.

3. Модифікування бетонів на основі цеолітвмісних портландцементів з високою ранньою міцністю високоефективними суперпластифікаторами полікарбоксилатного типу забезпечує раціональне проектування щільної цементуючої матриці та підвищення довговічності, особливо при експлуатації в умовах агресивного сульфатного середовища.

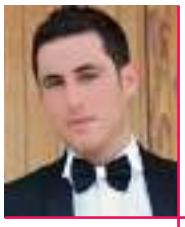
Література:

1. Sroda B. Potencial przemyslu cementowego w redukcji emisji CO_2 / B. Sroda // Budownictwo, technologie, architektura. – 2017. – № 3/79. – P. 72-74.
2. Schnejder M. Technology developments in the cement industry / M. Schnejder // Cement International. – 2015. – № 1. – P. 2-12.
3. Круць Т.М. Принципи стратегії сталого розвитку в цементній промисловості / Т.М. Круць, І.М. Гев'юк, М.А. Саницький, Т.П. Кропивницька // Будівельні матеріали та вироби. – 2015. – № 3-4. – С. 16-19.
4. Гевьюк И.Н. Модернизация производства и лаборатории на ПАО «Ивано-Франковскцемент» / И.Н. Гевьюк // Цемент и его применение. – 2012. – №1. – С. 142-145.
5. B. Lothenbach, K. Scrivener, R.D. Hooton: Supplementary cementitious materials. Cem. Concr. Res. Vol. 41, 3 (2011), p. 217-229.
6. Sanytsky M. Sustainable Green Engineered Composites Containing Ultrafine Supplementary Cementitious Materials / M. Sanytsky, T. Kruts, T. Kropyvnytska, B. Rusyn // 14th International Congress on the Chemistry of Cement (ICCC 2015), Beijing, China. – 2015. – 1. – P. 265.
7. Смешанные цементы на основе природных цеолитов / А.А. Пащенко, Ю.И. Тарасевич, А.Г. Лысюк, А.И. Пинчук. – Цемент. – 1988. – № 3. – С. 12-13.
8. Janotka I., Krajci L., Dzivak M. Properties and utilization of zeolite-blended Portland cements. Clay and Clay Minerals. Vol. 51. 6 (2003), p. 616-624.
9. Саницький М.А. Модифіковані композиційні цементи: навч. посіб. / М.А. Саницький, Х.С. Соболь, Т.Є. Марків; Нац. ун-т «Львів. політехніка» – Л.: Вид-во Львів. політехніки, 2010. – 132 с.
10. Design of rapid hardening quaternary zeolite-containing Portland-composite cements / M. Sanytsky, T. Kropyvnytska, T. Kruts, O. Horpynko, I. Geviuk // Key Engineering Materials. – 2018. – Vol. 761, P. 193-196.
11. Гев`юк І.М. Композиційні портландцементи з добавками природного цеоліту та вапняку / І.М. Гев`юк, Т.П. Кропивницька, М.А. Саницький // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – Рівне, 2015. – Вип. 31. – С. 149-156.
12. Гоц В.І. Бетони і будівельні розчини: підручник / В.І. Гоц, В. В. Павлюк, П. С. Шилюк – К.: Основа, 2016. – 568 с.
13. Бетони поліфункціонального призначення на основі композиційних цеолітвмісних портландцементів /М.А. Саницький, Т.П. Кропивницька, І.М. Гев'юк, М.В. Котів // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». «Теорія і практика будівництва». – 2016. – № 844. – С.188-193.

УДК 666.97 (075.8)

Казимагомедов И. Е.

Юнис Башир


Саад Салем

Казимагомедов И. Е., к.т.н.,
доцент кафедры строительных материалов и изделий,
✉ kazimagomedov.1957@mail.ru ☎ +38 (097) 992-46-03,
Юнис Башир, к.т.н.,
доцент кафедры строительной механики,
✉ docbasheer01@gmail.com ☎ +38 (093) 661-04-94,
Саад Салем, аспирант,
✉ sesonoor@yahoo.com ☎ +38 (093) 528-06-35,
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,
✉ kazimagomedov.1957@mail.ru ☎ +38 (097) 992-46-03,
Basheer N. Younis., Ph. D.,
assistant professor of structural mechanics Department,
✉ docbasheer01@gmail.com ☎ +38 (093) 661-04-94, e-mail:
Saad Salem, postgraduate student,
✉ sesonoor@yahoo.com ☎ +38 (093) 528-06-35,
Kharkov National University of Civil Engineering and Architecture,
Str. Sumy, 40, Kharkov, 61002

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕТОННЫХ МИКРОАРМИРОВАННЫХ ТРУБ ДЛЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЛИВАНА

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ БЕТОННИХ МІКРОАРМОВАННИХ ТРУБ ДЛЯ ВОДОПОСТАЧАННЯ ЛІВАНУ

PROSPECTS FOR THE USE OF CONCRETE MICRO-REINFORCED PIPES FOR WATER SUPPLY IN LEBANON

Анотация. Рассмотрен способ повышения прочности бетона при растяжении путём введения микроармирования неметаллическими волокнами, который даёт возможность получить материал для труб низконапорных ирригационных водоводов.
Ключевые слова: климатические условия, водные ресурсы, трубопроводы, полипропиленовая фибра, микроармирование.
Анотація. Розглянуто спосіб підвищення міцності бетону при розтягуванні шляхом введення мікроармування неметалічними волокнами, який дає можливість отримати матеріал для труб низьконапірних іригаційних відвідів.
Ключові слова: кліматичні умови, водні ресурси, трубопроводи, поліпропіленова фібра, мікроармування.
Annotation. A method of increasing the strength of concrete during stretching by introducing micro-reinforcement with non-metallic fibers is considered, which makes it possible to obtain a material for pipes used in place of reinforced concrete for low-pressure irrigation pipelines
Key words: climatic conditions, water resources, pipelines, polypropylene fiber, micro-reinforcement.

Актуальность темы исследования

Для многих стран мира актуальной проблемой остается обеспечение населения водными ресурсами и питьевой водой. Исторический обзор государства Ливана показал, что острым остаётся вопрос водоснабжения большей части населения страны [1]. В регионах коренного орошения, где растениеводство и животноводство целиком зависит от ирригации земель, обеспечение водными ресурсами приобретает особое значение. Для Ливана особенно актуально водоснобжение районов Триполи и Динния, где по топографическим и климатическим условиям местности наиболее часто используются оросительные системы открытого типа, а основным доходом местных жителей является водопотребляемое сельскохозяйственное производство.

Постановка проблемы

Оросительные системы, состоящие из каналов открытого типа, при их достаточной простоте строительства и эксплуатации обладают большим недостатком – они создают большие потери воды, приводящие к перенасыщению почвы водой, постепенному заболачиванию и засолению грунтов. Нарушение режима орошения при этом приводит к дефициту воды в этих регионах, обострению инфекционных заболеваний местного населения, снижению урожаев сельскохозяйственных культур, вымиранию скота и прочим негативным последствиям [2]. Как отмечалось ранее, выбор системы водоснабжения следует производить на основании сопоставления возможных вариантов их осуществления с учетом особенностей объекта и территории, требуемых расходов воды, источников водоснабжения, требований к напорам, качеству воды и обеспеченности ее подачи [1]. С учетом высокого залегания уровня минерализованных грунтовых вод Ливана, эксплуатация оросительной и мелиоративной сетей требует более тщательной организационных мероприятий.

На сегодняшний день в строительной практике многих стран мира разработано и внедрено много способов, систем и схем оптимизации водораспределения на каналах оросительных систем, анализ которых показывает, что наиболее простым, экономичным и надежным в работе является закрытая сеть трубопроводов [3,5].

Основная часть

Закрытая система орошения предполагает использование трубопроводов, которые воспринимают нагрузки от грунта и давления жидкости. Трубопроводы различного назначения являются многократно статически неопределимыми системами нерегулярной структуры. Они работают в условиях динамического, статического и малоциклового нагружения внутренним давлением; реакциям опор; массовым силам; усилиям от монтажных натягов; усилиям температурной самокомпенсации, возникающими в трубопроводе при изменении температуры транспортируемой среды. [3].

Для изготовления трубопроводов требуется высокопрочный материал, от выбора которого зависит надёжность, долговечность и эффективность выбранной системы транспортировки жидкости [3].

В США, Италии, Швеции для решения подобных проблем водообеспечения активно используются железобетонные трубопроводы, однако многолетняя практика их эксплуатации выявляла существенные недостатки. Это низкая трещиностойкость железобетонных труб, наличие собственных напряжений, вызываемых усадкой бетона и температурно-влажностными воздействиями окружающей, сравнительно большие трудности в производстве в связи с проведением контроля качества материалов и контролем арматурных и бетонных работ, заставляют искать более эффективные материалы для трубопроводов. Для исключения коррозии уложенных железобетонных трубопроводов рационально исключить арматуру, оставляя бетон [5].

Для повышения конкурентной способности бетонных труб необходимо уменьшить толщины их стенок за счет повышения прочности бетона на растяжение. В последние годы начали применять (при изготовлении штукатурных растворов и тонкостенных изделий из мелкозернистого бетона) фиброволокно из полипропилена диаметром 30…50 мкм, длиной 12-24 мм). Данные волокна практически не оказывают негативного влияния на технологические характеристики бетонных смесей (перемешиваемость и удобоукладываемость).

Известно, что упрочнение бетона обусловлено передачей волокнам приложенной нагрузки посредством касательных напряжений, возникающих на поверхности раздела «волокно-бетон» при деформировании.

Главное назначение полипропиленовой фибры в дисперсноармированных бетонных элементах – увеличение энергии, необходимой для начала процессов разрыва бетонной матрицы и создание барьера для образования и развития микротрещин, что, согласно [4,6,7], достигается при незначительном (до 0,2 %) объемном содержании фибры.

На наш взгляд, полипропиленовое фиброволокно можно применить для дисперсного армирования бетонных конструкций, работающих на изгиб, например, для изготовления бетонных безнапорных труб. Дисперсное армирование бетона полипропиленовой фиброй будет сдерживать процесс образования микротрещин в «опасных» сечениях стенки трубы, и «залечивать» дефекты в структуре бетона. В результате возрастет прочность бетона на растяжение, следовательно, повысится несущая способность труб.

Для выявления оптимального содержания фиброволокна было изготовлено 5 серий бетонных призм размером 10х10х40 см, по 4 образца в каждой серии. Образцы каждой серии различались процентным содержанием полипропиленовой фибры от массы цемента: 0 %, 0,1 %, 0,2 %, 0,3 % и 0,4 %. Для исследований был использован лабораторный состав мелкозернистой бетонной смеси, применяемый при изготовлении бетонных безнапорных труб: портландцемент М500 – 420 кг, гранитный отсев фр. 0-5мм – 1260 кг, вода – 145 л.

Фиброволокно вводили в процессе перемешивания цемента и гранитного отсева, время перемешивания составляло около 3 минут.

Изготовление призм каждой серии произведено на лабораторной виброплощадке, а для выравнивания и уплотнения жесткой бетонной смеси использовали специальный ручной пригруз. Набор прочности бетона происходил в условиях естественного твердения при нормальных температурно-влажностных условиях. В возрасте 28 суток призмы были испытаны на изгиб, а затем их половинки – на сжатие. Результаты испытаний приведены в таблице 1.

Испытания показали, что применение полипропиленовой фибры с расходом 0,3% от массы цемента обеспечивает получение средней прочности бетона при осевом растяжении не ниже 7,2 МПа. А на сжатие 32,0 МПа.

Увеличение количества вводимого в бетонную смесь фиброволокна до 0,4 % не дало прироста прочности бетона на растяжение. Что касается прочности бетона на сжатие, то она практически не увеличивалась, а при расходе фиброволокна 0,4% даже снизилась.

С целью проверки несущей способности труб с дисперсным армированием бетона было изготовлено две серии натурных образцов труб диаметром 100 мм, толщиной стенки 10 мм, высотой 200мм. Состав бетонной смеси соответствовал приведенному выше, расход полипропиленовой фибры составлял 0,3% от массы цемента. Образцы были изготовлены методом послойного осевого прессования, который основан на уплотнении жестких (30…40 секунд) бетонных смесей путем приложения радиальных прессующих усилий. Для уплотнения используется вращающийся в радиальном направлении прессовый инструмент, выполняющий сразу несколько функций: распределение бетона, прессование, затирку стенок внутреннего диаметра трубы. Вращаясь, элементы головки дополнительно «распушивают» и равномерно распределяют

Таблица 1.

Результаты испытаний жесткой бетонной смеси на изгиб и сжатие в возрасте 28 суток

№ Серии	Состав образца	Расход фибры, % от массы цемента	Средняя прочность бетона, МПа на растяжение	Средняя прочность бетона, МПа на сжатие
1	Цемент М 500-420кг; граноотсев -1260 кг; вода -145 кг.	0	4,8	23,7
2	Цемент М 500-420кг; граноотсев -1260 кг; вода -145 кг.	0,1	5,4	25,9
3	Цемент М 500-420кг; граноотсев -1260 кг; вода -145 кг.	0,2	6,4	28,8
4	Цемент М 500-420кг; граноотсев -1260 кг; вода -145 кг.	0,3	6,9	32,0
5	Цемент М 500-420кг; граноотсев -1260 кг; вода -145 кг.	0,4	6,9	31,8

фиброволокно по толщине бетона. Причем время формовки трубы даже сокращается, а качество уплотнения бетона повышается вследствие отсутствия арматурного каркаса (при изготовлении железобетонных труб существует проблема закручивания арматурного каркаса роликовой головкой). При этом будут исключены затраты по изготовлению арматурных каркасов и увеличится производительность технологической линии. Радильно-прессовый метод отличается высокой производительностью и позволяет изготавливать самые тонкостенные трубы.

При испытании образец располагается на гидравлическом прессе так, чтобы ось образца была перпендикулярна сжимающему усилию P, которое возрастает до разрушения образца, максимальная нагрузка фиксируется как P_p. Максимальный момент в образце возникает на внутренней поверхности в точке пересечения с линией действия силы P [8].

$$M_{max} = 0{,}318\ P_p * r \qquad (1)$$

Поскольку $R_{bt} = \frac{M}{V}$ (2)

$$W = \frac{л.c^2}{3{,}5} \qquad (3)$$

где *л* – длина; *c* – толщина стенки.

$$R_{bt} = \frac{1{,}1\ p.r}{л.c^2} \qquad (4)$$

где *r* – средний радиус образца.

$$r = \frac{d_н + d_в}{4} \qquad (5)$$

Испытание образцов труб произведены на гидравлическом прессе ПСУ-10, как показано на рис. 1

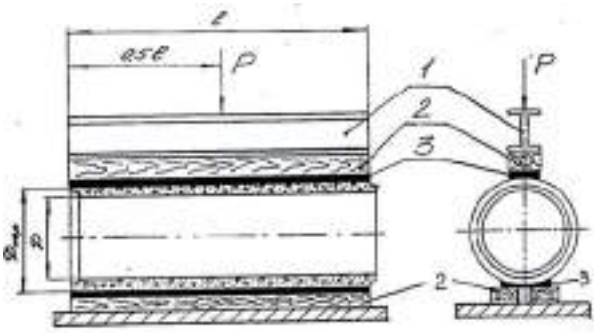


Рис. 1. Схема испытания цилиндрических образцов на прочность по методу 3-х опор

Технические параметры и результаты испытаний натурных образцов труб приведены в таблице 2.

Разрушение труб у серии 4 происходило хрупко, но не мгновенно (как у чисто бетонных труб серии 1).

Выводы

1. Дисперсное армирование бетона с использованием полипропиленового фиброволокна в количестве 0,3 % от массы цемента обеспечивает достижение средней прочности бетона при осевом растяжении не ниже 6,8 МПа, что позволяет изготавливать бетонные безнапорные трубы диаметром от 300 мм до 1000 мм первой и второй групп по несущей способности.
2. Фибробетонные безнапорные трубы с полипропиленовыми волокнами целесообразно изготавливать по технологии радиального прессования, обеспечивающей высокое качество уплотнения бетонной смеси и повышение средней прочности бетона на осевое растяжение до 50 %.

Таблица 2.

Технические параметры и результаты испытаний натурных образцов труб

№ серии	Внутренний диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Разрушающая нагрузка, Н	Расчетная прочность при осевом растяжении, МПа
1	80	10	10054	4,7
4	80	10	14545.5	6,8

Литература:

1. Казимагомедов И.Е., Юнис Башир, Саад Салем, Обоснование замены открытых каналов водоснабжения Ливана неармированными бетонными трубами. // Науковий вісник будівництва : зб. наук. пр. – Харків : ХНУБА, ХОТВ АБУ. – 2016. – № 1(83). – с. 52–57.
2. Атаманова О.В., Использование энерго- и водосберегающих технологий при водораспределении из открытых оросительных каналов.: с. 12-14.Теоретические и практические вопросы развития научной мысли в современном мире: сборник статей Международной научно-практической конференции (5 мая 2015 г., г. Уфа).
3. Вандоловский А.Г., Юнис Б.Н., Повышение прочности бетона при растяжение путём его модификации / Науковий вісник будівництва. Харків : ХДТУБА. – 2010. – №57. – с. 206-212. 3.
4. Костюк Т.А., Применение полимерной фибры для повышения физико-механических характеристик тяжелого бетона / Т.А.Костюк, Ф.И.Казимагомедов // Матеріали студентської конференції Харківського державного технічного університету будівництва та архітектури.– Харків: ХДТУБА, 2006. – с.162.
5. Юнис Б.Н., Технология труб из модифицированного бетона для сетей водоотведения и ирригации в условиях ирака: дисс. …кандидата техн. наук: 05.23.05 / Юнис Б.Н. – Харьков, 2010.– с.40-42.
6. Низина Т.А., Балыков А.С., Сарайкин А.С., Экспериментальные исследования дисперсно-армированных мелкозернистых бетонов // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2015. № 4. с. 91-95.
7. Ерошкина Н.А., Саденко С.М., Чамурлиев М.Ю., Коровкин М.О., Влияния полимерной фибры на механические свойства геополимерного раствора // Инженерный вестник Дона, 2017, №1 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2017/4050.
8. Клейн Г.К., « Расчёт подземных трубопроводов » Строииздат, М, 1969.

НАШИ ЮБИЛЯРЫ

ДОКТОР-ИНЖЕНЕР ХАНС-БЕРТРАМ ФИШЕР ВСТРЕТИЛ СВОЕ 65-ЛЕТИЕ!

С радостью поздравляем с 65-летием выдающегося ученого и прекрасного человека – члена Редакционного совета Всеукраинского научно-технического и производственного журнала «СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ», доктора-инженера Ханса-Бертрама Фишера.

Многие лета!
Доброго здоровья!
Новых успехов!
Здоровья, бодрости, человеческого счастья и успехов, дорогой Ханс!

Доктор Х.-Б. Фишер – почетный профессор НТУ «Харьковский политехнический институт», Киевского и Харьковского национальных университетов строительства и архитектуры, Украинской Государственной академии железнодорожного транспорта, Ташкентского института архитектуры и строительства, Белгородского технологического университета, иностранный член Академии строительства Украины.

Родился Ханс-Бертрам 21 февраля 1953 года. С отличием окончил среднюю школу, а в 1977 году с таким же блестящим результатом – факультет неорганической химии Харьковского политехнического института по специальности «Химическая технология вяжущих».

В 1992 г. Х.-Б. Фишер в Веймаре подготовил и защитил диссертацию на тему «Влияние химических добавок на строительный гипс – кондуктометрические исследования». Вся последующая работа – широкие теоретические, экспериментальные и прикладные исследования сульфатов кальция и гипсовых материалов на их основе. За годы научной деятельности в области строительного гипса уже опубликовано более 200 научных работ, включая разделы в учебных пособиях и монографии. Сделаны десятки докладов в Германии, Канаде, Китае, Чехии, Австрии, Швейцарии и в странах СНГ. Доктор Фишер активно сотрудничает с учеными из Киева, Москвы, Ташкента, Белгорода, Львова, Ижевска, Харькова, Магнитогорска и Чимкента. И это еще не полный список.

Многогранны аспекты деятельности доктора Фишера – научная, учебная, редакционная, международная. Известной, объемной и результативной представляется работа Х.-Б. Фишера по подготовке и проведению авторитетной Международной конференции по строительным материалам «IBAUSIL». Надо обладать серьезным организаторским талантом и глубокими научными познаниями, чтобы безукоризненно, регулярно раз в три года проводить подобное мероприятие. Прием и размещение 700–800 участников, два увесистых тома трудов по 1000 страниц каждый! Пленарные и секционные заседания, экскурсии на заводы и стройки, культурные составляющие. Наверняка д-р Фишер владеет какой-то тайной – ему удается все, за что он берется. И это его неоценимый вклад в наше общее дело.

Искренность в отношениях, доброжелательность, участие, редкая обязательность – черты Ханса, которого все мы очень любим и ценим. Все кратко сказанное, пунктирно отражает портрет известного ученого и прекрасного человека, Ханса-Бертрама Фишера.

Редакционный совет Всеукраинского научно-технического и производственного журнала «СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ»

УДК 691.32

Сінякін Д. А.

Сопов В. П.

Сінякін Д.А., аспірант кафедри фізико-хімічної механіки та технології будівельних матеріалів і виробів,
Харківський національний університет будівництва та архітектури,
✉ siniakinda@gmail.com ☎ +38-050-409-09-08
Сопов В.П., доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри фізико-хімічної механіки та технології будівельних матеріалів і виробів,
Харківський національний університет будівництва та архітектури,
✉ vpsopov@gmail.com ☎ +38-093-415-23-15

Sinyakin D.A., post-graduate student of the Department of Physical-Chemical Mechanics and Technology of Building Materials and Products,
Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture,
✉ siniakinda@gmail.com ☎ +38-050-409-09-08
Sopov V.P., Doctor of Technical Sciences, Professor,
Head of the Department of Physi-cal-Chemical Mechanics and Technology of Building Materials and Products,
Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture,
✉ vpsopov@gmail.com ☎ +38-093-415-23-15

ТОРКРЕТ-БЕТОНИ ДЛЯ БУДІВНИЦТВА ТА РЕМОНТУ ІНЖЕНЕРНИХ СПОРУД

SHOTCRETE FOR BUILDING AND REPAIR OF ENGINEERING STRUCTURES

ТОРКРЕТ-БЕТОНЫ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА И РЕМОНТА ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Анотація. Анотація. Розглянуто способи і переваги виробництва бетонних робіт методами «сухого» і «мокрого» торкре-тування. Проведено натурні промислові дослідження по застосуванню різних методів торкретування в підземній частині відвідав Новодністровської ГАЕС. Ефективність методів оцінювалася дослідженнями властивостей отриманих бетонів за допомогою стандартних методів випробування на міцність при стисненні, водопроникність, морозостійкість.
Ключові слова: торкрет-бетон, ремонт бетонних споруд, міцність на стиск, водопроникність.
Abstract. The methods and advantages of producing concrete works by the methods of "dry" and "wet" shotcrete are considered. A full-scale industrial research was conducted on the application of various shotcrete methods in the underground part of the Novodnestrovskaya Pumped Storage Pipeline. The effectiveness of the methods was evaluated by studying the properties of the obtained concrete using standard compression strength test methods, water permeability, frost resistance.
Key words: shotcrete-concrete, repair of concrete structures, compressive strength, water permeability.
Аннотация. Рассмотрены способы и преимущества производства бетонных работ методами «сухого» и «мокрого» торкретирования. Проведены натурные промышленные исследования по применению различных методов торкретирования в подземной части водоводов Новоднестровской ГАЭС. Эффективность методов оценивалась исследованиями свойств полученных бетонов с помощью стандартных методов испытания на прочность при сжатии, водопроницаемость, морозостойкость.
Ключевые слова: торкрет-бетон, ремонт бетонных сооружений, прочность на сжатие, водопроницаемость.

Торкрет – це термін, який використовується для бетону та розчину, який транспортується через шлангову трубу і розпорошується на високій швидкості на поверхню. Щільність торкрет-бетону зазвичай становить від 2230 до 2390 кг/м³, приблизно така ж, як у звичайного бетону. Торкрет-бетон піддається розміщенню та ущільненню одночасно завдяки силі, з якої його частинки вилітають із сопла. Його можна видувати на будь-який тип або форму поверхні, включаючи вертикальні або накладні ділянки [1-2].

Торкрет-бетони можна виготовити методами сухої або мокрої суміші. Хоча торкрет-бетон сьогодні є комплексним терміном, який представляє процес розпилення бетону або розчину як сухій, так і вологій суміші.

В результаті нанесення розчину на поверхню під тиском утворюється ущільнений шар торкрету, властивості якого відрізняються від властивостей звичайного бетону чи суміші. В порівнянні із звичайним бетоном торкрет має підвищену механічну міцність, морозостійкість, водонепроникність, краще зчеплення з поверхнею споруди (рис. 1).

Перевага торкретування перед іншими методами ремонту, які зазвичай вимагають великих витрат праці, складається майже в повній механізації процесів і в поєднанні в одній технологічній операції транспортування, укладки та ущільнення суміші [3-5].

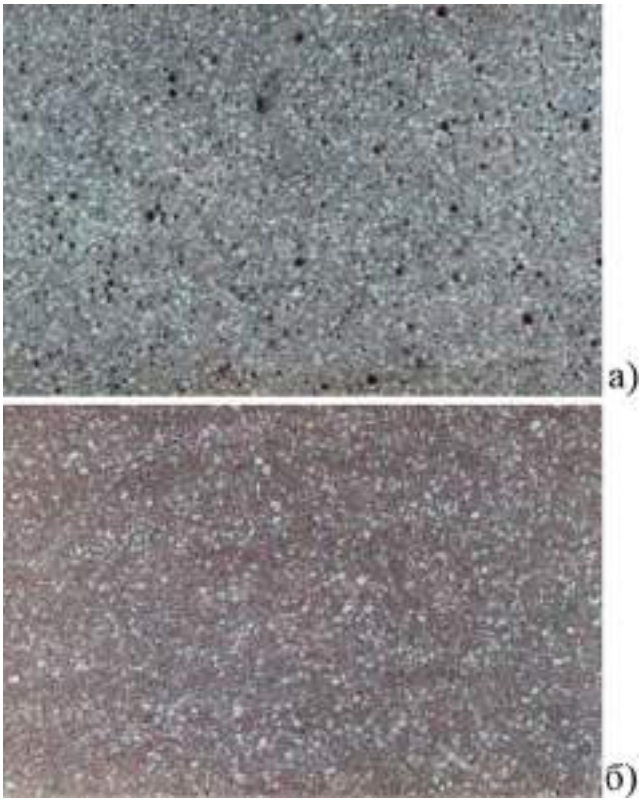


Рис. 1. Структура нанесеного шару бетону.
а – ручне нанесення; б – механічне нане-сення (торкрет)

Торкрет застосовують:

- для захисту поверхні кладки штучних споруд від вивітрювання, від ударної дії, від стирання льодом та піском, від впливу агресивних сумішей в повітрі та розморожування;
- при будівництві резервуарів, башт, в том числі питного водозабезпечення;
- для гідроізоляції гідротехнічних споруд, тунелів та колекторів;
- при будівництві елементів гідротехнічних споруд;
- при кріпленні скельних стін і укосів;
- при відновлюванні захисного шару залізобетонних конструкцій і посиленні масивних мостів і обробок тунелів;
- при ремонті вже вивітрених поверхонь, а також поверхонь які мають глибокі раковини і тріщини;
- при ремонті тунельних покриттів та обробок;
- для усунення дефектів будівництва бетонних споруд;
- для кріплення укосів виїмок у відповідальних випадках.

Класи та марки торкрет-бетону по міцності, морозостійкості, водонепроникності назначають як для конструкцій з монолітного бетону відповідно до ДСТУ Б В.2.6-98, ДСТУ Б В.2.4-3. Вік торкрет-бетону відповідно класу по міцності на стиск і осьовий розтяг призначається при проектуванні, виходячи з реальних строків проектного навантаження та умов тверднення бетону. При відсутності таких даних клас торкрет-бетону може призначатись у віці 28 діб відповідно таблиці 1.

Таблиця 1.

Класи торкрет-бетону

Класи торкрет-бетону по міцності на стиск	B25	B30	B35	B40	B50
Середня міцність на стиск бетону, МПа, при коефіцієнті варіації 0,135	32,7	39,2	45,7	52,4	65,4

Класи бетону на осьовий розтяг: Bt=1,6; Bt=2; Bt=2,4; Bt=2,8; Bt=3,2.

Клас бетону на розтяг призначають відповідно до умов роботи:

- при ремонті конструкції не нижчою за марку основного бетону;
- для конструкції тимчасової або постійної конструкції згідно розрахунку міцності, зчеплення з породою повинно бути не ни-жчим за міцність породи на розтяг.

Марку бетону по водонепроникності слід призначати не нижче W4 при градієнті гідростатичного напору від 5 до 10; W6 – від 10 до 20; W8 – від 20 до 30.

Марку бетону по морозостійкості слід призначати в залежності від розрахункової температури зовнішнього повітря взимку F300 – для температури нижче мінус 40°C; F200 – для температури від мінус 40°C до мінус 20°C; F150 – від мінус 20°C і вище.

Існують два способи торкретування:

- «сухий»
- «мокрий»

Метод «сухого» торкретування – по-передньо приготована суміш з цементу, заповнювачів (піску, щебеню) і добавок, завантажується в установку для «сухого» торкретування (рис. 2). Стисненим повіт-рям суміш подається по шлангу до сопла, змочується в ньому водою, і з великою швидкістю (130-170 м/с) наноситься на поверхню.

Переваги методу сухого торкретування:

- не потрібно попереднє змочування водою суміші;
- можливість подачі матеріалу на великі відстані;
- можливість нанесення «товстого» шару за один прохід;
- висока продуктивність;
- висока надійність і тривалий термін експлуатації обладнання;
- проста очищення обладнання (продування повітрям);
- рідкісне засмічення шлангів і обладнання;
- можливість роботи в режимі «старт-стоп»;
- технічні: в результаті виходить ремонтний шар з більшою механічною міцністю, морозостійкістю, водонепроникністю, високу адгезію до основи, що збільшує термін служби ремонтується або споруджуваного споруди.

Недоліки:

- високе пилоутворення, небезпечно проводити торкрет роботи у замкнутому приміщенні, та в приміщеннях з поганою вентиляцією.

Метод «мокрого» торкретування – готова бетонна суміш подається в бетононасос і гідравлічним способом (суцільним потоком) подається по шлангу до сопла.

До сопла по іншому шлангу подається стиснене повітря, за допомогою якого суцільний потік суміші розривається і доставляється до поверхні (рис. 3).

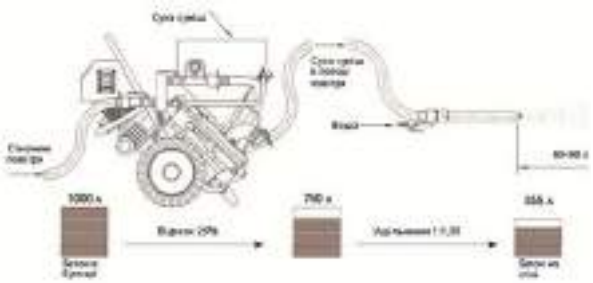


Рис. 2. Схема метода «сухого» торкретування

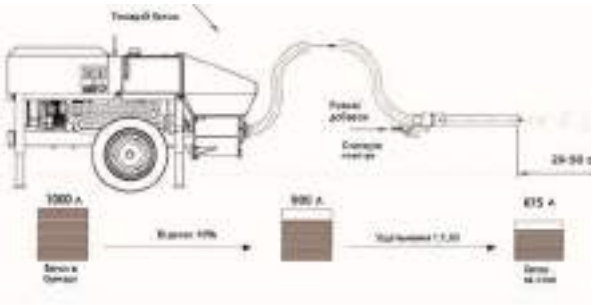


Рис. 3. Схема метода «мокрого» торкретування

Швидкість, з якою проводиться набризг істотно нижче ніж при «сухому» торкретуванні.

Переваги методу мокрого торкретування:

- висока продуктивність;
- невеликий відсоток відскоку.

Недоліки:

- необхідність введення добавок істотно здорожує вартість наноситься суміші;
- виключається можливість перерв в торкретуванні без операції промивки шланга (бетонна суміш схоплюється в шлангу).

Для закріплення породи, ремонту залізобетонних, бетонних, кам'яних поверхонь в підземній частині водоводів на Новодністровській ГАЕС торкрет-бетон наносили «сухим» методом. Але, як вказано вище, основним

недоліком цього методу є невелика продуктивність і висока пилоутворенність. Таким чином, проводити роботи в підземній частині небезпечно. У зв'язку з цим було прийнято рішення використовувати технологію мокрого торкретування.

Для виробництва «мокрого» торкрет-бетону було застосовано портландцемент ПЦ II/А-Ш-400 (Dyckerkoff) і спеціальну добавку Sika VC-1020 UA в кількості 0,8-1,5 % від маси цементу. При цьому суміш повинна мати консистенцію самоущільнюючого бетону з розпливом конусу 50-58 см (рис. 4).

Виготовлена бетонна суміш транспортується на будівельний майданчик, вивантажується в бункер торкрет-машини (рис. 5).

При перекачуванні до сопла у бетонну суміш додається добавка прискорювач схоплювання Sigunit L 95 AF, в кількості 0,1-0,5 % від маси суміші, що надає можливість укладати досить товсті шари (10-50 см) торкрет-бетону за один прохід без опливання суміші.

Для виробництва експериментального складу «мокрого» торкретбетону згідно документів використовувався щебінь фракції 5-10 мм та 2-5 мм, що значно змінило криву розсіву. Ми свідомо наполягли на використанні кондиційного щебеню, для того щоб забезпечити найбільшу щільність торкретбетону «на стіні».

Пісок мав вологість від 5 до 10%, що значно ускладнювало роботу щодо корегування складів бетону, однак у 2-го замісі вдалося отримати досить однорідну бетонну суміш для укладання в конструкції.

В результаті промислового експерименту з'ясувалось, що використання щебеню двох фракції 2-5 та 5-10 мм значно підвішує однорідність бетонної суміші, що цілком зрозуміло. Отримання однорідної бетонної суміші із розпливом конусу 55-60 см стало можливим і стабільним при введенні пластифікуючи добавки VC-1020UA в кількості 0,95% від маси цементу. Добавка вводилась автоматично безпосередньо в бетонозмішувач, в цьому випадку забезпечується її рівномірний розподіл. При цьому суміш ставала значно однорідніщою, повністю були відсутні ефекти розшарування і водовідділення. З цих партій бетонної суміші були виготовлені контрольні зразки куби, та плити розміром 25×25×4 см.

З різних партій бетону, були виготовлені фрагменти торкретбетону на стіні з фундаментних блоків, причому в різних захватках використовувався один склад бетону. Кількість добавки прискорювача схоплення Sigunit L95 AF змінювалась від 0 до 7 %.

Торкрет без добавки прискорювача схоплювання миттєво опливав, а з добавкою вдалося нанести шар торкрету 10-12 см без опливання з достатньо щільною структурою (рис. 6). З обох складів були зроблені зразки плит розмиром 25×25×4 см.

Отримані зразки бетону було випробувано на міцність при стиску та водопоглинання. Результати досліджень наведено в таблиці 2.

Таблиця 2.

Показники міцності та водопоглинання отриманих бетонів

Показники	Значення	
	без добавки*	з добавкою
Вага зразку, г	649	646
Rвиг 7 діб, МПа	7,2	6,8
Rст 7 діб, МПа	36	30,3
Вага зразку, насиченого, г	640	637
Вага зразку, сухого, г	609	591
Водопоглинання, %	5,00	7,7
Rвиг 28 діб, МПа	7,32	6,9
Rст 28 діб, МПа	52,4	39,6

* добавка прискорювач схоплювання Sigunit L 95 AF.

Висновки

Аналіз проведених випробувань, виготовлених зразків балочок та кубів, у віці 7 і 28 діб показав, що бетон має характеристики, які цілком задовольняють проектні вимоги по міцності при стисненні (В30). А попередні показники по водопоглинанню бетону у віці 28 діб, відповідно: 5 и 7,7 % дозволяють стверджувати, що водонепроникність бетону у віці 56 діб буде не менше W8, а морозостійкість не менше F150.

Рис. 4. Вимірювання розпливу конусу

Рис. 5. Самохідна установка для «мокрого» торк-ретування

Рис. 6. Товщина шару бетону

Література:

1. Banthia, N. Armelin, H. 2002, A novel double anchored steel fiber for shotcrete, Canadian Journal of Civil Engineering, pp 58-63, Vol. 29, Canada.
2. Clements, M. J. K. Tayler D. 2004, High toughness shotcrete for large deformation control at Perseverance mine, 2nd Interna-tional Conference on engineering devel-opments in shotcrete, Oct 4-6, Cairns, Australia.
3. Руководство по нанесению материалов «парад» методом торкретирования при возведении, ремонте и восстановлении строительных конструкций зданий и сооружений. Шифр М10.1/06. М., 2006, 28с.
4. ТУ 5745-001-16216892-06 «Торкрет-бетон. Технические условия». М., 2006, 10с.
5. Артюх В.Г., Санников І.В. Торкрет-бетон у цивільних будинках, що рекон-струюються // Будівництво України. – 2007. – №3. – С.11–13.

УДК 691.32

Белых И. М.

Сопов В. П.

Белых И. М., старший преподаватель кафедры графики, Харьковский национальный университет строительства и архитектуры,
✉ irina10zima@gmail.com ☎ +38 (050) 133 37 99,
Сопов В.П., доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой физико-химической механики и технологии строительных материалов и изделий, Харьковский национальный университет строительства и архитектуры,
✉ vpsopov@gmail.com ☎ +38 (093) 415 23 15

I. Belykh, Senior Lecturer, Department of Graphics, Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture,
✉ irina10zima@gmail.com ☎ +38 (050) 133 37 99,
V. Sopov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Physical-Chemical Mechanics and Technology of Building Materials and Products, Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture,
✉ vpsopov@gmail.com ☎ +38 (093) 415 23 15

РОЛЬ ТЕПЛОТЫ ГИДРАТАЦИИ ЦЕМЕНТА В ФОРМИРОВАНИИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ БЕТОНА

РОЛЬ ТЕПЛОТИ ГІДРАТАЦІЇ ЦЕМЕНТУ У ФОРМУВАННІ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ БЕТОНУ

THE ROLE OF HEAT OF CEMENT HYDRATION IN FORMING THE EXPLOITATION PROPERTIES OF CONCRETE

Аннотация. Показано, что одной из причин трещинообразования в твердеющих бетонах является формирование растягивающих напряжений, вызванных повышением температуры в результате тепловыделение при гидратации цемента совместно с усадочными деформациями. Установлена роль технологии бетона и производства бетонных работ в трещинообразовании. Показана необходимость согласования составов бетона и вида используемых цементов с сезонными колебаниями температуры для достижения необходимой ранней прочности бетона при относительно низком повышении температуры. Приведена характеристическая зависимость ранней прочности бетона от величины теплоты гидратации цемента в ранние сроки твердения. Приведенная зависимость дает возможность определить сроки распалубки без проведения дополнительных испытаний для рядовых составов бетона в условиях Украины.
Ключевые слова: трещинообразование, состав бетона, тепловыделение при гидратации, максимальная температура, прочность на сжатие, термические напряжения.
Анотація. Показано, що однією з причин утворення тріщин в тверднуть бетонах є формування напруг, що розтягують, викликаних підвищенням температури в результаті тепловиділення при гідратації цементу спільно з усадковими деформаціями. Встановлено роль технології бетону і виробництва бетонних робіт в утворення тріщин. Показана необхідність узгодження складів бетону і виду використовуваних цементів з сезонними коливаннями температури для досягнення необхідної ранньої міцності бетону при відносно низькому підвищенні температури. Наведено характеристична залежність ранньої міцності бетону від величини теплоти гідратації цементу в ранні терміни твердіння. Наведена залежність дає можливість визначити терміни розпалубки без проведення додаткових випробувань для рядових складів бетону в умовах України.
Ключові слова: утворення тріщин, склад бетону, тепловиділення при гідратації, максимальна температура, міцність на стиск, термічні напруги.
Abstract. It is shown that one of the causes of crack formation in hardening concretes is the formation of tensile stresses caused by temperature increase resulting in heat release during cement hydration together with shrinkage deformations. The role of concrete technology and the production of concrete works in fracturing is established. The need to harmonize concrete compositions and the type of cement used with seasonal temperature fluctuations is shown to achieve the required early strength of concrete with a relatively low temperature rise. The characteristic dependence of the early strength of concrete on the value of the heat of hydration of cement in the early periods of hardening is given. The above dependence makes it possible to determine the time for decking without additional tests for ordinary concrete compositions in the conditions of Ukraine.
Key words: crack formation, concrete composition, heat evolution of hydration, maximum temperature, compressive strength, thermal stresses.

Твердение бетона – сложный технологический процесс, в ходе которого происходит формирование основных эксплуатационных свойств возводимого сооружения. Управление этим процессом осуществляется за счет использования различного вида химических и минеральных добавок. Гидратация цемента в бетоне сопровождается экзотермическими эффектами, величина которых может вызывать существенные колебания температуры в бетонируемой конструкции, особенно в случае массивных сооружений [1-3].

Вследствие этого, необходимость температурного контроля твердеющего бетона является весьма распространенной инженерной задачей [4-5]. Формирование температурного поля твердеющей монолитной бетонной конструкции представляет собой очень сложный, постоянно изменяющийся во времени процесс [6-7]. Начиная с момента укладки первого слоя, он продолжается и в эксплуатационный период.

Значительные температурные градиенты в теле твердеющего бетона могут вызвать образование трещин и, как следствие, нарушение сплошности структуры конструкции, снижение эксплуатационной надежности. Степень температурного разогрева зависит от состава бетона и ряда технологических факторов. При этом важным является не столько величина температуры, сколько ее равномерное распределение по объему твердеющего бетона [7]. Поскольку различные части бетонируемой конструкции могут находиться в различных температурно-влажностных условиях, то их разогрев будет осуществляться неравномерно, что вызывает необходимость дополнительных технологических мероприятий по обеспечению выравнивания температурного поля. Причем это важно не только на стадии интенсивного гидратационного твердения, но и в процессе остывания бетона на заключительной стадии производства бетонных работ. В случае массивных бетонных сооружений, когда не может быть осуществлена одновременная укладка всего объема бетонной смеси причиной образования температурных трещин является возникновение температурных деформаций в местах контакта нового и уже уложенного бетона.

В условиях непрерывного колебания температуры бетона происходит изменение его напряженно-

деформированного состояния. Трещинообразование в бетоне является наиболее опасным последствием температурных воздействий, которое может вызвать существенное снижение эксплуатационной надежности всего сооружения [8-9]. На сегодняшний день существуют некоторые рекомендации по выбору состава бетонов и режимам возведения массивных сооружений, однако в каждом конкретном случае необходим тщательный анализ возможного температурного разогрева бетона. Таким образом, исследование влияния технологических воздействий на характер изменения температурного поля твердеющего бетона является актуальной задачей.

Поскольку бетонные работы производятся круглогодично, то в зависимости от условий окружающей среды и массивности конструкции подбираются соответствующие составы бетонов. В случае ответственных конструкций необходимы дополнительные лабораторные калориметрические исследования процессов твердения различных составов бетона.

Важными факторами, влияющими на рост температуры в ходе тепловыделения при гидратации цемента, являются массивность конструкции, состав бетонной смеси, начальная температура свежеприготовленной бетонной смеси и условия рассеяния тепла. Массивность конструкции обусловлена в первую очередь ее толщиной. Влияние состава бетонной смеси обусловлено видом используемого цемента, его минеральным составом и водоцементным отношением. Существенное влияние на характер тепловыделения могут оказывать химические и минеральные добавки. Заполнитель влияет на подъем температуры в компоненте своими теплоемкостью и теплопроводностью, но в бетонах с обычным составом это влияние имеет второстепенное значение. Определяющими факторами для условий рассеяния тепла являются окружающая температура, вид опалубки, а также такие факторы, как скорость ветра, влажность и др. [10].

На строительной площадке температурный контроль направлен на оценку величины и скорости изменения температуры твердеющего бетона, которые вызваны процессами гидратации цемента. Повышение температуры обусловливает возникновение растягивающего напряжения, которое не должно превышать соответствующего предельного удлинения для обеспечения необходимой трещиностойкости (рис. 1) [11].

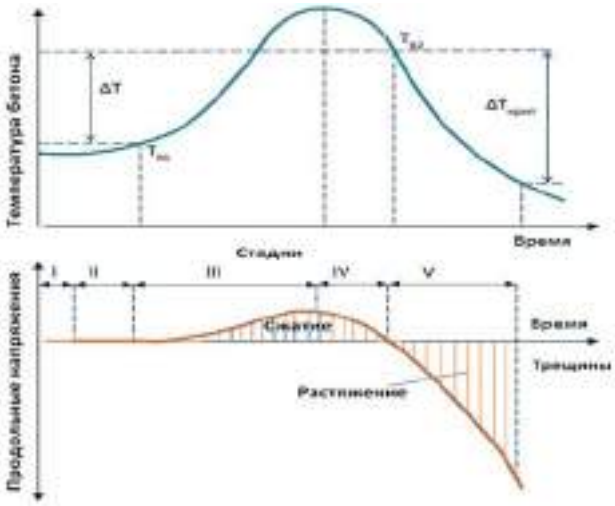


Рис. 1. Взаимосвязь температурных градиентов и растягивающих напряжений в твер-деющем бетоне

Как видно из рис. 1, весьма важным является температурный мониторинг и соответствующих уход на стадии охлаждения бетона вследствие неравномерности протекающих процессов в различных частях конструкции.

Температура трещинообразования Ttp зависит от максимальной температуры Tmax и, как следствие, от характера изменения температуры во времени.

На рисунке 2 представлена зависимость температуры трещинообразования от максимальной температуры в бетоне. Как видно из рис. 2, риск трещинообразования в бетоне находится в прямо пропорциональной зависимости от максимальной температуры. Несомненно, следует учитывать величину коэффициента теплового расширения компонентов бетона, снижение которого может существенно снизить риск образования трещин.

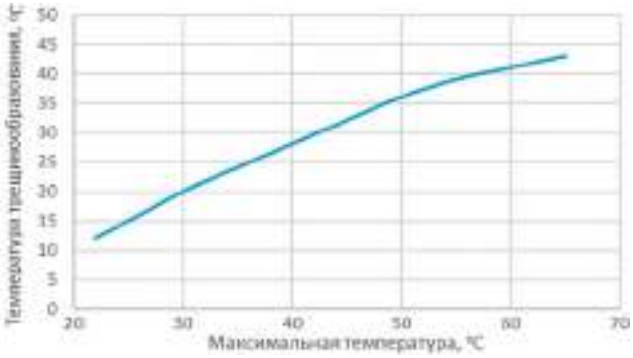


Рис. 2. Зависимость температуры трещинообразования от максимальной температуры твердеющего бетона

Влияние на коэффициент теплового расширения и предельное удлинение при тех заполнителях, которые применяются в Украине, и составах бетонной смеси, изменяемых в узких пределах, незначительное. Таким образом, можно утверждать, что основное влияние на возникновение напряжений в бетоне будут оказывать условия его твердения (вид опалубки, климатические условия и пр.), а не, собственно, технология бетона. Поэтому возможные способы технологического воздействия по предотвращению возможного растрескивания, связанного с теплотой гидратации, весьма ограничены. В первую очередь, они должны быть направлены на уменьшение максимальной температуры твердеющего бетона. Это предполагает определение зависимости между тепловыделением при гидратации и нарастанием прочности.

Для определения такой зависимости с помощью методов полуадиабатической калориметрии записываются кривые тепловыделения исследуемых составов при различных температурах окружающей среды. Если кривые тепловыделения соотнести с соответствующим возрастом бетона с учетом характера влияния температуры, то полученная зависимость теплоты гидратации цемента от времени представляет характеристическую кривую для конкретного бетона в чистом виде.

Оценка прочности на сжатие образцов бетона в ранние сроки твердения (до 3 сут) сопоставленная с полученной характеристической кривой позволяет получить искомую зависимость (рис. 3).

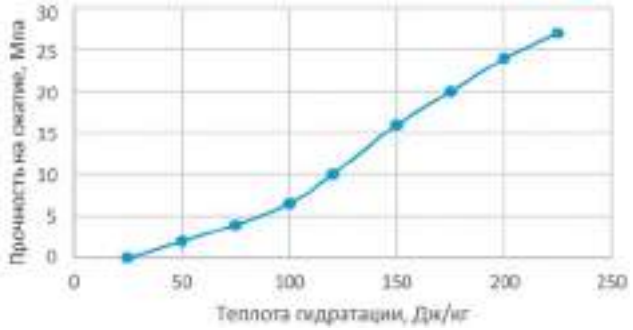


Рис. 3. Зависимость прочности на сжатие бетона от теплоты гидратации цемента в ранние сроки твердения

Полученная зависимость прочности на сжатие бетона от теплоты гидратации цемента представляет объективный критерий для предварительной оценки прочности бетонов относительно величины тепловыделения, поскольку в условиях украинских производителей при варьировании свойств компонентов (заполнители, цементы, химические добавки) в узком диапазоне различие между составами рядовых бетонов будет незначительным.

Выводы

Показано, что одной из причин трещинообразования в твердеющих бетонах является формирование растягивающих напряжений, вызванных повышением температуры в результате тепловыделение при гидратации цемента совместно с усадочными деформациями. Трещинообразование может быть обусловлено не только внутренними напряженными состояниями, но также осевыми напряжениями при ограничении деформации бетонного фрагмента в условиях, когда укладка бетонной смеси осуществляется захватками («новый» – «старый» бетон). Появление трещин наблюдается также при остывании бетонного массива, когда превышается предельная деформация удлинения.

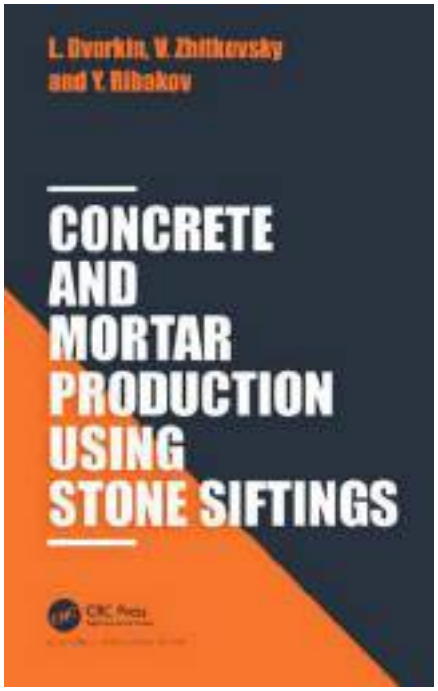
Установлена роль технологии бетона и производства бетонных работ в трещинообразовании. Показана необходимость согласования составов бетона и вида используемых цементов с сезонными колебаниями температуры для достижения необходимой ранней прочности бетона при относительно низком повышении температуры.

Приведена характеристическая зависимость ранней прочности бетона от величины теплоты гидратации цемента в ранние сроки твердения. Приведенная зависимость дает возможность определить сроки распалубки без проведения дополнительных испытаний для рядовых составов бетона в условиях Украины.

Литература:

1. Neville A., Cement and concrete: their interaction in practice, in Advances in Cement and Concrete, American Soc.Civil Engineers, New York, (1994), pp. 1 – 14.
2. Сопов В.П., Белых И.М., Глазнева А.П. Роль температурного фактора в технологии мо-нолитного бетона. / Науковий вісник будівництва. Харьков: ПФ «Михайлов», № 49. – 2008. -с. 208-212.
3. Несветаев Г.В. Бетоны: учебно-справочное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. Ростов-на-Дону: Феникс, 2013. – 381 с.
4. Журов Н.Н., Комиссаров С.В. Система температурно-прочностного контроля бетона в раннем возрасте. / Вестник МГСУ, 2010. - №4. – с. 296-300.
5. Riding K. A., Evaluation of Temperature Prediction Methods for Mass Concrete Members. / K. A. Riding, J. L. Poole, A. K. Schindler, M. C. G. Juenger, and K. J. Folliard. ACI Materials Journal, (2006). – 103(5). – pp. 357-365.
6. Сопов В.П., Поклонский Е.В., Белых И.М. Расчет температурных полей в бетоне. / Науковий вісник будівництва. Харьков: ПФ «Михайлов», № 54. – 2009. -с. 374-378.
7. Воробьева, Т.М. Исследование температурных полей в кон струкции основания фундаментной железобетонной плиты здания / Т.М. Воробьева, А.В. Головко // Научно-технические проблемы транспорта, промышленности и образования: материалы Все российской научно-практической конференции, Хабаровск, 21-23 апр. 2010 г.: в 6 т. / ДВГУПС; ред. О.Л. Рудых. - Хабаровск, 2010. -Т. 2 .-С . 226-230.
8. Thielen, G.; Grube, H.: Maßnahmen zur Vermeidung von Rissen im Beton. Betonund Stahlbetonbau 85 (1990) H. 6, S. 161–167.
9. Report on Thermal and Volume Change Effects on Cracking of Mass Concrete. Reported by ACI Committee 207, 2007. – 32p.
10. Моделирование влияния градиентов температур на распределение напряжений на стадии гидратации бетонов / Ю. А. Абзаев, А. И. Гныря, С. В. Коробков и др. // Вестник ТГАСУ. – Томск: ТГАСУ, 2016. – № 3 (56). – С.129 – 138.
11. Hintzen, W.; Grube, H.: Verminderung der Rißbildung in Tunnelinnenschalen aus Ortbeton. Betonbau in Forschung und Praxis, Verlag Bau + Technik 1999. – S.177–184.

НОВА КНИГА У ВИДАВНИЦТВІ «CRC PRESS»



У видавництві «CRC Press» (США) вийшла монографія «Concrete and Mortar Using Stone Siftings» підготовлена науковцями Національного університету водного господарства та природокористування (д.т.н., професор Леонід Дворкін, к.т.н., доцент Вадим Житковський) та Арієльського університету (Ізраїль) (професор Юрій Рибаков).

В монографії викладено результати експериментально-теоретичних досліджень використання відходів подрібнення вивержених гірських порід при виготовленні різних видів бетонів, розчинів та сухих будівельних сумішей, що проводились в науково-дослідній лабораторії кафедри технології будівельних виробів і матеріалознавства НУВГП.

CRC Press (США) – видавництво, яке спеціалізується на науковій та технічній літературі. Видає літературу у галузі інженерних наук, математики, а також бізнесу та інформаційних технологій. CRC Press є підрозділом міжнародного книжкового концерну Taylor & Francis Group, одного з найбільш рейтингових видавництв наукової літератури заснованого в 1852 році, яке щорічно видає близько 1800 нових книг та 1000 журналів.

Монографія «Concrete and Mortar Using Stone Siftings» є восьмою англомовною книгою виданою професором Леонідом Дворкіним у країнах Європейського союзу та Сполучених Штатах Америки.

https://www.crcpress.com/Concrete-and-Mortar-Production-using-Stone-Siftings/Dvorkin-Zhitkovsky-Ribakov/p/book/9781138565586

ЗОЛОТОЙ МАНДАРИН

Виробник бетонної продукції для благоустрою

Виробництво та реалізація:
тротуарної плитки, облицювального каменю, стінових та фундаментних блоків, парканних елементів, урн для сміття, квітників, лавок, ліхтарів, тротуарних захисних стовпчиків.

ЗОЛОТОЙ МАНДАРИН

НОВЕ ДЛЯ КРАЩОГО!

ЗОЛОТОЙ МАНДАРИН

Київська обл., м. Вишневе, вул. Київська, 17

www.goldmandarin.com.ua

тел. (044) 594-21-21

УДК 666.972.2; 16

Лаповская С. Д.

Демченко Т. Н.

Лаповская С. Д., доктор технических наук,
зам. директора по научной работе,
Демченко Т. Н., старший научный сотрудник,
Государственное предприятие «Украинский научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт строительных материалов и изделий «НИИСМИ»
Украина, г. Киев, ул. Константиновская, 68,
✉ mit@kievweb.com.ua ☎ +38 (044) 425-37-75

Svetlana Lapovska, Ph.D.,
Deputy Director for Research,
Demchenko Tatyana, Senior Resercher,
State Enteprise "Ukrainian research,
project planning and design inststute of building materials and product"
Kostyantinovskaya str.,68, Kiev, 04080
✉ mit@kievweb.com.ua ☎ +38 (044) 425-37-75

ВЛИЯНИЯ КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИХ ГИДРОФОБИЗИРУЮЩИХ ДОБАВОК НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА АВТОКЛАВНОГО ТВЕРДЕНИЯ

ВПЛИВИ КРЕМНІЙОРГАНІЧНИХ ГІДРОФОБІЗУЮЧИХ ДОБАВОК НА ДОВГОВІЧНІСТЬ НІЗДРЮВАТОГО БЕТОНУ АВТОКЛАВНОГО ТВЕРДНЕННЯ

INFLUENCE OF SILICONORGANIC HYDROPHOBIZING ADDITIVES ON THE DURABILITY OF AUTOCLAVED AERATED CONCRETE

Анотация. В статье приведены результаты исследования влияния кремнийорганических гидрофобизирующих добавок на основные физико-механические свойства автоклавного газобетона марки по средней плотности D400.
Ключевые слова: бетон, водопоглощение, добавка, гидрофобизация, морозостойкость, плотность, прочность, ячеистый бетон.
Анотація. У статті наведені результати дослідження впливу кремнійорганічних гідрофобізуючих добавок на основні фізико-механічних властивостей автоклавного газобетону марки за середньою густиною D400.
Ключові слова: бетон, водопоглинання, добавка, гідрофобізація, морозостійкість, густина, міцність, ніздрюватий бетон.
Annotation. The results of investigation of silicone waterproofing additives on physical and mechanical properties of AAC average density D400 are given.
Keywords: concrete, водопоглощение, addition, hydrophobization, frost-resistance, closeness, durability, aerated concrete.

Ячеистые бетоны автоклавного твердения относятся к строительным материалам, структура которых характеризуется высокой пористостью и значительной гидрофильностью. Поэтому вопрос снижения сорбционного влагосодержания и водопоглощения ячеистого бетона являются актуальными, учитывая необходимость расширения сферы применения этого прогрессивного строительного материала. Снизить показатели сорбционного влагосодержания и водопоглощение ячеистого бетона до определенного оптимального значения возможно путем оптимизации его структуры.

Одним из направлений оптимизации структуры строительных материалов является их гидрофобизация – поверхностная или объемная – с помощью различных органических соединений, способных придать поверхности материала водоотталкивающие свойства.

Известная [1] технология объемной гидрофобизации автоклавного газобетона кремнийорганической соединением ПМС-100 позволяет получить материал с водопоглощением от 2 до 12 % по массе. Однако жидкость ПМС-100 имеет достаточно высокую кинематическую вязкость – (95-105)·10-6 м²/с при +20 °С, что затрудняет равномерное распределение гидрофобизатора по объему смеси, а следовательно, требует больших затрат энергии на приготовление ячеистобетонной смеси.

В Украине производится целый ряд продуктов на основе полисилоксанов, которые имеют теплостойкость свыше 200 °С и более низкую по сравнению с ПМС-100 кинематическую вязкость, что теоретически позволит использовать их для объемной гидрофобизации ячеистого бетона автоклавного твердения. Характеристики продуктов приведены в табл. 1-3.

Как видно из табл. 1, жидкости ПМС-40 и ПМС-50 имеют значительно более низкие значения кинематической вязкости при температуре вспышки в открытом тигле более 200 °С, что превышает температуру автоклавной обработки. ГКЖ 136-157 М характеризуется еще более низким показателем кинематической вязкости, но температура вспышки составляет 151 °С.

Исследование возможности использования вышеуказанных кремнийорганических соединений выполняли для конструкционно-теплоизоляционного газобетона марки по средней плотности D400.

Добавки кремнийорганических жидкостей вводили в ячеистобетонных смеси с водой затворения. Расход гидрофобизатора варьировали от 0,5 до 3% по массе от массы сухих компонентов для полиметилсилоксана ПМС, и от 0,5 до 5 % – для олигометилгидросилоксана ГКЖ 136-157 М и метилсиликоната натрия Аквапрок Н.

Кинетика вспучивания ячеистобетонных смесей, содержащих добавки приведена на (рис. 1-5).

После завершения процесса вспучивания высота массивов, содержащих добавки ПМС-50, ПМС-40 и ГКЖ 136-157 М была выше, чем в массивах, содержащих добавку ПМС-100 и Аквапрок Н.

Также было исследовано влияние добавок на процесс набора пластической прочности ячеистобетонного сырца.

Было установлено, что введение добавок ПМС-50, ПМС-40 и метилсиликоната натрия в состав ячеистобетонных смесей не вызывает заметного негативного влияния на кинетику набора пластической прочности сырца по сравнению с добавкой ПМС-100.

Физико-механические свойства разработанных газобетонов (прочность при сжатии, средняя плотность в сухом состоянии, водопоглощение, морозостойкость) были исследованы в соответствии с требованиями действующих в Украине нормативных документов и приведены в табл.4-5.

Таке был проведен анализ влияния добавки полиметилсилоксана на процессы синтеза гидросиликатов. Исследуемая добавка ПМС фактически реагирует уже на стадии

Таблица 1.

Характеристики гидрофобизаторов на основе полиметилсилоксана

№п/п	Показатель	ПМС-100	ПМС-50	ПМС-40
1	2	3	4	5
1	Вязкость кинематическая при +20 °С, м²/с	(95-105).10-6	(45-55) .10-6	(36-44) .10-6
2	Температура вспышки в открытом тигле, °С, не ниже	305	220	200
3	Плотность при 20 °С, г/см³	0,91 - 0,98	0,91 - 0,98	0,91 - 0,98

Таблица 2.

Характеристики гидрофобизатора на основе олигометилгидросилоксана

№ п/п	Наименование показателей	ГКЖ 136-157 М
1	Вязкость кинематическая при +20 °С, м²/с	29, 9.10-6
2	Температура вспышки в открытом тигле, °С	151
3	Плотность при температуре (25+0,5) °С, г/см³	0,998
4	Реакция среды (pH водной вытяжки)	6,72

Таблица 3.

Характеристики гидрофобизаторов на основе метилсиликоната

№ п/п	Наименование показателей	ГКЖ 136-157 М
1	Плотность при температуре (20±0,5) °С, г/см³	1,217
2	Щелочность в пересчете на NaOH, %	15,0
3	Массовая доля нелетучих веществ, %	26, 9

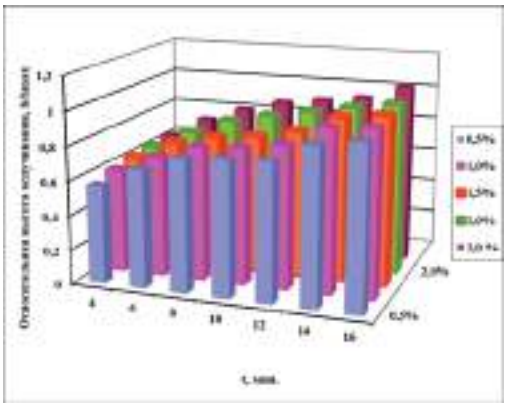


Рис. 1. Кинетика вспучивания ячеистобетонных смесей с добавкой ПМС-100

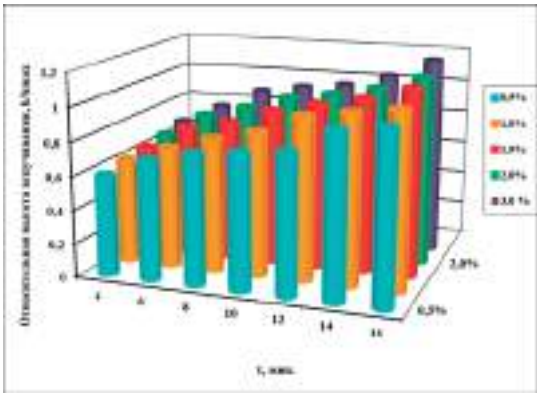


Рис. 2. Кинетика вспучивания ячеистобетонных смесей с добавкой ПМС-50

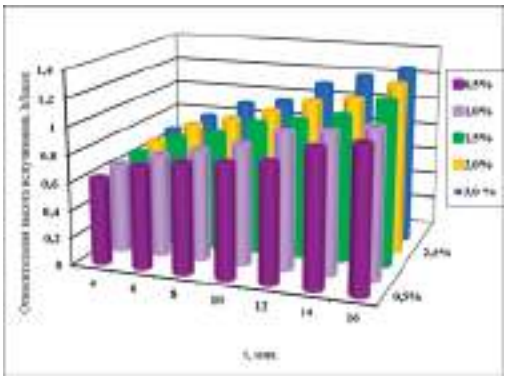


Рис. 3. Кинетика вспучивания ячеистобетонных смесей с добавкой ПМС-40

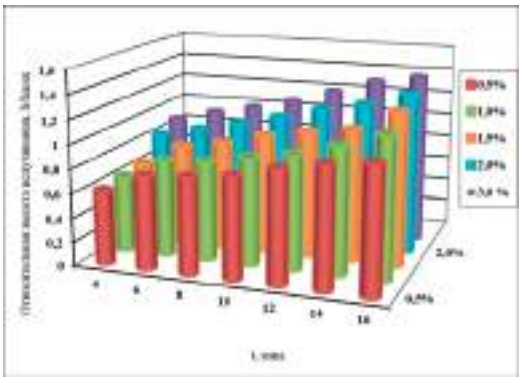


Рис. 4. Кинетика вспучивания ячеистобетонных смесей с добавкой ГКЖ 136-157 М

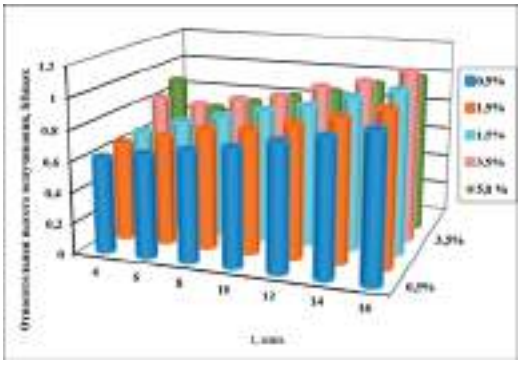


Рис. 5. Кинетика вспучивания ячеистобетонных смесей с добавкой метилсиликоната натрия Аквапрок Н

смешивания, формирования и доавтоклавнои выдержки. Увеличение содержания добавки полиметилсилоксана свыше 2% приводит к снижению прочности готовых изделий. Одной из возможных причин снижения прочности при содержании добавки более 2% является перекристаллизация новообразований и их укрупнение в процес се автоклавной обработки, что вызывает нарушение структуры. Другой причиной является образование линз гидрофобизатора, оказывающих расклинивающего действие и вызывающее нарушение связей между новообразованиями.

В результате проведенных физико-химических методов исследований (рис. 6-8). зафиксированы новообра-

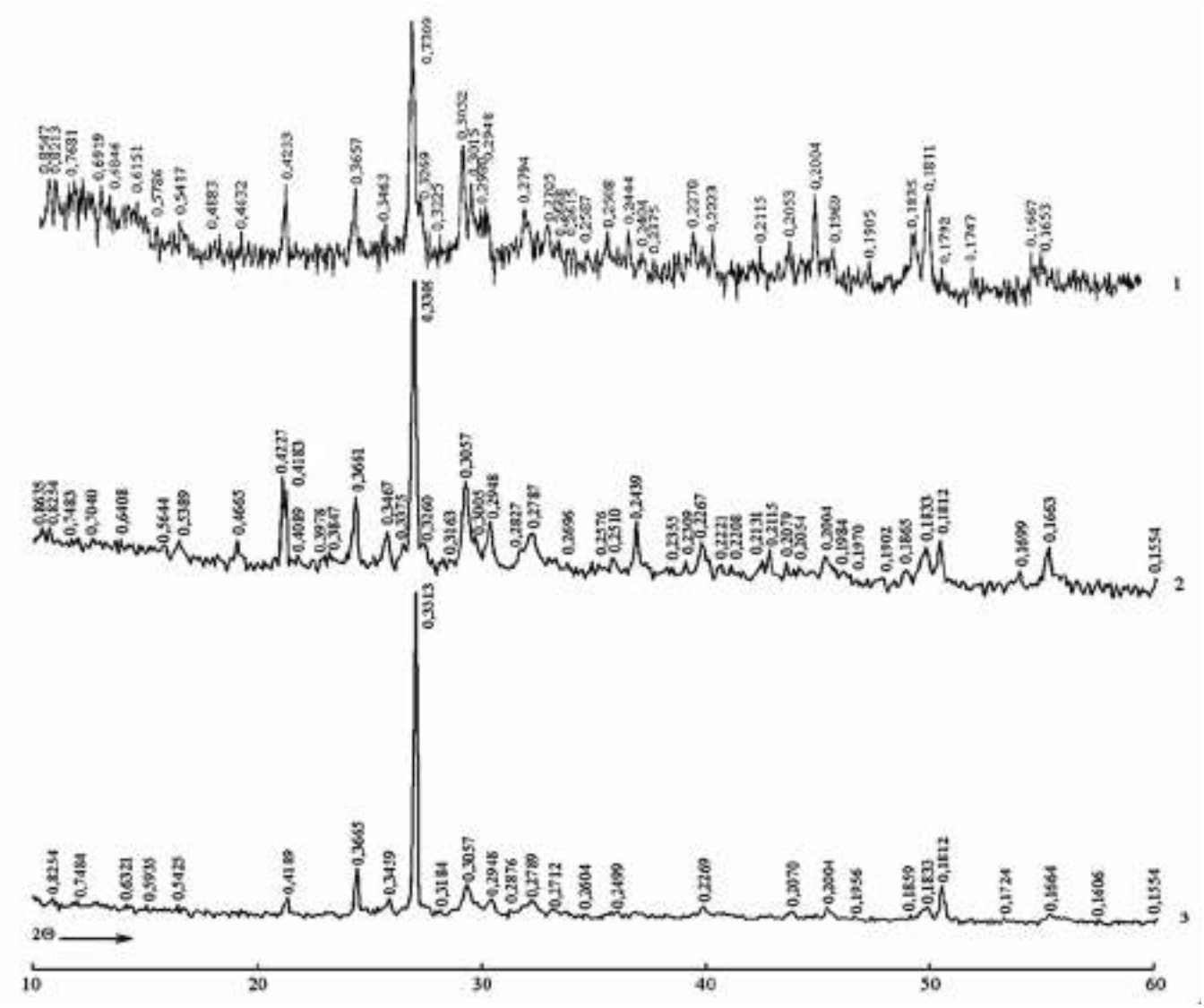


Рис. 6. Рентгенограммы образцов гидрофобизированного ячеистого бетона автоклавного твердненння:
1) - без добавки; 2) при содержании 2 % ПМС-100;
3) при содержании 10 % ПМС-100 [1]

зования в гидрофобизированных ячеистых бетонах аналогичные новообразованиям бездобавочного автоклавного газобетона. При использовании добавки ПМС (рис. 6, кр. 2) более четко проявляются дифракционные отражения основных низкоосновных гидросиликатных фаз, причем увеличение ввода добавки полиметилсилоксана приводит к блокированию процессов гидратообразования в условиях автоклавной обработки, интенсивность фаз уменьшается (рис. 6. кр. 3).

На кривой ДТА (рис. 7, кр. 2) выделение физически связанной воды фиксируется в более широких пределах: от 110 до 250 °С, другие эндо- и экзоэффекты смещаются в сторону увеличения температур примерно на 18 ... 60 °С.

Использование в составе ячеистобетонных смеси добавки ПМС в количестве до 2% способствует повышению влагостойкости газобетона после его автоклавной обработки (объемная гидрофобизация) до 12,8 раз (для ПМС-100 [1]) по сравнению с бездобавочным составом и формированию сфероидальных ячеек меньшего диаметра и меньшей толщины межпоровых перегородок (рис. 8, б, ж) по сравнению с бездобавочный составом (рис. 8, а, е).

Термодеструкция добавки ПМС происходит при температуре 300 °С, а в интервале температур от 700 до 990 °С фиксируется α-кварц с переходом его в α-тридимит. Добавка ПМС инициирует образование на внутренних поверхностях пор удлиненных призматических кристаллов афвилита (рис. 9, б).

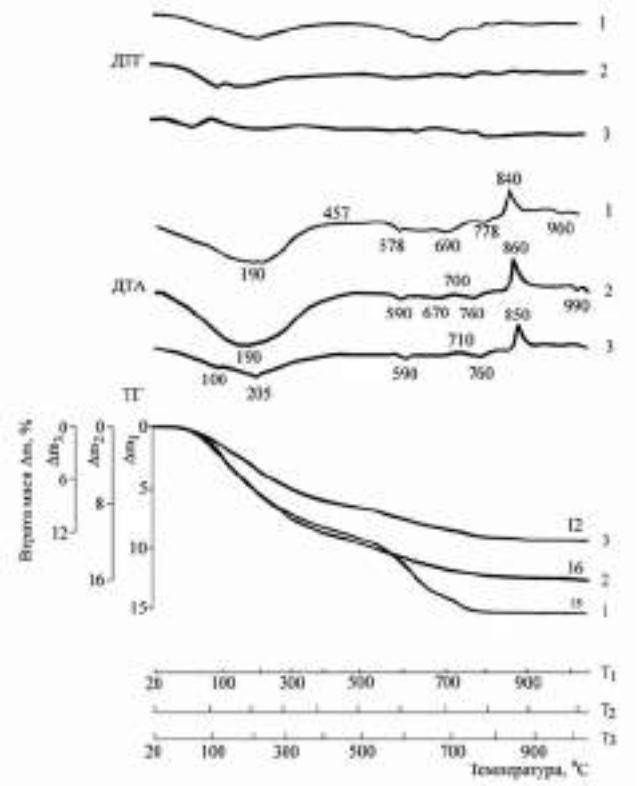


Рис. 7. Термограммы образцов гидрофо-бизированного ячеистого бетона автоклавного твердения:
1) - без добав-ки; 2) при добавлении 2% ПМС-100;
3) при добавлении 10% ПМС-100

Таблица 4.

Физико-механические характеристики разработанных автоклавных газобетонов марки по средней плотности D400, модифицированных полиметилсилоксаном

Показатели	Состав автоклавных газобетонов									
	без добавки	с добавкой в кол-ве, % по массе сухих компонентов								
		2% ПМС-100			ПМС-50			ПМС-40		
		1,5	2,0	3,0	1,5	2,0	3,0	1,5	2,0	3,0
Средняя плотность в сухом состоянии, кг/м³	410	394	390	396	387	383	380	378	382	385
Прочность при сжатии, МПа	2,9	3,0	3,7	3,3	3,1	3,8	3,5	3,0	3,7	3,4
Водопоглощение, % по массе, за 24 ч.	49,6	6,2	2,6	2,0	7,0	4,2	3,0	8,4	5,1	4,8
Морозостойкость, марка	F25	F35	F50	F35	F35	F50	F50	F35	F50	F50

Таблица 5.

Физико-механические характеристики разработанных автоклавных газобетонов марки по средней плотности D400, модифицированных добавками олигометилгидросилоксана и метилсиликоната натрия

Показатели	Состав автоклавных газобетонов						
	без добавки	с добавкой в кол-ве, % по массе сухих компонентов					
		ГКЖ 136-157 М			Аквапрок Н		
		2,5	3,5	5,0	2,5	3,5	5,0
Средняя плотность в сухом состоянии, кг/м³	410	402	396	390	408	413	419
Прочность при сжатии, МПа	2,9	3,2	3,5	3,0	3,3	3,0	2,7
Водопоглощение, % по массе, за 24 ч.	49,6	31,0	29,8	31,7	30,3	30,8	32,6
Морозостойкость, циклы	F25	F25	F35	F25	F35	F25	F25

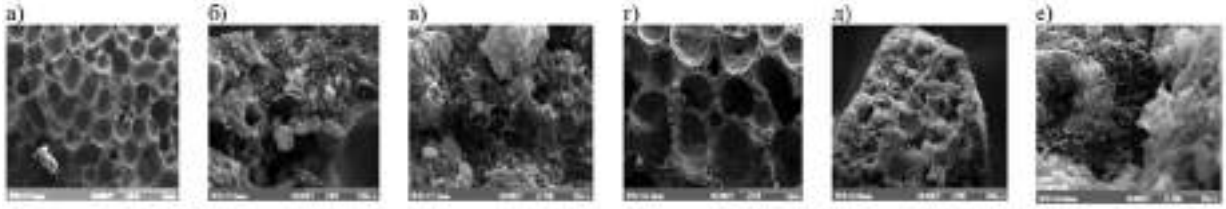


Рис. 8. Электронные микрофотографии поверхности скола образца гидрофобизированные ячеистого бетона автоклавного твердения: (а, б, в) модифицированного полиметилсилоксаном в количестве 2 %, (г, д, е) без добавки

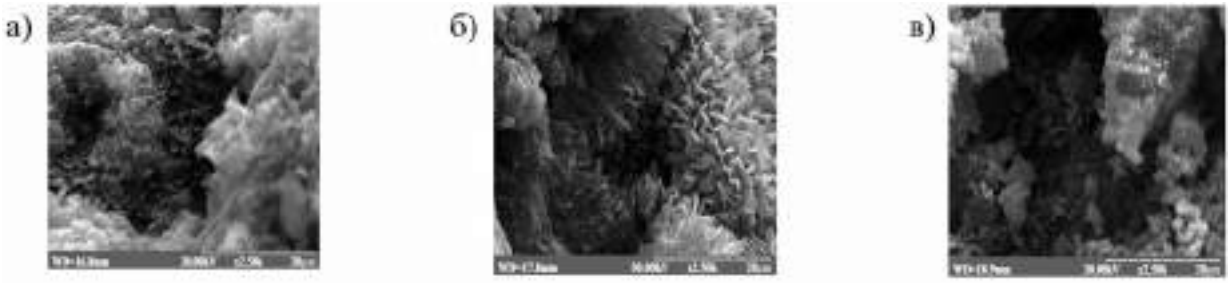


Рис. 9. Фотографии поверхности гидрофобизированного ячеистого бетона автоклавного твердения:
а) - без добавки; б) при добавлении 2% ПМС-100; в) при добавлении 10% ПМС-100

Вывод

По результатам проведенных исследований установлено, что для повышения основных физико-механических и эксплуатационных характеристик газобетонов марки по средней плотности D400 оптимальным является введение в состав ячеистобетонных смесей добавки кремнийорганической жидкости ПМС-50 в количестве 1,5-2 % от массы сухих компонентов. При этом прочность материала при сжатии повышается с 2,9 МПа до 3,8 МПа; водопоглощение снижается с 49,6 % до 4,2 % по массе, морозостойкость повышается на 2 марки. Составы, содержащие добавки ПМС-50 и ПМС-40 характеризовались пониженной на 3-5 % средней плотностью в сухом состоянии при равнозначных значениях прочности на сжатие (3,7 МПа и 3,8 МПа соответственно). Образцы автоклавных газобетонов, модифицированных добавками олигометилгидросилоксана и метилсиликоната натрия показали повышение прочности и морозостойкости при количестве добавок 3,5 % и 2,5 % соответственно.

Прочность ячеистого гидрофобизированные бетона автоклавного твердения обеспечивается основными низькоосновний гидросиликатнимы фазами и увеличенным количеством удлиненных призматических кристаллов афвилита.

Литература:

1. Лаповська С.Д. Автоклавний газобетон з покращеними експлуатаційними властивостями: дис. … докт. техн. наук / Світлана Давидівна Лаповська; КНУБА.- К., 2013. – 387 с.

AEROC

ЕКОЛОГІЧНИЙ СЕРТИФІКАТ
СОУ ОЕМ 004
UA.08.002.341

D300

www.aeroc.ua

AEROC:
ИННОВАЦИОННОЕ БУДУЩЕЕ – ИЗ ГАЗОБЕТОНА!

ООО «АЭРОК»
08700, г. Обухов, ул. Промышленная, 6
☎ +38(044) 391-31-96
✉ aeroc@aeroc.ua, sales@aeroc.ua
www.aeroc.ua

Не зная прошлого, будущее не построить. Бетон как строительный материал, по последним данным, применялся еще в древнем Египте. Правда тогда, в древнем Египте, судя по всему, вопрос энергосбережения не стоял так остро. В наши времена любой рачительный хозяин или попросту владелец инвестиций, желающие получить их эффективное и надежное возмещение, выбирают газобетон.

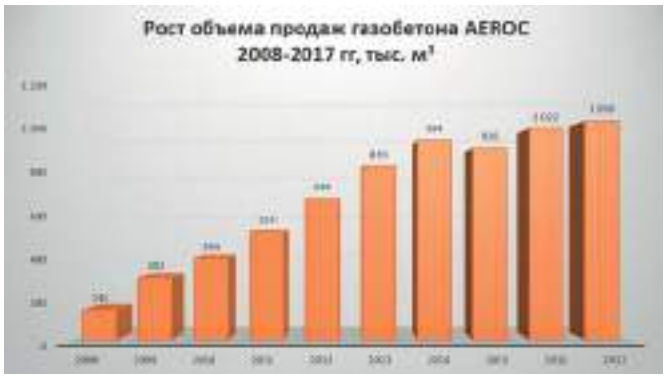
Компания AEROC – ведущий производитель этого современного стройматериала в нашей стране, помогает своим клиентам правильно вложить деньги в строительство будущих объектов, получив реальную долговечность, экологичность и энергоэффективность.

Компания AEROC впервые заявила о себе на украинском рынке в декабре 2006 года и до сих пор сохраняет лидерские позиции. В 2007 году началось сооружение завода в г. Березань, на котором была установлена производственная линия HESS. Завод был введен в эксплуатацию осенью 2008 года. Параллельно продукцию под ТМ AEROC начал выпускать Обуховский завод пористых изделий, вошедший в состав компании в течение 2008-2009 г. За период 2008-2017 гг. произведено и реализовано 7 млн. м^3 продукции.

В 2009 году состоялся запуск новой автоматизированной производственной линии WEHRHAHN на заводе в г. Обухов. В 2010–2011 гг. были разработаны и применены новые технологии, стартовал выпуск армированных изделий и блоков плотностью 300 кг/м^3. С целью увеличения объемов производства на завод в г. Березань были закуплены и установлены 3 автоклава, которые позволили значительно увеличить производительность завода.

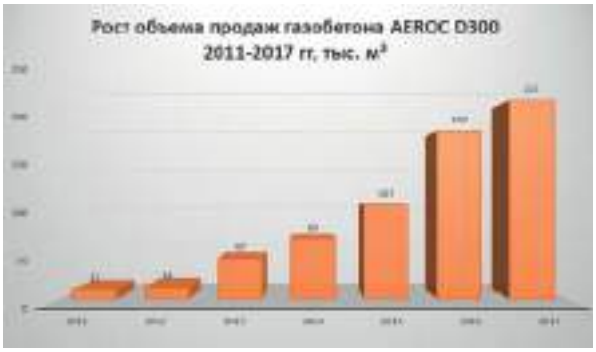
2012 год для AEROC ознаменовался началом массового производства армированных изделий, причём именно AEROC стал единственным в Украине изготовителем этой продукции. Выпуск этой продукции, уникальной для технологии газобетонных изделий – армированных газобетонных плит перекрытия и покрытия, был освоен компанией AEROC в 2012–2013 годах.

Также в 2013 году было начато массовое производство нового продукта – теплоизоляционных изделий AEROC ENERGY плотностью 200 кг/м^3. А в 2014 году был налажен выпуск нового поколения теплоизоляционных изделий AEROC ENERGY плотностью всего 150 кг/м^3, которые по своим теплоизоляционным параметрам на 7 % превзошли теплоизоляционные блоки плотностью 200 кг/м^3. По своему комплексу характеристик теплоизоляционные блоки AEROC ENERGY не имеют аналогов среди современных утеплителей.



Они обладают присущими только им высокими теплофизическими показателями и эксплуатационными свойствами. Блоки являются абсолютно негорючими, обладают твердой, ровной, прочной поверхностью со стабильными размерами и характеризуются простотой монтажа в отличие от пенополистирола и минераловатных плит утеплителя. Целесообразность использования теплоизоляции AEROC ENERGY D150 подтверждается широчайшим температурным диапазоном применения, высокими показателями паропроницаемости, стабильностью размеров (не дает усадки), стойкостью к различным агрессивным средам и ультрафиолетовым лучам.

В 2015 году компания AEROC получила Европейский сертификат качества. Год ознаменовался активным участием в строительных выставках Украины с целью продвижения блока D300. Главные преимущества блоков AEROC D300 – снижение затрат при строительстве и эксплуатации за счет высоких теплоизоляционных показателей и увеличения полезной площади дома. Снижение плотности всегда выгодно потребителю: при равной толщине стена из менее плотного камня обеспечивает большую теплозащиту, а при равных теплозащитных свойствах стена получается тоньше и дешевле. Также следует обратить внимание на экономию при строительстве фундамента, поскольку более легкие стены предъявляют меньшие требования к его несущей способности. Блоки плотностью D300 более легкие, их удобнее и дешевле перевозить благодаря увеличившейся норме загрузки машины. Газобетонные блоки D300 достаточно широко распространены в Европе (Германии, Польше, Чехии и других странах), а вот на постсоветской территории такая продукция впервые появилась именно под маркой AEROC.



В 2016 году на производстве AEROC в городе Обухов был установлен новый автоклав, собственная котельная и линия пакетирования. В этом же году был установлен рекорд по продажам. Именно в 2016 году компания AEROC сумела преодолеть психологический барьер реализации продукции в 1 млн м^3, закрепив его увеличившимися на 8 % результатами производства и продаж 2017 года.

Стоит отметить, что кроме продукции из газобетона, компания предлагает своим клиентам также и материалы для работы со своими изделиями и последующей отделки.

Если оглянуться на короткую, но очень насыщенную и динамичную историю развития предприятия, то можно сказать, что именно AEROC все это время находится в числе тех, кто не на словах, а на деле строит страну. Использование газобетона AEROC позволяет получить ощутимую экономию на энергоснабжении жилых домов, офисных помещений, предприятий, складов, производств и т. д. Главная цель технологий AEROC и их распространения на отечественном рынке состоит в том, чтобы создать реальную экономию при строительстве и дальнейшей эксплуатации домов клиентов компании за счет применения новых материалов AEROC со всё более высокими теплоизоляционными свойствами.

Наружные стены из блоков AEROC плотностью 300 кг/м^3 шириной 300 мм удовлетворяют требованиям национальных стандартов по теплоизоляции и не уступают по этому показателю даже стенам из более плотного газобетона с утеплением минераловатными плитами толщиной 50 мм. AEROC D300 – самый теплый стеновой материал на рынке Украины при прочих равных условиях.

Спрос на газобетон растет из года в год, что закономерно – газобетонные стены комфортны для проживания, оптимальны по соотношению цена/трудозатраты и экономичны по сравнению с другими стеновыми материалами. AEROC активно развивается вместе с рынком, опережая и предвосхищая рост потребления продукции из газобетона. Так, за период 2018–2019 гг., компания планирует нарастить мощности завода в г. Березань на 16 %, до 650 тыс. м^3 в год и значительно увеличить производство уникальных газобетонных изделий AEROC – блоков плотностью D300 и армированных изделий (плит и перемычек). Выпуск блоков плотностью D300 вырастет практически на 100 % – до 450 тыс. м^3 в год. Армированные изделия компания будет производить в объеме 16–17 тыс. м^3 в год. Такой рост производства возможен только при значительных вложениях в модернизацию, обновление заводов, приведение оборудования в соответствие с новейшими требованиями к техническим условиям и стандартам качества.

За период 2010-2017 гг. инвестиции в заводы составили 13,95 млн. евро, что позволило нарастить производство путем обновления оборудования, ввести в эксплуатацию новые технологические линии, и, применяя прогрессивные технологии и материалы, наиболее эффективно использовать энергетические и трудовые ресурсы.

Сейчас AEROC – по-настоящему впечатляющий пример динамично развивающейся высокотехнологичной и инновационной структуры, занимающей прочные позиции на строительном рынке Украины. За сравнительно небольшое время своего существования компания сумела более чем в 5 раз увеличить объемы производства при регулярной модернизации своих мощностей, выступая с новыми предложениями, предвосхищающими и формирующими новые потребности рынка строительных технологий.

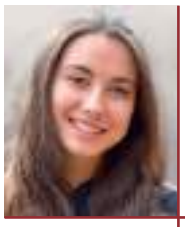
AEROC

ENERGY

ІДЕАЛЬНА ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЯ

WWW.AEROC.UA

УДК 624.05



Захарченко П. В. | Рева В. І. | Лисенко Я. В. | Гургенідзе М. Г. | Войтенко Н. С.

Захарченко П. В., к.т.н., професор, завідувач кафедри,
віце-президент Академії будівництва України,
заслужений працівник освіти України,
☎ (044) 520-01-31 ✉ tkd362@ukr.net
Рева В. І., к.т.н., професор КНУБА,
Комерційний директор компанії «Агромат»
Лисенко Я. В., магістр КНУБА,
✉ yasyalysenko@icloud.com
Гургенідзе М. Г., студент – бакалавр КНУБА,
✉ mariami45395@gmail.com
Войтенко Н. С., студент – бакалавр КНУБА,
✉ ninaa.voytenko@gmail.com
Київський національний університет будівництва і архітектури (КНУБА),
03037 м.Київ, проспект Повітрофлотський, 31

P. Zakharchenko, Candidate of Technical Sciences, Professor,
Head of department, Vice-President of the Academy of
Construction of Ukraine, Honored Worker of Education of Ukraine,
☎ (044) 520-01-31 ✉ tkd362@ukr.net
V. Reva, Candidate of Technical Sciences, Professor of KNUCA,
Commercial Director of «Agromat»
Y. Lysenko, master of KNUCA,
✉ yasyalysenko@icloud.com
M. Hurhienidze, bachelor of KNUCA,
✉ mariami45395@gmail.com
N. Voytenko, bachelor of KNUCA,
✉ ninaa.voytenko@gmail.com
Kiyv National University of Construction and Architecture (KNUCA),
03037 Kiev, Povitroflotsky Avenue, 31

БУДІВЕЛЬНА ІНДУСТРІЯ: ВИРОБИ ДЛЯ ЛЮДЕЙ З ОСОБЛИВИМИ ПОТРЕБАМИ. САНІТАРНО-ТЕХНІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ. ДУШОВІ КАБІНИ.

CONSTRUCTION INDUSTRY PRODUCTS FOR PEOPLE WITH SPECIAL NEEDS. SANITARY EQUIPMENT. SHOWER CUBICLES.

СТРОИТЕЛЬНАЯ ИНДУСТРИЯ ИЗДЕЛИЯ ДЛЯ ЛЮДЕЙ С ОСОБЫМИ ПОТРЕБНОСТЯМИ. САНИТАРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ. ДУШЕВЫЕ КАБИНЫ.

Анотація. Європейська практика облаштування місць загального користування в обов'язковому порядку передбачається розміщення сантехнічного обладнання для людей з обмеженими можливостями. Якщо обладнання ванних кімнат та туалетів для інвалідів в Європі є звичним явищем, то місця громадського користування – будівлі, в яких розташовані органи місцевої влади, готелі, вокзали, аеропорти в Україні – тільки починають облаштовуватися спеціальним обладнанням. В останні роки і в нашій країні відбулися позитивні зміни в цьому питанні, тепер одна з вимог при узгодженні об'єкта будівництва – комплекс проектних заходів, що забезпечує доступність будівель та інфраструктури для інвалідів. На сучасному етапі формування вільного ринку в Україні актуальною проблемою є вивчення властивостей виробів для людей з особливими потребами, їх ідентифікація та виявлення підробок. В залежності від віку особи сантехнічні вироби будуть мати різні розміри та форми. В залежності від виду захворювання керамічні сантехнічні вироби можуть бути оснащені різним допоміжним обладнанням із функціями, притаманними певному виду хвороби. Житлові помешкання також потребують спеціального оснащення. Тому сантехнічне обладнання, яке показало свою ефективність при облаштуванні місць загального користування в громадських місцях, переноситься в житлові приміщення для здійснення гігієнічних процедур інвалідами. Обладнання ванної кімнати повинно відповідати важливим критеріям, таким як: доступність, функціональність, ремонтопридатність. Людям з обмеженими можливостями доводиться дуже нелегко пересуватися як на вулиці, так і вдома. У держави є можливість допомогти і полегшити їх життя. Для цього існує маса засобів, щоб такі люди могли жити повноцінним, максимально самостійним життям. У нашій статті наведено приклади пристосувань, які допоможуть безпечно і з комфортом здійснювати щоденні гігієнічні процедури.
Ключові слова: санітарно-технічне обладнання, люди з особливими потребами, керамічні вироби, комфорт, підробки.
Анотация. Европейская практика оборудования мест общего пользования в обязательном порядке предусматривается размещение сантехнического оборудования для людей с ограниченными возможностями. Если оборудование ванных комнат и туалетов для инвалидов в Европе является обычным явлением, то места общественного пользования – здания, в которых расположены органы местной власти, гостиницы, вокзалы, аэропорты в Украине – только начинают обустраиваться специальным оборудованием. В последние годы и в нашей стране произошли позитивные изменения в этом вопросе, теперь одно из требований при согласовании объекта строительства – комплекс проектных мероприятий, обеспечивающей доступность зданий и инфраструктуры для инвалидов. На современном этапе формирования свободного рынка в Украине актуальной проблемой является изучение свойств изделий для людей с особыми потребностями, их идентификация и выявление подделок. В зависимости от возраста лица керамические сантехнические изделия будут иметь различные размеры и формы. В зависимости от вида заболевания керамические сантехнические изделия могут быть оснащены различным вспомогательным оборудованием с функциями присущими определенному виду болезни. Жилые помещения также требуют специального оснащения. Поэтому сантехническое оборудование, которое показало свою эффективность при обустройстве мест общего пользования в общественных местах, переносится в жилые помещения для осуществления гигиенических процедур инвалидами. Оборудование ванной комнаты должно соответствовать важным критериям, таким как: доступность, функциональность, ремонтопригодность. Людям с ограниченными возможностями приходится очень нелегко передвигаться как на улице, так и дома. У государства есть возможность помочь и облегчить их жизнь. Для этого существует масса средств, чтобы такие люди могли жить полноценной, максимально самостоятельной жизнью. В нашей статье приведены примеры приспособлений, которые помогут безопасно и с комфортом ежедневные гигиенические процедуры.
Ключевые слова: санитарно-техническое оборудование, люди с особыми потребностями, керамические изделия, комфорт, подделки.
Annotation. In European countries in places of public using it is mandatory to place plumbing equipment for people with disabilities. If the equipment of bathrooms and toilets for people with disabilities in Europe is a common occurrence, then places of public use – buildings in which the local authorities, hotels, stations, airports in Ukraine are located – are just starting to be equipped. In recent years in our country there have been also positive changes in this issue, now one of the requirements for the coordination of the construction site – a complex of project activities, which provides accessibility of buildings and infrastructure for the disabled.At the present stage of the formation of a free market in Ukraine, the actual problem is the study of the properties of products for people with special needs, establishing their naturality and detecting counterfeits. Depending on age, ceramic sanitary ware will have different sizes and shapes. Depending on the type of disease, sanitary ware may be equipped with various auxiliary equipment with functions that are inherent in a particular type of disease. Residential dwellings also require special equipment. Therefore, ceramic sanitary equipment, which proved its effectiveness in the arrangement of public places in public places, is transferred to residential premises for the implementation of hygienic procedures for the disabled. The bathroom equipment must meet the important criterions, such as: availability, functionality, maintainability. People with disabilities have a very hard time moving both in the street and at home. The purpose of the construction complex is to help and facilitate their life. For this purpose there is a mass of means that such people can live a full-fledged, maximally independent life. Article provides examples of gadgets that will help you carry out daily routine safely and comfortably.
Keywords: sanitary equipment, people with special needs, ceramic products, comfort, forgery.

Реалізація соціальної політики держави стосовно будь-якої категорії громадян неможлива без здійснення їх соціального захисту. При цьому найменш захищеними є люди зі стійким розладом функцій організму, що при взаємодії із зовнішнім середовищем може призводити до обмеження їх життєдіяльності.

На рисунку 1 подано розподіл людей з обмеженими можливостями (інвалідів) за групами:

Рис. 1. Розподіл груп інвалідності за визначеними ознаками

Державні структури, неурядові організації та громадські об'єднання, покликані не тільки охороняти здоров'я населення і займатися профілактикою інвалідності, але і створювати умови для реабілітації інвалідів, їх інтеграції та реінтеграції у суспільство і професійну діяльність.

Ефективним механізмом реалізації державної політики у вирішенні проблем інвалідів в Україні стали цільові програми, що об'єднують зусилля різних відомств.

Реалізація програм направлена на створення умов, що відповідають вимогам і нормам цивілізованої держави, при яких інвалід, як і будь-який громадянин, має можливість на рівних засадах здобути освіту, працювати, матеріально забезпечувати себе і мати доступ до всіх об'єктів соціальної, виробничої та господарської інфраструктури.

Тому основним завданням соціальної роботи з інвалідами є об'єднання зусиль як державних органів, так і громадських та приватних ініціатив, груп самодопомоги для найбільш повного задоволення потреб даної категорії населення та самореалізації осіб з обмеженими можливостями.

Основним законом України із соціального захисту інвалідів є Закон «Про основи соціальної захищеності інвалідів в Україні» від 12 березня 1991 р. № 875-12. Цей Закон визначає основи соціальної захищеності інвалідів в Україні і гарантує їм рівні з усіма іншими громадянами можливості для участі в економічній, політичній і соціальній сферах життя суспільства, створення необхідних умов, які дають можливість інвалідам вести повноцінний спосіб життя згідно з індивідуальними здібностями та інтересами.

Органи державної влади, підприємства (об'єднання), установи і організації (незалежно від форм власності і господарювання) зобов'язані створювати умови для безперешкодного доступу інвалідів до житлових, громадських і виробничих будівель, споруд, громадського транспорту для вільного пересування в населених пунктах.

Підприємства та організації, що здійснюють транспортне обслуговування населення, зобов'язані забезпечити спеціальне обладнання транспортних засобів, вокзалів, аеропортів та інших об'єктів, яке б дало змогу особам з інвалідністю бесперешкодно користуватися їх послугами.

Окрім цього, у місцях громадського користування та на транспорті повинні розміщуватися знаки, що застосовуються в міжнародній практиці для позначення їх доступності для інвалідів. У місцях загального користування вся важлива інформація, призначена для громадськості, повинна дублюватися рельєфним літерно-цифровим або рельєфно-крапковим шрифтом. Всі громадські та житлові будинки, що проектуються або реконструюються, повинні бути обладнані пристосуваннями для людей з обмеженими можливостями. Зони відпочинку в прибудинкових територіях, під'їзди, сходи та ліфти будинків, в яких мешкають люди з обмеженими можливостями, мають бути обладнані спеціальними засобами і пристосуваннями відповідно до індивідуальної програми реабілітації. Будь-які знаки доступності для них повинні відповідати знакам, що застосовуються у міжнародній практиці.

В той же час особливої уваги потребують люди з особливими потребами та діти-інваліди в організації їх побуту. Це – обладнання кімнат спеціальними меблями, ванних кімнат та туалетів індивідуальними санітарно-технічними засобами та пристосуваннями.

Компанія «Агромат» є одним з найбільших постачальників якісної керамічної плитки та сантехнічних виробів на ринок України. При цьому політика компанії є глибоко соціально орієнтованою. В магазинах фахівці нададуть поради та допоможуть укомплектувати побутові помешкання спеціальними меблями та обладнанням для людей з інвалідністю.

Для виконання соціальних програм «Агромат» залучає висококваліфікованих спеціалістів Київського національного університету будівництва і архітектури, які разом з менеджерами компанії розробляють схеми обладнання ванних та туалетних кімнат спеціальними виробами та алгоритм поставки та обслуговування техніки у користувача (рисунок 2).

Рис. 2. Споживні властивості санітарно-технічних виробів для людей з особливими потребами

На сучасному етапі формування вільного ринку в Україні актуальною проблемою є вивчення властивостей виробів для людей з особливими потребами, встановлення їх натуральності та виявлення підробок.

Ідентифікація сантехнічних виробів є важливим етапом при оцінці якості та встановлення їх відповідності еталонам або вимогам, які закладені в проектній або технічній документації.

Сантехнічні вироби для інвалідів можна розподілити за наступними товарними групами (рисунок 3):

Рис. 3. Розподіл товарних груп сантехнічних виробів для людей з особливими потребами

У залежності від віку особи керамічні сантехнічні вироби будуть мати різні розміри та форми.

У залежності від виду захворювання керамічні сантехнічні вироби можуть бути оснащені різним допоміжним обладнанням із функціями, притаманними певному виду хвороби.

Якщо обладнання ванних кімнат та туалетів для інвалідів в Європі є звичним явищем, то місця громадського користування – будівлі, в яких розташовані органи місцевої влади, готелі, вокзали, аеропорти в Україні – тільки починають облаштовуватися.

Житлові помешкання також потребують спеціального оснащення. Тому керамічне сантехнічне обладнання, яке показало свою ефективність при облаштуванні місць загального користування в громадських місцях, переноситься в житлові приміщення для здійснення гігієнічних процедур інвалідів. Дизайнери, які співпрацюють з ВТК «Агромат», намагаються максимально враховувати не тільки естетичні побажання таких клієнтів, але і їх фізіологічні особливості. Менеджери компанії пропонують компаніям, що проектують нове житло, нові неймовірно зручні моделі керамічної сантехніки, що здатні зробити життя інвалідів значно комфортнішим.

Найбільш проблематичним місцем в оселі для людей з обмеженими фізичними можливостями є ванна кімната. Не дивно, що сучасні дизайнери завжди намагаються максимально враховувати не тільки естетичні побажання таких клієнтів, але і їх фізіологічні особливості. В магазинах ВТК «Агромат» з кожним роком з`являються нові зручні моделі сантехніки.

При проектуванні слід врахувати, що розміри ванної та туалету відіграють дуже важливу роль. Також є деякі особливості, які можна проігнорувати при ремонті або реконструкції житла, коли проблема інвалідів для проживаючих не актуальна.

Всередині приміщення повинно бути досить вільного простору. Розміри санвузла повинні дозволяти людині не просто пересуватися, але при цьому використовувати ходунки, коляску, або заходити удвох – інвалід та супроводжуючий.

Особливу увагу необхідно звернути на вхід до санвузлу. Інвалід повинен безперешкодноно заходити або заїжджати всередину приміщення, а також вибиратися з нього, тому високі пороги недоречні.

Периметр сантехнічного вузла, де це необхідно, потрібно облаштувати поручнями. З їх допомогою особа з обмеженими фізичними можливостями зможе самостійно сісти, встати, переміститися, не звертаючись за допомогою до рідних.

Розташування туалетних речей продумується з урахуванням потреб інваліда. Здоровій людині не складе проблеми нахилитися, щоб дістати з нижнього ящика рушник. Інваліду ж буде складно піднятися, щоб дістати той же рушник з верхньої полиці.

Ні в якому разі не можна вибирати слизьку плитку для підлоги. Це небезпечно для інвалідів, які можуть не втриматися на такій поверхні.

Безпечна ванна для людей з обмеженими фізичними можливостями може бути облаштована як вдома, так і в громадських місцях. У ній передбачені: спеціальний душ, туалет, стілець або ліжко і поручні.

Обладнання ванної кімнати повинно відповідати важливим критеріям, таким як:

- доступність
- функціональність
- ремонтопридатність.

На рисунку 4 представлено багатофункціональну ванну кімнату, яка призначена як для здорової людини, так і для інвалідів.

Рис. 4. Обладнання багатофункціональної ванної кімнати

Існує багато типів спеціалізованих ванн для інвалідів. Але вони досить громіздкі і дорогі. Вони вимагають переоснащення та переобладнання ванної кімнати. Причому, для інваліда на візку, який проживає самостійно, пересаджування в ванну, нехай і спеціалізовану, може стати проблемою.

Альтернативою може стати душова кабіна. Для інвалідів, за багатьма аспектами, вона найбільш зручна. Людина, обмежена в русі, в кабіні, тримаючись за поручні, може легко пересісти на спеціальне закріплене сидіння. Вона також може легко дотягнутися до гнучкого душа і інших пристосувань. При цьому інваліду не потрібна стороння допомога.

На нашу думку, санвузли для інвалідів найкраще оснащувати саме за такою схемою. Відсутність бортиків робить пересування інваліда досить простим. Більш того, в таку душову можна навіть заїхати на візку, щоб сидячи прийняти душ. За рахунок цього, людина відчуває себе більш самостійною.

До переліку особливостей спеціалізованих душових кабін відносяться:

- гігієнічність;
- зручність;
- безпека;
- надійність конструкції;
- міцність матеріалів;
- неслизькість всих поверхонь;
- обладнання поручнями для підтримки;
- низький піддон з противоковзною поверхнею;
- закріплене відкидне/поворотне або стаціонарне сидіння;
- доступність до всіх функцій з сидячого положення;
- повна відсутність будь-яких бар'єрів;
- міцні шторки або дверцята, які відкриваються легко і безпечно;
- різні варіанти відкриття дверець-назовні, всередину або гармошкою;
- всі краї конструкції повинні бути міцними, обтічними, зі спеціальними покриттями;
- всі труби і проводка повинні бути виконані максимально прихованими, щоб уникнути контакту з інвалідним візком;
- сидіння має мати нахил назад, для страхування від зісковзування під час миття (адже такі люди не спираються на ноги);
- штанга для душа повинна бути міцною і при необхідності виконувати роль поручня.

Всі душові кабіни діляться на дві великі групи: моноблочні (гідробокси) і душові куточки.

Моноблочна кабіна (або гідробокс) зібрана на заводі і її необхідно просто підключити до каналізації, водопроводу і електрики. Вона часто обладнана різними додатковими функціями, які передбачають в собі використання стелі. Тому ця конструкція в більшості своїй громіздка.

Деякі фірми випускають гідробокси для інвалідів. Вони мають спеціалізоване сидіння, низький піддон, поручні на вході і всередині, а також багато корисних функцій, які здатні поліпшити реабілітацію та одужання – гідромасаж, сауна, аромотерапія та ін. Але вони можуть використовуватися тільки тими групами людей з обмеженими можливостями, які можуть пересісти на сидіння без коляски або підйомника і самостійно утримуватися на сидінні. Стороння допомога в таких душових кабінках виключається, тому вони підходять для обмеженої групи людей-інвалідів.

Рис. 5. Моноблочні кабіни для інвалідів

Найпоширеніші моделі душових кабін для інвалідів – кутові або збірні. Гідробокс випускаються в одному-двох варіантах і повністю укомплектовані на заводі. Тому розглядати їх складові не має сенсу.

Душовий куточок – це збірна конструкція. Він складається з піддону, огорожі, дверцят або шторок. Комплектується душем, поручнями, сидінням. При потребі – стелею. Ця деталь буває затребувана при монтажі спеціальних функцій – парогенератора і т.п. При цьому, стіни самої ванної кімнати можна використовувати як частину кабіни, теж саме і з підлогою.

Душовий куточок найбільше підходить для інвалідів. Різні фірми-виробники випускають спеціалізовані куточки під різні групи людей. Тут є і можливість вибору, до того ж збірна конструкція дозволяє підібрати найбільш оптимальні розміри і функції.

Душова кабіна для інвалідів включає в себе:

- низький піддон;
- огородження;
- душову систему;
- поручні;
- сидіння;
- систему зливу (трап);
- трубу для водовідведення;
- двері або шторки;
- стелю (за потребою)

Рис. 6. Душові куточки

Душовий піддон. Є кілька видів піддонів, які підходять для інвалідів:

- низький;
- плоский;
- відсутність піддону, використання підлоги.

Підходять всі піддони на рівні підлоги. Його вони повинні бути не слизькими, міцними, легко митися, бути довговічними. Важливі і його розміри – 80 × 80 см, а краще 85 × 85 або 90 × 90 см.

Мінімальний розмір душової кабіни для інваліда на візку – 90 x 90 см. Оптимальний: від 120 x 120 см. Вона повинна бути оснащена поручнями і (при необхідності) відкидним сидінням. Душ, змішувач і полки для засобів гігієни повинні перебувати на індивідуально зручній висоті. Підлога повинна мати невеликий ухил (близько 3°–5°) до зливного трапа і повинна бути виконана з матеріалу зі зниженим коефіцієнтом ковзання.

Для піддонів підходить армований акрил і пластик зі спеціальною поверхнею. Можливо застосовувати мармур або штучний камінь.

Для інвалідів не підходять піддони з чавуну і сталі, оскільки вони не бувають низькими і кріпляться на каркас з регульованими ніжками, крім того вони досить слизькі.

Найбільш придатні для інвалідів фаянсові (керамічні) піддони, оскільки вони масивні, стійкі, красиві й гігієнічні, але прогріваються вони довше сталевих. Вони досить стійкі і низькі, так як встановлюються на майже ідеально рівну поверхню. Їх недоліком є низька міцність – вони можуть легко розбитися. Якщо душова кабіна призначена не для інваліда – візочника, то такі піддони допустимі.

Найкращий матеріал піддону для людей з особливими потребами– акрил, він швидко прогрівається, красивий і не вбирає в себе бруд, плюс до всього з часом не темніє. Також він обов'язково армується скловолокном з полімерним шаром.

Огородження кабінок включають в себе міцний каркас для кріплення і самі огорожі, але є і безкаркасні моделі, з кріпленням до стін. Стулки можуть бути прозорими, матовими або кольоровими.

Механізм пристрою дверей, найчастіше, буває двох типів:

- роликовий;
- гармошка.

Для людей з різними порушеннями, двері підбираються індивідуально.

Головною функцією душових кабін для інвалідів є комфортне проведення гігієнічних процедур, тобто щоденне миття, але можливо додати деякі нестандартні функції:

- контрастний душ;
- тропічний душ;
- «Турецька баня»;
- ароматерапія;
- примусова вентиляція;
- гідромасаж вертикальний;
- поворотні форсунки;
- гідромасаж горизонтальний.

Вони дадуть можливість не тільки виконувати гігієнічні процедури, але і отримувати своєрідну реабілітацію і м'язову релаксацію. Це сприяє поліпшенню якості життя інвалідів.

Покриття підлоги в санвузлах має бути з рифленою або шорсткою поверхнею, що дозволяє уникати ковзання і можливих падінь, т. я. вологі приміщення лідирують за кількістю випадків побутового травматизму. З цієї ж причини всі труби і електропроводка повинні бути прокладені приховано, щоб усунути будь-яку можливість контакту. Краї сантехнічних виробів не повинні бути гострими або повинні бути захищені спеціальними покриттями.

В той же час більш зручною для інваліда буде душова кабіна відкритого типу без піддону. Вона може використовуватися як інвалідом, так і здоровими людьми. Є можливість безперешкодно заїхати прямо на візку і пересісти на сидіння або стілець для миття. Така душова кабіна, є, насправді, багатофункціональною, вона оснащена гнучким шлангом для душу, спеціальним відкидним сидінням з корозійностійкими поручнями для підтримки, що гарантують максимальний комфорт і безпеку інваліда.

Дуже важливим елементом санвузла для інваліда є поручні. Вони повинні відповідати ряду певних вимог, що включають в себе:

- наявність досить жорсткої фіксації;
- підвищена міцність, що дозволяє витримати масу людини;
- наявність на кінцях поручнів фланців з отворами, що дозволяють жорстко закріпити їх до стіни за допомогою шурупів і т.д.

Рис. 7. Душова кабіна відкритого типу

Поручні для спеціалізованих душових кімнат виготовляють з нержавіючої сталі. Огородження з армованого прозорого або матового скла. Рідше з пластика. Каркас для огорожі – з алюмінію, нікелю, латуні або нержавіючої сталі.

Діаметр поручнів від 3 до 5 см (найбільш зручний – 4 см). Відстань між поручнями і стіною в просвіті не менше 4 см, висота від підлоги 0,8-0,9м.

Кріплення поручнів – на висоті 800-900 мм, гачків – не вище 1,3 м від рівня підлоги.

Стеля є тільки у кабінок закритого типу для герметичності і для використання окремих функцій.

Поручні для інвалідів забезпечують необхідну підтримку при пересуванні, стоянні і сидінні. Неодмінними умовами є зручність користування і міцність навіть при великих навантаженнях. Залежно від використання поручні для інвалідів можуть бути різних видів, і також встановлюватися різними способами.

При монтажі поручнів у ванній кімнаті важливо, щоб їх розташування не перешкоджало доступу до унітазу і раковини.

Поручні для інвалідів бувають:

- відкидними;
- поворотними;
- стаціонарними.

Література:

1. Закон України «Про основи соціального захисту інвалідів в Україні» http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/875-12
2. Електронний ресурс: mlsp.gov.ua
3. Захарченко П.В., Рева В.І. «Будівельна індустрія: вироби для людей з особливими потребами» (Частина 1). «Керамика: наука и жизнь» №3 (28) 2015 ст. 35-41

Рева Володимир Іванович

Володимир Іванович Рева народився 21 травня 1958 року в селі Станіславчик Київської області у сім'ї шкільних вчителів. В 12 років разом з сім'єю переїхав до Полтави, де і закінчив школу.

Він змалку проявляв великий інтерес до багатьох наук, але вищу освіту він здобув у Вінницькому політехнічному інституті за спеціальністю «Інженер системотехнік». Після його закінчення у 1979 році почав свою трудову діяльність на Київському заводі електронних, обчислювальних і керуючих машин на посаді інженера-регулювальника. Паралельно займався громадською діяльністю – очолював профспілковий комітет ВО «Електронмаш». Служив у лавах Збройних Сил.

У 1993 році Володимир Іванович разом з однодумцями заснував Промислово-технічну компанію «АГРОМАТ», яка на сьогодні є лідируючою всеукраїнською торговою мережею товарів для будівництва, ремонту та облаштування дому та приміщень та відзначає у 2018 році своє 25-річчя.

У 1997 році під керуванням Реви В.І. було створене підприємство «ШПАТ» (Житомирська обл.) для розробки родовищ пегматитової сировини, що використовується у керамічній галузі в Україні та експортується за кордон. А в 1999 році Володимиром Івановичем була заснована Українська асоціація кераміки, що представляє інтереси цієї галузі по всьому світу. Також в 2005 році він був ініціатором створення у м. Києві одного з перших в України заводу з виробництва декоративних керамічних елементів (декорів, фризів, мозаїки та інш.).

Разом з цим, останні 14 років Рева В.І. займав посаду директора Інженерного центру «Сушка» Інституту технічної теплофізики Національної академії наук України (ІЦ «Сушка» ІТТФ НАНУ). У 2007 році він захистив кандидатську дисертацію на тему «Інтенсифікація процесів тепло- масообміну при сушці надглазурованих муфельних фарб» за спеціальністю «Технічна теплофізика та промислова теплоенергетика». В тому ж році був обраний дійсним членом Академії Будівництва України.

З 2009 року Володимир Іванович почав за сумісництвом займатися викладацькою діяльністю, займаючи посаду професора кафедри «Товарознавство та комерційна діяльність в будівництві» Київського Національного університету будівництва та архітектури (КНУБА). У 2011 році йому було присвоєне звання старшого наукового співробітника із спеціальності технічна теплофізика та промислова теплоенергетика. Паралельно до всього, він займався просвітницькою діяльністю, будучи заступником головного редактора науково-технічного журналу «Керамика, наука и жизнь».

Рева В.І. був автором 50 наукових статей, 5 патентів та співавтором 2-х навчальних посібників.

В останній період своєї діяльності в ІЦ «Сушка» ІТТФ НАНУ під його керівництвом проведено розробку енергозберігаючої технології виробництва струмопровідних паст, які дозволили змінити традиційні нагрівальні елементи на пласкі товстоплівкові резистивні та забезпечити ефект саморегуляції теплових характеристик. Нові товстоплівкові нагрівальні елементи здатні замінити використовувані в практиці нагрівачі завдяки високому коефіцієнту перетворення електричної енергії в теплову. Сфера застосування нових нагрівальних елементів дуже широка – харчова промисловість, комунальне господарство, будівельна індустрія, аграрна промисловість, сільське господарство тощо.

За участі Реви В.І. були здійснені наукові дослідження у сфері удосконалення технології люмінесцентних фарбувальних розчинів з використанням методу дискретно-імпульсного введення енергії (ДІВЕ), у сфері виробництва керамічних виробів із застосуванням іонів срібла, створення новітніх енерго- та ресурсозберігаючих теплотехнологій.

Волоимир Іванович Рева пішов у вічність 1 липня 2017 року, залишивши маму, дружину та трьох доньок.

Здобутки життєвої та професійної діяльності Володимира Івановича будуть натхненням для майбутніх поколінь.

Вічна пам'ять у серцях близьких, друзів та колег.

Компанія ТОВ «ТОРГОВИЙ ДІМ ЕНЕРДЖІ» реалізує проекти в південно-східній і центральній частині України, розвиває партнерські відносини з зацікавленними іноземними партнерами.

У команді компанії ТОВ «ТОРГОВИЙ ДІМ ЕНЕРДЖІ» працюють справжні професіонали в сфері енергетики, науки та управління з багаторічним досвідом, що є важливою складовою частиною успіху.

Сонячні станції під ключ – сміливі рішення

Інвертори

Steca

Fronius

SMA

Сонячні панелі (модулі)

Dah Solar

Bruk-Bet Solar

Luxen

ТД ЕНЕРДЖІ

www.weu.org.ua

Адреса:
Україна, Київ, 04123,
вул. Червонопільска, 15

Контактні телефони:
+38 (096) 225 33 99
+38 (073) 225 33 99

Електронна адреса:
office@weu.org.ua

ТОВ «ТОРГОВИЙ ДІМ ЕНЕРДЖІ» — компанія, що займається проектами в сфері "зеленої" енергетики, в тому числі будівництвом і експлуатацією фотоелектричних станцій на території України, продажем спеціального обладнання

ПРОЕКТ «НАРОДНА ЕНЕРГЕТИКА»

Як заробити на сонячній енергії?

Чи не мрія кожної людини стабільно й гарантовано кожний місяць отримувати додатковий дохід? Гроші працюють без вашої участі й без будь-яких зусиль приносять іще більше грошей! Для досягнення цієї мети потрібно знати, куди вкласти гроші, а, відповідно, розмір прибутку буде залежати від суми вкладених вами коштів. Сам факт створення свого особистого пасивного доходу є дуже привабливим, а щоб дохід зростав потрібно дві речі: періодично збільшувати суми вкладів та робити повторні вкладення за рахунок прибутку. З часом, навіть скромний капітал, здатний перетворитися в досить солідну суму, яка дасть вам значний фінансовий потік у вигляді щомісячного доходу від розміщених коштів.

Куди вкласти гроші для отримання доходу від сонячної енергії?

Давайте розглянемо відновлювану енергетику.

В Україні в січні-березні 2018 року введено в експлуатацію нові генеруючі об'єкти на відновлюваних джерелах енергії (ВДЕ) загальною встановленою потужністю 159,4 МВт, що в 2,4 рази перевищує показник за аналогічний період 2017 року. Про це повідомляє прес-служба Національної комісії, що здійснює регулювання у сфері енергетики і комунальних послуг України (НКРЕКУ). На сьогодні частка ВДЕ у виробництві електроенергії в Україні становить 1,4 %, частка в загальній вартості електроенергії – 5,4 %.

Вже розроблено та прийнято низку законодавчих ініціатив, які створюють сприятливі умови для інвестування. Зокрема, Закон «Про «зелений» тариф», Закон «Про ринок електроенергії», прийнята Урядом Енергетична Стратегія України до 2035 року, яка спрямована на розвиток цієї галузі.

«Зелений» тариф – один із способів підтримки генерації з ВДЕ, що використовувався у десяток країн. Його суть у тому, що оператор ринку викуповує енергію з ВДЕ за спеціальною підвищеною ціною. В Україні ціна за кіловат-годину енергії з ВДЕ встановлена у гривні з прив'язкою до курса євро. Як повідомлялося, за оцінкою НЕК «Укренерго», об'єднана енергосистема (ОЕС) України на сьогодні може прийняти до 3 тис. МВт нових потужностей сонячних і вітряних електростанцій (СЕС і ВЕС) без ризику розбалансування і серйозних змін у своїй структурі.

За таких умов, кошти, вкладені в проекти «зеленої» енергетики, будуть стабільно працювати й приносити гідні прибутки. Але, з найбільшою віддачею зараз працюють «сонячні» інвестиції в проекті «Народна Енергетика»! (Проект «Торгового Дому Енерджі», який передбачає будівництво потужних фотоелектричних станцій у різних регіонах України).

Чому сонячна енергетика – це майбутнє?

Факт 1. Приблизно за годину на Землю надходить стільки сонячної енергії, скільки людство отримує за рік з усіх інших джерел енергії разом узятих.

Факт 2. Поведінка сонця набагато більш передбачувана метеорологічно, ніж переміщення повітряних мас, що створюють вітер. У 2016 році сонячна енергія стала навіть дешевше вітру при виробництві електроенергії з ВДЕ.

Факт 3. Удосконалення технологій вивело сонячну генерацію в лідери за приростом потужностей не тільки в Україні, але і в світі.

Прогноз 1. Енергія сонця здатна замінити собою і навіть витіснити з ринку традиційні енергоносії, в майбутньому повністю покривши світові потреби в електриці.

Прогноз 2. За прогнозом Міжнародного енергетичного агентства сонячна енергетика до 2040 року стане найбільшим світовим виробником електроенергії, а до 2050 року її частка досягне 27% світового виробництва електрики.

Прогноз 3. До кінця 2017 року потужність сонячних електростанцій зрівнялась з АЕС, а до 2022 року вони можуть в два рази перевершити атомний потенціал.

Як раз у цьому полягає Велика перевага, тому що є можливість гарно заробити на масштабному проекті і зробити це дуже просто – купуй енергетичний пай та отримуй дохід!

Стати власником паю може будь-яка фізична або юридична особа, маючи вільними лише 8000 грн (близько 300$).

Прибутковість – високодохідна.

Має приваблювати й те, що в даному проекті передбачений захист ваших інвестицій. Кожен учасник проекту – це власник обладнання (сонячних панелей), які завжди можна швидко та вигідно реалізувати на вторинному ринку. Уклавши договір оренди цих панелей (передавши ці панелі в оренду компанії), ви одразу отримуєте право на виплату щомісячного високого пасивного доходу.

Як це працює:

Ваша сонячна панель (фотоелектричний модуль) виробляє електроенергію на наших полях, електроенергія продається державі за «зеленим» тарифом, Ви отримуєте гроші!

Прибутковість інвестицій – високодохідна.

Гідна альтернатива депозиту і іншим вкладенням!

На завершення.

Отримувати щомісяця постійний додатковий дохід – мета цілком можлива та досяжна. Головне, що по суті, нічого складного в цьому немає. Проект, зазначений вище, є одним з найкращих, вкладати гроші – надійно, просто й вигідно! Але не забувайте і про різні «кошики». Розділіть ваші кошти на кілька частин, і використовуйте їх для отримання прибутку із різних джерел. Так ви трохи втрачаєте на прибутковості, проте ви значно знижуєте ризики коли приймаєте рішення про розміщення своїх заощаджень.

УДК 628: 691. 434.2

Куприенко П. И.

Тельников Е. Я.

Исиленко С. А.

Чернышин А. Г.

Куприенко П. И., доктор технических наук, профессор кафедры ТКД, Киевский национальный университет строительства и архитектуры, г. Киев 03037,Воздухофлотский проспект 31,
✉ tkd362@ukr.net ☎ +38 (044) 520-01-13.
Тельников Е. Я., кандидат технических наук, старший научный сотрудник, Институт проблем материаловедения им.И.Н.Францевича НАН Украины, г. Киев 03680, ул. Кржижановского 3, ✉ evg.telnikov@ukr.net ☎ +38 (067) 600-01-46.
Исиленко С. А., аспирант кафедры ТКД, Киевский национальный университет строительства и архитектуры, г. Киев 03037,Воздухофлотский проспект 31,
✉ tkd362@ukr.net ☎ +38 (044) 520-01-13.
Чернышин А. Г., директор ГП ИЦ «Сушка», ИТТФ НАНУ,
✉ chernyshin.a@agromat.ua ☎ +38 (067) 490-22-86

P. Kuprienko, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of TCD, Kyiv National University of Construction and Architecture, Kiev 03037, 31 Vozduhoflotsky Prospect,
✉ tkd362@ukr.net ☎ +38 (044) 520-01-13.
E. Telnikov, Cand.Tech.Sci., Senior Researcher, Institute for Problems of Materials Science named after I.N.Fantsevich NAS of Ukraine, Kiev 03680, st. Krzhizhanovskogo 3,
✉ evg.telnikov@ukr.net ☎ +38 (067) 600-01-46.
S. Isilenko, postgraduate student of the department of TKD, Kyiv National University of Construction and Architecture, Kiev 03037, 31 Vozduhoflotsky Prospekt,
✉ tkd362@ukr.net ☎ +38 (044) 520-01-13.
A. Chernyshin, Director of the State Enterprise «Sushka», ITTF NASU,
✉ chernyshin.a@agromat.ua ☎ +38 (067) 490-22-86

ТОЛСТОПЛЕНОЧНЫЕ НАГРЕВАТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ: СВОЙСТВА, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ, ТЕПЛОВАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ЭЛЕКТРОТОВАРАХ

ТОВСТОПЛІВКОВІ НАГРІВАЛЬНІ ЕЛЕМЕНТИ: ВЛАСТИВОСТІ, ВИКОРИСТАННЯ, ТЕПЛОВА ЕФЕКТИВНІСТЬ, ВИКОРИСТАННЯ В ЕЛЕКТРОТОВАРАХ

THICK-FILM HEATING ELEMENT: PROPERTIES, USES, THERMAL EFFICIENCY, THE USE OF ELECTRICAL GOODS

Анотация. В статье рассматриваются толстопленочные нагревательные элементы, электрофизические свойства, особенности технологии изготовления, сферы использования в быту и промышленности. Приведен сравнительный расчет тепловой эффективности на примере электрических воздухонагревателей (калориферов).
Ключевые слова: толстопленочные нагревательные элементы, тепловая эффективность.
Анотація. У статті розглядаються товстоплівкові нагрівальні елементи, електрофізичні властивості, особливості технології виготовлення, сфери використання в побуті та промисловості. Наведено порівняльний розрахунок теплової ефективності на прикладі електричних повітронагрівачів (калориферів).
Ключові слова: товстоплівкові нагрівальні елементи, теплова ефективність.
Annotation. In the article thick-film heating elements, electrophysical properties, features of manufacturing technology, spheres of use in everyday life and industry are considered. A comparative calculation of thermal efficiency is given for the example of electric air heaters (calorifiers).
Keywords: thick-film heating elements, thermal efficiency.

Постановка проблемы

В настоящее время промышленностью выпускается достаточно широкий ассортимент бытовых и промышленных электротоваров. В последние годы устройство электротоваров претерпевает существенные изменения благодаря широкому внедрению микроэлектроники и новейших нагревательных элементов (толстопленочных). Расширяется производство товаров с повышенными функциональными возможностями. Непрерывно совершенствуется ассортимент в направлении повышения их качества, увеличения продолжительности действия.

Рынок, в данный момент, не менее чем на 95 %, насыщен нагревательными элементами на основе «нити накала», проволоки с высоким сопротивлением на основе которой выпускается большой ассортимент «ТЭНов». ТЕН представляет собой нихромовую спираль, вставленную в стальную трубку, наполненную кристаллической смесью магния. Такая система не является герметичной, и в процессе работы спираль окисляется и постепенно разрушается. Особенно ускорен этот процесс в ТЕНах, работающих при высоких температурах (800 °С и выше), что чаще всего достигается при отсутствии достаточного теплосъема. Данный тип нагревательных элементов хоть и широко используется, имеет множество недостатков:

- непродолжительный срок службы;
- малая площадь тепообмена;
- в большинстве случаев – это трубка, что усложняет теплопередачу, например к плоским поверхностям;
- и т.д.

В виду всего этого все более актуальным становиться широкое внедрение толстопленочных (плоских) нагревательных элементов, которые значительно изменяют потребительские свойства привычных электрических устройств.

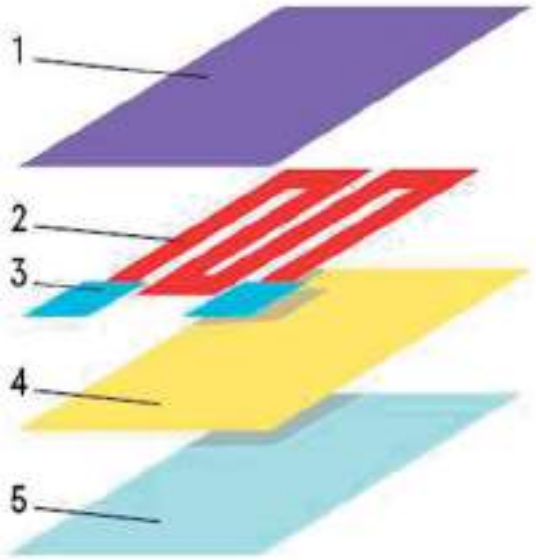
Разработкой материалов необходимых для производства толстопленочных нагревательных элементов (ТНЭ), технологией их производства, теплотехнические расчеты производит ГП ИЦ «Сушка» при ИТТФ НАНУ, а массовым производством ТНЭ и приборов на их основе на территории Украины занимается компания ООО «Агромат – Декор» и реализует их под ТМ «DEWEIT».

ТМ «DEWEIT» – это бренд энергоэффективного теплового оборудования.

Все тепловое оборудование производится на основе уникальной технологии толстопленочных нагревательных элементов – современных заменителей ТЕНов, имеющих ряд преимуществ:

1. Повышенная надежность (от 40 тыс. часов работы).
2. Экономия электроэнергии до 40% по сравнению с ТЕНовыми аналогами.
3. Любая форма и мощность; возможность работы под любым напряжением.
4. Мощное инфракрасное излучение в «дружественном» для человека длинноволновом диапазоне (14 мкм).
5. Быстрый выход на рабочую температуру (в 2 раза быстрее ТЕНовых аналогов).
6. Безшумность, отсутствие свечения.

Все ТНЭ и приборы изготавливаются согласно ТУ У 27.5-33600569-001:2014, проходят обязательное тестирование, имеют государственные сертификаты качества, акты испытаний в реальных условиях. Отзывы покупателей подтверждают высокую надежность и энергоэффективность всех товаров линейки.



Структура ТНЭвключает в себя:

1. Защитный диэлектрический слой – паста типа ПД-1. Сопротивление изоляционного слоя не менее 50 Мом, при толщине 150 мкм.
2. Пленочная дорожка из резистивной пасты типа ПРН. Удельное поверхностное сопротивление пленки 0,05-50 Ом/см2, температурный коэффициент сопротивления (ТКС) – положительный.
3. Контактная паста типа ПК. Удельное поверхностное сопротивление 0,01-0,050 Ом/см2, прочность сцепления с подложкой не менее 50 кг/см2.
4. Диэлектрическая паста типа ПД-2. Сопротивление изоляционного слоя не менее 50 Мом. При толщине 150 мкм напряжение пробоя составляет не менее 1250 В.
5. Металлическая подложка типа 04Х17, 08Х17, 20Х13, 15Х25Т либо керамическая подложка типа ВК-94, ВК-96.

Данная технология была изобретена несколько десятилетий назад, но не нашла широкого применения в виду высокой себестоимости. Причина в том, что пасты токопроводящие мировых производителей, применяемые в производстве толстопленочных нагревателей, имеют в своем составе драгоценные материалы (серебро, палладий, рутений, золото).

Особенность нагревательных элементов производства ООО «Агромат-Декор» состоит в том, что для них был разработан состав токопроводящих паст без использования драгоценных металлов (на основе боридов никеля), что позволило сделать толстопленочные нагревательные элементы доступными для использования не только в промышленном, но и в бытовом тепловом оборудовании.

Отрасли эффективного применения нагревателей

1. **Пищевая промышленность:**
- кухонные электрические промышленные и бытовые плиты (конфорки) для пунктов общественного питания, для домашнего пользования;
- жарочные духовые пекарские электрические шкафы, печи электрические для пиццы, варочные электрические баки (котлы для варки фарша), водонагреватели для кипячения воды, мармиты (линии раздачи пищи с подогревом), жарочные поверхности (электрические сковороды большого диаметра до 740мм), электрические грили, фритюрницы (для варки пирожков, картофеля, чебуреков), тостеры, электрические вафельницы.

2. **Коммунальное хозяйство и жилищное строительство:**
- устройства обогрева жилых и вспомогательных помещений: конвекторы, калориферы, обогреватели, электрические котлы, бойлеры.

3. **Строительная индустрия:**
- воздухонагреватели и калориферы передвижные, сушилки и сушильные пушки направленного действия, радиационные инфракрасные нагреватели местные и направленные;
- устройства для резки пластиковых труб большого диаметра;
- устройства обогрева пропарочных камер и формовочных столов ЖБИ.

4. **Аграрная промышленность и сельское хозяйство:**
- сушильные установки малой (бытовые) и большой (промышленные) производительности для сушки сыпучих, овощей, фруктов и дикорастущих трав, воздухонагреватели и калориферы, инкубаторы, обогрев животноводческих и птицеферм, нагрев пищевой и технической воды проточный и накопительный.

5. **Деревообрабатывающая и мебельная промышленность:**
- сушка пиломатериалов, воздухонагреватели, сушильные камеры после лакокрасочных покрытий, инфракрасная сушка мебельных элементов, нагрев больших пресс-форм и плит.

6. **Упаковочная промышленность:**
- термопластавтоматы, устройства по нанесению рисунка на пленки, устройства по сварке упаковочных пленок и производство пластиковой упаковки пищевых продуктов.

7. **Химическая промышленность и производство пластмасс:**
- обогрев пресс-форм, проточный и накопительный нагрев растворов и воды, бесконтактный нагрев реакторов до 400 °С, бесконтактный нагрев емкостей в т. ч. с агрессивными средами, прокаливание сыпучих материалов, сушильные шкафы и сушильные установки, нагрев пленочных материалов при дублировании и перед прессованием, нагрев плит.

Пример ТНЭ и изделия на его основе

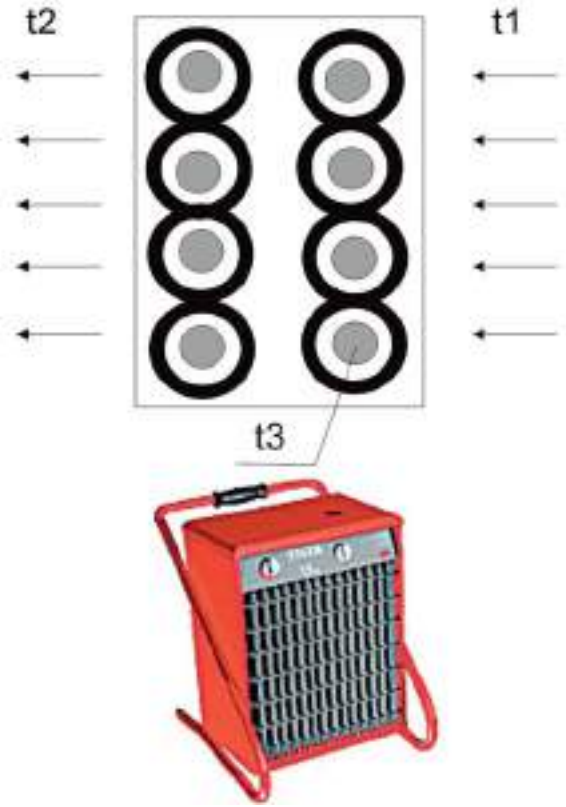


Рис. 1. Калорифер на основе ТЭНов

Тепловая эффективность ТНЭ

Тепловую эффективность ТНЭ рассмотрим на примере электрических воздухонагревателей (калориферов).

Для нагрева воздуха в системах воздушного отопления, вентиляции, сушилках и т.д. давно применяются промышленные теплообменники – аппараты, предназначенные для сообщения тепла вторичному теплоносителю (воздушному потоку) за счет отвода его от первичного теплоносителя.

Первичными теплоносителями обычно служили: водяной пар, горячая вода, продукты горения топлива, поэтому применение воздушного отопления ограничивалось необходимостью наличия развитой системы получения и транспортировки первичного теплоносителя, а это полностью исключало применение воздушных нагревателей на строящихся и пусковых объектах, а также в не производственной сфере: мастерских, гаражах, складах, торговых точках, в бытовых помещениях.

Применение электрических нагревателей позволило создание компактных, мобильных электрических воздухонагревателей (калориферов и конвекторов) в широком диапазоне теплопроизводительности от маломощных бытовых конвекторов до мощных производственных калориферов.

Как известно эффективность калорифера зависит от температуры теплоносителя, а применение элетронагревателей позволяет значительно ее повысить [1] .

Конструкции современных электрокалориферов в большинстве своем основаны на обдуве воздушным потоком пучка трубчатых электронагревателей (ТЭНов); при этом осуществляется конвективный теплообмен между движущимся воздухом и поверхностью нагревателя.

Количество тепла переданное воздушному потоку определяется уравнением теплопередачи [1]:

$$Q = \alpha \Delta t F ή \text{ кДж/ч} \qquad (1)$$

α – средний коэффициент теплопередачи, Вт/м^2•°С

Δt – средний температурный напор (средняя разница температур между теплоносителями), °С

F – поверхность теплообмена,м^2

ή – < I коэффициент учитывающий потери тепла аппаратом в окружающую среду

Как видно из формулы (1) теплообъем прямо пропорционален F (поверхности нагревателя).

Поверхностью ТЭНа является цилиндрическая поверхность трубки, а увеличение ее диаметра связано с увеличением толщины слоя электроизоляции, которая резко повышает термическое сопротивление, поэтому средний диаметр ТЭНа находится в пределах 12мм. Для увеличения поверхности в воздушных калориферах применяются «оребренные» ТЭНы, которые в 1,4 раза дороже, но увеличивают эффективную поверхность приблизительно в 2,5 раза.

Рассмотрим электрокалориферы с плоскими толстопленочными электронагревателями ТНЭ [2-3].

Для сравнения принимаем два одинаковых условных калорифера.

Калорифер на основе ТЭНов – Рис. 1, и на ТНЭ – Рис. 2.

t_1; t_1' – температура воздуха на входе,

t_2; t_2' – температура воздуха на выходе,

t_3; t_3' – температура поверхности нагревателя.

Из уравнения теплового баланса количество тепла переданного воздуху [1]:

$$q_1 = v_1 * Cv * (t_2 - t_1) \qquad (2)$$

$q_1' = v_1' * Cv' * (t_2' - t_1')$

V_1, V_1' – количество воздуха, м^3/ч

Cv – объемная теплоемкость воздуха ккал/м^3 °С (формула 1)

$q_1 = Q$; $q_1' = Q_1'$

следовательно:

$q_1/q_1' = Q_1/Q_м' = v_1 Cv(t_2 - t_1)/v_1' Cv' (t_2' - t_1') =$

$= \alpha_1 \Delta t_м F_м ή_1 / \alpha_1' \Delta t_1' F_1' ή_1'$

Учитывая, что коэффициент теплопередачи α в основном зависит от скорости воздушного потока w, а по условиям сравнения $w = w'$, то для упрощения можно принять $\alpha_1 = \alpha_1'$, $t_1 = t_1'$

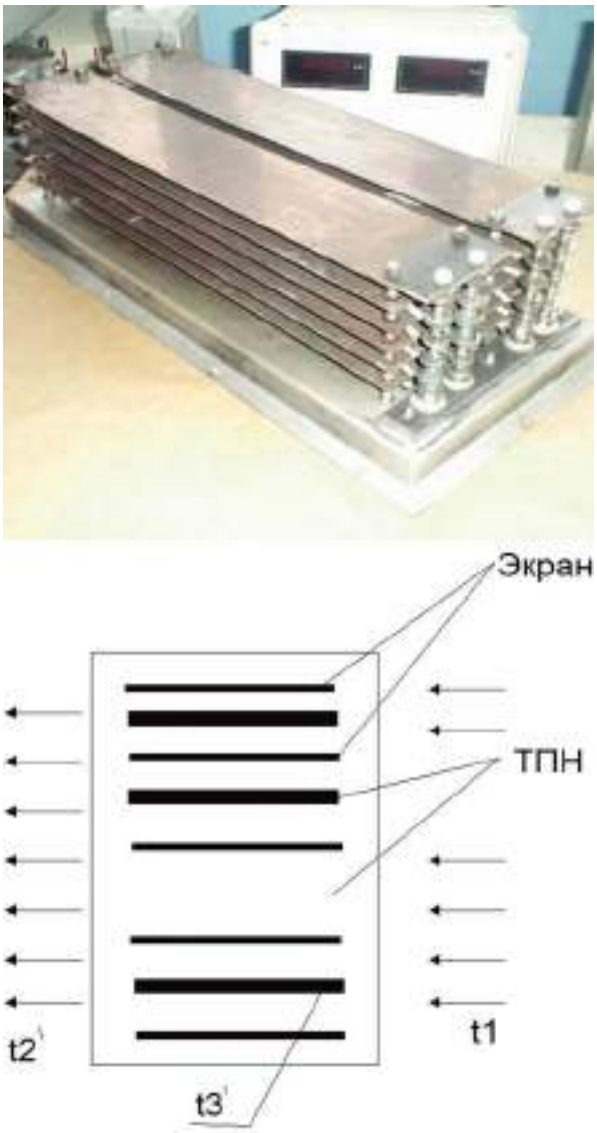


Рис. 2. Блок на ТНЭ на 20Квт, габариты 470х170х180мм

$q_1/q_1' = Q_1/Q_1' = v_1(t_2-t_1)/v_1'(t_2'-t_1') =$

$= \Delta t_1 F_1 ή_1/\Delta t_1' F_1' ή_1' = \Delta t_1 ή_1/\Delta t_1' ή_1'$ (3)

На рис.1 установлено 8 шт. оребреных ТЭНов диаметром 12 мм и длинной L

$F_1 = (1{,}2PL)0{,}5*8 = 76L$ см²

На рис.2 – установлено 4 нагревателя ТНЭ шириной 75мм, толщиной 3мм и длиной L. Полная поверхность пластины:

$F_1' = (75*2 + 0{,}2*7{,}5)L*4 = 78L$ см²

Равенство поверхностей соблюдается, т.е. $F_1=F_1'$

Количество тепла переданное воздуху зависит от температурного напора Δt, а при заданным по условиям эксплуатации температурам воздуха t_1 и t_2 величина Δt зависит только от температуры поверхности нагревателя [1], т.е. чем выше t_3 тем эффективней работа воздухонагревателя, однако на повышение температуры нагревателя существует ряд ограничений и практически она определяется в пределах 300-400 °С.

При таких температурах часть внутренней энергии вещества превращается в энергию излучения, а теплообмен осуществляется переносом излучения и его поглощения другим веществом.

Тепловые расчеты теплообменных аппаратов показывают, что доля расхода энергии первичного теплоносителя (электроэнергии) на излучение составляет при 300 °С – 30 %, а при 400 °С до 50 %.

К сожалению воздух, как и другие 2-х атомные газы, излучение не поглощает.

Для использования энергии излучения, благодаря плоской форме нагревателя, между нагревателями устанавливаются экраны, которые представляют собой простые металлические пластины параллельные с плоскостями нагревателей [2-3].

Из теории теплообмена излучением известно [1], что если между двумя плоскопараллельными серыми поверхностями установлен тонкий экран, т.е. при условии равных степенях черноты поверхностей, количество тепла переданное экрану составляет $Q_3 = Q_{изл.}$

За счет полученной энергии температура поверхности экрана повышается и экран, как самостоятельная поверхность нагрева, принимает участие в конвективном теплообмене, возвращая полученной количество тепла воздуху.

Если теперь принять для сравнения среднюю температуру поверхности нагревателя $t_3 = 350$ °С, то количество тепла излучением составляет

$Q_{изл.}=0{,}4Q$, а $Q_э = 0{,}2Q$,

следовательно $Q_1=Q$ и $Q_1'=Q+Q_э=1{,}2Q$.

Расход электроэнергии пропорционален расходу тепла

($N=K*Q/n$), откуда $N_1/N_1'=Q_1/Q_1'=Q/1{,}2Q$; $N_1'=0{,}8N_1$

Т.е. применение нагревателей ТПН с экранами позволяет в среднем уменьшить расход электроэнергии на 20 %.

Анализируем соотношение (3)

$v_1(t_2-t_1)/v_1'(t_2'-t_1') = \Delta t_1 ή_1/\Delta t_1' ή_1' = 1/1{,}2$

При заданном количестве воздуха ($V_1=V_1'$) – температуру воздуха на выходе из калорифера можно получить больше, т.к. $t_2'>t_2$;

При одинаковой температуре $t_2=t_2'$ и $t_1=t_1'$ можно получить в 1,2 раза больше теплого воздуха.

Из равенства $\Delta t_1' ή_1' = 1{,}2\Delta t_1 ή_1$ следует

$ή_1' > ή_1$; $\Delta t_1 > \Delta t_1' \rightarrow t_3 > t_3'$

Выводы:

Применение толстопленочных плоских электронагревателей для нагрева воздуха в калориферах и конвекторах позволяет:

1. Снизить расход электроэнергии на 20 %
2. Уменьшить (по сравнению с ребристыми ТЭНами) количество нагревателей в 2 раза
3. При эквивалентном потреблении энергии увеличить производительность
4. Снизить температуру поверхности нагревателя
5. Снизить потери тепла в окружающую среду
6. Уменьшить стоимость калорифера
7. Создавать компактные, мобильные, калориферы, конвекторы, сушилки, тепловые пушки, тепловые завесы, тепловентиляторы.

Литература:

1. Крутов В.И. редактор. Теплотех-ника. Учебник, 1986 год, 431 стр, С. 112-114.
2. Гребенкина В.Г., Доброер В.С., Панов Л.И., Тризна Ю.П., Толстопленочная микроэлек-троника, 247 стр. С. 68-72.
3. Hascard, M., Pitt, K., Thick-film Technology and Applications, Electrochemical Publications LTD, 1997, ISBN 0901150355.

УДК 541.183.2.678, 691.175.5/.8

Быков Р. А.

Токарев М. Н.

Юнис Башир

Муна Абдалхкем

Быков Р. А., к.т.н., доцент,
Харьковский национальный университет строительства и архитектуры (ХНУСА), ул. Сумская, 40, г. Харьков, 61002,
✉ romanbykov1009@gmail.com ☎ +38 (063) 318 61 20
Токарев М. Н., к.т.н., доцент,
Харьковский национальный университет строительства и архитектуры (ХНУСА), ул. Сумская, 40, г. Харьков, 61002,
✉ mixtoker@meta.ua ☎ +38 (098) 214 26 00
Юнис Башир, к.т.н., доцент кафедры строительной механики,
Харьковский национальный университет строительства и архитектуры (ХНУСА), ул. Сумская, 40, г. Харьков, 61002,
✉ docbasheer01@gmail.com ☎ +38 (093) 661 04 94,
Муна Абдалхкем, аспирант,
Харьковский национальный университет городского хозяйства им. А. Н. Бекетова, вул. Маршала Бажанова, 17, г. Харков, 61002,
✉ sesonoor@yhoo.com, тел.: +38 (093) 288 77 00

R. Bykov, Ph.D, asst. prof.,
Kharkiv National University of Civil engineering and Architecture,
Str. Sumy, 40, Kharkiv, 61002,
✉ romanbykov1009@gmail.com ☎ +38 (063) 318 61 20
M. Tokarev, Ph.D, asst. prof.,
Kharkiv National University of Civil engineering and Architecture,
Str. Sumy, 40, Kharkiv, 61002,
✉ mixtoker@meta.ua ☎ +38 (098) 214 26 00
Basheer N. Younis, Ph. D., assistant professor of structural mechanics Department, Kharkiv National University of Construction and Architecture,
Str. Sumy, 40, Kharkiv, 61002,
✉ docbasheer01@gmail.com ☎ +38 (093) 661 04 94,
Muna Abdalhkem, graduate student,
Kharkiv National University of Municipal Economy. A.N. Beketova,
Str. Marshal Bazhanov, 17, Kharkiv, 61002,
✉ sesonoor@yhoo.com, +38 (093) 288 77 00

ЭКСПЕРЕМЕНТАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЦИКЛИЧЕСКИХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ПРОЧНОСТЬ КЛЕЕВОГО СОЕДИНЕНИЯ БЕТОННЫХ БЛОКОВ

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ВПЛИВУ ЦИКЛІЧНИХ КЛІМАТИЧНИХ ФАКТОРІВ НА МІЦНОСТІ КЛЕЙОВИХ З'ЄДНАНЬ БЕТОННИХ БЛОКІВ

EXPERIMENTAL ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF CYCLIC CLIMATIC FACTORS ON STRENGTH OF ADHESIVE CONNECTION OF CONCRETE BLOCKS

Анотация. В статье рассматривается результат экспериментального влияния циклических климатических факторов на прочность клеевого соединения строительных конструкций для тропически – прибрежной климатической зоны Ливии.
Ключевые слова: полимерная композиция, арматура, бетонные конструкции, климатический фактор, клеевое соединенение.
Анотація. У статті розглядається результат експериментального впливу циклічних кліматичних факторів на міцність клейового з'єднання будівельних конструкцій для тропічно – прибережній кліматичної зони Лівії.
Ключові слова: полімерна композиція, арматура, бетонні конструкції, кліматичний фактор, клейове з'єднання.
Annotation. The article examines the result of the experimental influence of cyclic climatic factors on the strength of the glued joint of building structures for the tropical – coastal climatic zone of Libya.
Key words: polymer composition, reinforcement, concrete structures, climatic factor, glue joint.

Введение

Анализ особенностей природно-климатических условий Ливии показал, что агрессивное тепловое воздействие на железобетонные конструкций, которые склеены полимерными клеями, приводит к снижению механических свойств бетона и арматуры, разрушению бетона вследствие его растрескивания или отколов, образованию температурно-усадочных и силовых трещин и потере предварительного напряжения арматуры, а также ухудшению условий совместной работы бетона и арматуры [1, 2]. Опыт применения эпоксидных и акриловых составов в строительстве подтверждает преимущества клеевых соединений по сравнению с цементными растворами [3-9], но это относится только к конструкциям, которые эксплуатируются в умеренных климатических зонах. В научной литературе не встречаются описания эксперементально доказанной эффективности различных клеевых составов при экспуатации в условиях влияния специфических климатических условий. Возникает необходимость изучения влияния циклических климатических факторов на прочность клеевого соединения испытуемых бетонных блоков для анализа прочности склеенных образцов и их устойчивости к влиянию различных агрессивных экспуатационных факторов.

Целью настоящей статьи является экспериментальное определение влияния циклических климатических факторов на прочность клеевого соединения строительных конструкций в зависимости от времени выдержки в климатической камере для тропически – прибрежной климатической зоны Ливии.

Разработка полимерной композиции

В рамках проведенного авторами эксперимента по определению эффективности метода восстановления строительных конструкций, ранее была разработана полимерная композиция наполненная минеральным дисперсным наполнителем, которая способна твердеть при повышенных температурах [10]. Состав полимерной композиции приведен в табл. 1.

Таблица 1.

Состав разработанной полимерной композиции

Наименование	Обозначение НТД	Количество компонента, масс.ч.
Смоляная модифицированная часть:		
Эпоксидиановая смола ЭД-20	ДСТУ – 2093 – 92	100
Олигоэфиртриэпоксидный олигомер марки Лапроксид-503 (ГЭПТ-2)	ТУ-6-01-221-740-86	5
Амирол-М	ТУ-38.301-48- 49-97	1
Отвердитель:		
Цианэтилдиэтилентриамин марки УП-0633	ТУ-6 – 05 – 1863- 78	10-16
Полиэтиленполиамин марки ПЭПА	ТУ-38.30340-83	4-6
Наполнитель:		
Диабазовый порошок	ТУ- УССР-89	10-20

Таким образом, разработанная композиция обладает свойствами, которые позволяют использовать ее для инъектирования трещин в кирпичной кладке с целью восстанавления элементов конструкций.

Экспериментальная часть

В лабораториях кафедр строительных материалов и химии Харьковского национального университета строительства и архитектуры были созданы условия подобные тропической климатической зоне (максимально приближенные к условиям Ливии) и оценено влияние циклических перепадов температуры в условиях солевого тумана на механическую прочность бетонных конструкций. Для этого была изготовлена партия стандартных бетонных балок в количестве 60 штук (рис. 1).

В процессе эксперимента часть балок была разрушена на машине марки П 6330, а затем восстановлена при помощи разработанной полимерной композиции методом инъекцирования. Для оценки эффективности применения разработанных эпоксидных материалов были проведены испытания в климатической камере типа «тепло-влажность» по ГОСТ 9.707-81[12]. Полученные образцы погружались в климатическую камеру на определенный срок согласно программе эксперимента.

Для более точного анализа влияния различных климатических зон регионов Ливии на прочность восстановленных бетонных балок, в климатической камере были созданы условия максимально соответствующие тропически – континентальной (пустынной) и тропически – прибрежной климатическим зонам. Каждая из зон была условно разделена на 4 сезона с соответствующими температурно – влажностными характеристиками.

Согласно разработанной программе эксперимента были установлены следующие параметры испытаний:

– количество циклов нагревания-охлаждения – 100
– каждый цикл включает последовательное нагревания исследуемых образцов до температуры 25-60 °С (в зависимости от моделируемого месяца, выдержки при данной температуре в течение не менее 14 часов с последующим охлаждением до температуры 0-20 °С (в зависимости от моделируемого месяца) на 10 часов.

Рис. 1. Изготовленные образцы бетонных балок

Рис. 2. Испытательная климатическая камера

В течение каждого цикла образец подвергался термическому удару на срок не менее 2 часов при температуре 90 °С:

– после каждой из контрольных точек эксперимента проводились испытания не менее трех стандартных и восстановленных бетонных балок на прочность при изгибе.

Результаты исследований представлены на рис. 3.

Следующим этапом было испытание на изгиб бетонных балок методом продавливания на экспериментальной установке, процесс испытания представлен на рисунке 4.

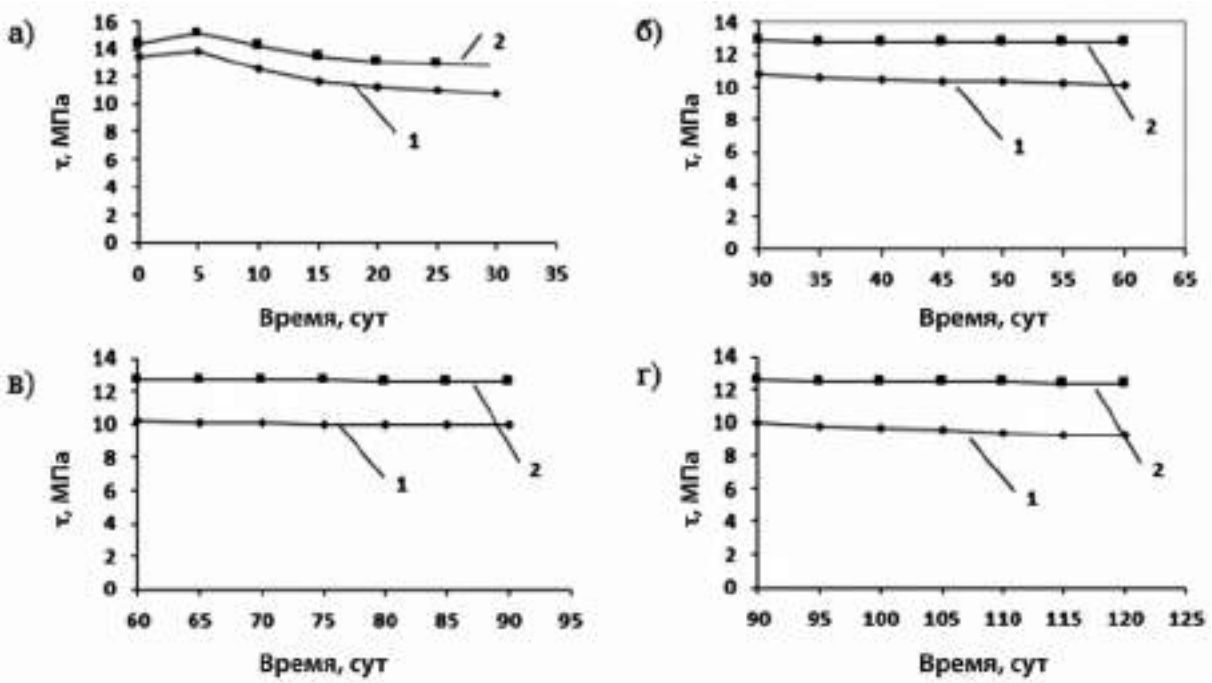


Рис. 3. Изменение прочности бетонных балок от времени выдержки в климатической камере для тропически-прибрежной климатической зоны:
а) декабрь-январь-февраль; б) март-апрель-май; в) июнь-июль-август; г) сентябрь-октябрь-ноябрь

Обсуждение результатов испытания

Анализ полученных результатов показывает, что в условиях повышенной влажности в зимний период для эталонных бетонных образцов (кр. 1 рис. 3 (а), в течение первого месяца наблюдается незначительное на 0,3-0,5 МПа повышение прочности бетона, что, по- видимому, связанно с дополнительным твердением бетона за счет избытка влаги, но в течение последующих двух зимних месяцев происходит существенное снижение прочности бетона на 10-15 % (1,5-2 МПа), вызванное процессами выщелачивания, сульфатной коррозии и карбонизации за счет наличия в солевом тумане, который моделирует условия прибрежной зоны NaCl, – SO_4, -CO_2 (маленькие 4 и 2) растворенных в воде.

В то же время для восстановленной бетонной балки (кр. 2 рис. 3 (а) снижение прочности бетона составляет всего 5-6 % (0,7-1МПа), что, по- видимому, связанно с тем, что разработанная полимерная композиция обладает ограниченной (до 5мм) проникающей способностью, в результате чего в области клеевого соединения происходит закупорка пор бетона, и образуется естественный барьер для миграции солевых ионов и углекислого газа в тело бетона (рис. 5).

Рис. 4. Экспериментальное испытание бетонных балок при изгибе

Рис. 5. Клеевое соединение бетонных балок

Кривые 1,2 на рис 3 (б) и 2 (в) показывают, что в весенне-летний период происходит существенное замедление спада прочности за счет того, что данный период характеризуется снижением количества осадков при постоянном приросте среднесуточной температуры, вследствие чего происходит испарение жидкости с поверхности и из тела бетона, которое сопровождается процессом кристаллизации гидроокиси кальция, что приводит к снижению процессов фильтрации и уплотнению бетона [11]. Причем характер данных зависимостей фактически аналогичен как для эталонного, так и для восстановленного образцов.

Как видно из представленных на рис. 3 (г) (кр. 1, 2) данных в осенний период происходит незначительное снижение прочности анализируемых образцов на 0.6-0.8 МПа, вызванное активным испарением влаги из капилляров в условиях повышенной влажности и температуры, однако данный эффект значительно ниже по сравнению с весенним периодом из-за частичной блокировки пор бетона гидроокисью кальция.

Выводы

1. В ходе испытаний в климатической камере установлено, что в процессе выдержки в модельной климатической среде происходит постепенное снижение прочности бетонных балок, особенно интенсивный процесс наблюдается при моделировании летних месяцев, т. е. с повышением температуры и в условиях повышенной влажности.
2. Применение разработанной полимерной композиции позволяет на 15-20% повысить прочность восстановленных бетонных балок (по сравнению с эталонными балками). Показано, что использование разработанной эпоксидной композиции позволяет не только повысить прочность образцов, но и более надежно сохранить ее в условиях исследуемых климатических зон.
3. Проведенный эксперементальный анализ влияния циклических климатических факторов на прочность клеевого соединения бетонных блоков, склеенных разработанной эпоксидной композицией позволяет достаточно высоко оценить эффективность данной композиции в условиях, характерных для тропически-прибрежной климатической зоны, такой как в Ливии.
4. Результаты эксперемента позволяют сделать выводы о возможности широкого внедрения разработанной композиции в строительную и реконструкционную практику Ливии.

Литература:

1. Mouna Abdalhkem., The use of polymer adhesives for the reconstruction of concrete elements of destroyed buildings in libya International Journal of Engineering Sci- ence and Innovative Technology (IJESIT)Volume 4, Issue 4, 2015.
2. Попов В. М., Влияние времени обработки клея в магнитном поле и температуры на прочность клеевых соединений древесины, Научный журнал КубГАУ, №75(01), 2012 года.
3. Баженов Ю.М. Бетонополимеры / Ю.М. Баженов. – М. : Стройиздат, 1983. – 472 с.
4. Корнеев, А.Д., Ппоксидные полимербетоны / А.Д. Корнеев, Ю.Б. Потапов. – Липецк: ЛГТУ, 2001. – 181с.
5. Соколова Ю.А., Модифицированные эпоксидные клеи и покрытия в строительстве / Ю.А. Соколова, Е.М. Готлиб. – М. : Стройиздат, 1990.- 176 с.
6. Гроздов В.Г., Усиление строительных конструкций / В.Г. Гроздья. – СПб. : Изд-во дом КН +, 2001. – 232
7. Пустовойтова О.М., Деформативность растворов на основе акриловых полимер-растворов // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.23. – К.: Техніка, 2000. – С.80-83.
8. Шутенко Л.Н., Золотов С.М., Гарбуз А.О. Использование акриловых клеев для реконструкции и ремонта зданий и сооружений // Будівельні конструкції: Зб. наук. праць. Вип.54. – К.: НДІБК, 2001. – С.810-814.
9. Кривцов Ю.В., Огнезащита железобетонных несущих конструкций тонкослойными покрытиями [Текст] / Кривцов Ю.В., Ламкин О.Б., Рубцов В.В., Габдулин Р.Ш. // Мир и безопасность – 2006. – №1, – С. 23-24.
10. Разработка модифицированной эпоксидной композиции пригодной для востановления Строительных конструций в условиях климатической зоны Ливии //Юнис Башир, токарев м.н., савин а.б., муна Абдалхкем.// Строительные материалы и изделия. – 2017. – № 1 -2 С. 78-81.
11. Изотов В.С., Коррозионная стойкость бетонов на смешанном вяжущем. [Текст] / В.С. Изотов, Н.Н.Морозова // Изв. вузов. Строительство.- М., 1997.-12. 12. -С.50-52.
12. ГОСТ 9.707-95. Ддиная система защиты от коррозии и старения. Методы ускоренных испытаний на климатическое старение. [Текст].- Введ. 1996.01.01.- М. Стандартинформ, 1995. – 90с.

UDC 666.952

Al-hawari Yousef Riyad

Al-hawari Yousef Riyad, postgraduate student,
Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture,
Str. Sumy, 40, Kharkiv, 61002,
✉ you751sef@yahoo.com ☎ +38 (093) 661-04-94

Аль-хаварі Юсеф Ріяд, аспірант,
Харківський національний університет будівництва і архітектури,
вул. Сумська, 40, м.Харків,61002,
✉ you751sef@yahoo.com ☎ +38 (093) 661-04-94

USE OF MODIFIED POLYMERIC COMPOSITION COATING TO IMPROVE BONDING BETWEEN GFRP, BFRP BARS AND CONCRETE

ВИКОРИСТАННЯ МОДИФІКОВАНОЇ ПОЛІМЕРНОЇ КОМПОЗИЦІЇ ДЛЯ ПОКРИТТЯ КОМПОЗИТНОЇ АРМАТУРИ З МЕТОЮ ПОЛІПШЕННЯ ЗЧЕПЛЕННЯ МІЖ АРМАТУРОЮ І БЕТОНОМ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ПОЛИМЕРНОЙ КОМПОЗИЦИИ ДЛЯ ПОКРЫТИЯ КОМОПЗИТНОЙ АРМАТУРЫ С ЦЕЛЬЮ УЛУЧШЕНИЯ СЦЕПЛЕНЯ МЕЖДУ АРМАТУРОЙ И БЕТОНОМ

Annotation. Glass fiber-reinforced polymer bars are currently used in reinforced concrete. Different types of surface treatment were applied to the smooth rods in order to enhance bonding with concrete. Experimental results show that using bars coated with polymeric composite notably improve the bond strength. bars coated with polymeric composite lead to a stronger chemical adhesion with concrete. However, the effect of friction and interlocking forces produced by polymeric composite prevails over the chemical adhesion in the pull-out test.
Keywords: polymeric composition, bond strength, surface treatment, pull-out test, FRP reinforcement bar,BFRP reinforcement bar.
Анотація. У даний час в армованому бетоні використовується композитна арматура. Для гладких стрижнів застосовуються різні типи обробки поверхні, щоб поліпшити адгезію з бетоном. Експериментальні результати показують, що використання стрижнів, покритих полімерним композитом, помітно покращує міцність зчеплення, приводячи до більш сильної хімічної адгезії з бетоном.
Ключові слова: полімерна композиція,зчеплення, обробка поверхні, випробування на висмикування, базальтопластикова арматура, стеклопластикова арматура.
Аннотация. В настоящее время в армированном бетоне используется композитная арматура. Для гладких стержней применяются различные типы обработки поверхности, чтобы улучшить адгезию с бетоном. Экспериментальные результаты показывают, что использование стержней, покрытых полимерным композитом, заметно улучшает прочность сцепления, приводя к более сильной химической адгезии с бетоном.
Ключевые слова: полимерная композиция, сцпление, обработка поверхности, испытание на выдергивание, базальтопластиковая арматура, стеклопластиковая арматура.

Introduction

The use of fiber-reinforced polymers (FRP) as reinforcement in concrete structures is considered to be in the possible situations where corrosion is present. FRP bars have many distinct advantages over steel reinforcement; including a high strength-to-weight ratio, high durability, easier handling due to their light weight, high tensile strength, excellent fatigue characteristics and electromagnetic neutrality[1].

Typical applications of FRP composites include damage-strengthening columns, including [2,3] strengthening seismic retrofitting, [4,5] repair of corrosion-damaged columns, [6,7] as well as improvements in strength and stiffness of deteriorated structures. CFRP composites[8-10] Also, FRP composites can be used as internal reinforcements for concrete bridge decks.[11,12]. Since several types of FRP, bars are commercially available, with varying compositions and surface treatments, the interface bond of FRP-bar concrete is complex and quite different from that of steel reinforcement. It is well known that the behavior of the interface between the FRP and the concrete is the key factor controlling debonding failures in FRP-strengthened reinforced concrete (RC) structures. The bondage between concrete and reinforcing bars is the one of the key aspects with regard to both reinforced and pre-stressed concrete structures[13]

Main part

Additional techniques are required to improve the bond between the rebar and the surrounding concrete. Several techniques can be used, including surface deformations, sand coating, over-molding and new surface on the bar or a combination of the techniques. Many researchers have brought up various formulas to estimate the bond strength of deformed composite reinforcement and studied experimentally and numerically the use of composite reinforced bars as reinforcement in the concrete structures. [14].The mechanics of stress transfer by a bond between FRP bars and concrete was investigated by many authors.. However, with a more detailed study of the properties of basalt plastic reinforcement, it turns out that there is no information in the literature on the magnitude of its bond strength to the concrete and its dependence on the treatment of the external surface of BFRP and GFRP reinforcement in various ways to increase its bond strength to concrete. In order to increase the bond strength of the composite reinforcing bars to concrete, the polymeric composite was used as the main material and jute material. Jute is a plant fiber made from a Malvovia plant. The plant grows in the tropics of Asia, Africa, America, Australia, India and Bangladesh. Jute is used for making sackcloth, twine and other common products. A new study shows that as well as an inexpensive reinforcing

Table 1.

Main characteristics of the used oligomers

Characteristics	Brand oligomer	
	Epoxy resin ED-20 – two-component	Laproxide 503
Average molecular weight, g / mol	390-430	600-700
Content of epoxy groups,%	21,8	13-16
Density at 298K, kg / m^3	-	1095
Dynamic viscosity at 298 K, Pa . s	22,963	0,23
Volatile matter not more than,%	0,4	-
Hydroxyl groups, no more than,%	1,7	1,2

fiber for cement mortars [15]. In this case, the use of jute makes more crack-resistant, which in some cases is especially important, for example, in regions with sharp temperature changes, such as Jordan [16]. the hydrostatic pressure against the FRP bars due to the shrinkage of hardened concrete and the swelling of the FRP bars due to temperature change and moisture absorption[17-20] Other research works studied the use of sprayed short glass fiber with thermosetting resin over the surface of the bars as an effective way to transfer the load from concrete.[15] Lee et al.[21] have also investigated the effect of adhesive type, adhesive layer thickness, and overlap length. It was found that the joint strength was slightly dependent on the adhesive layer. An approximate adhesive layer thickness between 0.2 and 0.5 mm maximizes the joint strength.[21].

One of the most promising methods for modifying the surface of BFRP and GFRP is their treatment with epoxy polymeric materials that provide high adhesion to both basalt and glass surfaces, however, for exploitation in the climatic zone of Jordan, a specific set of technological requirements is required for these materials: Sufficient viability, good wettability, wide temperature range of operation, high adhesion properties. To get this set of requirements, we developed epoxy compositions based on di- and three epoxies with various hardeners and modifiers.

Experiments and results

The experiment was carried out in the laboratory of the Department of building Materials and Products of the Kharkov National University of Civil engineering and Architecture.): the composite rebars were coated by polymeric composite as an adhesive substrate,. The rods are held for 48 hours for complete adhesion (Fig. 1).The samples were made – cubes "15x15x10" cm, composition C: S: G = 1: 2: 4, (aggregate-sand Mk = 1.5 and crushed stone up to 10mm), mixture moisture (W / C) – 0.5. The bars of the reinforcement were installed vertically along the axis into the cubes-shapes to a depth of up to 10 cm together with the laying of the concrete mix and its subsequent vibration compacting.

Tests on the bonding strength of composite reinforcement with concrete by pull out were carried out on the experimental installation shown in Figure 2.

Determination of the strength of the adhesion of reinforcing bars to concrete was carried out according to the recommendations of the ACI industry (departmental standards-USA) [22]:

$$\tau = F / C_b . l \quad (1)$$

где τ – Average bonding strength, F – load, C_b – length of rebar surface, l – length of the composite bar.

Рис. 1. Manufactured samples – cubes

Рис. 2. Laboratory installation for pull test

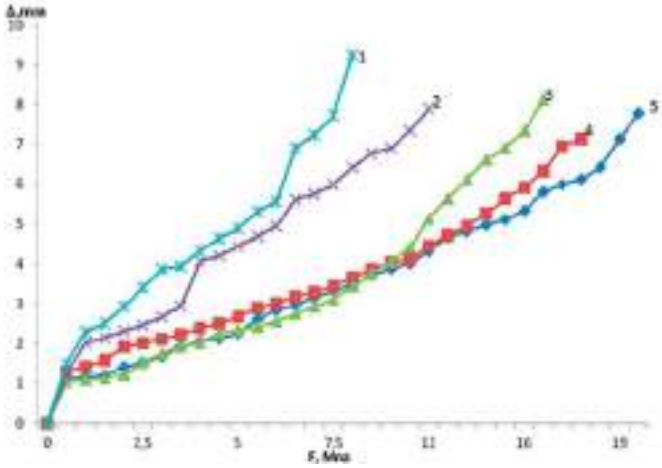


Рис. 3. Displacement – stress diagram – for the modified GFRP samples, 1 – GFRP, 2 – GFRP + modified jute fiber, 3 – GFRP + modified jute rope, 4 – GFRP + sand of granitic, 5 – GFRP + polymeric composite

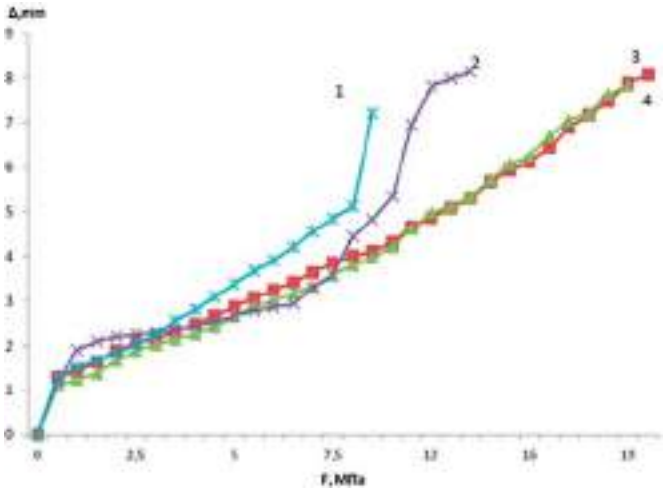


Рис. 4. Displacement- stress diagram- for the modified BFRP samples, 1 – BFRP, 2 – BFRP + modified jute fiber, 3 – BFRP + modified jute rope -, 4 – BFRP + sand of granitic, 5 – BFRP + polymeric composite

The influence of various methods of surface treatment of polymer-composite reinforcement on the force of its adhesion to concrete was investigated. For this purpose, sand of granitic, organic jute fiber, developed polymer composition, as well as direct spraying onto the surface of the reinforcement composite bar of the developed polymer composition immediately before its interaction with the concrete were applied to the surface of the reinforcement. Fig. 1 shows samples of modified GFRP and BFRP. Types of samples of GFRP and BFRP with different surface treatment methods The results of test are shown in the fig. 3-4.

Conclusion

From the data presented, it can be seen that the treatment of GFRP, BFRP with sand of granitic allows to slightly increase the adhesion strength to 13.1 and 14.4 MPa, which is apparently associated with an increase in the physic- mechanical component of adhesion (friction).

The use of the developed epoxy polymeric compositions allows to increase the adhesion strength up to 17.5 and 20.5 MPa due to the high degree of intermolecular interactions at the interface and increased wettability, penetration into the body of concrete to a depth of up to 5 mm, as a result of which the monolithic structure remains on the 80-90%, and the gap has a mixed adhesive-cohesive character (for concrete). At the same time, the use of impregnated organic jute fiber and fiber impregnated with the developed composition did not give the expected effect of bond strength 13.8 (14.9) and 15.6 16.5 MPa, respectively, which is apparently due to the fact that the fiber absorbed most of the epoxy resin composition, due to which the chemical component of adhesion decreased, and the increase in the mechanical component of adhesion could not block it.

References:

1. Den Einde L, Zhao L and Seible F. Use of FRP composites in civil structural applications. Constr Build Mater 2003; 17: 389-403.
2. Mortazavi A, Pilakoutas K and Son K. RC column strengthening by lateral pre-tensioning of FRP. Constr Build Mater 2003; 17: 491-497.
3. Promis G, Ferrier E and Hamelin P. Effect of external FRP retroEtting on reinforced concrete short columns for seismic strengthening. Compos Struct 2009; 88: 367-379.
4. Vasconcelos E, Fernandes S, Barroso de Aguiar JL and Pacheco-Torgal F. Concrete retrofitting using metakaolin geopolymer mortars and CFRP. Constr Build Mater 25: 3213-3221.
5. Promis G and Ferrier E. Performance measures to assess the efficiency of external FRP retrofitting of reinforced concrete short columns for seismic strengthening. Constr Build Mater 2012; 26: 32-40.
6. Belarbi A and Bae S. An experimental study on the effect of environmental exposures and corrosion on RC columns with FRP composite jackets. Composites Part B 2007; 38: 674-684.
7. Maaddawy T. Behavior of corrosion-damaged RC columns wrapped with FRP under combined flexural and axial loading. Cem Concr Composer 2008; 30: 524-534.
8. Meftah S and Tounsi A. Lateral stiffness and vibration characteristics of damaged RC coupled shear walls strengthened with thin composite plates. Build Environ 2007; 42: 3596-3605.
9. Wenwei W and Guo L. Experimental study and analysis of RC beams strengthened with CFRP laminates under sustaining load. Int J Solids Struct 2006; 43: 1372-1387.
10. Al-Rousan R and Issa M. Fatigue performance of rein - forced concrete beams strengthened with CFRP sheets. Constr Build Mater 2011; 25: 3520-3529.
11. Abdessemed M, Kenai S, Bali A and Kibboua A. Dynamic analysis of a bridge repaired by CFRP: exper-imental and numerical modeling. Constr Build Mater 2011; 25: 1270-1276.
12. Bouguerra K, Ahmed E, El-Gamal S and Benmokrane B. Testing of full-scale concrete bridge deck slabs reinforced with fiber-reinforced polymer (FRP) bars. Constr Build Mater 2011; 25: 3956-3965. 2278 Journal of Composite Materials 46 (18)
13. Cosenza E, Manfredi G and Realfonzo R. Behavior and modeling of bond of FRP rebars to concrete. J Compos Constr 1997; 5: 40-51.
14. Альхавари Ю.Р. Сцепления композитной арматуры с бетоном сравнительный анализ моделирования конечного элемента экспериментальные результаты сцепления композитной арматуры с бетоном / Башір Н. Юніс, Алёшечкина Т. Н., Юсеф Рияд Аль-хавари // Строительные материалы и изделия. – 2017. – № 5-6. – С. 14-17.
15. Temesgen Berhanu, Pradeep Kumar, Inderdeep Singh. Mechanical Behaviour of Jute Fibre Reinforced Polypropylene Composites. 5 th International & 26th All India Manufacturing Technology, Design and Research Conference (AIMTDR 2014) December 12th–14th, 2014,, India 289.
16. Younis Basheer N., Al-hawari Yousef Riyad, Analysis of the destruction of corrosion of reinforced concrete structures in Jordanian conditions. Scientific journal of construction in, Kharkiv National University of Civil engineering and Architecture, 2015.- Vip. No. 4 (82).-P.136-140.
17. Sarada Prasad Kundu, Sumit Chakraborty, Aparna Roy, Basudam Adhikari, S.B. Majumder. Chemically-modified-jute-fibre-reinforced-non-pressure-NP-concrete-pipes-with-improved-mechanical-properties. Jornal/Construction-and-Building-Materials 37-2012, p841-850.
18. Tara Sen, H.N. Jagannatha Reddy. Strengthening of RC beams in flexure using natural jute fibre textile reinforced composite system and its comparative study with CFRP and GFRP strengthening systems. International Journal of Sustainable Built Environment,Volume 2, Issue 1, June 2013, Pages 41–55.
19. Tara Sen, Ashim Paul.Confining concrete with sisal and jute FRP as alternatives for CFRP and GFRP. International Journal of Sustainable Built Environment. Volume 4, Issue 2, December 2015, Pages 248–264.
20. R. M. Rowell, J. S. Han and J. S. Rowell, Characterization and factors affecting fiber properties, in: Natural Polymers and Agrofibers Based Composites, eds. E Frollini, A. L. Leão and L. H. C. Mattoso, EAI, São Carlos, Brazil, 2000, 115–134.
21. Lettow, S., Mayer, U. and Eligehausen, R., experimental investigations on the Bond behaviour of ribbed reinforcing bars, 2003, Universität Stuttgart: Institut Für Werkstoffe im Bauwesen.
22. ACI 440.3R-04 Guide Test Methods for Fiber-Reinforced Polymers (FRPs) for Reinforcing or Strengthening Concrete Structures, – 2004. – 40 p.

УДК 678.747

Грищенко В. К.

Агеєва В. В.

Мужев В. В.

Бойко В. П.

Мишак В. Д.

Черевко С. В.

Грищенко В. К.[1], канд. хім. наук, провідний науковий співробітник відділу хімії олігомерів та сітчастих полімерів,
☎ +38 044 292 72 95, ✉ oligomer8@bigmir.net
Агеєва В. В.[1], провідний інженер відділу хімії олігомерів та сітчастих полімерів,
✉ oligomer8@bigmir.net
Мужев В. В.[1], молодший науковий співробітник відділу полімерних композитів,
☎ +38 067 915 65 38, ✉ muzhev11@ua.fm
Бойко В. П.[1], канд. хім. наук, старший науковий співробітник відділу хімії олігомерів та сітчастих полімерів,
☎ +38 068 361 36 05, ✉ boikovita@bigmir.net
Мишак В. Д.[1], канд. хім. наук, старший науковий співробітник відділу полімерних композитів,
☎ +38 044 552 72 95, ✉ vmyshak@ihvs.nas.gov.ua
Черевко С. В.[2], директор ТОВ «Акцент СК»
☎ +38 050 990 85 58 ✉ accent_sk@ukr.net
[1] Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, 48, Харківське шосе, Київ, 02160, Україна,
[2] ТОВ «Акцент СК», 7/171, вул. Булгакова, Київ, 03134, Україна

V. Grishchenko[1], PhD in Chemistry, Leading Researcher, Department of Oligomer Chemistry and Network Polymers,
☎ +38 044 292 72 95, ✉ oligomer8@bigmir.net
V. Ageeva[1], Leading Engineer, Department of Oligomer Chemistry and Network Polymers,
✉ oligomer8@bigmir.net
V. Muzhev[1], Junior Researcher, Department of Polymer Composites,
☎ +38 067 915 65 38, ✉ vmuzhev11@ua.fm
V. Boiko[1], PhD in Chemistry, Senior Researcher, Department of oligomer chemistry and network polymers,
☎ +38 068 361 36 05, ✉ boikovita@bigmir.net
V. Myshak[1], PhD in Chemistry, Senior Researcher of Polymer Composites,
☎ +38 044 552 72 95, ✉ vmyshak@ihvs.nas.gov.ua
S. Cherevko[2], Director, «Accent SK Ltd.» ,
☎ +38 050 990 85 58 ✉ accent_sk@ukr.net
[1] Institute of Macromolecular Chemistry of NAS of Ukraine, 48 Kharkivske shosse, Kyiv 02160 Ukraine,
[2] TOV «Accent CK», 7/171 Bulgakova str., Kyiv 03134 Ukraine

ГЕРМЕТИЗУЮЧІ МАСТИКИ ХОЛОДНОГО ТВЕРДНЕННЯ ДЛЯ БУДІВЕЛЬНОЇ ІНДУСТРІЇ НА ОСНОВІ ПОЛІУРЕТАНОВИХ ЗВ'ЯЗУЮЧИХ

SEALING MASTICS OF COLD CURING FOR THE BUILDING INDUSTRY BASED ON POLYURETHANE BINDERS

ГЕРМЕТИЗИРУЮЩИЕ МАСТИКИ ХОЛОДНОГО ТВЕРДЕНИЯ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ НА ОСНОВЕ ПОЛИУРЕТАНОВЫХ СВЯЗУЮЩИХ

Анотація. Розроблені високоефективні в процесі експлуатації та технологічні при нанесенні двокомпонентні герметизуючі мастики холодного отвердження вітчизняного виробництва на основі поліуретанових зв'язуючих для використання їх у будівельній індустрії України при зведенні та ремонті житлових та промислових споруд. Виконані кінетичні вимірювання отвердження робочих складів герметиків в залежності від концентрації каталізатора, молекулярної маси та природи олігомерного блоку зшиваючого агента. Досліджені фізико-механічні властивості герметизуючих матеріалів.
Ключові слова: герметизуючі мастики холодного твердження, поліуретанові матеріали, кінетика твердження, каталізатори твердження, фізико-механічні властивості.
Анотация. Разработаны высокоэффективные в процессе эксплуатации и технологичные при нанесении двухкомпонентные герметизирующие мастики холодного отверждения отечественного производства на основе полиуретановых связующих для использования их в строительной индустрии Украины при возведении и ремонте жилых и промышленных сооружений. Выполнены кинетические измерения отверждения рабочих составов герметиков в зависимости от концентрации катализатора, молекулярной массы и природы олигомерного блока сшивающего агента. Исследованы физико-механические свойства герметизирующих материалов.
Ключевые слова: герметизирующие мастики холодного отверждения, полиуретановые материалы, кинетика отверждения, катализаторы, физико-механические свойства.
Annotation. Highly effective in the process of operation and technological when applied, two-component sealing mastics of cold curing of domestic production on the basis of polyurethane binders for their use in the construction industry of Ukraine during the erection and repair of residential and industrial buildings have been worked out. Kinetic measurements of the curing sealant working compositions were performed depending on the catalyst concentration, molecular weights and the nature of the oligomer blocks of the cross-linking agents. The physical and mechanical properties of sealing materials have been studied.
Keywords: cold curing sealing mastics, polyurethane materials, kinetics of curing, catalysts, physical and mechanical properties.

Вступ

Будівельна галузь на сьогодні є однією з найбільш розвинених сфер української економіки і постійно потребує впровадження новітніх високоефективних матеріалів, зокрема для герметизації та гідроізоляції. Надійна герметизація міжпанельних стиків будівель не лише сприяє збереженню цілісності споруд та захисту елементів конструкцій від проникнення вологи (атмосферної корозії), а й запобігає втраті будинками тепла, тобто сприяє вирішенню актуальної проблеми енергозбереження.

Як відомо, герметизуючі мастики, в залежності від характеру переходу в робочий стан, поділяють на такі, що тверднуть, не тверднуть і висихають. Мастики, що тверднуть, переходять з пастоподібного в гумоподібний робочий стан в результаті хімічної реакції складових компонентів між собою (для багатокомпонентних мастик) або внаслідок реакції самої мастики з вологою повітря (для однокомпонентних). Мастики, що не тверднуть, являють собою дуже в'язкі маси, які за консистенцію нагадують пластилін. Такі мастики менш довговічні (термін експлуатації становить від 3 до 6 років) в порівнянні з мастиками, що тверднуть, через відсутність гумоподібної структури. Мастики, що висихають, набувають необхідні властивості лише після випаровування розчинника або води, які входять до їх складу. В результаті відбувається значне зменшення об'єму матеріалу, тобто усадка.

Мастики, що тверднуть, частіше за все виготовляють на основі тіоколів, поліуретанових або кремнійорганічних каучуків, мастики, що не тверднуть – на основі бутилкаучуку, мастики, що висихають – на основі акрилатних дисперсій [1-4]. Це зумовлює різну здатність мастик до деформації. Так, найбільшу здатність до деформації мають мастики, що тверднуть. В залежності від складу вони дозволяють герметизувати

шви будівельних конструкцій з допустимою деформацією (виміряною за шириною шва) до 50 % и більше. Така технічна характеристика є дуже суттєвою, оскільки зовнішні шви та стики будівельних конструкцій можуть змінювати ширину в результаті атмосферних впливів (температури, вологості і таке інше) та вібрацій до 40%. Для порівняння, здатність до деформацій мастик, що не тверднуть, складає від 0 до 5 %, а мастик, що висихають – від 5 до 15 %. Виходячи з вищенаведеного, найбільшого розповсюдження в області герметизації рухомих швів повнозбірних конструкцій отримали мастики, що тверднуть. Термін експлуатації таких мастик в середньому складає 10-20 років.

На даний момент в Україні розроблена технологія отримання та налагоджено виробництво будівельних герметизуючих мастик, які не тверднуть, на основі бутилкаучука (гермобутила). Такі матеріали є недостатньо технологічними і мають ряд недоліків. Так, внаслідок невисокої питомої ваги (~1200 кг/м^3) і в'язкості потребують поетапного нанесення (попереднє праймування поверхні, армування мастики склосіткою для запобігання стіканню матеріалу з поверхні, а після висихання – наступне фарбування для захисту від УФ-опромінення). Крім того, мастики на основі гермобутилу, мають значну усадку (до 50% об'ємних) за рахунок високого вмісту летючих компонентів, на відміну від мастик холодного твердження, які не містять у своєму складі розчинників. Завдяки наявності залишкових подвійних зв'язків у карболанцюзі бутилкаучуку, герметик досить швидко старіє під дією УФ-опромінювання і стає крихким. Середній термін експлуатації становить 3-6 років (для поліуретанових герметизуючих мастик 10-15 років).

Оптимальним з точки зору співвідношення ціни герметизуючих матеріалів та їхніх експлуатаційних властивостей в кліматичних умовах України є використання композицій на основі поліуретанових зв'язуючих [5-10].

Поліуретанові герметики є еластичними матеріалами і можуть витримувати без руйнування структури значні знакозмінні (циклічні) механічні навантаження. Пастоподібні поліуретанові герметики здатні вулканізуватися як при кімнатній, так і при мінусовій температурі. Цінною властивістю поліуретанових герметиків є низька температура крихкості, що дозволяє експлуатувати ці матеріали в умовах суворих зим. Ці матеріали можуть також експлуатуватися і в спекотних кліматичних умовах. Поліефіруретанові захисні герметизуючи мастики мають високу атмосферну стійкість та високу зносостійкість. Шви, які загерметизовані мастиками на основі поліуретанових зв'язуючих, в разі необхідності придатні для подальшого відновлення (ремонту).

Метою роботи була розробка вітчизняних матеріалів, які за своїми експлуатаційними характеристиками не будуть поступатися мастикам закордонного виробництва і зможуть успішно використовуватися у будівельній індустрії України при зведенні та ремонті житлових і промислових споруд.

Експериментальна частина

Для якісного аналізу складових компонентів № 1 і № 2 герметика, зокрема визначення наявності функціональних груп, таких як гідроксильні та ізоціанатні, використовували метод ІЧ спектроскопії (спектрометр FTIR «Tenzor-37» з Фур'є перетворенням фірми «Bruker», Німеччина). Швидкість отвердження робочого складу герметиків після змішування компонентів досліджували, фіксуючи зниження у часі інтенсивності смуги валентних коливань ізоціанатної групи (2272 см$^{-1}$) уретанового форполімеру методом ІЧ-спектроскопії у варіанті багаторазово порушеного повного внутрішнього відбиття на кристалі ZnSe. В якості внутрішнього стандарту використовували інтенсивність смуги поглинання із частотою 2870 см$^{-1}$, яка відповідає валентним коливанням аліфатичних груп С-Н.

Фізико-механічні характеристики зразків герметиків визначали відповідно до ГОСТ 21751 «Герметики. Метод визначення умовної міцності, відносного подовження при розриві і відносної залишкової деформації після розриву», а також ДСТУ Б В.2.7-133 «Матеріали герметизуючи полімерні отвердіваючі однокомпонентні. Методи випробування» на розривній машині типу ТТМ-10D Н 500N (Німеччина), що призначена для випробувань на розтяг і вимір зусиль із точністю до 1% від вимірюваної величини, забезпечує постійну швидкість руху затиску від 100 мм/хв до 300 мм/хв та здійснює запис діаграми «напруга-деформація». Навантаження дорівнювало 500 Н. Зразки герметиків готували для випробувань у вигляді готових пластин товщиною 1,0 мм, із яких надалі вирубували по 5 лопаток відповідно до вимог ДСТУ Б В.2.7.-133.

Вміст (масову частку) гідроксильних груп в поліоксіетерполіолах визначали методом ацетилювання, вміст ізоціанатних груп в уретанових форполімерах – шляхом їх взаємодії з надлишком дибутиламіну за стандартною методикою [11].

Консистенцію паст визначали на приладі Віка.

Результати та їх обговорення

Герметизуюча мастика складається із двох компонентів: полімерного зв'язуючого – уретанового форполімеру (УФІ) з кінцевими ізоціанатними групами (молекулярна маса 1300-4000, вміст ізоціанатних груп 3-6 мас. %) на основі олігоетерполіолу (компонент № 1) та пасти герметизуючої мастики (компонент № 2).

До складу пасти герметизуючої мастики (компонент № 2) входять: подовжувач ланцюга або зшиваючий агент, інертні наповнювачі, загущувачі (тиксотропні добавки), кольорові пігменти, пластифікатори, каталізатори реакції уретаноутворення, інші цільові добавки (у разі потреби), модифікатори. Для отримання паст з різним співвідношенням органічної та неорганічної складової використані суміші природної тонкодисперсної сепарованої високоякісної крейди із гідрофобізованою. Крейди широко використовуються в якості наповнювачів у гумовій, кабельній, лакофарбовій, полімерній промисловості. Характеристики таких крейд: масова частка карбонату кальцію – не менше 98,2%, масова частка речовин, нерозчинних в соляній кислоті, – не більше 1,5 %, масова частка полуторних оксидів заліза та алюмінію – не більше 0,6 %, білизна – 85 %, масова частка вологи – не більше 0,2 %, залишок на ситі з сіткою № 014 – не більше 0,4 %. Властивістю, що утруднює застосування карбонатних наповнювачів, зокрема крейди, є їхня здатність до агрегації при незначному зволоженні через велику «зв'язність» часток. Це призводить до злежування і утруднює використання. Для запобігання цьому явищу крейду піддають поверхневій обробці – гідрофобізації, що полягає в нанесенні на поверхню часток поверхнево-активних речовин, які надають крейді властивості не змочуватися водою і обумовлюють хорошу сипучість, а також поліпшують адгезію між масою полімеру і частинками крейди при використанні її як наповнювача. Нормальна густота (консистенція) пасти становить не менше 20 мм при 20 °С.

Після змішування компонентів у певній пропорції робочий склад мастики являє собою тиксотропну масу, що легко наноситься, не стікає з вертикальних поверхонь і може бути використана для герметизації деформаційних, теплових швів будівель та конструкцій. Для всіх досліджених нами герметизуючих матеріалів склад основних паст (компонент № 2) та співвідношення між компонентами № 1 та № 2 робочого складу мастик були підібрані таким чином, щоби властивості герметизуючих мастик і кінцевих отверднених поліуретанових матеріалів від-

повідали вимогам ДСТУ Б.В.2.7-158 «Матеріали герметизуючи полімерні. Класифікація. Загальні технічні вимоги».

Твердіння матеріалу та перехід його в гумоподібний стан відбувається внаслідок взаємодії високо реакційноздатного поліуретанового форполімеру (отверджувача) із зшиваючим агентом, який входить до складу основної пасти, а також із вологою повітря в присутності каталізатора.

Природу і концентрацію каталізаторів уретаноутворення сполук олова (DABCO T9 – октоат олова та DABCO T12 – ди-н-бутилдилауринат олова) підбирали таким чином, щоб, з одного боку, забезпечити необхідну для виконання роботи життєздатність композиції (не менше 2 годин за температури 20 °С), а з іншого – оптимальний час її отвердження (не більше 48 год. за температури 20 °С).

Швидкість отвердження визначали як середнє значення по тангенсу кута нахилу прямолінійної ділянки кінетичних кривих, які відображають залежність зміни концентрації ізоціанатних груп в композиції, що досліджується, від часу перебігу реакції. На рис. 1 наведені типові криві конверсії ізоціанатних груп з часом для композицій, які відрізняються вмістом каталізатора.

У табл. 1 наведені дані щодо впливу природи і концентрації каталізаторів уретаноутворення, а також молекулярної маси та природи олігомерного блоку зшиваючого агента на швидкість процесу отвердження робочого складу герметика після перемішування обох компонентів. Як зшиваючі агенти використані поліоксіетерполіоли (ПОЕП) різної молекулярної маси та функціональності, які містять у своєму складі первинні (ПОЕП (п)) або вторинні (ПОЕП (в)) гідроксильні групи.

З наведених у табл.1 даних випливає, що оловоорганічні сполуки є ефективними каталізаторами реакції уретаноутворення для досліджених герметизуючих композицій. Як відомо з літературних джерел [12,13] оловоорганічні сполуки ефективно прискорюють реакції ізоціанатів не лише зі спиртовою (гідроксильною) групою, а й з іншими сполуками, що містять активний атом водню, зокрема з сечовиною та водою. Такі реакції також можуть мати місце під час отвердження робочого складу герметика.

Суттєва різниця у швидкості отвердження композицій (табл.1) обумовлена наявністю у складі молекули зшиваючого агента (подовжувача) первинних (зразки 9-12) або вторинних (зразки 1-8) гідроксильних груп. Дослідження [12] показали, що відносна швидкість взаємодії первинних, вторинних та третинних аліфатичних спиртів з фенілізоціанатом у розчині бензолу при 26 °С становить 1,0; 0,3 та 0,003 – 0,007. Ці данні знаходяться

Таблиця 1.

Вплив природи і концентрації каталізатора, а також молекулярної маси та природи олігомерного блоку зшиваючого агента на швидкість процесу отвердження робочого складу герметика за температури 20°С

Зразок	Природа зшиваючого агента	Природа каталізатора	Концентрація каталізатора, мас. %	Початкова швидкість твердження композиції, % NCO/год.	Час 50 %-ї конверсії ізоціанатних груп, год.	Життєздатність робочого складу герметика, 20°С, год.
1	ПОЕП-503 (в)	DABCO T12	0,2	1,7	19,6	< 5
2	ПОЕП-503 (в)	DABCO T12	0,6	8,5	8,0	< 4
3	ПОЕП-2002 (в)	DABCO T12	0,2	2,1	18,2	< 5
4	ПОЕП-2002 (в)	DABCO T12	0,6	8,0	6,5	< 3
5	ПОЕП-2002 (в)	DABCO T12	1,0	16,0	2,5	< 2
6	ПОЕП-2002 (в)	DABCO T9	0,6	9,0	6,2	< 3
7	ПОЕП-2002 (в)	DABCO T9	1,0	14,8	3,1	< 2
8	ПОЕП-1002 (в)	DABCO T12	0,6	8,8	7,5	< 3
9	ПОЕП-1052 (п)	DABCO T12	0,2	10,1	6,3	2
10	ПОЕП-1052 (п)	DABCO T12	0,6	23,3	2,2	1
11	ПОЕП-2002 (п)	DABCO T12	0,2	11,2	4,1	2
12	ПОЕП-2002 (п)	DABCO T12	0,6	48,0	1,4	0,5

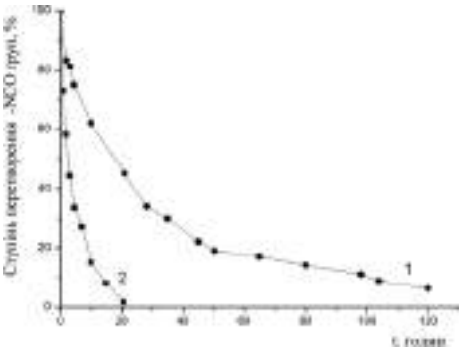


Рис. 1. Конверсія ізоціанатних груп в реакції уретаноутворення від часу твердження робочого складу герметика за температури 20 °С. Зшиваючий агент – ПОЕП-2000 (в). Вміст каталізатору DABCO T12 в композиції: 1 – 0,2%, 2- 1,0%

у відповідності із припущенням щодо впливу стеричних перешкод, які створюють розгалуження поблизу реакційного центру у вторинних та третинних аліфатичних спиртах. Різниця у швидкостях також відчутна у випадку використання каталізаторів уретаноутворення. Так, при взаємодії 2,4-толуїлендіізоціанату в присутності 0,005% ди-н-бутилдилауринату олова при 40 °С з поліоксипропіленгліколем, який містить вторинні гідроксильні групи, константа швидкості $k = 0{,}87 \cdot 10^{-4}$ л/(моль·с), а з поліоксиетиленгліколем, який містить первинні гідроксильні групи, $k = 27{,}1 \cdot 10^{-4}$ л/(моль·с) [12].

Досліджені фізико-механічні характеристики зразків герметиків в залежності від складу вихідних композицій. На рис. 2 наведені типові криві динамометричної залежності «умовна міцність при розриві – деформація».

Такі значення і вигляд деформативності характерні для полімерів у високоеластичному стані [14,15]. Порівнюючи вплив природи та концентрації каталізаторів уретаноутворення DABCO T12 і DABCO T9 на фізико-механічні характеристики зразків герметиків, де зшиваючим агентом є ПОЕП-2002 (в) (рис. 2), слід відмітити їх різний прояв у процесі твердження герметика від моменту змішування компонентів (приготування робочого складу) до утворення еластичного продукту. В результаті каталітичної дії DABCO T9 реалізуються ті процеси структуроутворення, при яких зростає умовна міцність при розриві та енергія руйнування і не погіршується подовження зразка герметика, яке спостерігається при дії каталізатора DABCO T12 (рис. 2, крива 2 та крива 4). Вміст DABCO T9 повинен бути оптимальним в концентраційній залежності динамометричних характеристик герметика (рис. 2, крива 3 та крива 4). Порівнюючи вплив природи зшиваючих агентів ПОЕП-1002 (в) і ПОЕП 1002 (п) (рис. 3, крива 1 та крива 2), на фізико-механічні властивості герметиків, встановлено значну різницю як в когезійній міцності, так і в еластичних характеристиках кінцевих отверднених матеріалів. Аналіз динамометричних залежностей, наведених на рис. 3, свідчить про те, що зменшення розміру олігоетерного блоку зшиваючого агента, який містить у своєму складі первинні гідроксильні групи (рис. 3, крива 2 та крива 3) приводить до збільшення умовної міцності при розриві при збереженні показників еластичності.

При однаковому розмірі олігомерного блоку зшиваючого агента, поліуретанові герметики, де в якості зшиваючого агента використаний ПОЕП-2002 (п), є значно еластичнішими, хоча можуть поступатися у міцності зразкам, де використаний ПОЕП-2002 (в) (порівняємо дані рис. 2, крива 2 та дані рис. 3, крива 4). У той же час концентрація каталізатора уретаноутворення і, як наслідок, режим отвердження робочого складу композиції, суттєво впливає на фізико-механічні властивості кінцевих еластомерів (рис. 2, крива 1 та рис. 3, крива 3).

Слід зауважити, що чим вищою є еластичність матеріалу, тим ширша сфера його застосування і менш жорсткими є вимоги до розміру деформаційного шва, який необхідно загерметизувати.

Проведені дослідження щодо рецептури та визначення характеристик двокомпонентних поліуретанових герметиків дозволили оптимізувати їх склад та розробити Технічні умови

ТУ У В.2.7-25.2-35122009-001 на герметик марки «Мастикад УР-21». Виготовлений експериментальний зразок пройшов випробування у Випробувальному Центрі будівельних матеріалів і виробів ДП «НДІБМВ», за результатами яких відповідає вимогам вказаних Технічних умов (табл. 2).

ТОВ «Акцент СК» (Україна, м. Київ) організовано виробництво поліуретанової герметизуючої мастики марки «Мастикад УР-21» в обсязі 100 тон/рік. Виробництво продукції в Україні дозволить зменшити залежність будівельної галузі від імпортованої продукції.

Таблиця 2.

Показники якості розробленої поліуретанової герметизуючої мастики відносно вимог Технічних умов

Найменування показників	Відповідно до вимог ТУ У В.2.7-25.2-35122009-001 для марки «Мастикад УР-21»	Фактичні значення для герметизуючої мастики марки «Мастикад УР-21»	Похибка вимірювань
1	2	3	4
I. Робочий склад			
1. Життєздатність за температури (20±2)°С, год.	не менше 2	4	±30 с
2. Час утворення поверхневої плівки, год.	не більше 24	22	
3. Час повного твердіння, год.	не більше 48	48	
II. Плівка герметика			
4. Здатність до деформації, %	не менше 25	25	±1%
5. Границя міцності на розтяг при розриві, МПа	не менше 0,2	0,3	
6. Відносне подовження при розриві, %	не менше 300	487	
7. Водопоглинання за 24год., %	не більше 2	0,5	±0,4%
8. Водонепроникність протягом 72 год. під тиском 0,001 МПа	не повинно бути ознак води	протягом встановленого часу за заданого тиску на поверхні зразків не з'являється вода	
9. Теплостійкість протягом 6 год. за температури, °С	не менше 70	протягом встановленого часу за заданої температури зразки витримали випробування без наявності на поверхні здутин та інших руйнувань	±0,5
10. Адгезійна міцність, з бетоном, МПа	когезійний розрив не менше 0,1	когезійний розрив 0,6	±1%

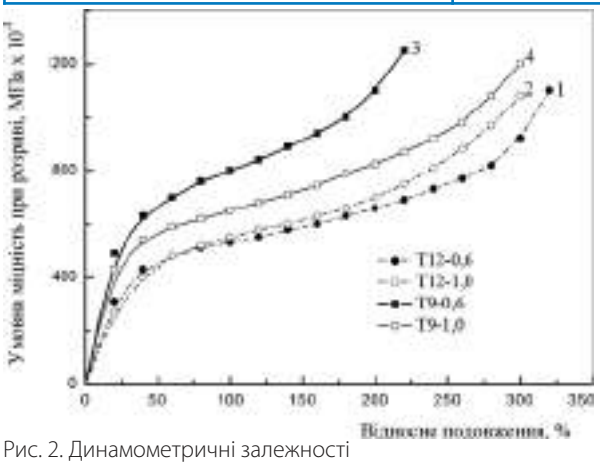


Рис. 2. Динамометричні залежності для зразків герметиків, де зшиваючим агентом є ПОЕП-2000 (в), при швидкості руху затиску 300 мм/хв. Вміст каталізатора DABCO T12 в композиції: 1 – 0,6%, 2- 1,0%, DABCO T9:-3 – 0,6%, 4 – 1,0%

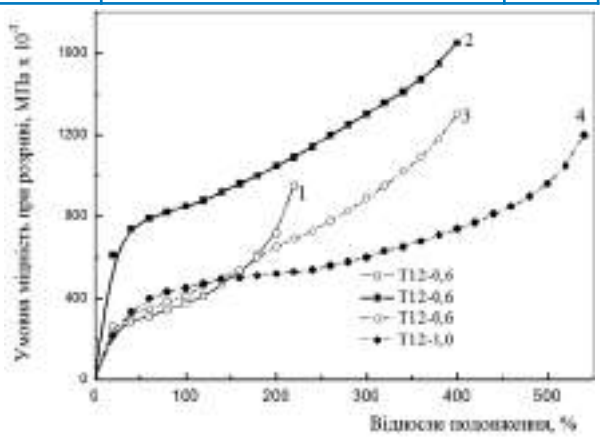


Рис. 3. Динамометричні залежності для зразків герметиків, де зшиваючим агентом є ПОЕП-1000 (в) – 1, ПОЕП-1002 (п) – 2, ПОЕП-2002 (п) – 3, 4, при швидкості руху затиску 300 мм/хв. Вміст каталізатора DABCO T12 в композиції: 1 – 0,6%, 2 – 0,6%, 3 – 0,6%, 4 – 1,0%

Література:

1. Handbook of Sealant Technology / K.L. Mittal and A. Pizzi (Ed.), Boca Raton: CRC Press, Taylor and Francis Group. 2009. – 498 p. – ISBN 978–0–8493–9162–0.
2. Handbook of Adhesives and Sealants, Vol. 1 / Philippe Cognard (Ed.), Amsterdam: Elsevier. 2005. – 511 p. – ISBN 978–0–08–044554–3.
3. Handbook of Adhesives and Sealants, Vol. 2 / Philippe Cognard (Ed.), Amsterdam: Elsevier. 2006. – 512 p. – ISBN 978–0–08–044708–7.
4. Клеи и герметики / Под ред. Д.А. Кардашова. – М.: Химия, 1978.– 200 с.
5. Булатов Г.А. Полиуретаны в современной технике.– М: Машиностроение. 1983.– 272с.
6. Новые защитно–герметезирующие полиуретаные материалы, не содержащие растворителей/ А.Л. Лабутин, В.С. Шитов, Э.Д. Жабин и др. – Ленинград. ЛДНТП, 1978. –20 с.
7. Композиционные материалы на основе полиуретанов: Пер. с англ./ Под ред. Ф.А. Шутова. – М.: Химия. 1982.– 240 с.
8. Pat. 2007/0043198 A1 USA, IC C08G 18/00. Paintable two–component polyurethane sealant / E.J. Madaj. – Publ. 22.02.2007.
9. Pat. 2004/0198900 A1 USA, IC7 C08K 3/00. Two part polyurethane sealant composition with low modulus and good paintability / E.J. Madaj. – Publ. 07.10.2004.
10. Pat. 4318959 USA, IC3 D02G 3/00. Low–modulus polyurethane joint sealant / R.M. Evans, T.M. Leonard. – Publ. 9.03.1982
11. Торопцева А.М., Белогородская К.В., Бондаренко В.М. Лабораторній практикум по химии и технологии высокомолекулярных соединений/Под ред. А.Ф.Николаева. – Л.:Химия.1972. – 416 с.
12. Саундерс Дж. Х., Фриш К. К. Химия полиуретанов / Под ред. С. Г. Энтелиса – М.: Химия, 1968. – 470 с.
13. Silva Ana L., Bordado J. C. Recent developments in polyurethane catalysis: catalytic mechanisms review // Catalysis Rev. – 2004. – Vol. 46. – P. 31–51.
14. Липатов Ю.С., Керча Ю.Ю., Сергеева Л.М. Структура и свойства полиуретанов. – Киев.:Наук. думка. 1970. – 280 с.
15. Райт П., Камминг А. Полиуретановые эластомеры. – Ленинград: Химия. 1973. – 304 с.

УДК 691.22

Шумаков И. В. Юнис Башир Ассаад Мустафа

Шумаков И. В., д. т. н., доцент,
зав. кафедрой технологии строительного производства,
✉ shumakov.hisi@gmail.com ☎ +38 (097) 941 33 28,
Юнис Башир, к.т.н.,
доцент кафедры строительной механики,
✉ docbasheer01@gmail.com ☎ +38 (093) 661 04 94,
Ассаад Мустафа, аспирант,
✉ moustapha_k88@hotmail.com ☎ +38 (093) 794 73 94,
Харьковский национальный университет строительства
и архитектуры (ХНУСА), ул. Сумская, 40, г. Харьков, 61002

Igor Shumakov, D.Sc,
Head. the Department of construction technologies,
✉ shumakov.hisi@gmail.com ☎ +38 (097) 941 33 28,
Basheer N. Younis., Ph. D.,
assistant professor of structural mechanics Department,
✉ docbasheer01@gmail.com ☎ +38 (093) 661 04 94,
Assaad Moustapha, postgraduate student,
✉ moustapha_k88@hotmail.com ☎ +38 (093) 794 73 94,
Kharkov National University of Civil Engineering and Architecture,
Str. Sumy, 40, Kharkov, 61002

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОПАЛУБОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ В УСЛОВИЯХ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ЛИВАНА

ПОРІВНЯЛЬНІ ТЕХНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ОПАЛУБНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ЗВЕДЕННЯ БУДІВЕЛЬ В УМОВАХ СИРОВИННОЇ БАЗИ ЛІВАНУ

COMPARATIVE TECHNICAL PROPERTIES OF SHAPED MATERIALS FOR BUILDING BUILDINGS UNDER THE CONDITIONS OF RAW MATERIAL BASIS OF LEBANON

Анотация. В статье рассмотрен анализ существующих опалубочных систем, применяемых в строительстве Ливана, а также сравнение их конструктивно-технологических характеристик. Обзор современных требований к строительству в Ливане и выявление перспектив применения несъёмных систем опалубки в строительной практике.
Ключевые слова: опалубка, лесной ресурс, магнезиальное вяжущее, стеновые конструкции.
Анотація. У статті розглянуто аналіз існуючих опалубних систем, що застосовуються в будівництві Лівану, а також порівняння їх конструктивно-технологічних характеристик. Огляд сучасних вимог до будівництва в Лівані і виявлення перспектив застосування незнімних систем опалубки в будівельній практиці.
Ключові слова: опалубка, лісовий ресурс, магнезиальное в'яжучий, стінові конструкції.
Ключевые слова: Ткаустический магнезит, вибровакуумирование, технология, сжатие, изгиб, прочность.
Annotation. The article analyzes the existing shuttering systems used in the construction of Lebanon, as well as a comparison of their structural and technological characteristics, an overview of modern requirements for construction in Lebanon and the identification of the prospects for the use of non-removable formwork systems in construction practice.
Key words: shuttering, forest resource, magnesian binder, wall constructions.

Введение. В Ливане наблюдается сокращение рынка недвижимости из-за нехватки земли под строительство зданий, относительно низкого спроса на местное жилье со стороны инвесторов Персидского залива и высокой стоимости строительных материалов. В городах возводятся отдельные многоэтажные здания преимущественно на основе методов монолитного домостроения, но они не могут решить всей проблемы жилищного строительства [1]. Доля, занимаемая монолитным строительством в отрасли, перспективы ее увеличения в свете современной экономической и жилищной политики, а также мировой опыт показывает, что формирование рациональных конструктивно-технологических систем каркасно-монолитного гражданского строительства является актуальной задачей для ливанской экономики. Выбор рациональной опалубочной системы с учётом строительного опыта и ресурсного потенциала Ливана позволит существенно развить монолитное строительство в стране.

Целью статьи является анализ существующих опалубочных систем, применяемых в строительстве Ливана, сравнение их конструктивно-технологических характеристик, обзор современных требований к строительству в Ливане и выявление перспектив применения несъёмных систем опалубки в строительной практике.

Опалубочные системы используются для придания монолитным конструкциям определенных параметров (форма, геометрические размеры, положение в пространстве, структура поверхности и др.). Для возведения монолитных зданий в Ливане традиционно применяется способ бетонирования в съёмной опалубке, включающий ее установку и монтаж, заполнение полости бетонной смесью и уплотнение, выдерживание до достижения бетоном распалубочной прочности, распалубка.

Традиционным опалубочным материалов для Ливана является ливанский кедр, известный строительный материал с древних времён (рис. 1).

Монтаж опалубки производят в следующей последовательности: по шаблону из досок изготавливают опорные фермы (количество и шаг ферм в блоке опалубки определяют по несущей способности палубы и весу возводимой на ней конструкции) и на монтажном горизонте из двух или более ферм, объединенных палубой, формируют укрупненные блоки (при возведении конструкций с большим пролетом для увеличения жесткости блок опалубки может дополнительно усиливаться связями) [4]. Параллельно с изготовлением блока производят работы по установке опорных конструкций – клиновых лесов или телескопических стоек. Опалубка монтируется на стойки с помощью крана. Нерациональное использование лесного ресурса Ливана привело к угрожающей вырубке лесов и екологической проблеме ближневосточного региона. Эта проблема рассматривается на государственном уровне и в 2017 г. в Ливане создан «Совет по экобезопасному строительству в Ливане», где были приняты мероприятия по стандартизации и регламент требований к современному строительству в Ливане, которые распространяются на индивидуальное и массовое строительство. Основными требованиями стали ресурсозбережение потенциала Ливана, энергоэффективность, экономичность и снижение влияния строительства на окружающую среду [2].

Применяемые в Ливане деревянные конструкции опалубки не отвечают требованиям к современному экологически безопасному строительству, кроме того требуют наличия подъемных механизмов для заполнения опалубки и распалубки и являются материально и финансово затратными. В современной строительной практике арабских стран для возведения монолитных стен малоэтажных зданий представляется наиболее рациональным использование несъёмной опалубки [3]. В частности, актуальным является применение магнезиального вяжущего для таких опалубок. В целом природные запасы

магнийсодержащих минералов велики и составляют не менее 8% земной коры. На Ливан приходится большая доля этих запасов. Выбор материала для несъёмной опалубки зависит от требований к зданию, условий эксплуатации и финансовых возможностей. Опалубочная система с применением минерального сырья на основе местных запасов магнезиального вяжущего имеет значительные конкурентные преимущества перед аналогами.

На территории Ливана имеются значительные запасы минеральных материалов, использующихся для строительства. Это известняки, песчаники, мергели, песчано-гравийные смеси, гравий, магнезиальное сырье для вяжущего, известняки-ракушечники, керамзитовые глины [4].

Как правило, месторождения имеют промышленное значение, т.к. благодаря горно-геологическим условиям залегания позволяют вести открытый способ их разработки; они расположены вблизи мест сосредоточенного строительства, транспортных магистралей и источников электроэнергии.

С учетом таких территориальных и экономических преимуществ предложена несъемная опалубка с применением магнезиального вяжущего. Она состоит из модулей с продольными блоками, жестко объединенными прямоугольными рамами и заполнителей (рис. 2).

Прочностные характеристики конструкции, возведённой таким способом, зависит от взаимодействия конструкции опалубки с бетонным сердечником. Влияние состава бетона на прочность сцепления с внутренней поверхностью сердечника зависит от качества и количества цементного теста, применяемых добавок и от фракции заполнителя. Применение несъемной опалубки в строительной практике Ливана наиболее актуально на наш взгляд для малоэтажных зданий, это сокращает продолжительность строительства

Рис. 1. Применение деревянных конструкций для опалубок

Рис. 2. Общий вид блоков несъемной опалубки

Таблица 1.

Сравнение популярных опалубочных материалов Ливана

Материалы и конструкции для возведения стен	Плотность, кг/м³	Толщина изоляционного слоя, см
Железобетон	2500	170
Кирпич глиняный	1800	56
Ячеистый бетон	600	14
Деревянные конструкции опалубки	500	13
Несъемная опалубка с применением магнезиального вяжущего	800	до 5

и финансовые расходы [5]. Помимо этого, стены с несъемной опалубкой значительно тоньше традиционных кирпичных, что позволяет увеличить эксплуатируемую площадь здания.

Из таблицы видно, что среди основных материалов несъемная опалубка имеет наименьший удельный вес и толщину изоляционного слоя для обеспечения нормативного термического сопротивления. При ее применении возводимая монолитная стена с внутренней и внешней стороны защищена тепло- и звукоизоляционной оболочкой. Благодаря такой конструкции стен дома, построенные с применением несъемной опалубки, являются прочными, легкими и очень теплыми. Кроме того минимизируются размеры складских площадей строительной площадки, что позволяет выполнять работы по строительству и реконструкции даже на плотно застроенной территории.

Установлены преимущества несъемной опалубки по сравнению с другими конструктивно-технологическими решениями:

- экологичность и недефицитность сырья;
- высокие темпы возведения конструкций;
- низкая удельная стоимость стеновой конструкции;
- простая технология производства работ при возведении стен (принцип Лего);
- низкая стоимость перевозки;
- возможность крестообразного соединения по сравнению с большинством конкурирующих видов несъемной опалубки;
- увеличение прочности монолитного соединения угла и стены за счет угловых элементов.

В соответствии с особенностями возводимых конструкций применяют несъемную опалубку в виде облицовочных панелей, армированных панелей, магнезитовых панелей, пенополистирольных пластин и др. [1–4].

Выводы. На основе выполненного анализа опалубочных систем, применяемых в строительстве Ливана, сравнения их конструктивно-технологических характеристик, обзора современных нормативов, получены результаты, свидетельствующие о перспективах применения несъёмных систем опалубки с использованием магнезиального вяжущего.

Литература:

1. Шумаков И.В. Технологическое обоснование перспектив каркасно-монолитного строительства Ливана / И.В. Шумаков, Юнис Башир Н., Ассаад Мустафа // Науковий вісник будівництва : зб. наук. пр. – Харків : ХНУБА, ХОТВ АБУ. – 2016. – № 1(83). – С. 52–57. – https://vestnik-construction.com.ua/images/pdf/1_83_2016/stroitel_1_83_2016_52_57.pdf
2. Зеленые здания в Ливане: примирение между городом и средой. – Электронный ресурс : режим доступа http://greenarea.me/ar/227710/ – Назв. с экрана.
3. Хаддадин Ияд. Энерго- ресурсосберегающая технология возведения зданий в несъемной теплоизоляционной опалубке : дисс... канд. техн. наук : спец. 05.23.08 «Технология и организация строительства» / Хаддадин Ияд. – СПБ. : СПБГАСУ, 2007. – 189 с.
4. Ливан : недвижимость, строительство. – Элекронный ресурс : режим доступа http://polpred.com/news/?cnt=88&sector=17 (15.01.2016). – Назв. с экрана.
5. Системы опалубок. – Электронный ресурс : режим доступа http://www.startimes.com/?t=28218155 (18.01.2018). – Назв. с экрана.
6. Гнучих Л.А., Черниговский В.А., Шевченко Л.П. Интерактивная система, предназначенная для решения задач, ориентированных на проблемы стройиндустрии // Радиоэлектроника и информатика. – Харьков. – 2002. – №2. – С. 18–20.

УДК 725.51.055

Новіков О. В.

Свєчніков В. А.

Новіков О. В., к.е.н.,
керівник проектно-конструкторської групи,
Свєчніков В. А.,
головний архітектор проектно-конструкторської групи,
ДП «НДІБМВ», вул.Костянтинівська,68, м. Київ, 04080,
✉ ov-nov@i.ua ☎ +38 (050) 560 53 75

Oleg Novikov, Ph.D.,
Head of design and development group,
Volodymyr Svechnikov,
Chief Architect of of design and development group,
SE "NDIBMV", Kostyantinsvska str.,68, Kiev, 04080,
✉ ov-nov@i.ua ☎ +38 (050) 560 53 75

ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНІЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ І ДІАГНОСТИКИ НЕСУЧИХ КОНСТРУКЦІЙ ГРОМАДСЬКИХ ЦЕГЛЯНИХ БУДИНКІВ СТАРОЇ ЗАБУДОВИ

FEATURES OF TECHNICAL EXAMINATION AND DIAGNOSTICS OF BEARING STRUCTURES OF PUBLIC BRICK HOUSES OF OLD BUILDING

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ И ДИАГНОСТИКИ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ОБЩЕСТВЕННЫХ КИРПИЧНЫХ ДОМОВ СТАРОЙ ЗАСТРОЙКИ

Анотація. В статті досліджуються особливості проведення робіт з технічного обстеження і діагностики несучих конструкцій при капітальному ремонті і реконструкції лікувальних закладів і адміністративних будівель старої забудови.
Ключові слова: технічне обстеження, довговічність, будівлі старої забудови.
Аннотация. В статье исследуются особенности проведения работ по техническому обследованию и диагностики несущих конструкций при капитальном ремонте и реконструкции лечебных учреждений и административных зданий старой застройки.
Ключевые слова: техническое обследование, долговечность, здания старой застройки.
Annotation. The article deals with the peculiarities of conducting works on technical examination and diagnostics of bearing structures during major repairs and reconstruction of medical institutions and administrative buildings of old buildings.
Key words: technical examination, durability, buildings of old building.

Історична довідка

Період з початку XX сторіччя до середини п'ятдесятих років характеризується будівництвом різноманітних типів громадських кам'яних будівель.

Існуючі, як правило, цегляні громадські будівлі за часом спорудження умовно поділяються на три основні групи, що зумовлює їх конструктивні особливості:

- будівлі, побудовані до 1917 року;
- будівлі, побудовані в період з 1917 року до початку масового великопанельного домобудівництва [1].
- будівлі підвищеної капітальності післявоєнних 50–60-х років з масовим застосуванням збірних елементів: бетонних фундаментних блоків, збірних залізобетонних настилів і балок перекриттів, великих цегляних і шлакобетонних блоків, розвантажувальних балок, перемичок, колон і т. д. [2].

У період до 1917 року були побудовані переважно 2-5 поверхові цегляні будівлі з несучими зовнішніми стінами і однієї внутрішньої поздовжньою стіною. Рідко зустрічалися будівлі з поперечними несучими стінами або з двома поздовжніми внутрішніми стінами, що утворюють коридор. У багатьох з цих будівель в подальшому було надбудовано на 1-3 поверхи, в яких цегляна кладка переважно зводилася на повільно твердючому вапняному розчині.

Загальна жорсткість таких будівель забезпечувалася поздовжніми і поперечними стінами, включаючи сходові клітки. Поздовжні стіни іноді зв'язувалися між собою анкерами з смугової сталі. Крім того, в поздовжніх стінах в деяких випадках укладалися сталеві зв'язки з анкерами в кутах і перетинах стін. Балки перекриттів, як правило, анкерувалися в стінах. Все це, особливо повільне наростання міцності кладки стін, сприяло зниженню чутливості конструкцій будівель до нерівномірних осідань [3].

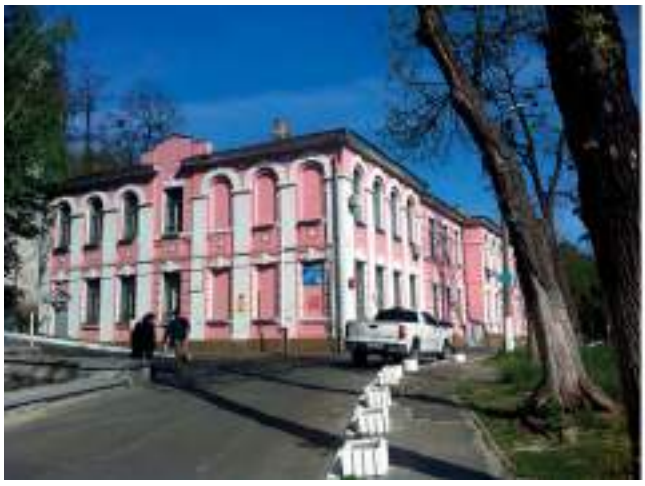


Рис. 1. Нейрохірургічне відділення Олександрівської лікарні побудовано у 1875 році

Критерієм оцінки технічного стану будинку в цілому та його конструктивних елементів і інженерного обладнання є фізичний знос, під яким розуміється часткова або повна втрата елементами споруди своїх початкових технічних і експлуатаційних якостей [4].

Проведення додаткових будівельних робіт на майданчику за довгий час експлуатації цієї будівлі, як то: поступове підняття культурного шару, підсипання території і нашарування дорожніх покриттів, перепланування території, влаштування нових інженерних мереж та відмосток, зумовили підняття вологи з ґрунту в стіни будівель, що істотно знизило міцність фундаментів і в ряді випадків призвело до руйнування цегляної кладки, як цокольних частин будівлі, так і надземних поверхів.

У багатьох випадках шар гідроізоляції на цей час знаходиться нижче позначки землі, або вимощення.

За досвідом, при проведенні візуальних обстежень старих будинків, характерними дефектами є:

- поверхневе руйнування, розтріскування і вилущення цегляної кладки з вивітрюванням розчину внаслідок перезволоження, замерзання, відтаювання, тощо;
- руйнування простінків внаслідок малої міцності кладки;
- руйнування окремих ділянок стін на всю товщину;
- прогари і місцеві руйнування кладки в зонах димових каналів;
- руйнування конструкцій балконів;
- відхилення зовнішніх стін від вертикалі з відривом від поперечних стін;
- спучення підлог на першому поверсі;
- цвіль і вогкість стін із-за відсутності гідроізоляції на позначці вище тротуару (вимощення).

Технічне обстеження і діагностика несучих конструкцій при капітальному ремонті і реконструкції громадських цегляних будівель старої забудови організовується та проводяться за ініціативи власника, місцевих органів влади, управління збереження історичного середовища та охорони об'єктів культурної спадщини, «Українського товариства охорони пам'яток історії та культури», будівельних та експлуатаційних організацій.

Перед обстеженням старої будівлі бажано провести поглиблене вивчення технічної документації (при її наявності) з метою встановлення часу будівництва і терміну експлуатації будівлі, її початкового функціонального призначення, проведених раніше капітальних ремонтів, перепланувань, застосованих конструктивних рішень і матеріалів при проведенні робіт.

Фундаменти більшості старих будівель облаштовувалися на природній підставі: бутовій або цегляній, іноді з валунів і рідко з бутобетону або бетону.

Під підошву фундаментів старих будівель іноді вкладалися лежні з колод, або забивалися короткі дерев'яні палі довжиною 2-6 м. З зовнішніх сторін для гідроізоляції підвальних приміщень і фундаментів іноді влаштовувався замок з перем'ятої глини, але протикапілярна гідроізоляція по периметру фундаменту будівлі робилася не завжди.

Глибина закладення фундаментів залежно від конструктивних або інженерно-геологічних особливостей майданчика будівництва складала від 1,0 до 4,5м, при тиску під підошвою фундаменту 150-450 кПа. Однак, на сьогодні, у багатьох випадках, особливо у надбудованих будівлях – тиск по підошві фундаментів перевищує значення розрахункового опору ґрунту основи, яка була розрахована на початку будівництва, в декілька разів.

Рис. 2. Стан огороджуючих конструкцій із зовні та з середини

Рис. 3. Стан підвалу, міжповерхового перекриття і горища конструкцій 7-го корпусу нейрохірургічного відділення

Підвали і рідше перші поверхи в багатьох будівлях перекривалися цегляними склепіннями різної конструкції.

Зовнішні стіни будівель, в більшості випадків зводилися з цегли на вапняному чи більш складному розчині товщиною в 2,5 цегли, а внутрішні – в 2 цегли. Лицьові поверхні зовнішніх стін іноді викладалися з відбірної цегли.

У більшості випадків цегляна кладка, на сьогодні, характеризується наявністю забутовки, слабкої недообпаленої цегли, перебивок прорізів, прогорілих димових каналів.

Перекриття найчастіше складалися з окантованих з черепними брусками колод з дощатим заповненням, чи металевих балок і металевої сітки з наповненням (засипанням) із будівельного сміття і цегляного бою.

В спорудах кінця минулого і початку XX сторіччя над підвальні перекриття виконувалися переважно з металевих прокатних балок з бетонним заповненням.

Для перекриттів застосовувалися різноманітні органічні матеріали. Дерев'яні перекриття робилися з колод балках з черепними брусками, іноді по дощато-цвяховим конструкціям і, рідше, по металевих балках з застосуванням залізобетонних прогонів.

Практичні рекомендації щодо особливостей технічного обстеження і діагностики несучих конструкцій старих будівель.

При наявності в основі будівлі просадних і інших структурно нестійких ґрунтів (при модулі деформації E>5 МПа), у залежності від співвідношення між жорсткістю споруди і піддатливістю основи в надземних несучих конструкціях, як правило, виникають значні додаткові зусилля, які можуть призводити до поступового руйнування цих конструкцій (в залежності від величини очікуваної нерівномірності осідання основи і жорсткості несучих конструкцій будівлі разом з фундаментами, що чинять опір розвитку нерівномірних осідань основи).

Тому, при обстеженні громадських будинків, збудованих у першій половині XX сторіччя, особлива увага повинна приділятися:

- уточненню величин кінцевих осад фундаментів, прогнозу їх розвитку в часі і терміну стабілізації, встановлених за результатами інженерно-геологічних вишукувань;
- визначенню характеру і ступені руйнування (пошкодження) будівлі в цілому і її окремих конструктивних елементів для натурного визначення спільної роботи надземних частин будівлі з деформуючою підставою;
- детальному інструментальному обстеженню з визначенням загальних характеристик матеріалів, як зовнішніх, так і внутрішніх конструкцій: наявності тріщин, вологісного стану, ступеня корозійного руйнування металевих балок і арматури, стану деревини і ін., з проведенням обов'язкових лабораторних аналізів міцносних і біохімічних (екологічних) властивостей стінових матеріалів (цегли, каменя, деревини, ін.), так як тріщини на них, внаслідок деграційних процесів, як своєрідний абсорбент вологи, можуть концентрувати у собі не тільки загрозу руйнування конструкції, але і розростання і проникнення в приміщення колоній цвілевих грибів і інших небезпечних для здоров'я людини мікроорганізмів, викликаючи «синдром хворого приміщення».

Висновки

Під проведенням комплексного обстеження старих будівель мається на увазі цілий комплекс робіт з візуального і технічного огляду будівлі та інженерних мереж [5] з метою оцінки ступеня ушкодження і аналітичного розгляду отриманих результатів для перетворення цих даних в корисну інформацію на основі яких можна надати відповідь на ті питання, які стояли перед фахівцями на початку обстеження – прогнозування загального залишкового ресурсу життєдіяльності будівлі з розробкою заходів щодо подовження терміну експлуатації зі збереженням її архітектурного обліку, підвищенням довговічності, поліпшення споживчої якості і комфортності будівлі.

Не менш важливим, і найголовнішим при проведенні обстеження будівлі є аналіз отриманої інформації, і подальші висновки, рекомендації, приписи та інструкції з науково – обґрунтованими відповідями на запитання:

- Який стан ґрунту під будівлею – чи немає там ґрунтових вод, які підійшли дуже близько до фундаменту, і можуть розмити його, що може, в свою чергу, привести до зовсім катастрофічних наслідків?
- Чи витримає конструкція будівлі додаткові експлуатаційні навантаження через багато років після зведення?

Відповіді на ці питання – це десятки листів аналітики, специфікацій, докладного вивчення об'єкту обстеження. Це скрупульозна і вкрай відповідальна праця, яка під силу тільки тим фахівцям, які всебічно вивчили предмет своїй діяльності.

Література:

1. Архитектура СССР / Под редакцией Н. В. Баранова (ответственный редактор), Н. П. Былинкина, А. В. Иконникова и др.. – 1975. – 755 с., ил.
2. Всеобщая история архитектуры. – М., Л.: Госстройиздат, 1966. Т. 3,4.
3. Дрьомова Л.В. – Архітектурні конструкції Харків – ХНАМГ – 20071
4. Пособие по обследованию строительных конструкций зданий: Разр. ЦНИИ промзданий, 1997. 129 с.
5. Нормативні документи з питань обстежень, паспортизації, безпечної та надійної експлуатації виробничих будівель і споруд. – К.: Держбуд України, 1999. – 152 с.

УДК 620.92

Новикова С. В.

Новікова С. В., архітектор,
науково-дослідна лабораторія інноваційних технологій
та енергозбереження,
ДП "НДІБМВ",
вул.Костянтинівська, 68, м.Київ, 04108,
✉ ov-nov@i.ua ☎ +38 (067) 919 77 59

Svitlana Novikova, the architect,
Research Laboratory of Innovation Technologies
and Energy Saving,
SE "NDIBMV",
Kostyantinsvska str.,68, Kiev, 04080,
✉ ov-nov@i.ua ☎ +38 (067) 919 77 59

ТЕПЛОВІЗІЙНІ ОБСТЕЖЕННЯ – СКЛАДОВА ЧАСТИНА ТЕХНІЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ НА ЕТАПІ БУДІВНИЦТВА І РЕКОНСТРУКЦІЇ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

THERMAL IMAGING SURVEYS ARE AN INTEGRAL PART OF A TECHNICAL SURVEY AT THE STAGE OF BUILDING AND RECONSTRUCTION OF BUILDINGS AND STRUCTURES

ТЕПЛОВИЗИОННЫЕ ОБСЛЕДОВАНИЯ – СОСТАВНАЯ ЧАСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ НА ЭТАПЕ СТРОИТЕЛЬСТВА И РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Анотація. В статті досліджується значення тепловізійного обстеження, як складової частини технічного обстеження, що дозволяє на стадії будівництва (реконструкції) і здачі будинку в експлуатацію виявити можливі будівельні дефекти у конструкціях, що прямо впливають на кількісну сторону енерговитрат та створення комфортних умов.
Ключові слова: енергоефективність, обстеження, інфрачервоне випромінювання, тепловізор.
Аннотация. В статье исследуется значение тепловизионного обследования, как составной части технического обследования, позволяющая на стадии строительства (реконструкции) и сдачи дома в эксплуатацию выявить возможные строительные дефекты в конструкциях, напрямую влияют на количественную сторону энергозатрат и создания комфортных условий.
Ключевые слова: энергоэффективность, обследования, инфракрасное излучение, тепловизор.
Abstract. The article examines the significance of thermal imaging as an integral part of the technical survey, which allows at the stage of construction (reconstruction) and putting the house into operation to identify possible structural defects in structures that directly affect the quantitative aspect of energy consumption and create comfortable conditions.
Keywords: energy efficiency, survey, infrared radiation, thermal imager.

Розробка архітектурного проекту будівництва (реконструкції) будівлі, як невід'ємний компонент, включає заходи з теплозахисту для економії енергії. Починаючи з середини 1970 рр. більшість європейських країн збільшили нормовані величини з теплозахисту конструкцій у 2–3,5 рази. Зараз цей процес продовжується: вимоги до теплоізоляційних матеріалів постійно підвищуються, більш жорсткими стають нормативи теплоізоляційних властивостей, як для окремих будівельних конструкцій, так і споруд загалом.

Економічна складова теплозахисту будівель і споруд стала останнім часом найважливішою проблемою при проектуванні, так як внаслідок тривалого опалювального сезону в Україні, витрати на теплопостачання, з огляду на зростання цін на енергоносії, стають основною частиною експлуатаційних витрат з утримання будівель і нормування мікроклімату в приміщеннях. Витрати на опалення входять також в собівартість продукції і впливають на ринкову вартість будівництва, отже, на його конкурентоспроможність і прибуток підприємств будівельної галузі.

Основним чинником, що визначає втрати тепла в будівлі і, як наслідок, споживання енергії на опалення, є опір теплопередачі зовнішніх огороджувальних конструкцій будівлі – стін, перекриттів, покриттів, вікон, дверей.

У 60-ті роки з початком масового житлового будівництва та застосуванням індустріальних залізобетонних конструкцій, коли в країні йшло інтенсивне будівництво житла, а ціна основних енергоносіїв була в декілька разів нижче цін на світовому ринку, значення опору теплопередачі стінових огороджувальних конструкцій було встановлено будівельними нормами та правилами на рівні 0,77...0,85 м^2 • °С/Вт. Таким вимогам відповідали стіни з цегли товщиною 50...54 см та з керамзитобетонних панелей товщиною 30...35 см, на дивлячись на те, що для опалення будівель споживалося в декілька разів більше енергії, ніж в інших країнах з аналогічними кліматичними умовами [1].

Технологічні вимоги, що висуваються до сучасних споруд з метою забезпечення енергоефективності, направлені на пошук технічних рішень, які дали б можливість підвищити рівень теплового захисту будівель і зменшити витрати на їх обігрівання. При цьому такі вимоги до помешкання, як – тепло, сухо і затишно – залишаються вирішальними в більшості випадків [2].

Теплоізоляція житлових і виробничих будівель повинна відповідати нормативним вимогам. У ДБН В.2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель», який набув чинності 1 травня 2017 року, як основний метод розрахунку взято енергетичний баланс будівлі. Це означає, що енергоспоживання будівлі не може бути більше, ніж максимально допустиме значення (E_{max}).

У той же час, збільшилися норми енергоспоживання для будівель: наприклад, раніше для житлових будівель від 4 до 9 поверхів для першої кліматичної зони (Київ, Львів, Харків та ін.)* E_{max} = 55 кВт • год/м^2, у нових нормах цей показник збільшено до 83 кВт • год/м^2 [3].

Збільшення максимальної норми енергоспоживання пов'язане зі зміною нормування обліку енергоресурсів. Якщо у попередньому ДБН Б В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель», при розрахунку енергоспоживання будівлі враховувалося тільки опалення, у нових нормах до розрахунку енергобалансу будівлі також включено кондиціювання та підготовка гарячої води.

Однак, для розв'язання проблеми нераціональної витрати тепла, недостатньо розробки й удосконалення будівельної нормативної бази. Необхідним та надзвичайно важливим етапом на шляху до отримання ефективних результатів є проведення ретельного обстеження будинків на предмет виконання даних норм. Для цих цілей широке використання набуває тепловізійна діагностика будинків.

За допомогою тепловізійної діагностики в інфрачервоному діапазоні, можна виявити приховані дефекти теплової ізоляції і місця понад нормативних втрат тепла огороджуючими конструкціями на будь-якому етапі будівництва (капітального ремонту, реконструкції) і експлуатації будівлі. Складання технічного звіту фахівцями з обстеження будівлі на основі термограм, дозволяє наочно продемонструвати виявлені дефекти і надати рекомендації щодо їх усунення.

Ось чому, найбільш зацікавленими в такому контролі повинні бути, в першу чергу, будівельники, так як допущений брак може коштувати їм дорого. Маючи ж результати обстеження, будівельна організація, керуючись цими результатами, отримує можливість з найменшими витратами усунути виявлені дефекти у матеріалах і конструкціях, попередити можливі конфлікти з майбутніми споживачами.

На нижче приведених термограмах при тепловізійної зйомці, як приклад, показано, що навіть, коли будівля, в середньому відповідає нормативним вимогам до енергозбереження, окремі приміщення можуть мати істотні невідповідності у теплоізоляції огороджувальних конструкцій.

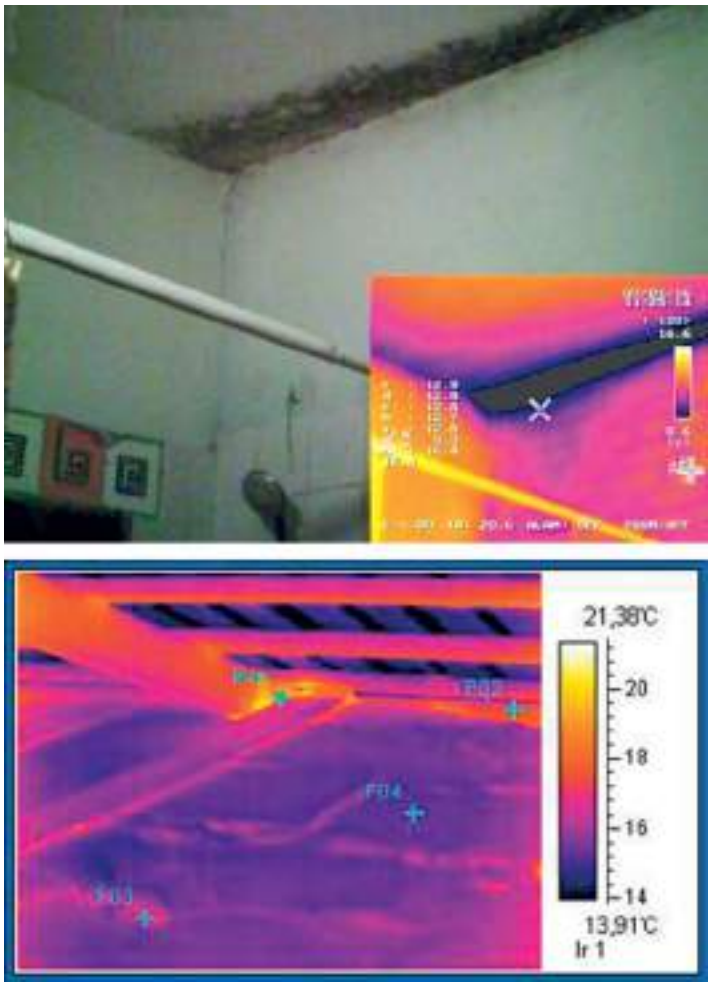


Рис. 1. Інформація про дефекти зовнішніх стін в приміщеннях: внизу кутового стику температура на 10 градусів нижче температури повітря

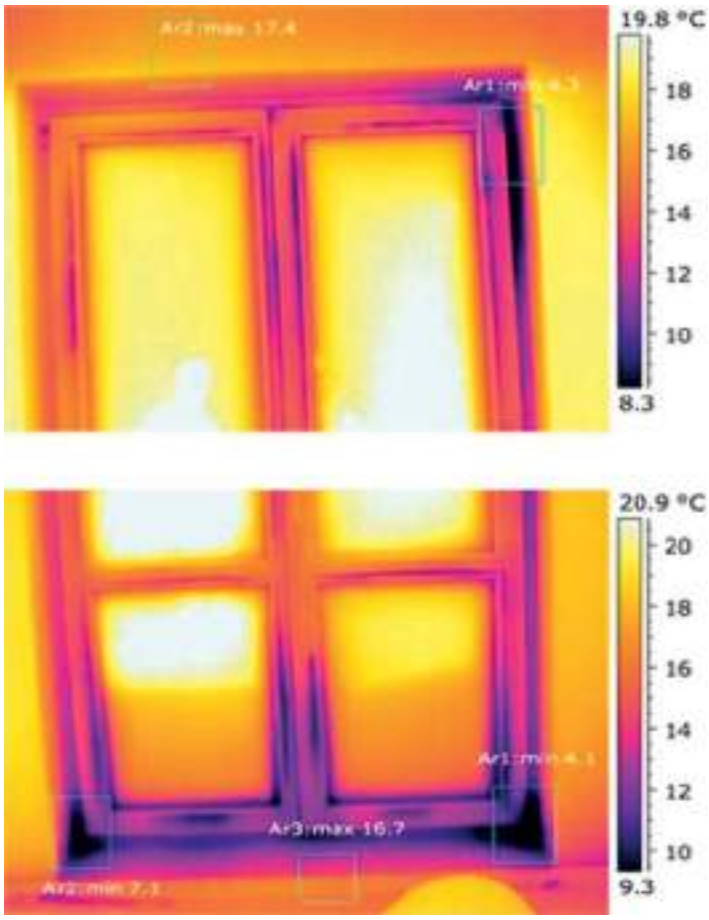


Рис.2. Інфільтрація холодного повітря через щілини в закладенні стека віконної рами і отвору

** Територія України поділена на чотири кліматичні зони, для кожної з яких встановлені необхідні значення опору теплопередачі.*

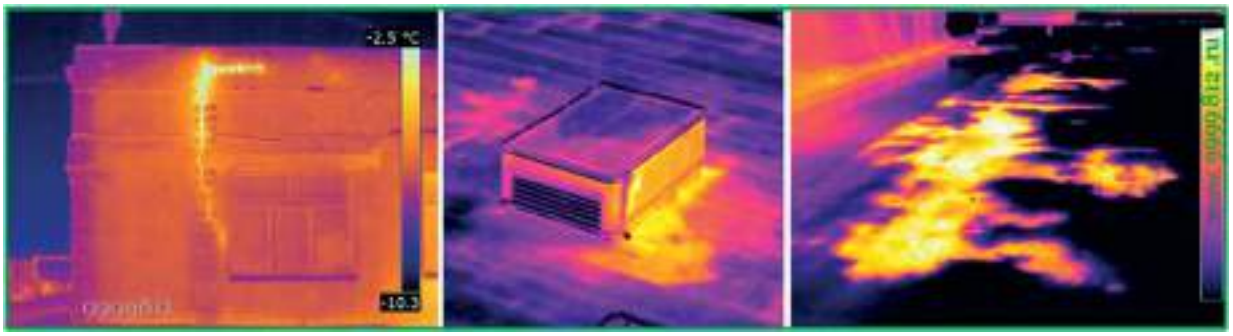


Рис. 3. Найбільш поширені випадки, що призводять до інфільтрації холодного повітря в приміщення. Через промокання ці поверхні покриваються чорною пліснявою, що приносить шкоду здоров'ю мешканців приміщення, особливо дітям

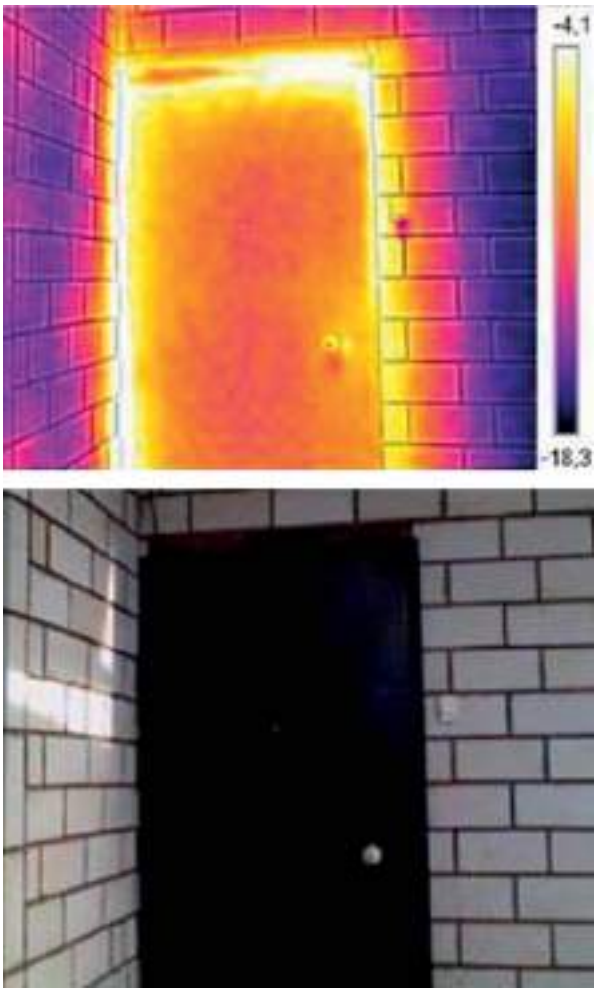


Рис. 4. Типові порушення теплоізоляції в області вертикальних і горизонтальних стиків стінових панелей до вхідних дверей. Цей дефект також часто призводить до промокання і промерзання внутрішніх поверхонь кутів і стін в області стиків.

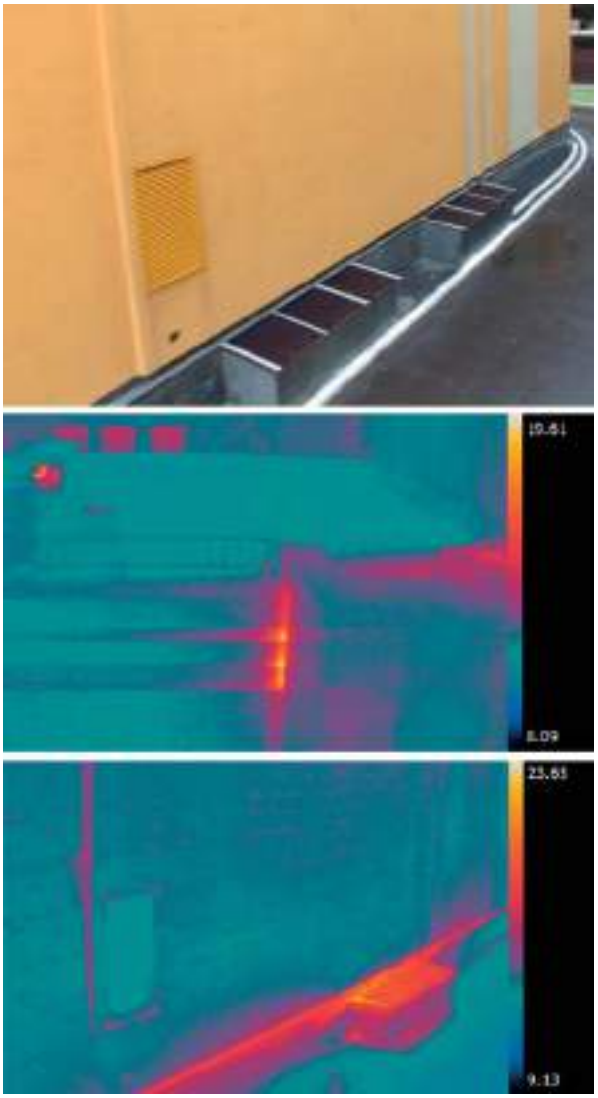


Рис. 5 Знижений опір теплопередачі зовнішніх огороджувальних конструкцій на рівні підвальних приміщень і фундаменту обумовлює підвищені втрати теплової енергії

Висновки

В умовах підвищення вимог до сучасного енергозберігаючого будівництва, особливе значення набуває підвищення якості будівельних робіт.

В Україні на протязі останніх років було розроблено та затверджено цілий комплекс нормативних документів, спрямованих на забезпечення економії теплової енергії, згідно з якими повинне проводитись сучасне проектування.

Діагностика в інфрачервоному діапазоні за допомогою сучасних приладів, як складова частина технічного обстеження, дозволяє вже на стадії будівництва (капітального ремонту, санації) і здачі будинку в експлуатацію, своєчасно виявити можливі будівельні дефекти у конструкціях, які безпосередньо впливають на якість проведення будівельних робіт.

Література:

1. Аналіз нормативів споживання теплоти в Україні та світі. Автори статті: В. І. Дешко, д. т. н., проф. М. М. Шовкалюк та ін. Журнал «Нова тема» № 2/2008
2. М. І. Умнякова «Як зробити будинок теплим» Москва. Стройиздат 1996)
3. Общий обзор европейского и мирового опыта разработки и реализации политики энергосбережения и энергоэффективности промышленности. В. Эйхаммер. 2013.
3. ДБН В.2.6-31:2016 Теплова ізоляція будівель
4. СНиП 2.01.01-82 «Будівельна кліматологія і геофізика».

УДК 005.71

Корнило І. М.

Корнило І. М., к.е.н., доцент,
доцент кафедри організації будівництва та охорони праці,
Одеська державна академія будівництва та архітектури,
65029 м. Одеса, вул. Дидрихсона, 4,
☎ +38 048 686 54 09, ✉ irina_kornylo@ukr.net

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,
☎ +38 048 686 54 09, ✉ irina_kornylo@ukr.net

РОЛЬ СТРАТЕГІЇ БУДІВЕЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА В РОЗРОБЦІ СИСТЕМИ ТАКТИЧНИХ ПЛАНІВ

ROLE OF STRATEGY OF BUILDING ENTERPRISE IN THE DEVELOPMENT OF THE TACTICAL PLAN SYSTEM

РОЛЬ СТРАТЕГИИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ В РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМЫ ТАКТИЧЕСКИХ ПЛАНОВ

Анотація. У статті досліджуються особливості стратегії будівельного підприємства. Представлена розробка тактичних планів, які регулюють господарський механізм управління. Це означає уточнення, корекцію, доповнення, одним словом, конкретизацію стратегії.
Ключові слова: стратегія будівельного підприємства; тактичні плани; господарський механізм управління; прогнозоване управління; виробничий потенціал.
Аннотация. В статье исследуются особенности стратегии строительного предприятия. Представленная разработка тактических планов, регулирующих хозяйственный механизм управления. Это означает уточнение, коррекцию, дополнения, одним словом, конкретизацию стратегии.
Ключевые слова: стратегия строительного предприятия; тактические планы; хозяйственный механизм управления; прогнозируемое управление; производственный потенциал.
Annotation. The article explores the peculiarities of the strategy of a construction enterprise. The development of tactical plans that regulate the economic management mechanism is presented. This means refinement, correction, additions, in a word, the specification of the strategy.
Keywords: construction company strategy; tactical plans; economic mechanism of management; forecast management; production potential.

Постановка проблеми

Багаторічний досвід закордонних та українських будівельних підприємств довів, що недооцінка планування в умовах ринку, зведення його до мінімуму частіше за все приводить до значних економічних втрат. Ринок не пригнічує, не заперечує планування взагалі, а тільки зміщує цей процес у первинну виробничу ланку, як важливий елемент господарського механізму управління. Стратегія – це засіб для створення додаткової вартості.

Аналіз досліджень і публікацій

Еволюція теорії та методів управління в умовах зростаючої мінливості характеру середовища діяльності підприємства призвела до формування стратегічного підходу до управління, зокрема планування.

Стратегія – це генеральна комплексна програма дій, яка визначає пріоритетні для підприємства проблеми, його місію, головні цілі та розподіл ресурсів для їх досягнення. Вона формулює цілі та основні шляхи їх досягнення таким чином, що підприємство має спільний (об'єднуючий всі його підрозділи) напрямок розвитку. За своїм змістом, стратегія є довгостроковим плановим документом, результатом тактичного планування.

Тактичне планування – процес здійснення сукупності систематизованих та взаємоузгоджених робіт по визначенню довгострокових (на певний період) цілей та напрямків діяльності підприємства.

Розробка стратегії представляє собою складний, ітеративний процес розгляду певної кількості альтернатив розвитку будівельного підприємства, постійної переоцінки і періодичної перевірки здійснюваної стратегії в залежності від стану середовища діяльності.

Першим, найбільш суттєвим визначальним рішенням при тактичному плануванні є вибір цілей. Система стратегічних цілей підприємства може бути:

- багаторівневою (головна, субпідрядні цілі декількох рівнів);
- неоднорідною за періодом часу (довгострокові, середньо – та короткострокові цілі);
- різноманітною за змістом або предметом відображення (виробництво, комерційна та соціальна діяльність, інноваційні та інвестиційні процеси тощо);
- нерівнозначною за об'єктом характеристики (підприємство в цілому або його підрозділи, групи підрозділів).

Основну загальну ціль підприємства (чітко визначену причину існування, основне призначення, напрямок суспільно підприємницької діяльності) прийнято називати його місією.

Вибір місії підприємства здійснюється з урахуванням дії чинників зовнішнього середовища. В процесі вибору підприємство має вирішити, хто є чи буде його клієнтами та які потреби цих клієнтів воно зможе задовольнити. Це дуже важлива передумова високої прибутковості підприємства в майбутньому.

На основі загальної місії підприємства формулюються його стратегічні цілі. Реальність та ефективність стратегії підприємства буде забезпечена, якщо стратегічні цілі будуть: конкретними та вимірюваними; чітко зорієнтованими у часі (коли і яка ціль повинна бути досягнута); досяжними, збалансованими, ресурсозабезпеченими; односпрямованими та взаємно підтримуючими.

При розробці стратегії слід встановлювати цілі для кожного напрямку діяльності, який, на думку підприємства, є важливим та виконання якого необхідно спостерігати та контролювати. Але загалом в системі стратегічних цілей мають бути присутні показники (абсолютні або відносні), Що характеризують:

- ринок товарів та послуг, позицію на ньому підприємства;
- прибутковість діяльності;
- виробництво продукції;
- виробничий потенціал;
- наукові дослідження та впровадження нововведень;
- фінанси підприємства;
- ефективність виробництва;
- організаційну структуру, її зміст;
- кадри підприємства;
- соціальну відповідальність [1, с. 9].

Після визначення місії починається діагностичний етап тактичного планування. Першим та найбільш важливим кроком є вивчення зовнішнього середовища діяльності підприємства. Аналіз зовнішнього середовища являє собою безперервний процес спостереження, вивчення та контролю дії зовнішніх по відношенню до підприємства чинників для того, щоб своєчасно

та якомога повніше визначити можливості та загрози для підприємства, тобто позитивну та негативну дію зовнішніх чинників – політичних, економічних, науково-технічних, соціальних, міжнародних тощо. При розробці та здійсненні стратегії велике для підприємства значення має аналіз ринкових чинників, які із врахуванням їх високого ступеню мінливості, можуть безпосередньо вплинути на успіх або крах підприємства. Тут мовиться про мікроекономічний аналіз попиту, пропонування та рівня конкуренції (табл. 1) за певної системою показників.

Методи вибору стратегії Теорія та практика стратегічного управління накопичила значний досвід оцінки та обґрунтування вибору генеральної та альтернативної стратегії. Їх декомпонування та розробки субстратегій.

Методи вибору генеральної стратегії можна розділити на дві групи: перша – в умовах монопрофільної діяльності або при вузькій гаммі продуктів та послуг, що пропонуються підприємством (методи однопродуктового аналізу); друга – при диверсифікованому виробництві (методи "портфельного" аналізу).

Серед методів однопродуктового аналізу найбільш науково обґрунтованим є метод PIMS (Profit Impact of Marketing Strategy). В основі методу PIMS лежить моделювання впливу стратегічних чинників на показники ефективності будівельного підприємства (зокрема рентабельність капіталовкладень, валовий прибуток). Моделі методу PIMS уможливлюють практично важливі відповіді на ряд питань:

- які фактори є стратегічними та обумовлюють різницю в показниках ефективності для будівельної галузі;
- який рівень ефективності вважається нормальним за даних ринкових умов для стратегії у будівельній галузі;
- як зміняться показники ефективності у будівельній галузі при тому чи іншому рівні конкуренції, якщо матиме місце модифікація стратегії (її часткова або повна заміна);
- які потрібні зміни в стратегії, що дозволять за існуючих ринкових умов поліпшити показники ефективності у будівельній галузі.

Якщо метод PIMS та його моделі враховують дію як зовнішніх, так і внутрішніх чинників, то метод кривих освоєння, який будується на залежності розмірів витрат на виробництво від його обсягу, відображає вплив лише внутрішніх чинників. В основі методу лежить відома закономірність: зростання масштабу виробництва спричинює економію певних витрат, розмір яких не залежить або мало залежить від зміни кількості одиниць вироблюваної продукції. До того ж при освоєнні виробництва має місце повторення операцій, формування навичок або динамічного стереотипу, що також призводить до зменшення трудовитрат [2, с.15].

При розробці стратегії нового виробництва кількісне визначення параметрів кривих освоєння дозволяє будівельному підприємству досить точно встановити:

- кількісні зміни витрат на виробництво при подальшому нарощуванні об'ємів продукції та суму очікуваного прибутку;
- суму додаткових витрат на освоєння;
- об'єм продукції, при досягненні якого дане виробництво почне приносити прибуток;
- період часу, необхідний для досягнення беззбитковості нового товару (із урахуванням його ринкової ціни).

Логічно зв'язаний з методом кривих освоєння ще один метод розробки стратегії підприємства – метод циклу життя виробу (товару). За період свого існування виріб проходить, як правило, чотири стадії: впровадження (освоєння), зростання, зрілість, спад.

Перед прийняттям стратегічного рішення щодо конкретного виробу проводиться ідентифікація стадії миттєвого циклу. В процесі ідентифікації одну стадію різнять від іншої за допомогою таких показників, як відсоток зростання обсягів продажу (виробництва), кількість конкурентів, темпи технологічних змін, частота модифікації виробу тощо.

Для кожної стадії визначаються пріоритетні стратегічні напрямки та дії. Зокрема, на стадії зростання напрямком слугує маркетингова діяльність (наступальні реклама та активне товаропросування; покращення розподілу будівельної продукції, адекватні реакції попиту ціноутворення тощо). При вступі в стадію зрілості на перший план висуваються показники ефективності будівельного виробництва та комерційна діяльність (оптимальне використання виробничої потенціалу, стандартизація комерційних процедур, поступове зменшення витрат на дослідницькі роботи по даному виробу).

З метою найбільш повного врахування зовнішніх факторів будується матриця, одним з утворюючих показників якої є характеристика конкурента позиції даного виробу.

Метод розробки стратегії підприємства на основі циклічних характеристик життя будівельної продукції дає змогу по-перше, з накопиченням певного досвіду розробити стандартизовані рекомендації щодо стратегічних пріоритетів та дій для кожного циклу; по-друге, створює сприятливі умови для формування поточних планів діяльності будівельного підприємства.

Таблиця 1.

Основні тактичні напрямки розвитку будівельного підприємства за методом

Конкурентна позиція	Привабливість сектору		
	Сильна	Середня	Слабка
Сильна	Будь-що підтримувати позицію лідера	Підтримувати позицію лідера, створювати умови для розвитку	Збільшувати прибутковість
Середня	Збільшувати зусилля. Загроза бути витісненим	Збільшувати прибутковість (обачливо)	Поетапний вихід
Слабка	Подвоїти ставку або відмовитись	Залишати ринок поетапно та прогресуючи	Деінвестування

Висновки

Для кожного керівника будівельного підприємства необхідні навички тактичного планування, так як на цьому рівні здійснюється як багато помилок, так і досягається успіх. До того ж, тактичні плани є основою для оперативних планів і визначають щоденну діяльність на будівельному підприємстві та дії персоналу.

Література:

1. Гуменюк Н.Д. Економічні методи керування і прискорення розвитку виробництва / Н.Д. Гуменюк.- Київ: Техніка, 1999, – 192 с.
2. Кондратьєв О. Фактори забезпечення фінансової стійкості підприємства / О. Кондратьєв // Фінанси України. – 2001. – № 9 – 73 с.

ДЕРЖАВНІ ЗАКУПІВЛІ НА БУДІВЕЛЬНОМУ РИНКУ ЯК ІНДИКАТОР НЕОБХІДНИХ ТРАНСФОРМАЦІЙ

STATE PROCUREMENT IN THE CONSTRUCTION MARKET AS AN INDICATOR OF THE NECESSARY CHANGES

Олена Шуляк,
керівник сектору «Будівництво»
Офісу ефективного регулювання BRDO

Olena Shuliak,
Construction Sector Head,
Better Regulation Delivery Office

Правила на ринку формуються шляхом врахування інтересів щонайменше трьох сторін: споживача, постачальника продукції та регуляторних органів. Саме баланс врахування інтересів трьох гравців і може створити підґрунтя для повноцінного і цивілізованого розвитку. Саме чіткий розподіл ролей в процесі встановлення ринкових правил є запорукою збалансованості та створює умови для справжньої конкуренції, появи нових технологій та рішень, гарантування якості та економічно-інвестиційної привабливості. Будь яке розбалансування ролей та повноважень, намагання «перетягування ковдри», маніпулювання та підміна справжніх цілей функціонування на ринку учасниками призводить до викривлення реальності та, досить часто, до перетворення ринкової системи на хаотичну, неконтрольовану орду, яка кочує в пошуках здобичі. Без стратегічних цілей, без координації, без логіки. При цьому – створюючи небезпеку всьому, що існує та живе навколо, включно і з самою ордою в хаосі.

Держава, через фінансування будівельних робіт з бюджетів різного рівня та капітальні інвестиції підприємств, що належать до державної та комунальної власності, завжди виступала суттєвим гравцем на ринку. Частка державних та місцевих бюджетів в капітальних інвестиціях за 2017 рік склала 12,7 %. Загалом було витрачено 52,5 мільярдів коштів платників податків. І, за висновками Державної служби статистики України, 44,8 % в загальному обсягу капітальних інвестицій склали витрати саме на будівельні роботи та матеріали. Якщо додати до цієї суми ще власні кошти підприємств, які належать до державних та комунальних, висновок однозначний: держава, виступаючи замовником, фактично формулює правила гри на ринку. Адже правила закупівель за бюджетні та кошти державних і комунальних підприємств, установ, організацій, а також – за кредити під державні гарантії, регламентуються Законом України від 25.12.2015 № 922-VIII «Про публічні закупівлі». І, як правило, проводяться за тендерною процедурою переважно через офіційний портал оприлюднення інформації про публічні закупівлі України ProZorro. Лише за 2017 рік наші експерти відслідкували 220'460 процедур за напрямком будівництва в цій системі. Частка робіт у цих тендерах склала 87,5 %.

Прозорі публічні закупівлі – це одне з найголовніших досягнень за останні роки. ProZorro стала ключовим елементом реформи в Україні. Метою створення проекту було зменшення корупції та підвищення довіри бізнесу в сфері державних закупівель. Механізм організації витрачання коштів платників податків та громадського контролю здобув як визнання в середині країни, так і численні міжнародні нагороди. Але, як це часто буває, система тендерних закупівель, яка є за своєю суттю універсальним інструментом, дала збій при детальному аналізі в застосуванні в окремих випадках. Зокрема – в будівництві. При цьому, цілі, які задекларовані при підходах до організації публічних закупівель, загалом, досягнено: стандартизація процедур, прозорість угод, розширення доступу малого та середнього бізнесу до держзамовлення та мінімізація витрат бюджетних коштів. Варто лише зазначити, що 90 % постачальників продукції та робіт, які отримали можливість виконувати роботи за кошти бюджету – це підприємства малого та середнього бізнесу. Але, традиційно, в цій величезній діжці меду знайшовся й дьоготь. І не одна ложка.

В середині квітня 2018 року Міністерством регіонального розвитку та будівництва, експертами BRDO спільно з представниками галузевих асоцацій Український центр сталевого будівництва, Укрцемент, Укркабель тощо була проведена відкрита галузева нарада «Безпечність будівельних споруд: проблеми застарілої нормативної бази та фальсифікату в будівництві». Саме вплив регуляторної політики в проблематиці систем стандартизації та нормування, а також роль держави як ключового гравця на ринку став предметом найпалкішої дискусії.

Однією з ключових проблем при організації закупівель учасники зазначили часте ігнорування застосування державних стандартів на будівельні матеріали. В багатьох випадках, організатори тендерів не висувають чітких вимог дотримання постачальником матеріалів стандартам, які вимагають дотримання норм стійкості та міцності. Як наслідок, за твердженням профільних асоціацій, у 70 % випадків реалізації будівельних проектів можна констатувати факти незадовільної якості конструкцій та монтажу. Досить часто, з різних причин (здешевлення будівельних матеріалів, «підгонка» тендерних умов під конкретного виробника, застосування матеріалів та техноло-

гій, що не сертифіковані в Україні тощо), організатори тендерів застосовують вимоги технічних умов. При цьому, навіть звичайна статистика демонструє значно більші можливості для маніпулюванні предметом закупівлі при застосуванні ТУ: експерти підрахували, що в Україні зареєстровано понад 70'000 різних технічних умов, в той час як державних стандартів у сфері будівництва – 1'347.

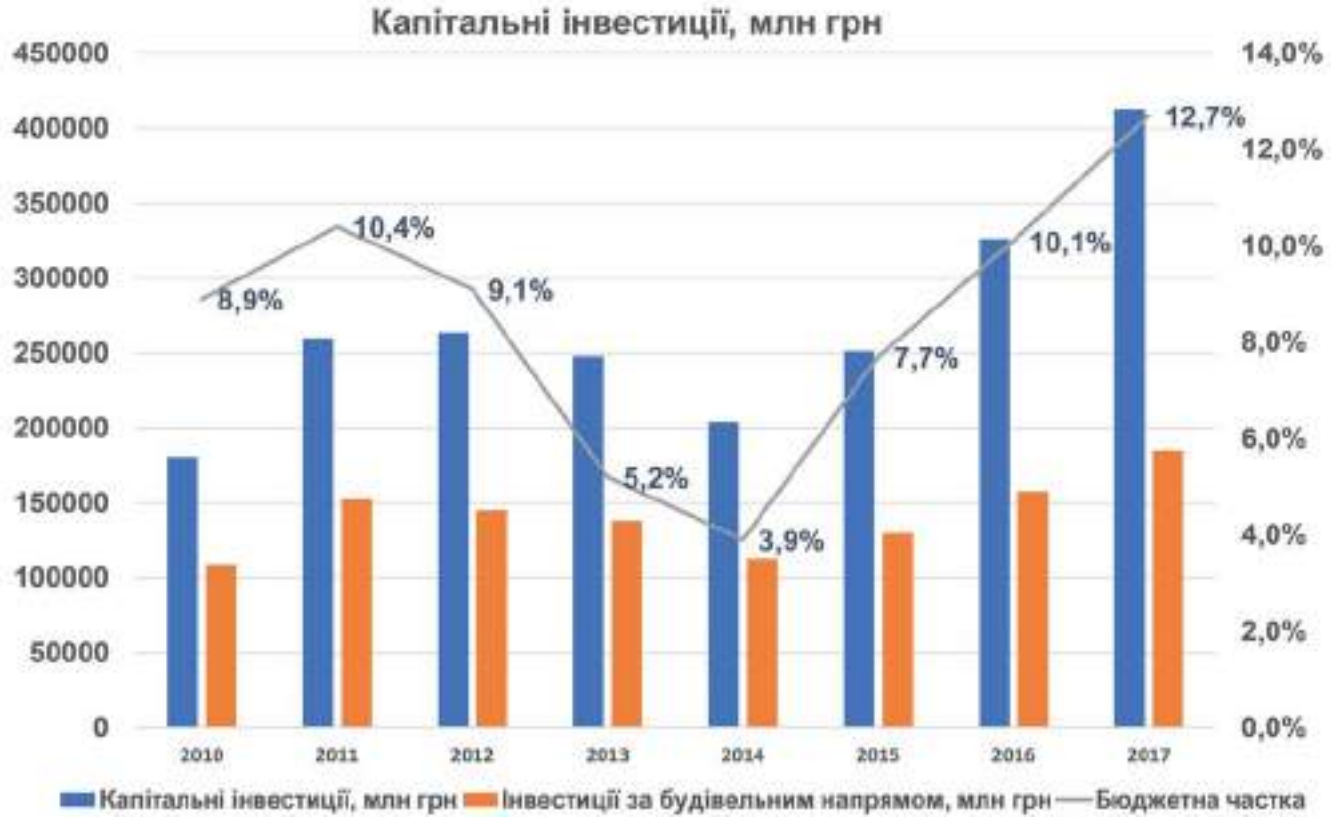
Використання ТУ, або подекуди взагалі не застосування стандартів при закупівлях, відкриває шлях до безконтрольного використання неякісних або фальсифікованих матеріалів при спорудженні будівельних об'єктів. Таким чином, врахування лише фактору ціни, без врахування вимог стандартів, держава фактично стимулює виробників фальсифікату та контрафакту. І, одночасно, «вичавлює» з сегмента державних закупівель виробників та постачальників якісних матеріалів, які дотримуються стандартів, але не можуть конкурувати з дешевими підробками. Будь-яке виробництво будівельних матеріалів за стандартами передбачає дотримання певних процедур та рецептур. А у випадку фальсифікату, наприклад, на ринку цементу, підприємець, який без дотримання стандартів може замінити цементну сировину простою золою, значно здешевить кінцевий продукт і отримає за умовами тендерів конкурентну цінову перевагу. І наслідки такого підходу ми можемо спостерігати навіть у роздрібній мережі: експерти ВГО «Союз споживачів України» оцінили частку фальсифікату на ринку роздрібного цементу України за підсумками 2015 року на рівні 60 %: 82 % перевіреного фасованого цементу, що вже мав недоліки в маркуванні, виявилося підробкою, при цьому більше 50 % мало меншу вагу, а близько 60 % – не відповідало критерію з міцності. Тобто, встановлюючи за головну ціль зменшення ціни будівельних матеріалі при закупівлі та не вимагаючи дотримання стандартів, держава фактично легалізує умови, за якими безпечність будівництва стає фікцією.

І така ситуація спостерігається в багатьох галузях одночасно, не лише на ринку цементу та сухих будівельних сумішей. Так, наприклад, як стверджують виробники енергоефективних вікон, понад 60 % виробів, які підпадають під компенсацію в рамках державної програми підтримки енергозбереження «теплих кредитів» взагалі не є енергоефективними – вони не відповідають стандартам. А загальний бюджет розробленої Держенергоефективності та запровадженої Урядової програми у 2016–2917 роках перевищив 1,7 млрд гривень і на 2018 рік додатково урядом в бюджеті передбачено ще 400 мільйонів. Фактично, маючи на меті стимулювання впровадження енергоефективних технологій шляхом компенсації різниці між простими матеріалами та сучасними енергоефективними, держава не має змоги проконтролювати ефективність використання ресурсів. У переважній кількості випадків кінцевий замовник не ставить вимогу перед виконавцем робіт щодо використання матеріалів за стандартами енергоефективності. Справжній приклад «грошей на вітер».

При цьому стверджувати, що головною причиною є факт відсутності жорстких вимог щодо закупівлі за державний кошт виключно продукції, що відповідає стандартам[1], було б не справедливо. Насправді – проблема комплексна. Досить часто самі стандарти чи норми в Україні або застарілі, або – взагалі відсутні. І це теж є великою проблемою.

Невід'ємною складовою Угоди про асоціацію між Україною та ЄС є положення Угоди про зону вільної торгівлі. Згідно з практикою укладання подібних угод, додатком до положень Угоди про зону вільної торгівлі є Угода про взаємне визнання сертифікатів відповідності на промислову продукцію (Agreements on Conformity Assessment and Acceptance of Industrial Goods (ACAA)). У главі 3 «Технічні бар'єри в торгівлі[2]» розділу IV «Торгівля і питання, пов'язані з торгівлею» ACAA, Україна зобов'язалась поступово досягти відповідності з технічними регламентами ЄС та системами стандартизації, акредитації, робіт з оцінки відповідності та ринкового нагляду ЄС, а також дотримуватись принципів та практик, передбачених актуальними рішеннями та регламентами ЄС. В результаті повної імплементації Угоди Україна створить систему технічного регу-

[1] В багатьох, країнах навіть з найбільш ліберальною економікою, така вимога часто є обов'язковою.
[2] Гармонізація технічного регулювання, стандартів та оцінки відповідності.



лювання, що виявиться горизонтально гармонізована з відповідною системою ЄС і буде підтримуватись у такому стані.

Для осучаснення системи стандартів та приведення її у відповідність з європейськими Україна зобов'язалась гармонізувати законодавство у 27 сферах з відповідним законодавством ЄС. До переліку сфер (галузей), законодавство яких має бути гармонізоване, включено й сферу будівельних виробів. В ЄС у галузі будівництва налічується близько 3000 стандартів (коди 91: Будівельні матеріали та будівництво, 93: Цивільне будівництво) Міжнародного класифікатору стандартів (International Classification for Standards – ICS). Серед цих стандартів 58 Єврокодів (Eurocodes). Єврокоди містять посилання на більш ніж 900 європейських та міжнародних стандартів EN та ISO (у тому числі 122 стандарти за кодами 91, 93. 400 стандартів гармонізованих з всіма країнами-учасниками ЄС, головним чином таких, що визначають вимоги до будівельних виробів (гармонізовані стандарти). Наша країна взяла на себе зобов'язання щодо гармонізації протягом перехідного періоду, що триватиме від двох до п'яти років. Відлік розпочався у 2015 році. 3 роки ми вже втратили.

Ще у 2013 році Україною були прийняті й гармонізовані з національними додатками 58 Єврокодів. За період з 2013 року у 12 Єврокодів в ЄС були внесені зміни, які в Україні не гармонізовані. Більш ніж 2/3 Єврокодів будуть скориговані у найближчі 2–3 роки.

Для осучаснення нашої бази стандартів із загальної кількості у 2744 євростандартів на будівельні вироби в Україні гармонізовані 610. При цьому 272 вже вимагають перегляду з урахуванням внесених змін в ЄС.

За бюджетні роки 2013-2018 на розроблення проектів ДСТУ EN в сфері будівництва в державному бюджеті було виділено 4'285'646 грн, а на проекти ДБН – 7'915'764 грн (код програмної класифікації видатків та кредитування місцевих бюджетів 2751030). При цьому – у 2017-2018 бюджетом взагалі не передбачено фінансування на розробку проектів ДСТУ EN. Для порівняння, в бюджетній програмі на 2018 рік Державному агентству автомобільних доріг України (Укравтодор) на наукове обґрунтування та розроблення нормативної бази дорожнього будівництва спрямовується понад 35 мільйонів гривень.

Загальний стан національної гілки нормативно-правової бази технічного характеру в будівництві, яка включає в себе 109 ДБН, 45 СНіП, 20 СН та 306 ДСТУ на процеси, важко назвати сучасним та адекватним реаліям. Середній вік документу – 20 років. У 1991 році він становив 7 років. Найстаршою групою виступають санітарні норми і правила (СНіП) та санітарні норми (СН) – в середньому 35 років. За фактом, більшість документів родом не лише з минулого століття, а й навіть – тисячоліття. І при цьому, згідно Плану заходів щодо виконання Концепції реалізації державної політики з нормативного забезпечення будівництва в Україні на період до 2015 року заміна СНіПів на ДБНи повинна була завершитися до 2015 року. Робота не завершена і подальші дії щодо цього питання не зрозумілі.

Також великою проблемою для виконавців будівельних робіт та постачальників будматеріалів є повна відсутність національних галузевих класифікатора будівельних матеріалів та класифікатора будівельних робіт. Без цього подальший шлях у напрямку цивілізованого ринку буде значно важчим.

У підсумку, лише для виконання взятих на себе зобов'язань Україні потрібно актуалізувати, розробити та прийняти до 2020 року щонайменше 377 гармонізованих стандартів. За оцінками, використовуючи наявні ресурси 18 технічних комітетів зі стандартизації у галузі будівництва це можливо зробити за 3 роки. Але це потребуватиме політичної волі та рішення, чіткого плану дій та стабільного фінансування на 3 роки, що навіть буде меншим за бюджетні кошти, які були виділені на наукове обґрунтування та розроблення нормативної бази дорожнього будівництва для Укравтодора на 2018 рік – орієнтовно від 10 до 30 мільйонів гривень за 3 роки. І, звичайно, необхідно підготувати адекватну нормативно-правову базу. Експерти цю роботу вже реалізують.

Формування актуальної та сучасної бази стандартів допоможе ініціювати зміни в систему державних закупівель. І це матиме суттєвий вплив як на якість самої процедури, так і на ринок в цілому. Саме домінування сертифікованих за стандартами будівельних виробів значно підвищить якість виконання будівельних робіт і стане важливим кроком в бік зменшення кількості контрафакту та фальсифікату на ринку. Виграють всі – і держава, і постачальники будматеріалів, і виконавці будівельних робіт. І, головне, – виграє споживач як на державному ринку закупівель, так і на рівні пересічного українця, який врешті-решт зможе отримати якісні та безпечні будматеріали для власної оселі.

Державне підприємство «Науково-дослідний інститут будівельного виробництва» (НДІБВ) ім. В.С. Балицького - головний багатопрофільний науковий центр, що комплексно вирішує науково-технічні проблеми будівельного комплексу України.

Інститут є госпрозрахунковою організацією, що надає науково-технічні послуги у будівництві за такими напрямами:

- обстеження і паспортизація будівель та інженерних споруд;
- науково-технічний супровід (НТС) будівництва;
- розробка проектно-технологічної документації на ремонт (реконструкцію, добудову, демонтаж) будівель та інженерних споруд та авторський нагляд;
- розрахунок впливу нового будівництва на існуючу забудову та моніторинг технічного стану об'єктів, прилеглих до території забудови;
- огородження котлованів;
- улаштування і підсилення фундаментів та підпірних стін в умовах ущільненої забудови, неоднорідної ґрунтової основи;
- перевірка суцільності та міцності бетону неруйнівними та руйнівними методами;
- акустичний контроль суцільності паль;
- дублюючі та перевірочні розрахунки основних утримуючих конструкцій;
- випробування вдавлювальних паль статичними навантаженнями;
- розробка проектів організації будівництва (ПОБ) та проектів виконання робіт (ПВР);
- розробка проектів термомодернізації будівель і споруд;
- інструментальне дослідження рівнів шуму та вібрації;
- контроль щільності засипки, якості ущільнення ґрунту;
- геодезичне забезпечення будівництва;
- гідроізоляція будівель і споруд, визначення місць та причин протікань;
- складання та експертиза кошторисної документації;
- улаштування покрівель;
- розробка та експертиза кошторисних нормативів (ІРЕКН) та стандартів (СОУ);
- розробка технологічних карт (ТК) та регламентів на виконання будівельних робіт;
- розробка та експертиза технічних умов (ТУ) на виробництво будівельних матеріалів;
- незалежна оцінка майна та збитків;
- технічний та юридичний аудит земельних ділянок під забудову;
- індексація цін будівельних контрактів, у тому числі за системою FIDIC;
- виготовлення металевих конструкцій та будівельного устаткування тощо.

Про високий науково-технічний рівень розробок НДІБВ свідчать унікальні роботи із збереження від повної руйнації Одеського національного театру опери та балету, науково-технічний супровід реконструкції НСК «Олімпійський» у м. Києві, вишукувальні роботи на Чорнобильській АЕС, тощо.

НДІБВ має статус базової організації Мінрегіону України (що надає право на розробку та експертизу ДБН, ДСТУ, інших нормативних документів), сертифікований на відповідність міжнародним стандартам ISO 9001:2015 та ISO/IEC 17025.

Наразі інститут стрімко розвивається. При інституті створено центр "Експробуд", що акредитований на проведення лабораторних випробувань продукції будівельного комплексу за стандартом GAS; розроблені регламенти контролю якості виконання будівельних робіт. Фахівцями інституту створюються нові зразки будівельного обладнання та приладів (адгезіометр, склерометр, пенетрометр, мобільна бурова установка на базі легкового автомобіля), проводяться курси підвищення кваліфікації будівельників.

ДП «НДІБВ» - це вирішення будь-яких будівельних завдань

ПРЕЗЕНТАЦІЯ «БІБЛІОТЕКИ ЕКОЛОГІЧНИХ ЗНАНЬ»

Впроваджуючи нові підходи до підвищення екологічної компетентності фахівців державного і приватного секторів, у Мінприроди презентували перші сім томів унікальної «Бібліотеки екологічних знань»

1 березня 2018 року у Орхуському інформаційно-просвітницькому центрі було презентовано найамбітніший освітянській проект за усі часи Незалежності – «Бібліотеку екологічних знань». Створене провідними науковцями за підтримки Міністерства екології та природних ресурсів України, на сьогодні зібрання налічує 7 підручників, методичних посібників та довідників, у яких ґрунтовно висвітлені переваги та інструменти зеленої економіки. Моделі, що поєднує економічне зростання з ресурсоефективним, більш чистим виробництвом, зеленими інноваціями та високими стандартами якості життя.

Олександр Бондар, ректор Державної екологічної академії післядипломної освіти та управління

Наталія Дюжилова, директор ДП «НДІБМВ»

– Подібний захід ми проводимо вперше, – зазначив у вступному слові ректор Державної екологічної академії післядипломної освіти та управління **Олександр Бондар**. – І особливо вдячні за підтримку Міністерству екології та Міністру **Остапові Семераку**. Появою видань завдячуємо також впливу громадських природоохоронних організацій. Найважливіше – те, що бібліотека не є збіркою монографій однієї установи, нашої Академії. Це – величезна колективна праця фахівців різних галузей та наукових установ, упорядкована на основі кращого міжнародного досвіду.

Над створенням цих книг працювали фахівці технічні комітети стандартизації, Державної екологічної академії, НТУУ «КПІ ім. Сікорського», Організації ООН з промислового розвитку, ДП «Український науково-дослідний і проектно-конструкторський інститут будівельних матеріалів та виробів», Центру ресурсоефективного та чистого виробництва та інші.

Як підкреслив пан Бондар, до рішення найгостріших питань у сфері довкілля «ми маємо підійти з позицій новітніх технологій». Саме цей шлях і окреслений у нових виданнях. А задля того, аби скористатися ними могли всі, хто цього бажає і потребує, електронні копії усіх видань вирішено викласти у вільний доступ в Інтернет. Відразу опісля презентації вони стали доступні для всіх бажаючих у електронному форматі на сайті Академії **www.dea.gov.ua** в розділі «Бібліотека» – «Бібліотека екологічних знань».

– «Бібліотека екологічних знань» формується, орієнтуючись на сучасні потреби у створенні наскрізної системи екологічної освіти та підвищення кваліфікації, враховуючи сучасні виклики та нагальну потребу щодо професійної компетентності державного та приватного сектору в процесі реформ у сфері довкілля.

Багато у «вступній» частині презентації, яка передувала особистому представленню кожного видання авторами, йшлося і про вступ України до ЄС з його високими стандартами. А зокрема, екологічними. Так, директор Центру адаптації державної служби до стандартів ЄС **Марина Канавець** нагадала, що екологічні питання є найважливішими, коли йдеться про ЄСПЧ. Згідно Угоді про Асоціацію Україна – ЄС, наша держава повинна суттєво і системно реформувати природоохоронну сферу.

– В Україні нараховується близько 207 тис. держслужбовців та близько 90 тис. посадових осіб місцевого самоврядування, – зазначила пані Канавець. – Питання екологічної освіти для них є першочерговими, адже, саме держслужбовці відповідальні за реформи у країні. «Бібліотека екологічних знань» має бути в них у практичному використанні.

Координатор програми ЄС в Україні «Екологізація економік в країнах Східного партнерства ЄС» Людмила Мусіна

Світлана Берзіна, заступник голови технічного комітету стандартизації ТК 82 «Охорона довкілля»

Марина Канавець, директор Центру адаптації державної служби до стандартів Європейського Союзу

висловила впевненість, що наближення до екологічних стандартів ЄС (якому, безумовно, сприяють нові видання) поліпшить економіко-інвестиційний клімат у поєднанні з якістю та тривалістю життя людей в Україні.

– За підрахунками експертів Організації з безпеки і співробітництва в Європі, в Україні залишилося лише 6 % чистої території. Рівень забруднення атмосферного повітря та питної води значно перевищує європейські норми. Площа сміттєзвалищ займає понад 6% території. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, Україна – лідер серед країн Європи за рівнем смертності від хронічних захворювань, пов'язаних з екологічними впливами, показниками безпеки харчування продуктів та питної води. Щорічно внаслідок серцево-судинних захворювань помирає близько 500 тис. осіб, від новоутворень – майже 90 тис. На обліку з приводу цукрового діабету перебуває 1 млн. громадян, але ще близько 2 млн мають приховану форму захворювання», – зазначила вона.

Світлана Берзіна, заступник голови технічного комітету стандартизації ТК 82 «Охорона довкілля», яка представила довідник у запитаннях та відповідях «На шляху зеленої модернізації економіки: модель сталого споживання та виробництва» та посібник «Система екологічного управління: сучасні тенденції та міжнародні стандарти», відзначила: «Ці два видання дають інструментарій введення ефективної діяльності для організацій та підприємств будь-якої галузи». В Україні ще не було жодного видання, яке би докладно висвітлювало серію стандартів ISO 14000. Не було описової частини стандартів. Посібник «Системи екологічного управління» вперше закриває цю прогалину, а заразом, містить ще й керівництво щодо впровадження екостандартів та приклади переваг їх застосування на рівні лідерів галузей економіки різних країн світу, зокрема України.

Довідник «На шляху зеленої модернізації економіки: модель сталого споживання та виробництва» дозволить просто та легко ознайомитись з сучасними тенденціями, реформами, регуляторними актами і вивчити основи вдосконалення бізнесу на основі міжнародних, національних та інших стандартів, – зазначає директор ДП «Український науково-дослідний і проектно-конструкторський інститут будівельних матеріалів та виробів» **Наталія Дюжилова**.

– Нестандартно зручний та цікавий формат подання інформації в цих виданнях, багатий ілюстративний матеріал, інфоргафіка зробить їх настільними книгами і студентів, і бізнесменів, і держслужбовців, – з впевненістю заявляє пані Наталія.

Завантажити на www.dea.gov.ua
в розділі «Бібліотека» – «Бібліотека екологічних знань»

УДК 666.97

Дворкін Л. Й. / Розрахункове прогнозування морозостійкості бетону при проектувані його складів // Будівельні матеріали та вироби, 2018, № 1-2, стр. 14-20. Рис.: 4. Табл.: 4. Бібліографія: 15 назв.

У статті обґрунтована можливість врахування необхідної морозостійкості бетону за числом циклів його заморожування та відтавання у насиченому водою стані без істотного зниження міцності на стадії проектування його складів. Зроблено огляд запропонованих розрахункових залежностей морозостійкості бетону від факторів його структури та складу, проаналізовано їх переваги та недоліки. На основі статистичного аналізу експериментальних даних запропонована формула, що встановлює зв'язок можливого числа циклів заморожування і відтавання бетону з його міцністю при стиску та об'ємом втягнутого повітря. Наведено алгоритм проектування складів бетону з комплексом необхідних властивостей, включаючи морозостійкість, та приклад його реалізації.

Ключові слова: морозостійкість, міцність при стиску, капілярна пористість, втягнуте повітря.

L. Dvorkin / Estimated forecasting of concrete frost resistance in the design of its compositions // Building materials and products, 2018, № 1-2, pp. 14-20. Fig.: 4. Table: 4. Bibliography: 15 titles.

The article substantiates the possibility of taking into account the required frost resistance of concrete according to the number of cycles of its freezing and thawing in a water-saturated state without significant reduction in strength at the stage of designing its compositions. The review of proposed calculated dependences of frost resistance of concrete on factors of its structure and composition is made, their advantages and disadvantages are analyzed. On the basis of a statistical analysis of the experimental data, a formula is proposed that establishes a relationship between the possible number of cycles of freezing and thawing of concrete with the strength of concrete under compression and the volume of entrained air. An algorithm for designing concrete compositions with a complex of required properties, including frost resistance, and an example of its implementation are given.

Keywords: frost resistance, compressive strength, capillary porosity, entrained air.

УДК 691.32

Шишко Н. С., Корх О. І., Сопов В. П. / Застосування методу щільної упаковки компонентів при проектуванні складу бетону // Будівельні матеріали та вироби, 2018, № 1-2, стр. 21-25. Рис.: 7. Табл.: 1. Бібліографія: 9 назв.

Один із способів проектування складу високоміцного бетону ґрунтується на застосуванні методу щільної упаковки вихідних компонентів. Для оцінки впливу окремих складових на властивості бетонних сумі-шей і бетонів було розроблено склади з послідовною зміною кількості компонентів. В якості мінеральних доба-вок застосовувались пірогенний мікрокремнезем «Аеросил» та мікрокремнезем аморфної модифікації. Ефектив-ність даного методу було оцінено дослідженнями властивостей отриманих бетонів за допомогою стандартних методів випробування (міцність на стиск) та електронно-мікроскопічних досліджень.

Ключові слова: склад бетону, щільна упаковка, компоненти бетону, міцність на стиск, електронна мікроскопія.

N. Shishko, O. Korh, V. Sopov / Application of the dense packing of components in the design of concrete composition // Building materials and products, 2018, № 1-2, pp. 21-25. Fig.: 7. Table: 1. Bibliography: 9 titles.

One of the methods of designing a high-strength concrete structure is based on the application of the dense packing method of the original components. To evaluate the influence of individual components on the properties of concrete mixtures and concretes, the compositions with a consistent change in the number of components were devel-oped. As mineral additives, pyrogenic microsilica Aerosil and microsilica of amorphous modification were used. The effectiveness of this method was estimated by studying the properties of the resulting concrete using standard test methods (compressive strength) and electron microscopy.

Key words: concrete composition, dense packing, concrete components, compressive strength, electronic microscopy.

УДК 666.9 : 691.541

Цибенко М. Ю., Черняк Л. П., Дорогань Н. О. / Мінеральний в`яжучий матеріал із застосуванням спондилової глини // Будівельні матеріали та вироби, 2018, № 1-2, стр. 26-28. Рис.: 7. Табл.: 6. Бібліографія: 14 назв.

Проведено аналіз сировинних сумішей для виготовлення в'яжучого матеріалу низькотемпературного випалу типу романцементу на основі системи вапняк – спондилова глина.

Показано особливості фазового складу матеріалу після випалу на 1150 °С при застосуванні спондилової глини та золи виносу як алюмо- та кремнеземвмісних компонентів.

Ключові слова: в'яжуче мінеральне, суміш сировинна, склад, випал, аналіз, властивості.

Maryna Tsybenko, Lev Cherniak, Nataliia Dorogan / Mineral astringent material with the use of spondilus clay // Building materials and products, 2018, № 1-2, pp. 26-29. Fig.: 7. Table: 6. Bibliography: 14 titles.

The analysis of raw material mixtures for making of astringent material at low temperature burning by Roman cement type on the basis of the system limestone – spondilus clay is done.

The features of phase composition of material after burning on 1150 °C at the use of spondilus clay and ash fly as components that contain Al_2O_3 and SiO_2 are shown.

Keywords: astringent mineral, mixture raw material, composition, burning, analysis, properties.

УДК 666.94

Круць Т. М., Горпинко О. Ф., Гев`юк І. М., Саницький М. А., Кропивницька Т. П. / Високоякісні швидкотверднучі портландцементи виробництва ПРаТ «Івано-Франківськцемент» // Будівельні матеріали та вироби, 2018, № 1-2, стр. 34-37. Рис.: 3. Табл.: 3. Бібліографія: 13 назв.

Наведено дані про властивості інноваційних портландцементів з високою ранньою міцністю виробництва ПрАТ «Івано-Франківськцемент». Показано, що висока якість та швидкість твердніння портландцементів досягаються за рахунок формування дрібнокристалічної мікроструктури клінкеру, оптимізації речовинного та гранулометричного складів цементів, а також високого технічного рівня роботи заводу та строгої системи контролю технологічних параметрів процесу виробництва.

Ключові слова: високотехнологічне підприємство, портландцементи з високою ранньою міцністю, цементозаміщуючі матеріали, властивості.

T. Kruts, O. Horpynko, I. Geviuk, M. Sanytsky, T. Kropyvnytska / High quality rapid hardening portland cements of production PJSC «Ivano-Frankivskcement» // Building materials and products, 2018, № 1-2, pp. 34-37. Fig.: 3. Table: 3. Bibliography: 13 titles.

The data on the properties of innovative Portland cements with high early strength of PJSC «Ivano-Frankivskcement» production is presented. It is shown that high quality and rapid hardening of Portland cements are achieved due to the formation of fine crystalline microstructure of clinker and optimization of main constituents and granulometric composition of cements, as well as a high technical level of the plant and a strict system of control of technological parameters of production processes.

Keywords: high-tech enterprise, Portland cements with high early strength, supplementary cementitious materials, properties.

УДК 666.97 (075.8)

Казімагомедов І. Е., Юніс Башір, Саад Салем / Перспективи використання бетонних мікроармованних труб для водопостачання Лівану // Будівельні матеріали та вироби, 2018, № 1-2, стр. 38-40. Рис.: 1. Табл.: 2. Бібліографія: 8 назв.

Розглянуто спосіб підвищення міцності бетону при розтягуванні шляхом введення мікроармування неметалічними волокнами, який дає можливість отримати матеріал для труб низьконапірних іригаційних відвідів.

Ключові слова: кліматичні умови, водні ресурси, трубопроводи, поліпропіленова фібра, мікроармування.

Ibrahim Kazimagomedov, Basheer N. Younis., Saad Salem / Prospects for the use of concrete micro-reinforced pipes for water supply in Lebanon // Building materials and products, 2018, № 1-2, pp. 38-40. Fig.: 1. Table: 2. Bibliography: 8 titles.

A method of increasing the strength of concrete during stretching by introducing micro-reinforcement with nonmetallic fibers is considered, which makes it possible to obtain a material for pipes used in place of reinforced concrete for low-pressure irrigation pipelines

Key words: climatic conditions, water resources, pipelines, polypropylene fiber, micro-reinforcement.

УДК 691.32

Сінякін Д.А., Сопов В.П. / Торкрет-бетони для будівництва та ремонту інженерних споруд // Будівельні матеріали та вироби, 2018, № 1-2, стр. 42-44. Рис.: 6. Табл.: 2. Бібліографія: 5 назв.

Розглянуто способи і переваги виробництва бетонних робіт методами «сухого» і «мокрого» торкре-тування. Проведено натурні промислові дослідження по застосуванню різних методів торкретування в підземній частині відвідав Новодністровської ГАЕС. Ефективність методів оцінювалася дослідженнями властивостей отриманих бетонів за допомогою стандартних методів випробування на міцність при стисненні, водопроникність, морозостійкість.

Ключові слова: торкрет-бетон, ремонт бетонних споруд, міцність на стиск, водопроникність.

Sinyakin D.A., Sopov V.P. / Shotcrete for building and repair of engineering structures // Building materials and products, 2018, № 1-2, pp. 42-44. Fig.: 6. Table: 2. Bibliography: 5 titles.

The methods and advantages of producing concrete works by the methods of "dry" and "wet" shotcrete are considered. A full-scale industrial research was conducted on the application of various shotcrete methods in the underground part of the Novodnestrovskaya Pumped Storage Pipeline. The effectiveness of the methods was evaluated by studying the properties of the obtained concrete using standard compression strength test methods, water permeability, frost resistance.

Key words: shotcrete-concrete, repair of concrete structures, compressive strength, water permeability.

УДК 691.32

Белих І. М., Сопов В.П. / Роль теплоти гідратації цементу у формуванні експлуатаційних властивостей бетону // Будівельні матеріали та вироби, 2018, № 1-2, стр. 45-47. Рис.: 3. Бібліографія: 11 назв.

Показано, що однією з причин утворення тріщин в твердніть бетонах є формування напруг, що розтягують, викликаних підвищенням температури в результаті тепловиділення при гідратації цементу спільно з усадковими деформаціями. Встановлено роль технології бетону і виробництва бетонних робіт в утворення тріщин. Показана необхідність узгодження складів бетону і виду використовуваних цементів з сезонними коливаннями температури для досягнення необхідної ранньої міцності бетону при відносно низькому підвищенні температури. Наведено характеристична залежність ранньої міцності бетону від величини теплоти гідратації цементу в ранні терміни твердіння. Наведена залежність дає можливість визначити терміни розпалубки без проведення додаткових випробувань для рядових складів бетону в умовах України.

Ключові слова: утворення тріщин, склад бетону, тепловиділення при гідратації, максимальна температура, міцність на стиск, термічні напруги.

I. Belykh, V. Sopov / The role of heat of cement hydration in forming the exploitation properties of concrete // Building materials and products, 2018, № 1-2, pp. 45-47. Fig.: 3. Bibliography: 11 titles.

It is shown that one of the causes of crack formation in hardening concretes is the formation of tensile stresses caused by temperature increase resulting in heat release during cement hydration together with shrinkage deformations. The role of concrete technology and the production of concrete works in fracturing is established. The need to harmonize concrete compositions and the type of cement used with seasonal temperature fluctuations is shown to achieve the required early strength of concrete with a relatively low temperature rise. The characteristic dependence of the early strength of concrete on the value of the heat of hydration of cement in the early periods of hardening is given. The above dependence makes it possible to determine the time for decking without additional tests for ordinary concrete compositions in the conditions of Ukraine.

Key words: crack formation, concrete composition, heat evolution of hydration, maximum temperature, compressive strength, thermal stresses.

УДК 666.972.2; 16

Лаповська С. Д., Демченко Т. Н. / Впливи кремнійорганічних гідрофобізуючих добавок на довговічність ніздрюватого бетону автоклавного твердження // Будівельні матеріали та вироби, 2018, № 1-2, стр. 50-53. Рис.: 9. Табл.: 5. Бібліографія: 1 назв.

У статті наведені результати дослідження впливу кремнійорганічних гідрофобізуючих добавок на основні фізико-механічних властивостей автоклавного газобетону марки за середньою густиною D400.

Ключові слова: бетон, водопоглинання, добавка, гідрофобізація, морозостійкість, густина, міцність, ніздрюватий бетон.

Svetlana Lapovska, Demchenko Tatyana / Influence of siliconorganic hydrophobizing additives on the durability of autoclaved aerated concrete // Building materials and products, 2018, № 1-2, pp. 50-53. Fig.: 9. Table: 5. Bibliography: 1 titles.

The results of investigation of silicone waterproofing additives on physical and mechanical properties of AAC average density D400 are given.

Keywords: concrete, водопоглощение, addition, hydrophobization, frost-resistance, closeness, durability, aerated concrete.

УДК 624.05

Захарченко П. В., Рева В. І., Лисенко Я. В., Гургєнідзе М. Г., Войтенко Н. С. / Будівельна індустрія: вироби для людей з особливими потребами. Санітарно-технічне обладнання. Душові кабіни. // Будівельні матеріали та вироби, 2018, № 1-2, стр. 60-64. Рис.: 7. Бібліографія: 3 назв.

Європейська практика обладнання місць загального користування в обов'язковому порядку передбачається розміщення сантехнічного обладнання для людей з обмеженими можливостями. Якщо обладнання ванних кімнат та туалетів для інвалідів в Європі є звичним явищем, то місця громадського користування – будівлі, в яких розташовані органи місцевої влади, готелі, вокзали, аеропорти в Україні – тільки починають облаштовуватися спеціальним обладнанням. В останні роки і в нашій країні відбулися позитивні зміни в цьому питанні, тепер одна з вимог при узгодженні об'єкта будівництва – комплекс проектних заходів, що забезпечує доступність будівель та інфраструктури для інвалідів. На сучасному етапі формування вільного ринку в Україні актуальною проблемою є вивчення властивостей виробів для людей з особливими потребами, їх ідентифікація та виявлення підробок. В залежності від віку особи сантехнічні вироби будуть мати різні розміри та форми. В

залежності від виду захворювання керамічні сантехнічні вироби можуть бути оснащені різним допоміжним обладнанням із функціями, притаманними певному виду хвороби. Житлові помешкання також потребують спеціального оснащення. Тому сантехнічне обладнання, яке показало свою ефективність при облаштуванні місць загального користування в громадських місцях, переноситься в житлові приміщення для здійснення гігієнічних процедур інвалідів. Обладнання ванної кімнати повинно відповідати важливим критеріям, таким як: доступність, функціональність, ремонтопридатність. Людям з обмеженими можливостями доводиться дуже нелегко пересуватися як на вулиці, так і вдома. У держави є можливість допомогти і полегшити їх життя. Для цього існує маса засобів, щоб такі люди могли жити повноцінним, максимально самостійним життям. У нашій статті наведено приклади пристосувань, які допоможуть безпечно і з комфортом здійснювати щоденні гігієнічні процедури.

Ключові слова: санітарно-технічне обладнання, люди з особливими потребами, керамічні вироби, комфорт, підробки.

P. Zakharchenko, V. Reva, Y. Lysenko, M. Hurhienidze, N. Voytenko / Construction industry products for people with special needs. Sanitary equipment. Shower cubicles // Building materials and products, 2018, № 1-2, pp. 60-64. Fig.: 7. Bibliography: 3 titles.

In European countries in places of public using it is mandatory to place plumbing equipment for people with disabilities. If the equipment of bathrooms and toilets for people with disabilities in Europe is a common occurrence, then places of public use – buildings in which the local authorities, hotels, stations, airports in Ukraine are located – are just starting to be equipped. In recent years in our country there have been also positive changes in this issue, now one of the requirements for the coordination of the construction site – a complex of project activities, which provides accessibility of buildings and infrastructure for the disabled.At the present stage of the formation of a free market in Ukraine, the actual problem is the study of the properties of products for people with special needs, establishing their naturality and detecting counterfeits. Depending on age, ceramic sanitary ware will have different sizes and shapes. Depending on the type of disease, sanitary ware may be equipped with various auxiliary equipment with functions that are inherent in a particular type of disease. Residential dwellings also require special equipment. Therefore, ceramic sanitary equipment, which proved its effectiveness in the arrangement of public places in public places, is transferred to residential premises for the implementation of hygienic procedures for the disabled. The bathroom equipment must meet the important criterions, such as: availability, functionality, maintainability. People with disabilities have a very hard time moving both in the street and at home. The purpose of the construction complex is to help and facilitate their life. For this purpose there is a mass of means that such people can live a full-fledged, maximally independent life. Article provides examples of gadgets that will help you carry out daily routine safely and comfortably.

Keywords: sanitary equipment, people with special needs, ceramic products, comfort, forgery.

УДК 628: 691. 434.2

Купрієнко П. Й., Тельніков Є. Я., Ісіленко С. О., Чернишин О. Г. / Товстоплівкові нагрівальні елементи: властивості, використання, теплова ефективність, використання в електротоварах // Будівельні матеріали та вироби, 2018, № 1-2, стр. 68-71. Рис.: 2. Бібліографія: 3 назв.

У статті розглядаються товстоплівкові нагрівальні елементи, електрофізичні властивості, особливості технології виготовлення, сфери використання в побуті та промисловості. Наведено порівняльний розрахунок теплової ефективності на прикладі електричних повітронагрівачів (калориферів)

Ключові слова: товстоплівкові нагрівальні елементи, теплова ефективність.

P. Kuprienko, E. Telnikov, S. Isilenko, A. Chernyshin / Thick-film heating element: properties, uses, thermal efficiency, the use of electrical goods // Building materials and products, 2018, № 1-2, pp. 68-71. Fig.: 2. Bibliography: 3 titles.

In the article thick-film heating elements, electrophysical properties, features of manufacturing technology, spheres of use in everyday life and industry are considered. A comparative calculation of thermal efficiency is given for the example of electric air heaters (calorifiers)

Keywords: thick-film heating elements, thermal efficiency.

УДК 541.183.2.678, 691.175.5/.8

Биков Р. А., Токарєв М. Н., Юніс Башір, Муна Абдалхкем / Експериментальний аналіз впливу циклічних кліматичних факторів на міцності клейових з'єднань бетонних блоків // Будівельні матеріали та вироби, 2018, № 1-2, стр. 72-74. Рис.: 5. Табл.: 1. Бібліографія: 12 назв.

У статті розглядається результат експериментального впливу циклічних кліматичних факторів на міцність клейового з'єднання будівельних конструкцій для тропічно – прибережній кліматичної зони Лівії.

Ключові слова: полімерна композиція, арматура, бетонні конструкції, кліматичний фактор, клейове з'єднання.

R. Bikov, M. Tokarev, Basheer N. Younis, Muna Abdalhkem / Experimental analysis of the influence of cyclic climatic factors on strength of adhesive connection of concrete blocks // Building materials and products, 2018, № 1-2, pp. 72-74. Fig.: 5. Table: 1. Bibliography: 12 titles.

The article examines the result of the experimental influence of cyclic climatic factors on the strength of the glued joint of building structures for the tropical – coastal climatic zone of Libya.

Key words: polymer composition, reinforcement, concrete structures, climatic factor, glue joint.

УДК 666.952

Аль-хаварі Юсеф Ріяд / Використання модифікованої полімерної композиції для покриття композитної арматури з метою поліпшення зчеплення між арматурою і бетоном // Будівельні матеріали та вироби, 2018, № 1-2, стр. 75-77. Рис.: 4. Табл.: 1. Бібліографія: 22 назв.

У даний час в армованому бетоні використовується композитна арматура. Для гладких стрижнів застосовуються різні типи обробки поверхні, щоб поліпшити адгезію з бетоном. Експериментальні результати показують, що використання стрижнів, покритих полімерним композитом, помітно покращує міцність зчеплення, приводячи до більш сильної хімічної адгезії з бетоном.

Ключові слова: полімерна композиція,зчеплення, обробка поверхні, випробування на висмикування, базальтопластикова арматура, стеклопластикова арматура.

Al-hawari Yousef Riyad / Use of modified polymeric composition coating to improve bonding between GFRP, BFRP bars and concrete // Building materials and products, 2018, № 1-2, pp. 75-77. Fig.: 4. Table: 1. Bibliography: 22 titles.

Al-hawari Yousef Riyad / Glass fiber-reinforced polymer bars are currently used in reinforced concrete. Different types of surface treatment were applied to the smooth rods in order to enhance bonding with concrete. Experimental results show that using bars coated with polymeric composite notably improve the bond strength. bars coated with polymeric composite lead to a stronger chemical adhesion with concrete. However, the effect of friction and interlocking forces produced by polymeric composite prevails over the chemical adhesion in the pull-out test.

Keywords: polymeric composition, bond strength, surface treatment, pull-out test, FRP reinforcement bar, BFRP reinforcement bar.

УДК 678.747

Грищенко В. К., Агеєва В. В., Мужев В. В., Бойко В. П., Мишак В. Д., Черевко С. В. / Герметизуючі мастики холодного твердження для будівельної індустрії на основі поліуретанових зв'язуючих // Будівельні матеріали та вироби, 2018, № 1-2, стр. 78-81. Рис.: 3. Табл.: 2. Бібліографія: 15 назв.

Розроблені високоефективні в процесі експлуатації та технологічні при нанесенні двокомпонентні герметизуючі мастики холодного отвердження вітчизняного виробництва на основі поліуретанових зв'язуючих для використання їх у будівельній індустрії України при зведенні та ремонті житлових та промислових споруд. Виконані кінетичні вимірювання отвердження робочих складів герметиків в залежності від концентрації каталізатора, молекулярної маси та природи олігомерного блоку зшиваючого агента. Досліджені фізико-механічні властивості герметизуючих матеріалів.

Ключові слова: герметизуючі мастики холодного твердження, поліуретанові матеріали, кінетика твердження, каталізатори твердження, фізико-механічні властивості.

V. Grishchenko, V. Ageeva, V. Muzhev, V. Boiko, V. Myshak, S. Cherevko / Sealing mastics of cold curing for the building industry based on polyurethane binders // Building materials and products, 2018, № 1-2, pp. 78-81. Fig.: 3. Table: 2. Bibliography: 15 titles.

Highly effective in the process of operation and technological when applied, two-component sealing mastics of cold curing of domestic production on the basis of polyurethane binders for their use in the construction industry of Ukraine during the erection and repair of residential and industrial buildings have been worked out. Kinetic measurements of the curing sealant working compositions were performed depending on the catalyst concentration, molecular weights and the nature of the oligomer blocks of the cross-linking agents. The physical and mechanical properties of sealing materials have been studied.

Keywords: cold curing sealing mastics, polyurethane materials, kinetics of curing, catalysts, physical and mechanical properties.

УДК 691.22

Шумаков І. В., Юніс Башір, Ассаад Мустафа / Порівняльні технічні властивості опалубних матеріалів для зведення будівель в умовах сировинної бази Лівану // Будівельні матеріали та вироби, 2018, № 1-2, стр. 82-83. Рис.: 2. Табл.: 1. Бібліографія: 6 назв.

У статті розглянуто аналіз існуючих опалубних систем, що застосовуються в будівництві Лівану, а також порівняння їх конструктивно-технологічних характеристик. Огляд сучасних вимог до будівництва в Лівані і виявлення перспектив застосування незнімних систем опалубки в будівельній практиці.

Ключові слова: опалубка, лісовий ресурс, магнезиальное в'яжучий, стінові конструкції.

Ключевые слова: Ткаустический магнезит, вибровакуумирование, технология, сжатие, изгиб, прочность.

Igor Shumakov, Basheer N. Younis., Assaad Moustapha / Comparative technical properties of shaped materials for building buildings under the conditions of raw material basis of Lebanon // Building materials and products, 2018, № 1-2, pp. 82-83. Fig.: 2. Table: 1. Bibliography: 6 titles.

The article analyzes the existing shuttering systems used in the construction of Lebanon, as well as a comparison of their structural and technological characteristics, an overview of modern requirements for construction in Lebanon and the identification of the prospects for the use of non-removable formwork systems in construction practice.

Key words: shuttering, forest resource, magnesian binder, wall constructions.

УДК 725.51.055

Новіков О. В., Свєчніков В. А. / Особливості технічного обстеження і діагностики несучих конструкцій громадських цегляних будинків старої забудови // Будівельні матеріали та вироби, 2018, № 1-2, стр. 84-86. Рис.: 3. Бібліографія: 5 назв.

В статті досліджуються особливості проведення робіт з технічного обстеження і діагностики несучих конструкцій при капітальному ремонті і реконструкції лікувальних закладів і адміністративних будівель старої забудови.

Ключові слова: технічне обстеження, довговічність, будівлі старої забудови.

Oleg Novikov, Volodymyr Svechnikov / Features of technical examination and diagnostics of bearing structures of public brick houses of old building // Building materials and products, 2018, № 1-2, pp. 84-86. Fig.: 3. Bibliography: 5 titles.

The article deals with the peculiarities of conducting works on technical examination and diagnostics of bearing structures during major repairs and reconstruction of medical institutions and administrative buildings of old buildings.

Key words: technical examination, durability, buildings of old building.

УДК 620.92

Новікова С. В. / Тепловізійні обстеження – складова частина технічного обстеження на етапі будівництва і реконструкції будівель і споруд // Будівельні матеріали та вироби, 2018, № 1-2, стр. 87-89. Рис.: 5 Бібліографія: 4 назв.

В статті досліджується значення тепловізійного обстеження, як складової частини технічного обстеження, що дозволяє на стадії будівництва (реконструкції) і здачі будинку в експлуатацію виявити можливі будівельні дефекти у конструкціях, що прямо впливають на кількісну сторону енерговитрат та створення комфортних умов.

Ключові слова: енергоефективність, обстеження, інфрачервоне випромінювання, тепловізор.

S. Novikova / Thermal imaging surveys are an integral part of a technical survey at the stage of building and reconstruction of buildings and structures // Building materials and products, 2018, № 1-2, pp. 87-89. Fig.: 5. Bibliography: 4 titles.

The article examines the significance of thermal imaging as an integral part of the technical survey, which allows at the stage of construction (reconstruction) and putting the house into operation to identify possible structural defects in structures that directly affect the quantitative aspect of energy consumption and create comfortable conditions.

Keywords: energy efficiency, survey, infrared radiation, thermal imager.

УДК 005.71

Корнило І.М. / Роль стратегії будівельного підприємства в розробці системи тактичних планів // Будівельні матеріали та вироби, 2018, № 1-2, стр. 90-91. Табл.: 1. Бібліографія: 3 назв.

У статті досліджуються особливості стратегії будівельного підприємства. Представлена розробка тактичних планів, які регулюють господарський механізм управління. Це означає уточнення, корекцію, доповнення, одним словом, конкретизацію стратегії.

Ключові слова: стратегія будівельного підприємства; тактичні плани; господарський механізм управління; прогнозоване управління; виробничий потенціал.

I. Kornylo. / Role of strategy of building enterprise in the development of the tactical plan system // Building materials and products, 2018, № 1-2, pp. 92-93. Table: 1. Bibliography: 3 titles.

The article explores the peculiarities of the strategy of a construction enterprise. The development of tactical plans that regulate the economic management mechanism is presented. This means refinement, correction, additions, in a word, the specification of the strategy.

Keywords: construction company strategy; tactical plans; economic mechanism of management; forecast management; production potential.

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 16.04.2018 р.
Формат 64х90/8.
Ум. друк. арк. 9. Обл.-вид. арк. 8,94
Наклад 5000 прим.
Зам. №203-17К.: Видавництво «БАРМИ», 2017, 100 с.

ISSN 2413-9896

ЗЕЛЁНЫЙ МЫС

окно в Одессу

многоэтажки

ХОРОШ ДО ПОСЛЕДНЕГО КИРПИЧА

КОНКУРЕНТОВ НЕТ

(0482)-344-660

WWW.ODESSAMYS.COM

Генеральний підрядник "Південна будівельна група компаній", ліцензія № 33-Л від 09.08.17

Всі дзвінки тарифікуються згідно тарифам Вашого оператора.

Таунхауси в розстрочку на 15 років. Конкурентів немає.

Плита КНАУФ
Звичайна

Плита КНАУФ
Вологостійка

Плита КНАУФ
Вогнестійка

Є відмінності!

Компанія КНАУФ знайшла спосіб зробити Вашу роботу зручнішою.
Тепер кожна плита КНАУФ має свій унікальний колір. Вам буде легко їх розрізняти.

ТОВ "КНАУФ ГІПС КИЇВ", 03067, м. Київ, вул. Гарматна, 8
тел.: (+38 044) 277-9900; факс: (+38 044) 277-9901; e-mail: info@knauf.ua; **www.knauf.ua**