

# СТРОИТЕЛЬНЫЕ

## МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

№6(77) 2012

всеукраинский научно-технический и производственный журнал  
с 1959 по 1993 год журнал "Строительные материалы и конструкции"

## Содержание

## Зміст

## УЧРЕДИТЕЛИ:

Украинский научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт строительных материалов и изделий ГП "НИИСМИ"	AEROC – победитель Всеукраинского конкурса качества продукции «100 лучших товаров Украины».....	2
Акционерное общество "Киевгорстройматериалы"		
<b>Наука – производству</b>		
<b>Наука – виробництву</b>		
<b>Редакционный совет:</b>		
БАРЗИЛОВИЧ Д.В.	МАЛИШЕВ В.В., ГЛАДКА Т.М., РОЗДОБУТЬКО В.В., НІКУЛІНА Г.Ф.	
КОБЯКО И.П.	Нанотехнології та створення нанобізнесу – конкурентний шлях розвитку будіндустрії.....	3
КРУПА А.А.		
МХИТАРЯН Н.М.		
НЕСТЕРОВ В.Г.	ДЕРЕВЯНКО В.Н., ПОЛТАВЦЕВ А.П., МАКСИМЕНКО А.А.,	
РУНОВА Р.Ф.	МАРТЫНЕНКО Т.В., КОНДРАТЬЕВА Н.В.	
РЫЩЕНКО М.И.	Магнезиальные вяжущие строительного назначения. Нормативные требования .....	6
САЙ В.И.		
САНИЦКИЙ М.А.	КОЛЕСНИК Д.Ю., ШЕЙНЧ Л.О., ФАЙНЛЕЙБ О.М., САХНО В.І.	
СВИДЕРСКИЙ В.А.	Структурні змінення в цементному камені, просоченному силіконами	
СЕРДЮК В.Р.	СУЧКОВА Е.А. – та опроміненому прискореними електронами.....	8
<b>отв. секретарь</b>		
ФЕДОРКИН С.И.	МЕНЕЙЛЮК А.И., БАБІЙ И.Н., БОРИСОВ А.А., ВОЛКАНОВ В.К.	
ЧЕРВЯКОВ Ю.Н.	Исследования влияния плотности минераловатного утеплителя	
ЧЕРНЯК Л.П.	ЧЕРНЯК Л.П. на адгезию к основанию .....	11

Материалы рассмотрены на заседании

Ученого совета НИИСМИ, одобрены  
и рекомендованы к опубликованию,  
протокол №9 от 14.11.2012 г.Журнал зарегистрирован  
Государственным комитетом информа-  
ционной политики, телевидения и  
радиовещания Украины КВ №4528

от 01.09.2000 г.

Постановлением Президиума ВАК  
Украины от 26.01.2011 г. №1-05/1  
журнал включен в перечень научных  
изданий Украины, в которых могут быть  
опубликованы результаты работ на  
соискание ученых степеней доктора и  
кандидата наукРедакция не несет ответственности  
за содержание рекламы и объявленийАвторы опубликованных материалов  
несут ответственность за достоверность приведенных сведений.точность данных по цитируемой  
литературе и отсутствие в статьях  
данных, не подлежащих открытой  
публикацииРедакция может опубликовать статьи  
в порядке обсуждения, не разделяя  
точку зрения авторов

СЕРДЮК В.Р.

Порівняльний аналіз відносних обсягів будівництва житла

та структури використання стінових матеріалів .....

12

## **AEROC – победитель Всеукраинского конкурса качества продукции «100 лучших товаров Украины»**



плотностью 300 кг/м<sup>3</sup> с классом бетона В2.0. Были внесены изменения в ТУ У В.2.7-26.6-34840150-001:2009 «Изделия стеновые из ячеистого бетона автоклавного твердения «АЕРОК» (AEROC)», и получен сертификат соответствия.

На сегодняшний день газобетон автоклавного твердения плотностью 300 кг/м<sup>3</sup> производится массово и является одним из наиболее эффективных материалов, который удовлетворяет поставленные требования по энергосбережению для всех регионов Украины.

Именно с этим видом продукции компания Аэрок приняла участие и стала победителем в номинации «Промышленные товары для населения» в ежегодном конкурсе «100 лучших товаров».

В 2012 году продукцию оценивали по 15 показателям, в том числе: качество услуг; наличие сертификата соответствия; эстетические свойства, дизайн, эргономика, отображение национальной символики в оформлении; отсутствие претензий, рекламаций потребителей, контролирующих органов, сравнимость цены и качества с лучшими аналогами и доступность на отечественном рынке для потребителей с разной покупательской возможностью; уровень информированности потребителей о потребительских свойствах, социальная значимость услуги.

Подведение итогов, а также выставка компаний-участниц проходили 23–25 октября 2012 года в помещении Национального центра делового и культурного сотрудничества «Украинский дом» (г. Киев, ул. Крещатик, 2).

Как подчеркивает генеральный директор ООО «Аэрок» Дмитрий Рудченко, победа в программе «100 лучших товаров Украины» не только подтверждает высокое качество продукции завода, но и повышает имидж предприятия. По итогам победы в конкурсе предприятие приняло на себя обязательство поддерживать достигнутый высокий уровень потребительских характеристик данной продукции. Диплом победителя дает ООО «Аэрок» право в течение двух лет использовать логотипы «100 лучших товаров Украины» в рекламных материалах и упаковке награжденных изделий.

Отметим, что ранее продукция ООО «Аэрок» уже становилась победителем региональных и национальных этапов конкурса.

Сегодня, в условиях постоянного роста цен на энергоносители, в Украине, да и во всем мире, достаточно остро стоит вопрос энергосбережения. Первоочередной задачей строительной отрасли является уменьшение энергозатрат, как в жилищно-коммунальном хозяйстве при эксплуатации зданий, так и в производстве строительных материалов путем внедрения энергоэффективных технологий и технических решений.

В связи с таким повышением требований к теплозащите зданий и сооружений, как одного из этапов решения задач ресурсо- и энергосбережения в строительстве, широким применением новых каркасных строительных систем при возведении многоэтажных зданий и сооружений, а также увеличении объемов индивидуального строительства, в Украине в настоящее время значительное внимание уделяется развитию производства эффективных мелкозернистых стеновых материалов, которые позволяют, с одной стороны, возводить однослойные ограждающие конструкции с требуемыми теплотехническими характеристиками, с другой – обеспечивают необходимую их несущую способность и долговечность.

Начиная с 2009 г. на базе заводов AEROC проводились научные исследования по возможности получения конструкционно-теплоизоляционного ячеистого бетона автоклавного твердения плотностью 300 кг/м<sup>3</sup> с прочностью на сжатие не ниже 2.0 МПа.

В лабораториях КНУСА и на производственных площадках ООО «Аэрок» г. Обухов и г. Березань в течение 2010 г. велись работы по получению данного вида продукции. Были разработаны составы, методы формования и режимы автоклавной обработки.

По результатам исследований продукции ООО «Аэрок» плотность 300 кг/м<sup>3</sup>, внесены изменения в ДСТУ, что позволяет считать бетон плотностью 300 кг/м<sup>3</sup> конструкционно-теплоизоляционным.

С 2011 года ООО «АЭРОК» первыми в Украине начали серийно выпускать конструкционно-теплоизоляционный ячеистый бетон автоклавного твердения



Финансовый директор Карпенко Т.М. и директор по снабжению Васильковский В.П. на церемонии награждения «100 лучших товаров Украины»

### **Контакты:**

**Главный офис ООО «Аэрок»**  
**08700, ул. Промышленная, 6, г. Обухов,**  
**Киевская обл.**  
**Тел. (044) 391-30-90**  
**www.aeroc.ua**  
**E-mail: sales@aeroc.ua**



# НАУКА – ПРОИЗВОДСТВУ

УДК 620.3:620.2-181.4

Малишев В.В., доктор техн. наук, профессор, завідувач кафедри хімії  
та новітніх хімічних технологій;

Гладка Т.М., канд. техн. наук, доцент кафедри хімії та новітніх хімічних технологій;  
Роздобутько В.В., канд. екон. наук, доцент кафедри бухгалтерського обліку  
та аудиту;

Нікуліна Г.Ф., канд. техн. наук, доцент кафедри хімії та новітніх хімічних технологій,  
Університет «Україна», м. Київ

## НАНОТЕХНОЛОГІЇ ТА СТВОРЕННЯ НАНОБІЗНЕСУ – КОНКУРЕНТНИЙ ШЛЯХ РОЗВИТКУ БУДІНДУСТРІЇ

### **Вступ**

Сучасні умови ведення економічної діяльності ставлять перед її суб'єктами задачу організації безперервного процесу нарощування порівняльних конкурентних переваг власного виробництва. Головним джерелом цих переваг сьогодні становуть знання. Економіка знань характеризує специфіку нинішніх перетворень глобальної світової економіки, зумовлює зміщення акцентів конкурентної боротьби в бік активізації пошуку знань і інформації про нові нестандартні та результативні методи досягнення цілей. На фоні розвитку науково-технічного прогресу другої половини ХХ століття сформувалася особлива категорія технологій, галузей промисловості і виробів, що одержали назву наукомістких або високотехнологічних.

Поняття “наукомісткі технології” характеризує технології, створені на основі використання наукових досягнень, закріплених законодавчо і орієнтованих на розвиток і державну підтримку науки. Такі технології покликані забезпечити високу конкурентоспроможність продукції і зростання національної економіки [1]. Відомо, що в кожному циклі розвитку світового господарства існує одна техноекономічна парадигма, яка визначає пріоритетне положення однієї з галузей промисловості у світовій економіці. Ця парадигма включає в себе систему найкращих практичних знань, якими володіють країни-лідери світового господарства. Кожна парадигма переживає фазу становлення, розквіту і занепаду, коли вона вичерпає всі технологічні знання, необхідні для подальшого розвитку світового господарства. У період зміни техноекономічної парадигми в світовому господарстві країни, що знаходяться на більш низькому рівні розвитку, отримують «віконце можливості» (window of opportunity) на здогнати більш розвинені країни в технологічному оснащенні і відразу перейти на більш високий рівень розвитку. Серед позитивних прикладів, коли менш розвинені країни зуміли наздогнати групу високорозвинених держав, можна назвати Фінляндію, яка це зробила в період зміни техноекономічної парадигми в 1980-х рр. та Ірландію в 1990-х рр.

В осіжному майбутньому нанотехнології здатні здійснити без перебільшення переворот в суспільстві, що перевищує за своїми масштабами наслідки широкого поширення комп’ютерів. За багатьма прогнозами саме розвиток нанотехнологій визначить обличчя ХХІ століття, подібно до того, як відкриття атомної енергії, винахід лазера і транзистора визначили обличчя ХХ століття [2–4].

### **Обговорення**

**Наноіндустрія – напрям, що лідирує у світовій економіці на сучасному етапі.** Важливі наукові і технічні досягнення, що ґрунтуються на розумінні та управлінні процесами на рівні атомів і молекул – нанорівні, – здійснюються в

лабораторіях усього світу. Наприклад, можливість керувати синтезом матеріалів на нанорозмірному рівні вже зараз веде до створення нових наноматеріалів з поліпшеними властивостями. Новизна наноматеріалів виходить з того, що зі зменшенням розмірів структурних елементів вони набувають принципово нових властивостей. У віддаленій перспективі нанотехнології приречені на ще більш революційні досягнення з можливим впливом практично на всі галузі промисловості, включаючи енергетику, охорону здоров’я, оборону, транспорт і електроніку. Надаючи матеріалам та системам принципово нові якості, нанотехнології забезпечують прогрес практично у всіх існуючих галузях техніки і промисловості. І це справді так, тому що нанотехнології управляють структурою матерії на атомарному рівні, тобто на рівні, загальному для всього живого і неживого. Сьогодні вони є основою більшості інноваційних рішень у всіх сферах людської діяльності. Ця інтегруюча роль нанотехнологій висуває їх на одне із перших місць у сфері високих технологій, без розвитку яких сьогодні жодна держава світу не може претендувати на конкурентний технологічний розвиток і створення своєї інтелектуальної наукою та технологічної властності [3, 4].

Це чітко усвідомили США, Японія, Німеччина і Китай. Україна поки не визначилася, але ще може сказати своє вагоме слово. Історія розвитку бізнесу, пов’язаного з розробкою та застосуванням нових матеріалів, свідчить про цікливості цього процесу, з періодом приблизно в 50 років. Наприклад, початок ХХ століття ознаменувався проривом у промисловості, пов’язаним із застосуванням полімерів і легких сплавів. Бурхливий розвиток індустрії після Другої світової війни було викликано розробками в галузі напівпровідників і радіоактивних матеріалів. Це призвело до виникнення і формування комп’ютерних, ядерних і космічних технологій. Однак приблизно з 80-х років минулого століття в цих галузях намітився певний спад. Іншими словами, почався так званий період вичерпання ідей.

Починаючи з 2000 року в сфері високих технологій настутила нова ера. Багато світових та українських вчених пов’язують майбутній стрибок у промисловості та інших високотехнологічних сферах діяльності людини з нанотехнологіями, а наноіндустрією визначено напрямом, що є лідером світової економіки на сучасному етапі.

Наноіндустрія – це інтегрований комплекс, що охоплює устаткування, матеріали, програмні засоби, систему знань; технологічну, метрологічну, інформаційну, організаційно-економічну культуру і кадровий потенціал, які забезпечують виробництво наукової продукції, заснованої на використанні нових, нетрадиційних властивостей матеріалів і систем при переході до наномасштабів [5]:

**Основні напрями природничонauкового комплексу наноіндустрії.** Найбільш глибокі знання у базових напря-

мах фундаментальних досліджень особливостей матеріального світу нанорозмірних об'єктів створюють передумови до синтезу невідомих у природі систем не лише за складом або структурою, але й за новими властивостями і функціональними можливостями.

Сьогодні особливий інтерес в природничонauковому комплексі наноіндустрії становлять такі напрями [6]:

- кристалохімія наноматеріалів;
- молекулярна динаміка й наномеханіка;
- біомолекулярна інженерія;
- термодинаміка наносистем;
- фізико-хімія нанодисперсних речовин;
- синергетичні ефекти й самоорганізація в наносистемах;
- наномасштабування і квантово-розмірні ефекти;
- фундаментальні основи транспортних явищ у нанорозмірних системах;
- моделювання процесів структурого формоутворення наноматеріалів.

Практично усі ці напрями пов'язані з сучасними технологіями в промисловості будівельних матеріалів та будівництві.

#### **Використання нанорівневих процесів в будівництві.**

Можна навести цілий ряд прикладів, коли при виробництві силікатних матеріалів процес на нанорівні ґрунтуються спочатку на утворенні наночастинок з подальшими структурними змінами і перетвореннями їх в субмікро- і мікрочастинки. Так, наприклад, процеси гідратації та твердіння багатьох будівельних матеріалів пов'язані з процесами коагуляційно-кристалізаційного структуроутворення. Причому процес на нанорівні полягає саме на утворенні спочатку наночастинок - кластирів з невеликого числа атомів необов'язково одного і того ж типу. В ході подальших перетворень ці наночастинки, зазнаючи структурні зміни і «обростаючи» шарами атомів, перетворюються в субмікро- і мікрочастинки. Прийоми введення гідратованих наночастинок у вигляді «затравок» для регулювання процесів твердіння та структуроутворення цемента відомі вже більше двадцяти років [7]. Незважаючи на те, що термін «наночастинки» в ті роки не застосовувався, дійсно мова йшла саме про це. Також докладно досліджені регулювання і управління процесами твердіння шлаколужних в'яжучих і бетонів на їх основі. Вченими школи В.Д. Глуховського розроблена і експериментально підтверджена гіпотеза про твердіння шлаколужного в'яжучого, заснована на ідеї утворення кластерів нанорозмірів навколо іонів 3-d елементів [8].

Вивчення двомірних процесів утворення та осадження кристалів наночастинок і нанокластерів різного типу дозволило виявити цілі класи матеріалів, такі як нанокераміка, наноскло, нанопокриття, наноплівки. Дуже перспективним серед ціх наноматеріалів – наноструктуроване скло. Наприклад, цікавим є створення на поверхні скла стільникових структур і їх заповнення «стовпчиками» з різних матеріалів. Це призводить до утворення надтонкої плівки, по суті мембрани, з наноскла оксиду кобальту. Оптичні властивості такого скла, що є поєднанням нанокристалів і аморфних зерен, можуть змінюватися в широких межах [9].

Українські компанії, що працюють в галузі нанотехнології, сьогодні орієнтовані переважно на експорт. Нові види матеріалів і палива, ліки – по всім цим напрямкам зараз йде робота в Україні. Ці ж напрями залишаються перспективними на найближчі 10–15 років. Як правило, українські нанокомпанії – це підприємства при університетах та НДІ, засновниками яких найчастіше є вчені, котрі опановують новітніми технологіями на комерційних засадах.

**Нанобізнес: сутність, конкурентні переваги, умови здійснення.** Сьогодні у вітчизняній наногалузі потрібно не

тільки працювати або робити кар'єру, а створювати бізнес. Якщо ви будете чекати, поки хтось дастіть вам робочі місця, то можете не дочекатися цього ніколи. Сьогодні наноіндустрії потребні люди, які здатні не тільки на неймовірні відкриття, але і вміють виготовляти продукцію, а також реалізовувати її на ринках, додаючи всі можливі перешкоди. Що значить робити бізнес? Це означає придумати щось нове, потім це щось виготовити, а після цього продати. Так ось, придумати нелегко, зробити ще важче, але найважче – продати.

У США і країнах Європи видатні вчені та винахідники далеко не бідні люди. Наші ж українські вчені дуже часто не володіють підприємницькими навичками взагалі. Як це не парадоксально, але вони створюють технології, які приносять дуже великий економічний ефект, але зовсім не можуть їх просувати і отримувати великі гроші за вирішення складних завдань. Більш того, часто при виборі завдань вони і не порівнюють їх з точкою зору економічного ефекту, але ж зрозуміло, що нове технічне рішення, яке дозволяє виробникам заощадити мільйон долларів, буде оплачено набагато вище, ніж таке ж саме з точки зору часу і працевзатрат, та надає копійчану винагороду [10].

Останнім часом все більше далекоглядних підприємців, які розуміють перспективність та економічну вигоду нанотехнологій, вважають за краще вкладати кошти у високотехнологічні проекти. Про це добре свідчить динаміка зростання світових наноінвестицій: 1998 р. – 0,5 млрд. дол., 2000 р. – 0,9 млрд. дол., 2002 р. – 2,1 млрд. дол., 2004 р. – 11,8 млрд. дол., 2006 р. – 16,7 млрд. дол., 2008 р. – 23,3 млрд. дол. Обсяг інвестицій в нанотехнології в США за різними оцінками становить на сьогодні від 50 до 60% від всіх світових інвестицій [2, 3]. На Україну ж припадає менше 0,5% світових “наноінвестицій”. І цільова державна програма підтримки нанотехнологій взагалі тільки зароджується.

За різними даними, десять років тому в нашій країні частка успішних бізнес-проектів серед усіх початківців складала 5–10%. Сьогодні цей показник становить менше 0,5%. Саме така ймовірність того, що час, сили і гроші, вкладені в проект, повернуться з прибутком. Так що заняття бізнесом в Україні, особливо нанотехнологічним, – не для людей зі слабкими нервами.

Тому, щоб бути успішним у бізнесі, потрібно не тільки створити і вести його, а й безперервно розвивати свої конкурентні переваги [11]:

- **Науково-технічні переваги** (якість наукових досліджень, можливість розробки та виробництва нових товарів, ступінь оволодіння інсуючими технологіями);
- **Виробничі переваги** (низькі витрати на виробництво продукції, якість продукції, повнота використання можливого устаткування, вигідне місцезнаходження з точки зору транспортування, доступ до кваліфікованої робочої сили, висока продуктивність праці, можливості виробництва різної продукції, виконання замовлень споживачів);
- **Торгові переваги** (широка мережа збуту, доступ покупців до товару, наявність власних магазинів, низькі витрати на продаж, швидка доставка);
- **Маркетингові переваги** (висока кваліфікація співробітників відділу продажів, технічна підтримка, акуратне використання замовлень, різноманітність продукції, мистецтво продажів, привабливі дизайн і упаковка, гарантії);
- **Професійні переваги** (особливий талант, ноу-хау, компетентність, уміння створювати ефективну рекламу, здатність швидко переводити товари зі стадії розробки в промислове виробництво);
- **Організаційні переваги** (рівень інформаційних систем, здатність швидко реагувати на змінюючі ситуації, досвід);
- **Інші переваги** (сприятливий імідж і репутація, низькі витрати, вигідне розташування, приємні в спілкуванні та

доброзичливі співробітники, доступ на фінансові ринки, правова захищеність) і т.д. і т.п.

Коли на ринку багато конкурентів, кожному з них дістаеться не так уже багато прибутку, тому єдиний спосіб зробити бізнес надефективним – це позбутися конкуренції і стати монополістом. Маємо на увазі не ті кровожерливі методи, про які ви подумали, а видатний винахід – те, чого ще ніхто, крім вас, не вміє робити. Поки що конкуренти розвідують, як це вам вдається, ви зможете зробити новий винахід, і вас уже не наздогнати. Білл Гейтс так і зробив – він просто винайшов DOS в той час, коли ніхто про це не замислювався. А коли успіх DOS привабив безліч конкурентів, він винайшов Windows і став найбагатшою людиною в світі.

Не забувайте про те, що поки ви керуєте своїм бізнесом, ваші конкурентні переваги – винаходи, спроможності, талант – працюють на вас. Як тільки ви продали їх чужій компанії, ви стаєте найманим працівником – пролетарієм. Коли вони розберуться у вашому винаході, ви станете їм не потрібні і втратите свої переваги. Такий закон природного відбору.

Доходи від інвестицій прямо пропорційні якості інформації, якою ви володієте. Недарма Білл Гейтс сказав, що в новому світі успіху доб'ється той, хто навчиться правильно поводитися з інформацією, а вже він в цій справі розуміється як ніхто інший.

Отримавши інформацію, її треба ще осмислити. Аналітик в наноіндустрії грає набагато більшу роль, ніж, наприклад, у сільському господарстві. Це пов'язано з тим, що тільки систематичне вивчення всієї світової наноіндустрії у її взаємоз'язку із розвитком може служити основою прийняття рішень.

Ті, хто стануть лідерами в застосуванні нанотехнології, стануть лідерами в економіці та політиці. Конкуренція в якості, швидкості і ціні між заводами, які використовують та ігнорують нанотехнології, буде подібна до змагання між гідравлічним пресом і середньовічним ковалем.

Експерти оцінюють світовий ринок нанотехнологічної продукції в 1.000.000.000.000 (трильйон!) доларів лише до 2015 року. У світі існує більше трьох тисяч споживчих і величезна кількість промислових продуктів, що виготовлені за допомогою нанотехнологій і користуються попитом на світовому ринку. Функціонує понад 16,000 нанотехнологічних компаній, кількість яких подвоюється кожні півтора року. Дослідження, проведене в 2011 р. Національним інститутом громадського здоров'я та навколошнього середовища Нідерландів, свідчить, що кількість споживчих товарів, які містять наноматеріали, на ринках європейських країн зросла в шість разів: з 143 найменувань у 2007 р. до 858 в 2010 р. За даними Project on Emerging Nanotechnologies до початку 2011 р. на ринку Євросоюзу були представлені більше 800 споживчих товарів. Причому нові товари з'являються в середньому кожні 2–3 тижні [12].

В Україні нанотехнологія теж починає приносити свої перші плоди. З'явилися десятки потужних технологій, готових до впровадження на виробництві. Серед них нові матеріа-

ли на основі нанотрубок, надміцні покриття, антифрикційні склади, провідні полімери для гнучкої електроніки і т.д.

В будівельній нанотехнології мають грандіозні перспективи. Розвиток виробництва нанотрубок, нанобетонів і нанокомпозитів зробить реальними багатоповерхові хмарочоси і кілометрові дороги. Завдяки самоочисним матеріалам будь-яке місто стане чистішим, а тонкоплівкові сонячні батареї зменшать витрати на електроенергію. Ультрагідрофобне покриття каналізаційних труб зроблять їх надслізькими, які будуть перешкоджати засміченю. Біодеградовані пластмаси зроблять огидні звалища надбанням історії.

Як бачимо, нанотехнології в Україні, всупереч усьому, все-таки набирають ходу. Їх розвиток дасть нашій країні єдиний шанс повернутися в число світових лідерів у науковій, економічній і політичній сферах, а також вирішити багато економічних, територіальних і демографічних проблем.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Одотюк И.В. Экономические предпосылки к конкурированию украинской индустрии на объединенном европейском рынке высоких технологий // Инновации. – 2005. – №8. – С. 62–66.
2. Старостин В.В. Материалы и методы нанотехнологии. – М.: Бином. Лаборатория знаний. – 2008. – 431 с.
3. Головин Ю.И. Введение в нанотехнологию. – М.: Машиностроение, 2003. – 112 с.
4. Третяков Ю.Д., Гудилин Е.А. Основные направления фундаментальных и ориентированных исследований в области наноматериалов // Успехи химии. – 2009. – Т. 78. – №9. – С. 867–869.
5. Лучинин В.В. Введение в индустрию наносистем // Нано- и микросистемная техника. – 2002. – №8. – С. 2–7.
6. Нанотехнології у ХХІ столітті: стратегічні пріоритети та ринкові підходи до впровадження / Г.О. Андрощук, А.В. Ямчук, Н.В. Березняк та ін.: монографія. - К.: УкрІНТЕІ, 2011. – 275 с.
7. Сычев М.М. Некоторые аспекты химической активации цементов и бетонов // Цемент. – 1979. – №4. – С. 47–50.
8. Глуховский В.Д. Грунтосиликаты. – К.: Госстройиздат, 1959. – 186 с.
9. Малышев В.В., Гладка Т.Н., Целовальникова Л.И. Наноэффекты и нанотехнологии в строительных материалах // Строительные материалы и изделия . – 2010. – №2. – С. 9–14.
10. Малишев В.В. Майбутнє за нанотехнологіями // Вісник Університету «Україна». Сучасні інженерні технології. – 2011. – №1. – С.16–20.
11. Малишев В.В., Лукашенко Т.Ф., Липова Л. Нанотехнологія та підготовка сучасного інженера в світлі реалізації принципів і завдань Болонського процесу // Вісник Університету «Україна». Сучасні інженерні технології. – 2011. – №5. – С. 52–58.
12. Фролов Д.П. Управление маркетингом российской наукоиндустрии // Маркетинг в России и за рубежом. – 2012. – №2(88). – С. 53–57.

УДК 666.941.2

Деревянко В.Н., доктор техн. наук, профессор;

Полтавцев А.П., канд. техн. наук, доцент;

Максименко А.А., инженер;

Мартыненко Т.В., инженер, Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры;

Кондратьева Н.В., канд. техн. наук, доцент, Украинский государственный химико-технологический

университет, г. Днепропетровск

## МАГНЕЗИАЛЬНЫЕ ВЯЖУЩИЕ СТРОИТЕЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ. НОРМАТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

**Введение.** Так, технические условия действующего в настоящее время ГОСТ 1216-87 «Порошки магнезиальные каустические» (ПМК-75) рекомендует использовать в качестве вяжущего строительного назначения отход огнеупорной промышленности – пыль с электрофильтров, печей производства периклаза. Но необходимых, на наш взгляд, требований, гарантирующих его строительно-технические свойства, не содержит.

**Анализ публикаций.** Известный специалист Л.Я. Крамар в работе [1] рассматривает требования, предъявляемые разными странами к специально выпускаемым для строительных целей магнезиальным вяжущим. Сводные данные характеристик магнезиального вяжущего строительного назначения включают: существовавший в СССР до 60-х годов норматив ОСТ 3035-33, германский DIN 273 ч.1, норматив США ASTM 323 и действующий в России ГОСТ 1216-87 (табл. 1).

**Цель статьи.** Обосновать необходимость пересмотреть состав технических требований и их количественных

характеристик в существующих нормативных документах. Исследовать заполнители и наполнители, которые не только увеличивают объем смеси, но и снижают нежелательные изменения линейных размеров при твердении.

**Материалы и методы.** Так, регламентируемый химический состав вяжущего в соответствии с ГОСТ 1216-87, включает содержание MgO, CaO, SiO<sub>2</sub> и изменение массы при прокаливании, должен представлять информацию о полезной и вредной части вяжущего. При этом если говорить о полезной составляющей MgO, то в нормативе отображено только общее содержание оксида магния, определяемое химическим методом. Хотя эта характеристика может включать свободный MgO, а также связанный с угольной кислотой (MgCO<sub>3</sub>) и с водой – Mg(OH)<sub>2</sub>. Кроме того, MgO может быть разной степени закристаллизованности: слабо закристаллизованным, почти аморфным и высокоактивным, средне закристаллизованным и соответственно среднеактивным, а также в виде обожженного периклаза, так называемого периклаза.

Таблица 1

Нормативные требования к магнезиальному вяжущему строительного назначения в разных странах

Показатель	Нормативный документ					
	СССР, ОСТ 3035-33	Германия, DIN 273	США, ASTM 323	Европейский, EN 14016-1:2004	Россия, ГОСТ 1216-87	Новые ТУ
Содержание MgO, %,	83	80	80	80	75	75
Содержание CaO, %, не более	4,5	4	4	4	4,5	4,5
Нерастворимый остаток в HCl, %,	–	–	–	–	3,5	–
Содержание SiO <sub>2</sub> , %,	2,5	14	14	14	2,5	14 – 15
ППП, %, не более	8	8	8	8	18	0–8
Плотность, г/см <sup>3</sup>	3,2...3,4	–	–	–	–	–
Насыпная плотность при вибрировании, кг/м <sup>3</sup>	–	не более 1300	не более 1300	не менее 1000	–	1150–1350
Остаток на сите 02, %, не более	5	3	3	–	–	–
Остаток на сите 008, %	≤ 25	≤ 25	≤ 25	≤ 30	–	≤ 25
Остаток на сите 0063, %, не более	–	45	45	–	–	–
Начало схватывания, мин., не менее	40	40	60	30	20	40
Конец схватывания, ч, не позднее	8	5	8	5	6	6
Равномерность изменения объема	Отсутствие трещин	Изменение длины: +1,2%	Отсутствие трещин	–	–	Отсутствие трещин
R <sub>раст</sub> 1 сутки; МПа, не менее	1,0	–	1,3	–	1,5	1,5
R <sub>изг</sub> , МПа, в возрасте 1 сутки	–	4–6	2,6–6,0	8–9	–	4–6
R <sub>сж</sub> МПа, в возрасте 28 суток	–	до 18	–	50–60	–	50–60

ваемого пережога представляющего хорошо закристаллизованный слабоактивный материал [2, 3]. Следовательно, эта часть ГОСТа должна уточнять, в каком виде в вяжущем присутствует MgO, определять его основные технические свойства, качество и долговечность получаемых материалов.

Оксид кальция (CaO) в магнезиальном вяжущем может присутствовать в виде CaO-пережога, который вызывает значительное изменение объема, появление трещин в затвердевшем камне и его коробление, а также в виде Ca(OH)<sub>2</sub> или CaCO<sub>3</sub>, присутствие которых в материале не опасно.

Оксид кремния (SiO<sub>2</sub>) не оказывает какого-либо отрицательного влияния на свойства магнезиального вяжущего. Его присутствие в вяжущем может, в некоторой степени, повысить водостойкость магнезиального камня.

Потери при прокаливании указывают на присутствие в вяжущем карбоната магния или гидроксида магния Mg(OH)<sub>2</sub>. Это может свидетельствовать в первом случае о недостаточном обжиге исходной породы, и вследствие этого о присутствии в вяжущем высокоактивной магнезии, снижающей трещиностойкость магнезиального камня. А во втором – о плохом хранении вяжущего, приводящем к снижению его активности.

Технологическими характеристиками каустического магнезита в соответствии с ГОСТ 1216-87 являются: дисперсность порошка, предусматривающая полный проход через сито 02, сроки схватывания магнезиального вяжущего после затворения MgCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O – начало и конец схватывания магнезиального теста нормальной густоты, а также предел прочности при растяжении. По этим характеристикам, за исключением начала схватывания, невозможно предсказать поведение материалов на магнезиальном вяжущем при эксплуатации, особенно на основе побочных продуктов производства.

Большинство рассматриваемых стандартов обязательно включают требование к равномерности изменения объема. В действующем ГОСТ 1216-87 этот показатель отсутствует, что представляется крупным упущением. Без испытания вяжущего на равномерность изменения объема нельзя быть уверенным в том, что изделие при эксплуатации не покоробится или не растрескается. Такое явление в магнезиальном вяжущем может возникнуть вследствие неоднородного состава магнезии, включающей наравне с нормально обожженным вяжущим слабообожженный оксид магния или его пережог [4, 5]. Примерно такую же роль играет показатель истинной плотности вяжущего из саткинских магнезитов, принятых в раннее существовавшем ОСТ 3035-33 в пределах от 3,2 до 3,4 г/см<sup>3</sup>. Этот показатель позволяет при использовании сырья с одного месторождения контролировать получение вяжущего с содержанием среднезакристаллизованного, с умеренной активностью MgO. При получении магнезиального вяжущего из пород, значительно отличающихся минеральным составом, а также количеством основного компонента и примесей, значения истинной плотности, указывающие на присутствие среднезакристаллизованного MgO, будут другими. Следовательно, этот показатель не является универсальным.

Зарубежные специалисты, также в качестве важной характеристики, включают насыпную плотность вяжущего при дополнительной вибрации, с помощью которой можно более характеризовать пригодность вяжущего для применения в строительных целях слабо закристаллизованного MgO, который при помоле сильно электризуется и, собственно, плохо уплотняется. Насыпная плотность слабо закристаллизованного MgO в уплотненном состоянии колеблется в пределах 900–950 кг/м<sup>3</sup>, а насыпная плотность сильно закристаллизованного MgO составляет  $\rho_{\text{он}} = 1250–1350$  кг/м<sup>3</sup>. Для среднезакристаллизованного вяжущего, стойкого к растрескиванию, насыпная плотность при использовании дополнительного уплотнения должна быть  $\rho_{\text{он}} = 1115–1250$  кг/м<sup>3</sup>,

расхождение между параллельными испытаниями не должно превышать  $\pm 0,03$  г/см<sup>3</sup>. Следовательно, насыпная плотность при дополнительном уплотнении может служить косвенной характеристикой пригодности MgO для строительных целей.

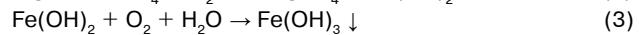
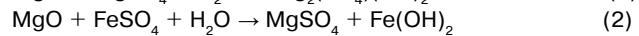
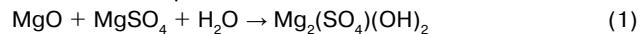
Сроки схватывания вяжущего, кроме уточнения особенностей работы с ним, дают также информацию об активности MgO. Так, если начало схватывания вяжущего составляет 20 минут и менее, то оно непременно содержит в некотором количестве высокоактивный, слабообожженный MgO, что для качественного магнезиального вяжущего строительного назначения не желательно. Слишком затянувшиеся сроки схватывания указывают на присутствие в вяжущем значительного количества пережога, что вызывает в последующем растрескивание изделий [6]. Начало схватывания в ОСТ 3035-33 и DIN 273 ч.1 должно быть не менее 40 мин., а стандарт США начало схватывания предусматривает через 60 минут. Российский ГОСТ 1216-87 допускает начало схватывания не менее чем через 20 мин. после затворения, что позволяет считать пригодными любые магнезиальные порошки с непредсказуемыми техническими свойствами.

Для строительных изделий важными показателями являются прочность при сжатии ( $R_{\text{сж}}$ ) и изгибе ( $R_{\text{изг}}$ ). Эти характеристики включены в немецкий и американский нормативы, в стандарте России их нет. По величине  $R_{\text{сж}}$  через 1 сутки твердения можно судить об активности вяжущего, а по прочности вяжущего в возрасте 28 суток – о его марке.

В настоящее время разработаны способы термического и химического разложения доломита с образованием активного MgO [7]. Разработаны технологии получения вяжущих на основе отходов магнезиальных оgneупоров. Доступными стали и водорастворимые соли магния. Во-первых, выросло производство хлорида магния, во-вторых, появилась возможность в больших количествах использовать сульфат магния, поскольку разработан способ его получения [7], в-третьих, можно использовать давно уже существующий способ получения солей магния, путем обработки каустического магнезита соляной или серной кислотами или их смесью [8]. Наряду с водорастворимыми солями магния, МВВ можно получать и из растворимых солей алюминия или двухвалентного железа. Среди них особый интерес представляет железный купорос (FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O), который образуется в виде отхода на многих металлообрабатывающих предприятиях при снятии с поверхности стальных изделий окалины.

В.А. Войтович (ГАСУ, Нижний Новгород) провел исследования влияния сульфата железа на свойства изделий, изготовленных из каустического магнезита и железного купороса, полученного на заводе «Этна» (Нижний Новгород). Как оказалось, прочность изделий, изготовленных из МВВ, значительно увеличивается при снижении гигроскопичности и цены.

Механизм процесса твердения, протекающего при затворении каустического магнезита смесью сульфата магния с сульфатом железа, может быть отражен следующими схемами химических реакций:



Образующийся по последней реакции тригидрооксид железа, будучи нерастворимым, а в момент образования – клейким веществом, увеличивает влагостойкость изделия. Однако, как советует В.А. Войтович, для получения изделий на основе МВВ с наилучшей совокупностью свойств, следует использовать только сульфат магния, хотя он заметно дороже MgCl<sub>2</sub>. В частности, использование сульфата магния в сочетании с каустическим доломитом позволяет снизить отрицательное воздействие небольших (до 5%) количеств гидрооксида, кальция. Это происходит потому, что

$MgSO_4$  переводит активную известь в интерактивный гипс, не мешающий твердению. При использовании  $MgCl_2 \times 6H_2O$  образуется нерастворимая тончайшая взвесь гидрооксида магния, препятствующая твердению.

Сульфат магния можно производить в виде порошка, представляющего собой  $MgSO_4 \times 7H_2O$  и использовать вместе с каустическим магнезитом или доломитом для получения сухих строительных смесей. При их производстве можно реализовать еще одно преимущество сульфата магния: довести соотношение между ним и оксидом магния до 0,6:1,5. При таких соотношениях изделия получаются более прочными.

Как и другие вяжущие, МВВ следует использовать в смеси с заполнителями и наполнителями, поскольку они не только увеличивают объем смеси, но и снижают нежелательные изменения линейных размеров при твердении. Кроме традиционных – песок, щебень, отходы древесины – следует применять доломит, серпентинит, микрокремнезем. В качестве наполнителя может использоваться цемянка – тонкоизмельченный керамический кирпич, которая активна по отношению к МВВ и повышает водостойкость изделий на их основе [8]. Наполнителем для МВВ могут быть алюмосиликатные полые микросферы, выделяемые из золошлаковых отвалов, образующихся при сжигании некоторых видов каменных углей. Диаметр микросфер 30–350 мкм, толщина стенки 2–10 мкм,  $\rho_{\text{он}} = 250–500 \text{ кг}/\text{м}^3$ ,  $R_{\text{сж}} = 10 \text{ МПа}$ ,  $\lambda = 0,05–0,1 \text{ Вт}/\text{мК}$ . Такие наполнители пригодны для изготовления теплоизоляционных изделий.

Основываясь на вышеизложенном, можно утверждать, что оксид магния может быть выведен из разряда дефицитных веществ. Поэтому разработка нормативных документов является актуальным направлением совершенствования строительной отрасли. Так, в России доломитом особо богата центральная часть – Московская, Нижегородская, Владимирская области.

Рассмотренные выше предложения по изменению документов Российской учеными являются актуальными также и в Украине. Так как в Украине отсутствует запас природного магнезита, то альтернативой могут быть следующие варианты получения оксида магния:

- из промстоков Перекопско-Армянского узла на основе рапы Сиваша (Крым);
- из бишофитов Полтавской и Черниговской нефтегазоносных площадей;
- из хлормагниевых растворов Стебниковского калийного завода (Львовская область).

УДК 691:542+547.1:54-724

Колесник Д.Ю., канд. техн. наук, НВП «Крок»;

Шейніч Л.О., доктор техн. наук, ДП «Науково-дослідний інститут будівельних конструкцій»;

Файнлейб О.М., доктор хім. наук, с.н.с., Інститут хімії високомолекулярних сполук НАНУ;

Сахно В.І., доктор фіз.-мат. наук, Інститут ядерних досліджень НАНУ, м. Київ

## СТРУКТУРНІ ЗМІНЕННЯ В ЦЕМЕНТНОМУ КАМЕНІ, ПРОСОЧЕНОМУ СИЛІКОНАМИ ТА ОПРОМІНЕНОМУ ПРИСКОРЕНИМИ ЕЛЕКТРОНАМИ

Цементний камінь є джерелом утворення капілярно-пороистої структури у бетоні, яка багато в чому визначає його фізико-механічні властивості. Підвищена пористість цементного каменю знижує міцність бетону, його атмосферостійкість і у підсумку – довговічність [1].

Для вторинного захисту бетону широко використовуються різні кремнійорганічні матеріали. В основному це гідрофобізатори та лакофарбові матеріали, що знижують водопоглинання бетону. Вони вкривають внутрішню поверхню

пор бетону або кальматують її, практично не підвищуючи міцність бетону [1, 2].

Раніше [3] нами було показано, що просочення цементного каменю силіконовими мономерами з наступною їх полімеризацією під дією прискорених електронів не лише суттєво знижує водопоглинання зразків, але і підвищує їх показники міцності.

Метою даної роботи є дослідження зміни структури цементного каменю в результаті його просочення низькомоле-

кулярними силіконами з наступним опроміненням потоком прискорених електронів, що викликає їх полімеризацію та закріплення в порах і капілярах.

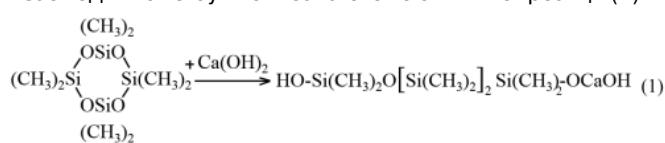
Зразки у вигляді циліндрів висотою та діаметром рівними 22 мм виготовляли з цементного тіста нормальної густини В/Ц 0,27 з портландцементу марки 500 тип I. У віці 28 діб їх висушували при 105 °C до постійної маси і занурювали в дослідні рідини на 24 години.

В якості силіконових мономерів використовували: суміш вінілгептаметилциклотетрасилоксану (ВЦС) з октаметилциклотетрасилоксаном (D4) при співвідношенні ВЦС/D4 = 75/25 мас. %; або суміш ВЦС з диаллідиметилсиланом (ДАДМС) складу ВЦС/ДАДМС = 99,5/0,5. В якості зразка порівняння використовували широко відому гідрофобізуючу силіконову рідину ГКЖ-94М.

Твердіння силіконів в масі цементного каменю проводили шляхом опромінення на прискорювачі електронів ІЯД НАНУ [4] при енергії 4...5 Мев, щільноті струму 200...300 mA/cm<sup>2</sup>, в діапазоні доз 50...200 кГр.

Електронномікроскопічні знімки поверхні відколів цементних зразків, що були напилені золотом для зняття електростатичної напруги, одержані в ІНМ ім. В.М. Бакуля НАНУ за допомогою скануючого електронного мікроскопу ZEISS EVO 50XVP виробництва фірми ZEISS, укомплектованого енергодисперсійним аналізатором рентгенівських спектрів INCA450 з детектором INCAPentaFETx3 та системою HKL CHANNEL-5 виробництва фірми OXFORD для дифракції відбитих електронів.

На електронномікроскопічних знімках поверхні відколу цементного каменю просоченого сумішшю ВЦС/D4 і опроміненого потоком електронів дозою 50 кГр виявляються кристали гідроокису кальцію (портландиту), краї яких розмиті (рис. 1), на відміну від контрольних зразків. Даний факт може свідчити про протікання хімічної взаємодії між компонентами цементного каменю і композиції просочування. Подібна картина не є характерною для решти зразків. Зіставляючи хімічний склад просочень, слід припустити, що у взаємодії з Ca(OH)<sub>2</sub> вступає D4. Це припущення добре узгоджується з літературними даними. Відомо [5], що в присутності лугів відбувається розщеплення силоксанового зв'язку циклу D4. Взаємодія може бути описана схемою хімічної реакції (1).



Про цю взаємодію свідчать дані аналізу ІЧ спектрів (рис. 2) отриманих на приладі Tensor 37 фірми Bruker. В коливальному спектрі вихідного цементного каменю спостерігаються смуги валентних коливань OH-груп гідроокису кальцію і кристалогідратів при 3643 см<sup>-1</sup>, та вузькі смуги 875 і 713 см<sup>-1</sup> віднесені до валентних коливань зв'язку Ca-O [6]. Після просочення цементного каменю складом ВЦС/D4 і його опромінення

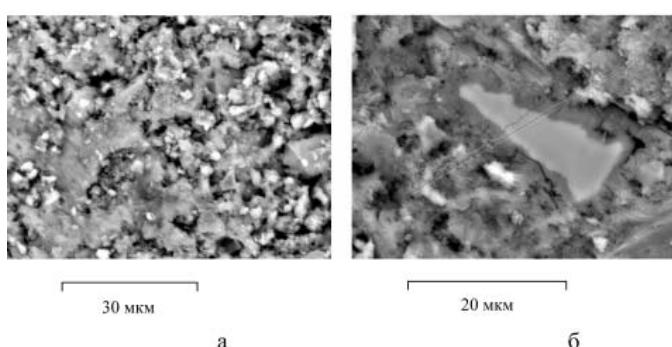


Рис. 1. Фотографії мікроструктури цементних зразків: а – контрольного; б – просоченого сумішшю ВЦС/D4 та опроміненого дозою в 50 кГр

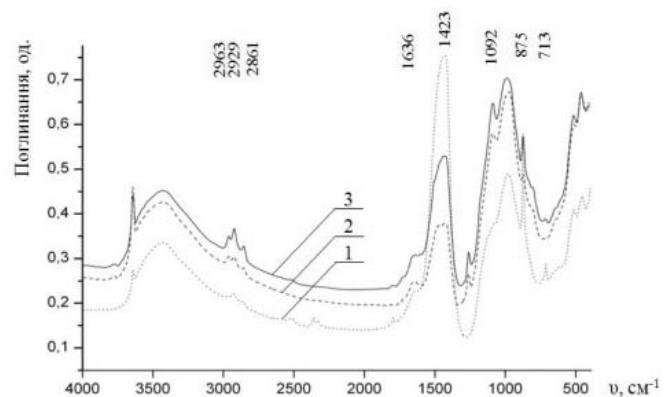


Рис. 2. ІЧ спектри поглинання вихідного цементного каменю (1), і просоченого сумішшю ВЦС/D4 після опромінення, кГр: 100 – (2), 200 – (3)

мінення змінюється інтенсивність поглинання гідроксильних груп. Відбувається зміщення смуги поглинання гідроксидів з максимумом при 3430 см<sup>-1</sup> та її розширення, що свідчить про наявність в системі OH груп з різною енергією, крім того на 8–12 см<sup>-1</sup> зміщуються в короткочастотну область смуги валентних коливань зв'язку Ca-O.

Для ВЦС подібні перетворення, у вивчених умовах, не є характерними, що обумовлено, вірогідно, ступенем напруженості його циклу і перерозподілом електронної щільності в молекулі.

За допомогою зондового мікроаналізу був визначений розподіл хімічних елементів по поверхні кристалу гідроокису кальцію, краї якого розмиті (рис. 3).

Аналіз результатів свідчить, що в переходному (розмитому на фотографії) шарі кристалічного утворення (зона В) вміст кальцію вище, ніж в цементній масі, що його оточує (зона С), але нижче, ніж в центральній частині відколу кристалу (зона А). При цьому концентрація кремнію в переходній зоні (В) мінімальна. Нерівномірний розподіл кремнію на поверхні, що зондується, може бути обумовлений не лише заповненням пор і мікротріщин імпрегнувачем складом ВЦС/D4, але і його хроматографічним розділенням на цементному камені. У зв'язку з різною сорбуючою здатністю і, відповідно, різною швидкістю переміщення компонентів імпрегнутої суміші по активній поверхні цементного каменю дуже вірогідне накопичення D4 біля поверхні кристалів Ca(OH)<sub>2</sub> та протікання реакції (1), що і призводить до утворення переходної зони В.

Той самий час, загальним явищем для зразків I – III є закономірне зниження сумарної долі кальцію в зразках і підвищення вмісту кремнію (табл. 1), що обумовлено просоченням цементного каменю силіконовими рідинами.

Елементний аналіз показав, що істотних змін вмісту алюмінію в зонах А-В-С не відбувається (рис. 3). Усереднений хімічний елементний аналіз поверхні відколів (за виключенням кристалів портландиту), просочених цементних зразків I – III (табл. 1) свідчить, що частка кисню закономірно зростає,

Таблиця 1  
Усереднений хімічний елементний аналіз складу поверхні відколу цементних зразків

Зразок	Просочення	Доза, кГр	Елементний склад, мас. %					
			O	Mg	Al	Si	K	Ca
Контрольний	-	50	44,90	0,49	1,36	6,85	0,88	39,21
I	ВЦС/D4	50	47,27	0,39	1,44	9,36	0,51	35,27
II	ВЦС/ДАДМС	200	47,03	0,42	1,27	10,08	0,55	32,26
III	ГКЖ-94М	50	50,91	0,47	1,35	7,75	0,52	34,07

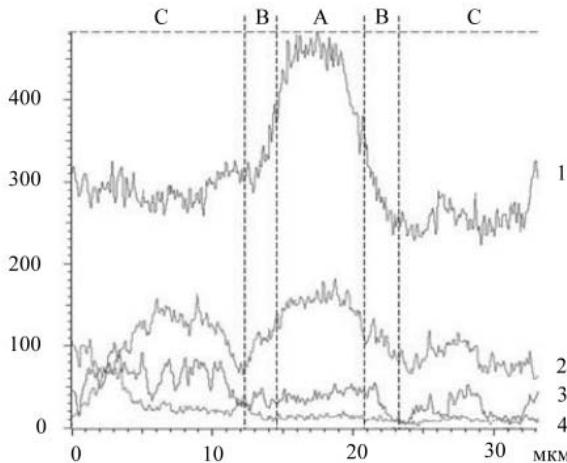


Рис. 3. Розподіл хімічних елементів по поверхні відколу кристалу портландиту: 1 – кальцій, 2 – кремній, 3 – кисень, 4 – алюміній

порівняно з контрольним завдяки наявності цього елементу в молекулах силіконів. Насичення цементного каменю силіконами призводить до падіння вмісту магнію і калію в модифікованих зразках (табл. 1).

Морфологічні особливості зразків, що досліджуються, вивчали методом скануючої електронної мікроскопії, використовуючи програмні комплекси AutoCad та Origin 7.5 [7]. Нами було визначено діаметр пор та виконано розрахунок функції їх розподілу за діаметром (рис. 4).

Математичний аналіз електронного зображення поверхні відколу контрольного зразка цементного каменю свідчить, що в ньому переважають дрібні пори з діаметром 0,75 мкм. При цьому максимальний діаметр пор досягає 3,5–4,0 мкм.

Просочення цементного каменю низьков'язкою сумішшю мономерів ВЦС/D4 з наступною радіаційною полімеризацією призводить до суттевого зниження, практично в 2 рази, частки дрібних пор та зміщення максимуму розподілення пор за розмірами 0,62 мкм. При цьому максимальний діаметр пор не перевищує 2,2–2,5 мкм. Даний факт свідчить про значну кальматацію пор цементного каменю силіконами, вірогідно з перекриттям дрібних пор і зменшенням діаметру великих пор, що призводить до зниження пористості зразків.

Аналогічна картина спостерігається для зразків оброблених ГКЖ-94М. Великі пори практично зникають, подібно зразкам з ВЦС/D4. Порівняно з контрольним зразком доля дрібних пор зменшується на 44 %. Очевидно, що композиції ГКЖ-94М, маючи більшу в'язкість, ніж ВЦС/D4, менш ефективна при заповненні дрібних пор.

Дещо інший характер має картина радіаційної полімеризації в цементному камені суміші ВЦС/ДАДМС. Аналіз

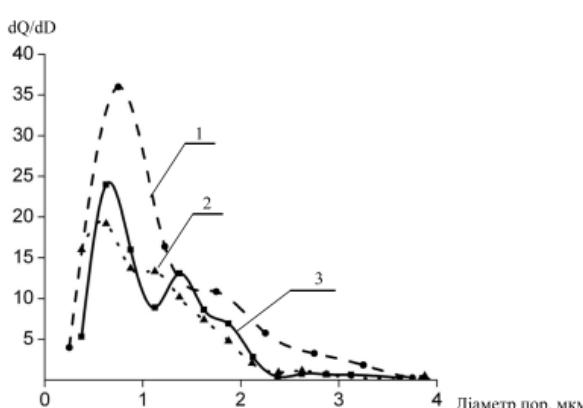


Рис. 4. Розподіл пор в поверхні відколу зразків цементного каменя контрольних – 1, модифікованих ВЦС/D4 – 2; ГКЖ-94М – 3

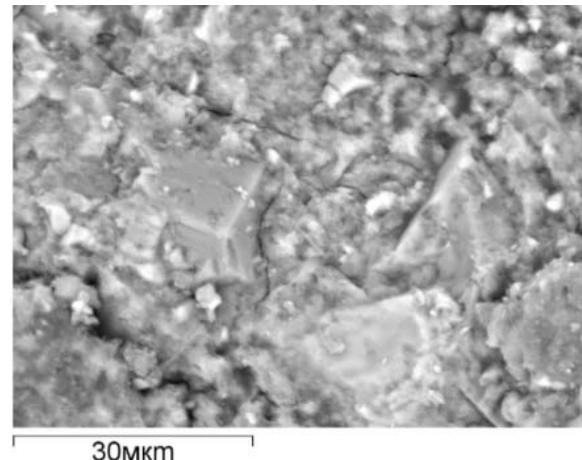


Рис. 5. Фотографія мікроструктури цементного каменя просоченого ВЦС/ДАДМС та опроміненого дозою в 50 кГр

мікрофотографії відколу (рис. 5) свідчить про майже повну кальматацію пор основи. Разом з тим на зображені чітко простежуються тріщини довжиною 5–30 мкм з розкриттям 0,4–0,6 мкм, не характерні для контрольного зразка. Слід констатувати, що радіаційне тверднення суміші ВЦС/ДАДМС викликає суттєві внутрішні напруження в цементному камені, викликані, вірогідно, контракцією реакційної суміші, наслідком чого є утворення вказаних тріщин.

## ВИСНОВКИ

1. ІЧ спектроскопічним аналізом показано, що при радіаційному твердінні октаметилциклотетрасилоксана (D4) в цементному камені відбувається його хімічна взаємодія з гідрокисом кальцію.

2. Методом скануючої електронної мікроскопії встановлена здатність силіконів кальмавати пори цементного каменю, в процесі його радіаційно-хімічної модифікації, на підставі аналізу розподілення пор за розмірами, показано, що найбільший інтерес представляє імпрегнуючий склад вінілгептаметилциклотетрасилоксана з октаметилциклотетрасилоксаном (ВЦС/D4 = 75/25), здатний суттєво знижати пористість зразків.

3. Показано, що силоксанова суміш, що містить зшиваючий агент (діаллілдиметилсілан) при радіаційно-хімічній полімеризації в цементному камені викликає внутрішні напруження, наслідком чого є виникнення сітки тріщин в об'ємі зразків.

## ЛІТЕРАТУРА

- Лучко Й.І., Глагола І.І., Назаревич Б.Л. Методи підвищенння корозійної стійкості та довговічності бетонних та залізобетонних конструкцій і споруд / К.: Каменяр, 1999. – 229 с.
- Підвищенння атмосферостійкості цементобетонних матеріалів поверхневою обробкою силоксановими композиціями / П.М. Коваль, Д.Ю. Колесник, В.Г. Сиченко, А.П. Баглай // Нові технології в будівництві. – 2005. – № 1(9). – С. 65–68.
- Колесник Д.Ю., Сахно В.И., Файнлейб А.М. Органсилоксаны при радиационно-химической санации бетона // Тез. Докл. XII Укр. к-ции по ВМС. – 2010. – 129 с.
- Радиационная установка с ускорителем электронов ИЯИ НАН Украины / В.И. Сахно, И.В. Вишневский, А.Г. Зелинский и др. // Атомная энергетика. – 2003. – Т. 94. – № 2. – С. 163–166.
- Воронков М.Г., Милешкевич В.П., Южелевский Ю.А. Силоксановая связь / Под ред. М.Г. Воронкова. Новосибирск: Наука, 1976. – 386 с.
- Беллами Л. Инфракрасные спектры сложных молекул. – М.: Иностр. л-ра. – 1963. – 591 с.
- О современных классификациях и методах исследования пористой структуры полимерных материалов / О.П. Григорьева, К.Г. Гусакова, О.Н. Старостенко, А.М. Файнлейб // Полимерный журнал. – 2011. – Т. 33. – №1. – С. 6–23 .

УДК 69.022.32

Менейлюк А.И., доктор техн. наук, профессор;

Бабий И.Н., канд. техн. наук, доцент;

Борисов А.А., канд. техн. наук, ассистент;

Волканов В.К., канд. техн. наук, ассистент, Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса

## ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ПЛОТНОСТИ МИНЕРАЛОВАТНОГО УТЕПЛИТЕЛЯ НА АДГЕЗИЮ К ОСНОВАНИЮ

В последнее время возрос интерес к новым технологиям утепления фасадов зданий, что находит свое отражение в предложениях на рынке строительного производства. Большая часть таких работ выполняется путем устройства систем теплоизоляции с внешней стороны здания, т.е. со стороны атмосферного воздействия. Широкое применение в таких системах в качестве материала теплоизоляции получило неорганический утеплитель.

Наиболее распространенные на строительном рынке Украины являются волокнистые утеплители из стекловолокна, шлаковаты, базальта. Как правило, они используются в виде плит различной жесткости для теплоизоляции фасадов [1, 2]. При проектировании наружной теплоизоляции зданий и сооружений необходимо учитывать множество факторов, оказывающих влияние на эффективность ее использования.

Представляло интерес изучить влияние плотности минераловатного утеплителя на показатель адгезионной прочности. Выбор данного показателя обусловлен тем, что он в значительной степени влияет на долговечность системы, а также его изучение дает возможность сократить технологический перерыв в процессе устройства утеплителя [3].

Для решения поставленной задачи изучено влияние времени твердения и плотности применяемого теплоизоляционного материала на величину адгезионной прочности. Экспериментальные исследования проводились в нормальных условиях. Исходя из результатов ранее проведенных исследований [4], было установлено, что оптимальное нанесение клея вертикальное по отношению к плоскости стены, а зуб шпателя равен 4 мм.

В современных фасадных теплоизоляционных системах широко применяются минераловатные плиты различных плотностей. В нашей работе рассматриваются наиболее применяемые минераловатные плиты с плотностями 90, 140 и 180 кг/м<sup>3</sup>.

Основным показателем, который отражает величину сцепления на границе «минераловатный утеплитель + клей», явля-

ется адгезионная прочность на касательный сдвиг. Для определения данного показателя была разработана методика [4].

Анализ полученных результатов исследований показал, что во всех случаях при увеличении плотности минераловатного утеплителя растет и адгезионная прочность склейки.

Очевидно, это связано с тем, что жесткость структурного каркаса материала утеплителя обуславливает механическую прочность наружного слоя [5]. Она зависит, в свою очередь, от следующих факторов: ориентации волокон по отношению к основному эксплуатационному воздействию; диаметра минеральных волокон; величин отрезков волокон между двумя соседними пересечениями волокон; вида закрепления минераловатных волокон в склейке – жесткого, шарнирного (в зависимости от вида связующего) или фрикционного (без связующего).

В результате исследований было установлено, что в течение 9–10 часов твердения kleевое соединение достигает своего максимального значения независимо от плотности минераловатного утеплителя. При этом следует отметить, что при плотности минераловатного утеплителя 90 кг/м<sup>3</sup> адгезионная прочность достигла 18,53 кПа. В свою очередь, при плотности минераловатного утеплителя 140 кг/м<sup>3</sup> адгезионная прочность достигла 26,77 кПа. При плотности минераловатного утеплителя 180 кг/м<sup>3</sup> адгезионная прочность достигла 40,91 кПа.

Необходимо отметить, что в течение первых 4-х часов твердения плотность минераловатного утеплителя не оказывает существенного влияния на адгезию, которая достигает в среднем 3,5 кПа (рис. 1).

В дальнейшем происходит резкое увеличение адгезии. Так, уже через 8 часов твердения, адгезия при плотности минераловатного утеплителя 90 кг/м<sup>3</sup>, достигла значения 15,8 кПа, что в 5 раз больше адгезии при 4 часах твердения. При плотности минераловатного утеплителя 140 кг/м<sup>3</sup> через 8 часов твердения адгезия достигла 21,6 кПа. Это в 7 раз больше, а при 180 кг/м<sup>3</sup> (33,1 кПа) – в 10 раз больше, чем для плотности 90 кг/м<sup>3</sup>. Через 10 часов твердения адгезионная прочность достигает границы, при которой происходит разрушение по минераловатному утеплителю, т.е. достаточной величины когезионной прочности при касательном сдвиге. Дальнейшие испытания приводят к разрушению минераловатного утеплителя в местах наиболее слабых связей либо к отрыву слоя, находящегося в контакте с kleem.

Также встречается комбинированный характер разрушения по материалу минераловатного утеплителя и, частично, по kleевому соединению. Такое разрушение также можно объяснить структурой и свойствами минераловатного утеплителя описанными выше.

### Выходы:

1. Независимо от плотности материала когезионный разрыв наступает через 10 часов твердения kleя.
2. В нормальных условиях твердения технологический перерыв может быть сокращен до 10 часов.

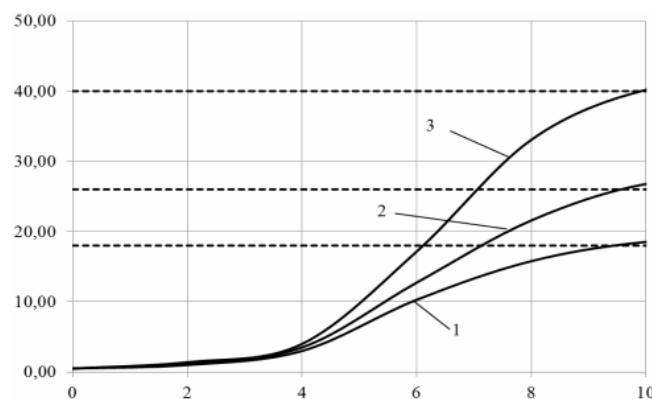


Рис. 1. Влияние времени твердения клея на адгезию к минераловатному утеплителю при следующих его плотностях: 1 – 90 кг/м<sup>3</sup>; 2 – 140 кг/м<sup>3</sup>; 3 – 180 кг/м<sup>3</sup>; пунктиром показана – граница разрушения по материалу

**ЛІТЕРАТУРА:**

- Чернявський В.В. Теплоізоляційно-опоряджувальні фасадні системи як засіб термомодернізації житлового фонду України / Чернявський В.В., Юрін О.І., Фаренюк Г.Г. // Ресурсно-економічні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – 2008. – Вип. 17.– С. 365–372.
- Есипов В.Г. Современная технология выполнения теплоизоляционных работ в строительстве и промышленности путем пневматической укладки базальтового супертонкого волокна "MAGMAWOOL" / Есипов В.Г., Зубко Ю.Е.,
- Зубко Е.И. // Строительное производство. – №50. – 2009.
- ДСТУ Б В.2.6-36:2008 «Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатурками».
- Волканов В.К. Технология приклеивания минераловатных плит к ограждающим конструкциям зданий / Волканов В.К. // Зб. наук.праць «Вісник». – Вип. 3(89). – Макіївка: ДонНАБА, 2011. – С. 64–68.
- Широкородюк В.К. Влияние ориентации волокнистой структуры на прочность минераловатного утеплителя повышенной жесткости // Научный журнал КубГАУ. – №26(2). – 2007.

УДК 666.973.6 (082);614.841

Сердюк В.Р., канд. екон. наук, доцент, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

## ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ВІДНОСНИХ ОБСЯГІВ БУДІВНИЦТВА ЖИТЛА ТА СТРУКТУРИ ВИКОРИСТАННЯ СТІНОВИХ МАТЕРІАЛІВ

**Вступ.** Житлово-будівельний комплекс є однією з найбільш значущих сфер національної економіки, він істотно впливає на всі сторони життєдіяльності суспільства. Забезпечення населення житлом та якість послуг житлового господарства є визначальними факторами рівня життя населення. Розвиток житлового будівництва дозволяє підтримувати соціальну стабільність у суспільстві, забезпечує зайнятість значної частини населення, є сферою підприємницької діяльності. У країнах з розвиненою ринковою економікою вкладення в цю сферу складають близько 20% ВНП.

Будівельний комплекс в багатьох країнах розглядається як локомотив розвитку економіки, адже одне робоче місце в будівництві забезпечує роботою працівників суміжних галузей економіки і насамперед в промисловості будівельних матеріалів. Як відомо, в будівництві використовується до 10% продукції машинобудування, 20% прокату чорних металів, 40% лісоматеріалів. Воно споживає вироби хімічної промисловості (лаки, фарби, пластмаси). Для виробництва будівельних матеріалів потрібна велика кількість матеріальних та енергетичних ресурсів. Будівельні матеріали, конструкції є важливою складовою частиною вантажообігу транспорту. Транспортні витрати в собівартості будівництва складають біля 15–20%. Нова квартира потребує меблів, телевізора, холодильника, пилесоса, посуду, спальної білизни, тощо. На випадково рахують, що одне робоче місце в будівництві створює 6–10 додаткових робочих місць в інших галузях економіки.

І навпаки, відсутність доступного житла створює соціальну напругу в суспільстві, ускладнює демографічні проблеми та можливості міграції робочої сили на нові робочі місця всередині країни і призводить до еміграції найбільш активної частини трудових ресурсів в інші країни.

Дефіцит житла є одночасно і резервом, який необхідно задіяти у якості інструменту відродження будівельного комплексу на регіональному рівні. Таким чином, будівництво є

найважливішою складовою соціально-економічного розвитку суспільства і локомотивом розвитку економіки.

**Мета роботи.** Проведення порівняльного аналізу відносних обсягів будівництва житла в деяких країнах СНД і дослідження тенденцій структури стінових будівельних матеріалів, що використовуються в будівництві.

**Аналітичні дослідження.** Для функціонування цивілізованого ринку житла відповідно до світових стандартів його повинно будуватися не менше 1 кв. м. на людину в рік. Вирішення житлової проблеми потребує суттєвого зростання не тільки обсягів будівництва, але і платоспроможного попиту населення.

Існуючі темпи житлового будівництва в Україні є абсолютно не прийнятними і недостатніми для задоволення потреб суспільства (рис. 1).

Як видно з рис. 1, Україна катастрофічно відстає від рівня показника міжнародних стандартів. Виходячи зі світового досвіду, для забезпечення доступності житла його в Україні має щорічно будуватись у 8–10 раз більше, ніж будується в останні 20 років, або більше 1000 кв. м на 1 тис. осіб в рік – 55–60 млн. кв. м житла щороку. Натомість в 2009 році було побудовано 6,4 млн. кв. м, в 2010 і 2011 роках відповідно 9,339 і 9,41 млн. кв. м. (рис. 2) [1].

Приріст відносних об'ємів житла в 2010–2011 роках зумовлений тим, що відповідно до постанови КМУ № 1035 від 09.09.2009 дачні і садові будинки, будинки побудовані без реєстрації в попередні роки, а це відповідно 4,36 млн. кв. м. в 2010 і 2,27 млн. кв. м житла в 2011 році, були зареєстровані власниками за спрощеною схемою, а органами державної статистики їх площа була віднесена в залік нового побудованого житла.

Як видно з рис. 2, дані офіційної статистики фіксують поступове зростання обсягів будівництва житла з 2000 року, проте за 20 років незалежності Україна так і не досягла навіть 50% «рекордного» показника будівництва житла 1987 року, коли на 1 тис. осіб будувалось 400 кв. м в рік.

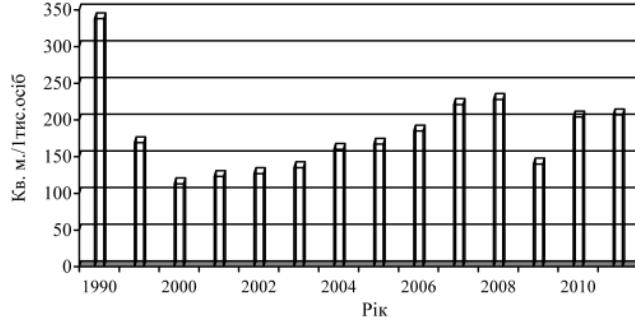


Рис. 1. Динаміка будівництва житла в Україні, кв.м./1 тис. осіб [1]

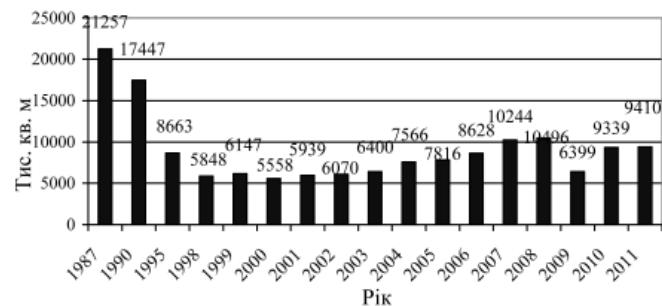


Рис. 2. Динаміка будівництва житла в Україні

Мінрегіонбуд оптимістично інформує суспільство про те, що будівництво успішно виходить з кризи: «В минулому році капіталовкладення в будівництво склали 174 млрд. грн., що на 20% більше, ніж у 2010 році. Близько 10% цих коштів вкладено державою. У 2011 році введено в експлуатацію 9,41 млн. кв. м житла, що на 43% більше показника 2010 року» [2].

Успішний розвиток будівельної галузі вимагає, перш за все, наявності фінансових, матеріальних і трудових ресурсів. Висока енергоемність виробництва основних будівельних матеріалів, низький рівень доходів населення, недоступність кредитних ресурсів і складності ведення будівельного бізнесу істотно ускладнюють вирішення житлової проблеми в Україні.

Економічні кризи впливають на всі сфери економіки, а будівельна галузь виступає своєрідним індикатором глибини кризи, при цьому, чим сильніше кризові явища в економіці, тим повільніше в подальшому будівельна галузь виходить на свій докризовий рівень розвитку, що особливо відчутно для економіки України. Пояснюється це інерцією інвестиційної сфери, тривалим циклом виробництва будівельної продукції.

За роки незалежності Білорусь і Казахстан практично наблизилися до рекордного показника будівництва житла 1987 року, Росія в докризовому 2008 році вийшла на рівень 88% від показника 1987 року, Україна – на рівень 49,37%, а в 2009 році досягла лише рівня 30,1 % від показника 1987 року. Будівельний комплекс Україна практично, як і економіка в цілому (падіння ВВП на 15% в 2009 році), за 20 років незалежності так і не відновилися від наслідків системної кризи переходного періоду 90-х років, і залишаються досить вразливими на прояв зовнішніх факторів світової фінансової кризи 2008–2009 року [3]. В табл. 1 приведені порівняльні показники будівництва житла в окремих країнах СНД за 2011 рік.

Таблиця 1

**Порівняльні показники будівництва житла  
окремих країн СНД**

Країна	Побудовано житла, % до 1987 року	Чисельність населення, млн. чол.	Побудовано житла в 2011 році	
			всього, млн. кв. м.	на одну люд., кв. м.
Росія	82	143,0	62,3	0,44
Білорусія	97,8	9,481	5,48	0,58
Казахстан	87	16,442	6,53	0,4
Україна	29,7	45,634	9,41	0,21

В той же кризовий 2009 рік у Республіці Білорусь обсяги будівництва житла зросли на 12,7%, в Росії та Казахстані скоротилися на 6,5%, а в Україні скорочення будівництва житла склало 39%. Дані офіційної статистики країн СНД свідчать про те, що за проміжок часу з 2000 по 2010 рік обсяги відносного будівництва житла в Білорусі збільшилися з 353 до 694 кв. м. на 1 тис. чоловік, в РФ з 207 до 409 і Казахстані з 82 до 410 кв. м на 1 тис. осіб. Поліпшення ситуації зі зростанням обсягів будівництва житла в Україні практично не відбулося.

Україна за підсумками 2012 року і прогнозами урядовців може вийти на показник докризового введення житла, який в 2007 році склав 10,2 млн. кв. м., хоча в кризовий 2008 рік Держкомстатом України було зареєстровано 10,4 млн. кв. м. введеного в експлуатацію житла. Мінрегіонбуд вважає, що при наявності платоспроможного попиту обсяг будівництва житла може бути збільшений в 3 рази.

Основною тенденцією будівництва житла для постсоціалістичних країн є істотне збільшення питомої ваги житла, побудованого за рахунок коштів самого населення. Житло – товар особливого роду, який задовільняє потребу громадян і є перевіrenoю і ефективною сферою вкладення капіталу, в

тому числі й іноземного, що має мінімальний ризик втрати коштів на первинному ринку житла.

З введенням в країнах СНД нових нормативних показників теплозахисту будівель, їх будівництво з використанням традиційних стінових матеріалів (цегла і керамзитобетонні панелі) стало економічно невигідним, тому що вимагало б збільшення товщини стін до 1,5–2,0 м або додаткових витрат на утеплення. Саме підвищення термічного опору огорожувальних конструкцій (стін) і надмірні витрати енергії на утримання житлового фонду привело до необхідності структурної перебудови виробництва та використання ефективних стінових матеріалів і зниження енергоемності їх виробництва.

Для оцінки теплозахисних властивостей огорожувальних конструкцій у будівельній практиці використовують величину, обернено пропорційну коефіцієнту теплопровідності – термічний опір, нормативні показники якого поступово збільшувалися в Україні, починаючи з 0,65–1,2  $\text{м}^2/\text{°C} \cdot \text{Вт}$  на початку 90-х до 2,8  $\text{м}^2/\text{°C} \cdot \text{Вт}$  станом на 2012 рік, хоча в 2010 році передбачалося підвищити його значення до з 2,8 до 3,2  $\text{м}^2/\text{°C} \cdot \text{Вт}$ .

Після світової енергетичної кризи 1970-х років і зростання цін на енергоносії в декілька разів, європейські країни істотно збільшили показники термічного опору огорожувальних конструкцій (табл. 2) і утеплили житловий фонд, наростили обсяги виробництва теплоізоляційних і конструкційно-теплоізоляційних матеріалів. На той час через легкодоступність енергоносіїв колишній СРСР ніяк не відреагував на прояви цієї кризи.

Утеплення житлового фонду в європейських країнах і будівництво енергоефективного житла забезпечило суттєве скорочення енерговитрат на утримання житлових будинків. З великим запізненням, через 20–25 років поспіль, Україна, як і інші країни СНД, почала поетапно піднімати норми термічного опору огорожувальних конструкцій до середньоєвропейського рівня з енергетичної оцінкою класу D.

В країнах ЄС, навіть на фоні досягнутих успіхів, передбачається подальше зниження енергоспоживання на 90% в будівлях до 2050 року. Відповідно до планів ЄС з 2018 року всі громадські будівлі повинні будуватися з нульовим або мінімальним споживанням енергії, а після 2020 року ці вимоги торкнутися і житлових будинків.

Таблиця 2

**Порівняльні показники термічного опору  
огорожувальних конструкцій деяких європейських  
країн ідентичних з першою кліматичною  
зоною України**

№ пп	Країна	Термічний опір, $\text{м}^2/\text{°C} \cdot \text{Вт}$	
		Зовнішні стіни	Покриття і перекриття горища
1	Україна	2,8	3,3/4,95
2	Росія	2,7	3,6
3	Білорусія	3,2	6
4	Естонія	3,57	4,5
5	Литва	5,0	6,25
6	Фінляндія	5,8	11,1
7	Європейські країни	3,3–4,0	3,5–5,0

Більше 90% житлового фонду України на сьогодні не відповідає існуючим нормативним вимогам термічного опору до огорожувальних конструкцій і вимагає додаткового утеплення. Для будівництва нового житла потрібне збільшення виробництва енергоефективних будівельних матеріалів. Таким чином, без істотного скорочення енерго-

споживання житловим фондом країни, на який приходиться 30–40% від усіх енергоносіїв, вирішити проблему житла в Україні не можливо.

Для підвищення енергоефективності будівель існує багато технологічних рішень: скорочення тепловтрат огорожувальних конструкцій будівель, зменшення «містків холоду»; поліпшення герметичності будівель; підвищення ефективності систем обслуговування; поліпшення контролю та регулювання системи опалення; ефективне використання внутрішнього приливу тепла в будівлях; впровадження відновлюваних джерел енергії. Але на сьогодні для підвищення енергоефективності нових будинків максимально пріоритетним і дійовим засобом залишається підвищення термічного опору огорожувальних будівельних конструкцій (стін, вікон, горищного покриття і перекриття).

Прискорений розвиток виробництва ніздрюватого бетону, як найефективнішого, практично безальтернативного і освоєнного в промислових масштабах конструктивно-теплоізоляційного матеріалу, є однією з найнагальніших завдань в галузі виробництва будівельних матеріалів. Якщо врахувати те, що обсяг ніздрюватого бетону в стінових конструкціях може становити 70–100%, то зростання обсягів їх виробництва дозволить істотно знизити загальні трудовитрати і вартість будівництва відповідно і ринкову вартість житла при одночасному забезпеченні нормативних показників теплозахисту будівель.

Якщо в 1958 році в колишньому СРСР вироблялося лише 100 тис. куб. м., то в 1991 році в СНД було вироблено близько 5,7 млн. куб. м. ніздрюватого бетону і підприємства прибалтійських республік виробляли біля 0,8 млн. куб. м [4]. В ті часи підприємства Україна щорічно випускали понад 1,2 млн. куб. м. виробів з автоклавного газобетону широкой номенклатури, Білорусія, РФ – по 1,7 млн. куб. м, Казахстан – близько 1 млн. куб. м. газобетону.

Розвал колишнього СРСР і послідуюча системна криза привела до катастрофічного падіння обсягів виробництва ніздрюватого бетону у всіх країнах СНД, особливо в Україні – з 1,2 млн. куб. м. у 1991 році до 0,1 млн. куб. м. у 2000 році. Деякі заводи в період економічного хаосу були просто порізані на металобрухт.

Ніздрюватий бетон, як найбільш перспективний матеріал, визнаний в світі сьогодні широко використовується в країнах ЄС і СНД. Застосування стінових матеріалів з ніздрюватими бетонами забезпечує зниження вартості: фундаментів до 30%, енерговитрат на опалення будівель до 35%, транспортних витрат до 30%, вартості одного м<sup>2</sup> житла до 20% [5].

Відомо, що підвищення теплозахисних властивостей конструкцій з ніздрюватого бетону і скорочення матеріаломісткості можливо при зменшенні середньої щільності виробів. Зниження щільності газобетону з D600 до D500, тобто на 17%, призводить до зменшення тепловтрат в середньому на 3%, а при зниженні щільності до D 400, десь на 34%, тепловтрати уменшуються на 11% [6]. Зменшення середньої щільності конструкції на 50 кг/м<sup>3</sup> при збереженні міцності дозволяє знизити за рахунок підвищення теплозахисних властивостей витрат палива на обігрів будівлі на 1 кг у.п. на 1 кв. м стіни на рік [7].

У європейських країнах питома вага виробів з ніздрюватого бетону стінових матеріалів складає близько 50%, а в Німеччині, Франції, Польщі, Чехії, Швеції, Фінляндії, Естонії, Білорусі – понад 50%, в Україні – значно нижче.

В останні декілька років розпочалось стрімке відродження промисловості виробництва автоклавного газобетону. У РФ працює 60 заводів загальною потужністю близько 10 млн. куб. м., Україна наростила потужності обсягів виробництва з 100 тис. куб. м. в 2000 році до 1,75 млн. куб. м у 2011 році, а протягом 2012 рік прогнозується довести обсяги виробництва газобетону до 2 млн. куб. м.

В Білорусі в 2010 році було випущено 2,8 млн. куб. м. автоклавного газобетону, що дозволяло їй досягти найбільших відносних обсягів будівництва житла на терені колишнього СРСР і тривалий час експортувати його в Росію та Україну. З урахуванням будівництва нових заводів, виробнича річна потужність підприємств, що виробляють автоклавний газобетон в цій республіці, складе близько 4 млн. куб. м., що значно перевищує потребу в блоках з ніздрюватого бетону [8].

Європейський досвід і досвід колишнього СРСР свідчить про те, що оптимальним є випуск широкого спектру газобетонних виробів, які включають стінові блоки, перемички, стінові панелі, плити перекриття і покриття. Застосування широкої номенклатури конструктивно-теплоізоляційних виробів дозволить скоротити на 15–20% терміни будівництва, знизити трудовитрати і зменшити вартість житла. Крім того, широка номенклатуру виробів спростить проектування і будівництво громадських та адміністративних будівель.

Лідеруюче становище Білорусії в будівництві житла багато в чому пояснюється її лідерством у виробництві автоклавного газобетону. На 1 тис. чол. Білорусія виробляє 305 куб. м, Росія – близько 100, Україні – 38 куб. м. на рік. В рамках виконання «Комплексної програми з будівництва та реконструкції енергоефективних житлових будинків в Білорусії на 2009–2010 і на перспективу до 2020 р.» планується впроваджувати в практику проектування енергоефективних будинків з комплексним використанням великих неармованих блоків, армованих стінових панелей, плит перекриття і покриття з автоклавного газобетону, які поширені в європейських країнах і раніше широко використовувалося в колишньому СРСР. Білорусія на період 1998–2015 рр. передбачає довести застосування ніздрюватого бетону в надземній частині будівель до 97%, скоротити витрати ефективних теплоізоляційних матеріалів в конструкціях зовнішніх стін на 95–97%, в конструкціях покриттів – на 55–60% за рахунок їх заміни на ніздрюваті бетони [9].

Всі пострадянські республіки переймаються проблемою підвищення коефіцієнта конструктивної якості ніздрюватих бетонів. Передові позиції на пострадянському просторі на сьогодні займає російська фірма, що випускає автоклавний газобетон в РФ і Україні під торговою маркою «Аерок» [10].

Ринок стінових будівельних матеріалів в країні має великий потенціал до розширення на користь автоклавних газобетонів, а питома вага енергоємкої у виробництві цегли буде зменшуватись.

## Висновки

В Україні будується житла в 2–4 рази менше на людину на рік по відношенню до сусідніх країн СНД, або в 8–12 раз менше, ніж в розвинених країнах світу. Пріоритетним напрямом при вирішенні житлової проблеми в країні має стати будівництво малоповерхового індивідуального житла з використанням ефективних стінових матеріалів: автоклавного газобетону, зберігальних панельних дерев'яних конструкцій, ефективних керамічних блоків.

Прискорений розвиток виробництва ніздрюватого бетону, як найефективнішого, практично безальтернативного і освоєнного в промислових масштабах конструктивно-теплоізоляційного матеріалу, є однією з найнагальніших завдань в галузі виробництва будівельних матеріалів. Нарощування фізичних обсягів виробництва автоклавних газобетонів в стінових конструкціях до 70–100% дозволить істотно зменшити вартість будівництва, ринкову вартість житла при одночасному забезпеченні нових нормативних показників теплозахисту будівель.

Енергоємність виробництва газобетонних виробів в 1,5–2 рази менше, ніж керамзитобетонних, цегельних. Застосу-

вання стінових матеріалів з ніздрюватих бетонів забезпечує зниження вартості: фундаментів до 30%, енерговитрат на опалення будівель до 35%, транспортних витрат до 30%, вартості одного кв. м житла до 20%.

Паралельно зі збільшенням обсягів виробництва ніздрюватого бетону в Україні має зростати виробництво і використання ефективної кераміки і зберігних щитових і дерев'яних виробів, відповідно і будинків, з їх використанням, які є досить поширеними в зарубіжних країнах.

## ЛІТЕРАТУРА

- Державний комітет статистики України. Електронний ресурс. Режим доступу: [ukrstat.gov.ua](http://ukrstat.gov.ua).
- Строительный бум-2012: рынок требует, власть осторожна в прогнозах <http://www.avbm.com.ua/activities/2014-statija2-05-04-2012>.
- Сердюк Т.В. Порівняльні показники житлового будівництва в деяких країнах СНД / Формування ринкових відносин в Україні: Збірник наукових праць. НДЕІ Вип. 6 (121) / Наук. ред. І.Г. Манцуров. – К., 2011.– С. 132–143.
- Червяков Ю.М. Ніздрюватий бетон – ефективний стіновий матеріал / Ю.М. Червяков // Строительные материалы и изделия. – 2008. №6(52). – С. 35–36.
- Ухова Т.А., Тарасова Л.А. Ячеистый бетон – эффективный материал для однослойных ограждающих конструкций жилых зданий // Строительные материалы. – TECHNOLOGY. – 2003. – №11. – С. 19–20.
- Вылегжанин В.П., Пинске В.А. О толщине наружных стен для жилых зданий из ячеистого бетона. Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка. Вип. 24. – Знання: 2007. – С. 101–106.
- Батяновский Э.И. Производство ячеистобетонных изделий автоклавного твердения: пособие / Э.И. Батяновский, Н.М. Голубев, Н.Н. Сажнев. – Минск: Стринко, 2009. – 128 с.
- Сажнев Н.П. Производство ячеистобетонных изделий в Беларуси на современном этапе / Н.П. Сажнев, С.Б. Беланович, Д.П. Бухта и др. // Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка. Наук. тех. збірн. Вип. 40. – 2011. – С. 147–160.
- Соколовський Л.В. Науково-технічні проблеми виробництва і застосування ніздрюватого бетону. – Будівельні матеріали та вироби. – 2002. – № 3. – С. 14–16.
- Рудченко Д.Г. Строительство жилья в Украине в контексте увеличения производства ячеистого бетона / Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка. Наук.-техн. збірник. – Вип. 41. – 2011. – С. 46–54.

УДК: 69.022.3

**Бабиченко В.Я., доктор техн. наук, профессор;**

**Кирилюк С.В., аспірант, Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса;**

**Батура О.О., магістр, Київський національний університет будівництва та архітектури, м. Київ**

## ТЕХНОЛОГІЯ ЗАМОНОЛІЧУВАННЯ СТИКІВ ТОНКОСТІННИХ ЕЛЕМЕНТІВ СТІНОВИХ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Однією з головних проблем подальшого розвитку науково-технічного прогресу у будівництві є проблема зниження маси будівельних конструкцій будинків та споруд. Маса стінових будівельних конструкцій малоповерхових житлових будинків може бути зменшена шляхом використання багатошарових огорожувальних конструкцій, які виконуються із тонкостінних елементів, виготовлених із конструкційного важкого дрібнозернистого бетону, та теплоізоляційного шару, розташованого поміж ними.

Розробка технології формування тонкостінних елементів (армоцементних та фібробетонних) із важкого дрібнозернистого бетону за допомогою нового технологічного обладнання, у вигляді металевих пристрій, дозволила вирішити проблему отримання багатошарової полегшеної стінової будівельної конструкції, з використанням якої є можливість знизити не тільки масу стінової конструкції, але й енергомісткість, трудомісткість і вартість будівельної продукції [1].

У якості теплоізоляційного шару, стінових будівельних конструкцій, можуть бути використані різні теплоізоляційні матеріали, у тому числі відходи промисловості та сільського господарства. Головним показником якості теплоізоляційного шару огорожувальної конструкції є тепlopровідність, яка залежить від властивостей теплоізоляційних матеріалів та їх вологості. Відомо, що теплоізоляційні матеріали огорожувальних конструкцій повинні мати показники тепlopровідності не більше 0,175 Вт/(м.К) та середньої щільності не більше 500 кг/м<sup>3</sup> [2].

Тепlopровідність матеріалу залежить від ступеня його пористості та характеру пор, структури, вологості, температури та від виду матеріалу. Найбільший вплив на тепlopровідність матеріалу має його пористість. Чим менша середня щільність матеріалу, тим більше у ньому пор, що заповнені

повітрям, яке має незначну тепlopровідність – 0,023 Вт/(м.К). Зміна вологості теплоізоляційних матеріалів суттєво впливає на зміну їх тепlopровідності. У зв'язку з тим, що тепlopровідність води – 0,58 Вт/(м.К), тобто у 25 разів більша, ніж для повітря, пори, які заповнені водою, легко пропускають тепловий потік, тому тепlopровідність матеріалу при підвищенні його вологості зростає [3].

При використанні багатошарових стінових огорожувальних конструкцій, які виконані із тонкостінних елементів і теплоізоляційних матеріалів, необхідно мати надійну щільність стикових з'єднань тонкостінних елементів і таким

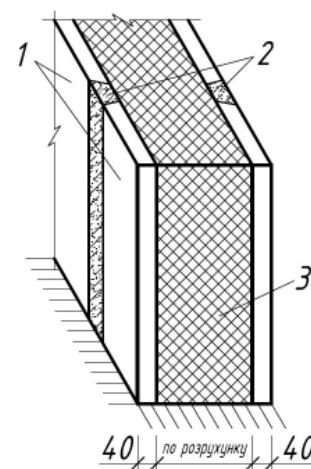


Рис. 1. Схема стінової огорожувальної конструкції з використанням тонкостінних елементів та теплоізоляційного шару проміж ними: 1 – тонкостінні елементи; 2 – замонолічені стики тонкостінних елементів; 3 – теплоізоляційний шар стінової огорожувальної конструкції



Рис. 2. Комплект технологічного обладнання, яке використовується для замонолічування стиків тонкостінних елементів огорожувальних конструкцій: 1 – бункер-пістолет; 2 – пересувний компресор; 3 – шланг повітряний

чином забезпечити умови щодо збереження властивостей теплоізоляційного шару стінової конструкції (рис. 1).

Для забезпечення надійності та довговічності тонкостінних армоцементних та фібробетонних елементів замонолічування їх стиків згідно вимогам нормативних документів слід виконувати дрібнозернистими бетонами класу не менше ніж клас бетону елементів, що об'єднуються [4, 5].

Найголовнішим питанням створення ефективної технології замонолічування стиків тонкостінних елементів, виготовлених із використанням конструкційного важкого дрібнозернистого бетону, є розробка ефективного способу укладання та ущільнення дрібнозернистої бетонної суміші у порожнині стику. При цьому найбільш суттєвими якісними показниками є щільність та міцність матеріалу замонолічування у порожнині стику, а також міцність зчеплення бетону замонолічування зі стикуемими бетонними поверхнями тонкостінних елементів.

З будівельної практики відомо, що однією із ефективних технологій бетонування, яка дозволяє отримувати міцні та щільні дрібнозернисті бетони на поверхні бетонних та залізобетонних конструкцій у процесі їх підсилення чи ремонту, з забезпеченням міцного зчеплення з бетонною поверхнею, є технологія пневматичного бетонування.

Шляхом аналізу технологічних особливостей способів технології пневматичного бетонування, використовувемого при цьому обладнанні і конструктивних особливостей стикових з'єднань тонкостінних елементів, для замонолічування стиків тонкостінних елементів огорожувальних конструкцій, які мають товщину 20–40 мм і виготовляються із конструкційного важкого дрібнозернистого бетону, було прийняте рішення застосувати спосіб мокрого торкретування із використанням технологічного обладнання: бункера-пістолета та пересувної компресорної станції (рис. 2).

Головною особливістю способу мокрого торкретування є те, що необхідні компоненти дрібнозернистої бетонної суміші спочатку чітко дозуються і перемішуються з необхідною кількістю води замішування та розчинами хімічних добавок і тільки після цього готова бетонна суміш подається у

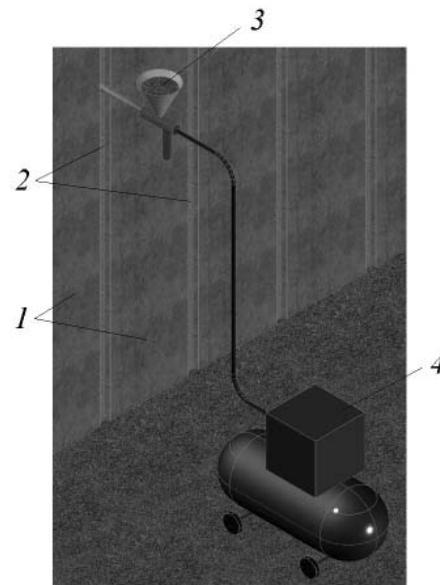


Рис. 3. Технологічна схема замонолічування стиків тонкостінних елементів огорожувальних конструкцій:  
1 – тонкостінні елементи; 2 – стики тонкостінних елементів до замонолічування; 3 – бункер-пістолет; 4 – пересувний компресор

бункер-пістолет, до якого підключається стисле повітря від пересувної компресорної станції. За допомогою стислого повітря потік дрібнозернистої бетонної суміші прискорюється та у струмені стислого повітря укладається у порожнину стику (рис. 3).

## Висновки

Розроблена технологія замонолічування стиків тонкостінних елементів огорожувальних конструкцій з використанням мокрого способу торкретування та ефективного технологічного обладнання, а також дрібнозернистої бетонної суміші дозволила досягти: необхідної якості бетону у порожнині стику; високого зчеплення бетону замонолічування з поверхнею бетону тонкостінних елементів, що об'єднуються.

## ЛІТЕРАТУРА

- Пат. 92794 України, МПК (2009) В 28 В 1/30, В 28 в 13/00. Метальний пристрій для укладання та ущільнення бетонних сумішей / Бабиченко В.Я., Данелюк В.І.; заявник та патентовласник Одеська державна академія будівництва та архітектури. № а 2008 12967; заявка 07.11.2008; публікація 10.12.2010, Бюл. № 23.
- ГОСТ 16381-77 (СТ СЭВ 5069-85). Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Классификация и общие технические требования. – М.: Госстандарт СССР, 1977. – 6 с.
- Строительное материаловедение: [учебник] / [П.В. Кривенко, Е.К. Пушкарева, В.Б. Барановский и др.]. – К.: Основа, 2007. – 704 с.
- ДСТУ-Н Б В.2.6-78:2009. Настанова з проектування та виготовлення сталефібробетонних конструкцій. – К.: Укрархбудінформ, 2009. – 40 с.
- СНиП 2.03.03-85. Армоцементные конструкции. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1985. – 24 с.

# **СУХОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО**

1–2 листопада 2012 року в Київському національному університеті будівництва та архітектури (м. Київ, Повітрофлотський проспект, 31) відбулася щорічна Міжнародна науково-практична конференція

## **«Сухе будівництво: товарознавчі аспекти розвитку галузі».**

Конференція проводилася за підтримки ТОВ «Кнауф Гіпс Київ» та Асоціації «Українські будівельні матеріали та вироби».

Головою організаційного комітету виступив П.В. Захарченко, кандидат технічних наук, професор, завідувач кафедри товарознавства та комерційної діяльності в будівництві КНУБА, Віце-президент Академії будівництва України, керівник відділення „Будівельні матеріали та вироби” цієї академії, член Науково-методичної комісії Міністерства освіти, науки, молоді та спорту України з напряму „Торгівля”, Лауреат премії Ленінського комсомолу 1985 р. та лауреат премії Академії будівництва України імені М.С. Буднікова 2008 р.

Особливий інтерес викликали доповіді зарубіжних гостей, зокрема виступ члена правління німецької фірми «Кнауф Гіпс» КГ (м. Інгольштадт), керівника центральної наукової лабораторії компанії Кнауф професора Х.-У. Хуммеля на тему «Санація будівель на засадах сталого розвитку. Теорія і практика». Доктор Т. Козловські, генеральний директор компанії «Кнауф – ЮСДжі Системз» (м. Дортмунд) розповів про асортимент та технологічні особливості застосування цементних плит «Аквапанель». Виступ архітектора, керуючого партнера фірми «Шмідхубер» (м. Мюнхен) Л. Віхелля був пов’язаний з темою «Тенденції в сухому будівництві – вільні форми з легкими будівельними системами». Професор доктор М. Грюгер з Вищої економічної школи м. Мюнхена представив доповідь про особливості ринку нерухомості Німеччини та про методику оцінки інвестиційних об’єктів. В програмі конференції також виступи представників таких відомих зарубіжних фірм, як ТЕБОДІН (Нідерланди) про застосування систем сухого будівництва на об’єктах «Євро 2012», Кнауф – Інсулейшн (Німеччина) про новітні розробки в галузі виробництва високоекективних екологічно чистих теплоізоляційних матеріалів, АМФ (Німеччина) про асортимент плитних і комплектуючих матеріалів для підвісних стель та про новинку на ринку плитних матеріалів – акустичну панель “Heradesign” із деревного волокна на магнезіальному в’яжучому.

Роботу конференції висвітлювали представники провідних періодичних видань у галузі будівництва, зокрема, всеукраїнський науково-технічний і виробничий журнал «Будівельні матеріали і вироби».

Конференція пройшла на високому науковому та організаційному рівнях і послужила, свого роду, майданчиком для обміну думками і досвідом між провідними українськими, російськими та зарубіжними вченими в галузі сухого будівництва і центром налагодження ділових контактів.

УДК 624.072

Горохов Е.В., доктор техн. наук, профессор, заведующий кафедрой металлических конструкций, ректор Донбасской национальной академии строительства и архитектуры,

Президент Украинской ассоциации по металлическим конструкциям,

иностранный член Российской академии строительства, академик Академии высшей школы и Академии строительства Украины, член Международного комитета

по изучению воздействия ветра на здания и сооружения;

Старченко А.Ю., Генеральный директор ДП "Кнауф Маркетинг", г. Киев;

Клименко С.В., канд. техн. наук, директор Технического департамента ДП "Кнауф Сервис Украина", г. Киев;

Бармотин А.А., канд. техн. наук, доцент кафедры «Технология и организация строительства»

Донбасской национальной академии строительства и архитектуры;

Мнацаканян К.Б., старший преподаватель кафедры металлических конструкций

Донбасской национальной академии строительства и архитектуры, Донецкая область, г. Макеевка

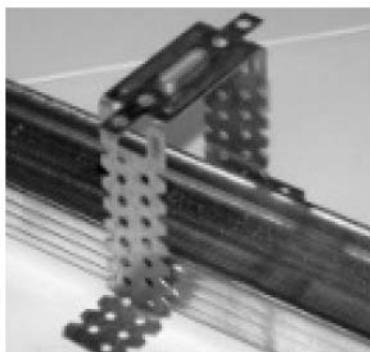
## **ОЦЕНКА ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ПРИГОДНОСТИ ГИПСОКАРТОННЫХ ПОТОЛКОВ КНАУФ ПРИ НАЛИЧИИ ХАРАКТЕРНЫХ НАРУШЕНИЙ ТЕХНОЛОГИИ МОНТАЖА**

При устройстве подвесных потолков из ГКЛ монтажники зачастую слабо знакомы с рекомендуемыми конструктивными решениями, технической и методической документацией, разработанной для данных конструкций. Это приводит к непредсказуемым результатам при эксплуатации подвесных потолков и не позволяет определенно

гарантировать высокие эксплуатационные качества монтируемых систем.

Цель исследований. Исследовать работу подвесных гипсокартонных потолков при изменении жесткостных характеристик конструктивных элементов.

В общем случае конструктивное решение подвесных потолков предусматривает облицовку, крепеж-



а)



б)



в)

Рис. 1. Комплектующие элементы: а) прямой подвес 60/125, б) двухуровневый соединитель CD 60/60, в) удлинитель CD профилей 60/110 (в)

ные элементы и каркас, который крепится к базовому перекрытию и обеспечивает необходимую жесткость и ограничение прогиба всей конструкции с учетом требуемых условий эксплуатации.

Численное моделирование НДС проводилось для подвесного двухуровневого гипсокартонного потолка, выполненного по системе D 112 Кнауф (рис. 2). Каркас выполнен из основных и несущих профилей CD 60/27, которые расположены в разных уровнях и взаимно перпендикулярны. Соединение профилей выполняется двухуровневым соединителем (соединительная муфта типа П). Шаг несущих профилей рекомендуется принимать 500 мм и 400 мм соответственно при поперечном и продольном расположении гипсокартонных плит (ГКП).

Профиль UD служит в качестве направляющей для CD профиля при монтаже каркаса подвесного потолка и крепится по периметру помещения.

В среднем, при однослоиной обшивке из ГКП 12,5 мм (класс нагрузки по DIN 18168 до 0,15 кН/м<sup>2</sup>), шаг основных профилей составляет 900 мм, а расстояние между подвесами не должно превышать 1000 мм. Эти параметры взаимосвязаны и могут корректироваться в определенном диапазоне. Максимальная длина консольного участка основного профиля принимается не более 1/3 шага подвесов, а несущего – до 100 мм.

В сложившейся ситуации, даже при строительстве крупных и ответственных объектов имеет место ухудшение качества монтируемых гипсокартонных подвесных потолков, связанное как с нарушением технологии, так и с желанием заказчика строительства и подрядчика минимизировать расходы за счет использования более дешевых материалов, имею-

щих значительные отклонения от жесткостных характеристик, регламентируемых в технической документации фирмой Кнауф.

Поэтому кроме стандартного (эталонного) решения просчитывалась системы с использованием так называемого «потолочного гипсокартона» толщиной 9,5 мм вместо 12,5 мм и широко реализуемых утоненных профилей CD 60/27 и F 47/17 с толщиной стенок 0,4 мм в отличии от регламентируемой фирмой Кнауф 0,6 мм. Для получения более достоверных и полных данных моделировался прогиб железобетонного перекрытия от возможной временной нагрузки при эксплуатации и распространенное нарушение технологии монтажа гипсокартонной облицовки (табл. 1).

#### Моделирование расчетной схемы подвесного потолка из ГКП

Расчет несущих конструкций подвесного потолка выполнялся по первой и второй группе предельных состояний (на прочность и пригодность к нормальной эксплуатации). Расчет производился с использованием программного комплекса «SCAD Office» при упругой работе материала, в основу которого положен метод конечных элементов (МКЭ). При моделировании работы гипсокартонных потолков по системам № 1 и № 2 были приняты следующие предпосылки:

- подвесы имеют шарнирное соединение с профилем;
- сопряжения основных и второстепенных профилей принято шарнирным;
- гипсокартонная облицовка рассматривается как ортотропная цельная плита с равнопрочными поперечными и продольными направляющими.

Таблица 1

#### Исследуемые факторы влияния на напряженно-деформированное состояние подвесных гипсокартонных потолков

Фактор влияния	Характеристика
Физико-технические характеристики гипсокартонной плиты	ГКП 12,5 мм, масса 8,0 кг/м <sup>2</sup> ГКП 9,5 мм, масса 6,5 кг/м <sup>2</sup>
Геометрические характеристики несущего и основного профилей	CD 60x27, толщина от 0,4–0,6 мм
Прогиб железобетонного перекрытия от временной нагрузки	Прогиб f=0 мм, прогиб f=5 мм от временной нагрузки q=2,5 кН/м <sup>2</sup>
Характерное нарушение технологии монтажа	Закрепление ГКП по периметру помещения к направляющему профилю UD

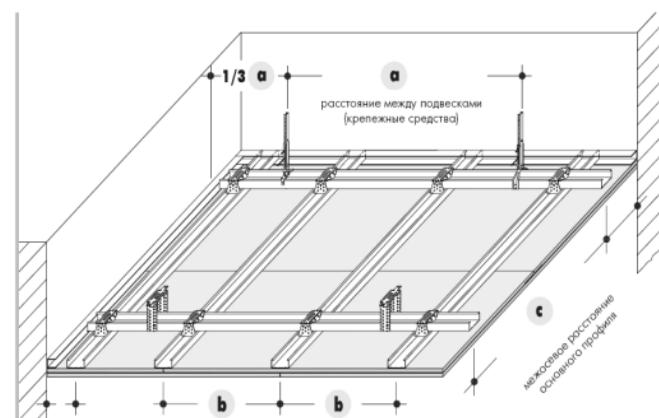


Рис. 2. Конструктивное решение подвесного потолка по системе D 112 Кнауф

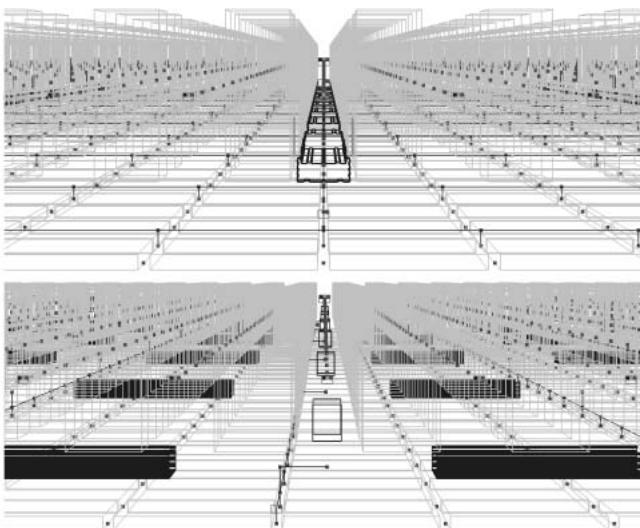


Рис. 3. Графическая модель подвесного гипсокартонного потолка по системе D 112 Кнауф речными и продольными стыками и шарнирным закреплением к несущему профилю;

- подвесной потолок работает совместно с базовой железобетонной панелью перекрытия опирающейся по контуру на несущие стены;
- расчетная схема подвесного потолка состоит из универсальных пространственных стержневых и пластинчатых конечных элементов (КЭ).

При расчете определялись нормальные и касательные напряжения в продольном и поперечном направлениях гипсокартонной плиты, после чего исследовались максимальные приведенные напряжения по первой теории прочности (теории наибольших нормальных напряжений).

Анализ работы подвесных потолков показал, что при соблюдении технических решений фирмы Кнауф и требований к монтажу прогиб железобетонного перекрытия от временной нагрузки не оказывает существенного влияния на НДС гипсокартонной обшивки, а в ряде случаев снижает до 15 % уровень растягивающих напряжений, за исключением случаев закрепления ГКП по периметру помещения к направляющему профилю UD, что при прогибе перекрытия приводит к

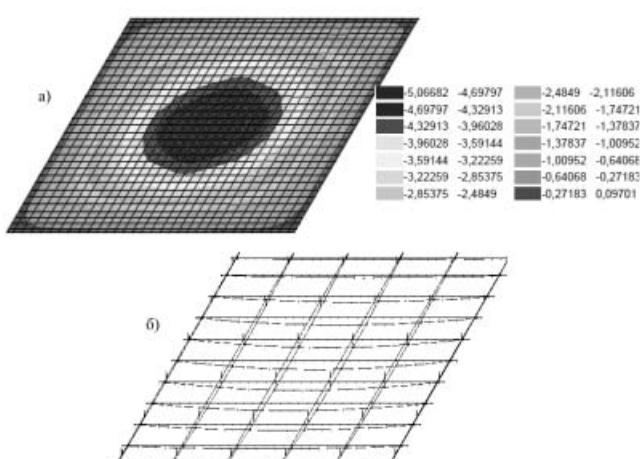


Рис. 5. Вертикальные перемещения подвесного потолка (мм) по системе D 112 Кнауф от собственного веса  $q=0,15 \text{ кН/м}^2$  и прогиба ж/б перекрытия от действия временной нагрузки  $q=2,5 \text{ кН/м}^2$ : а) гипсокартонной плиты; б) совместное отображение исходной и деформированной схемы каркаса потолка

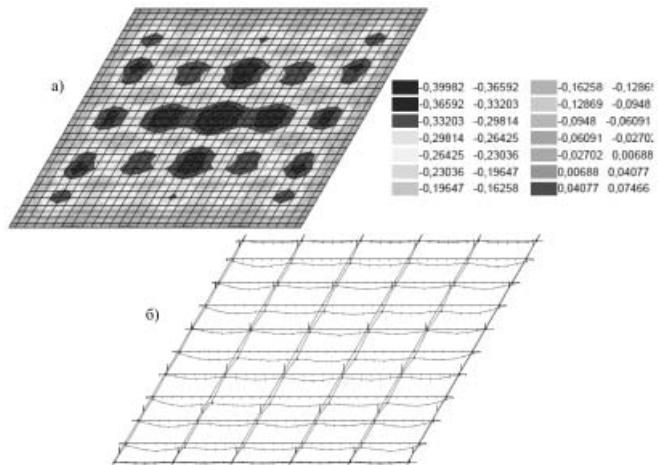
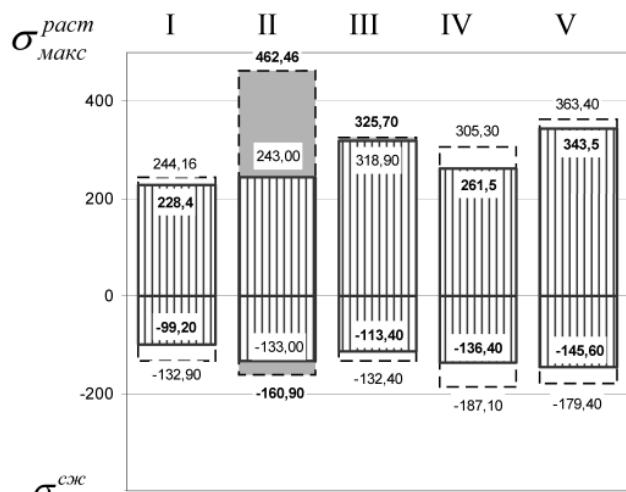


Рис. 4. Вертикальные перемещения подвесного потолка (мм) по системе D 112 Кнауф от собственного веса  $q=0,15 \text{ кН/м}^2$ :

а) гипсокартонной плиты; б) совместное отображение исходной и деформированной схемы каркаса потолка резкому скачку растягивающих напряжений в 1,9 раза на лицевой стороне гипсокартонной облицовки;

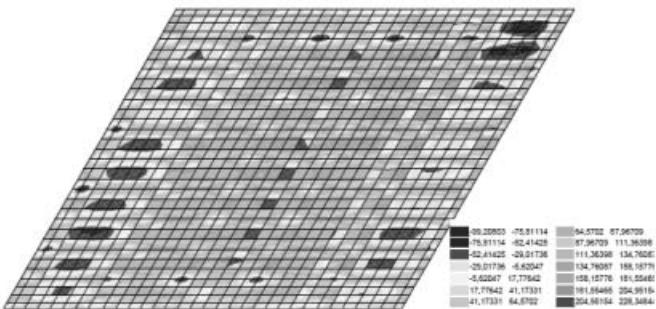
Использование ГКП 9,5 мм и утоненного профиля ( $t=0,4 \text{ мм}$ ) приводит к увеличению растягивающих напряжений до 30 % и 25 %, соответственно. При их совместном использовании максимальные растягивающие напряжения и деформации в гипсокартонной облицовке возрастают до 50 % по сравнению с эталонными вариантами.



№ варианта	Характеристика комплектующих элементов
I	Профиль CD 60, $t=0,6 \text{ мм}$ , ГКП 12,5 мм (эталонный вариант)
II	То же с закреплением ГКП по периметру к направляющему профилю UD
III	Профиль CD 60 $t=0,6 \text{ мм}$ , ГКП 9,5 мм
IV	Профиль CD 60 $t=0,4 \text{ мм}$ , ГКП 12,5 мм
V	Профиль CD 60 $t=0,4 \text{ мм}$ , ГКП 9,5 мм

Рис. 6. Сопоставление приведенных максимальных напряжений в ГКП с учетом прогиба ж/б плиты от временной нагрузки при различных сочетаниях жесткостных характеристик материалов.

— увеличение и уменьшение напряжений при прогибе ж/б плиты



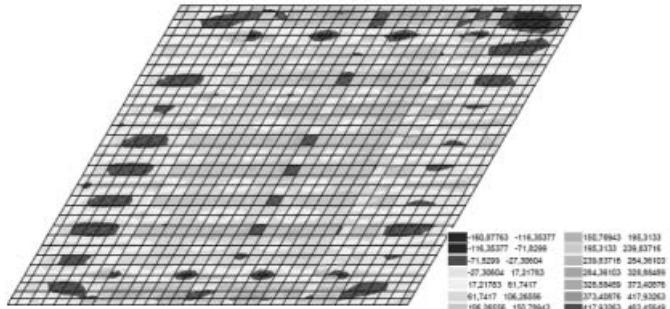
*Рис. 7. Поля приведенных напряжений ( $\text{kH}/\text{м}^2$ ) по I теории прочности на лицевой стороне гипсокартонной облицовки подвесных потолков по системе D 112 Кнауф от действия собственного веса, временной нагрузки на ж/б перекрытия (прогиб  $f=5\text{мм}$ ), при использовании ГКП 12,5 мм, CD 60  $t=0,6$  мм (эталонный вариант)*

Без проведения ряда мероприятий (увеличение количества крепежных элементов, уменьшение шага профилей, использования более прочного шовного и армирующего материала и т.д.) и при возникновении дополнительных силовых факторов (температурные перепады, реологические процессы и т.п.) это приведёт к достижению предела трещиностойкости стыков и дополнительным неучтеным прогибам и, как следствие, к потери эстетического вида, как основного критерия эксплуатационной пригодности подвесных потолков.

#### *Выводы*

1. Каркас подвесных потолков рассчитан на толщину CD профилей 0,6–10% мм, массовое применение строителями утоненных профилей без корректировок конструктивной схемы является грубым нарушением и влечет за собой снижение жесткости всей системы и, как следствие, дополнительные прогибы и прирост напряжений в ГК обшивке.

2. Использование для подшивки ГКП толщиной 9,5 мм взамен регламентируемой плиты 12,5 мм недопустимо, так как требует повторного изменения



*Рис. 8. Поля приведенных напряжений ( $\text{kH}/\text{м}^2$ ) по I теории прочности на лицевой стороне гипсокартонной облицовки подвесных потолков по системе D 112 Кнауф от действия собственного веса, временной нагрузки на ж/б перекрытия (прогиб  $f=5\text{мм}$ ), при использовании CD 60  $t=0,6$  мм, ГКП 12,5 мм закрепленного по периметру к UD (вариант с нарушением технологии монтажа)*

шага несущих профилей, одновременно снижает прочность, трещиностойкость стыка и существенно увеличивает концентрацию напряжений в гипсокартонной облицовке, что приводит к нарушению нормальной эксплуатации подвесных гипсокартонных потолков и исчерпанию ресурса долговечности.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

- ДБН В.1.2-2:2006 “Нагрузки и воздействия. Нормы проектирования”.
- Parameteridentifikation fyr KNAUF GKB-Platten, 12.5mm, projektnummer Knauf SWW08085, 01. Juli 2008.
- Технические листы D11 «Гипсокартонные потолки фирмы Кнауф».
- Перельмутер А.В., Сливкер В.И Расчетные модели сооружений и возможность их анализа. – Издво «Сталь». – К., 2002. – 606 с.
- А.С. Городецкий, И.Д. Евзеров Компьютерные модели конструкций. – К.: Факт, 2007. – 394 с.
- 6 Циприанович И.В., Старченко А.Ю. Комплектные системы сухого строительства. – К.: Издательство ОАО Мастера, 1999 г. – 184 с.

УДК 691.311

Дворкін Л.Й., доктор техн. наук, професор;

Мироненко А.В., канд. техн. наук, доцент;

Поліщук-Герасимчук Т.О., канд. техн. наук, асистент, Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне

## **СУХІ ГІПСОВІ І ФОСФОГІПСОВІ СУМІШІ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ЕФЕКТИВНИХ МОДИФІКАТОРІВ**

Усім відома концептуальна схема розвитку будівельного сектору «наука – виробництву». На основі наукових досліджень виникають ідеї, гіпотези, які підтверджуються в теоретичні основи, що в подальшому, на практиці, впроваджуються у виробництво будівельних матеріалів. Особливу увагу науковців та виробничників привертає одне із найстаріших мінеральних в'яжучих – гіпсове. В Україні відомі численні родови-

ща гіпсу – Пісківське, Михайлівське, Артемівське та ін., тоді як у світі поклади цього матеріалу, осадового походження, є в Татарстані, північній Європейській частині Росії, Башкирії та на Кавказі, а найбільшими виробниками гіпсовых в'яжучих (ГВ) є США, Іран та Канада. В останні роки науково-технічні пріоритети розставлені так, що виготовлення ГВ пов'язане із використанням у якості сировини багатотоннажних

гіпсовміщуючих відходів на противагу природній сировині. Найбільший інтерес у виробництві ГВ представляє відхід хімічної промисловості – фосфогіпс (утворюється при одержанні фосфорної кислоти та фосфорних добрив). Фосфогіпс (ФГ) відрізняється від природного гіпсового каменю за зерновим та хімічним складом і властивостями. Як відомо [1; 2], в ньому міститься двоводний гіпс та домішки, в яких є сполуки фосфору (1,5–2 %). На сьогодні існує значний практичний досвід та накопичені результати наукових досліджень, що дозволяють використовувати різні технології отримання гіпсовых в'яжучих із фосфогіпсу в залежності від складу кінцевого продукту його переробки (отримання  $\alpha$ - та  $\beta$ -напівгідратних в'яжучих, ангідритових та ін.).

Номенклатура будівельних матеріалів на основі гіпсовых в'яжучих вирізняється своєю чисельністю та різноманітністю: гіпсокартонні та гіпсоволокнисті листи, плити, блоки, архітектурні деталі і декоративні вироби, а також сухі будівельні суміші та бетони. Застосування ГВ при виготовленні будівельних матеріалів обумовлено перш за все сукупністю їх позитивних властивостей: екологічність, відсутність усадочних деформацій, швидке зростання міцності, тепло- і звукоізоляційні властивості, вогнестійкість.

Провідне місце серед будівельних матеріалів на основі ГВ займають сухі будівельні суміші (СБС) модифіковані – однорідні сипучі композиції оптимального складу, що вміщують точно віddозовані та перемішані сухі компоненти. У відповідності з діючими в Україні нормативними документами ДБН В.2.6–22–2001 «Конструкції будинків і споруд. Улаштування покріплів із застосуванням сухих будівельних сумішей» та ДСТУ-П Б В.2.7-126:2011 «Суміші будівельні сухі модифіковані. Загальні технічні умови», сухі гіпсові суміші класифікують наступним чином: клейові; для заповнення швів; для штукатурних робіт; для підготовки поверхні під опорядження; для влаштування підлог.

Розглянемо загальні рецептури сухих будівельних сумішей модифікованих. Згідно ДБН В.2.6–22–2001 сухі суміші для штукатурних робіт, підготовки поверхні під опорядження та влаштування підлог містять в своєму складі наступні компоненти:

<i>гіпсова суміші для штукатурних робіт</i>	гіпс, вапно, наповнювачі, полімерні модифікуючі компоненти, сповільнювачі тужавлення та інші домішки
<i>суміші для підготовки поверхні під опорядження</i>	мінеральні в'яжучі, наповнювачі та різні домішки
<i>сухі суміші для влаштування підлог</i>	мінеральні в'яжучі, заповнювачі, наповнювачі та різні домішки, в тому числі й такі, що підвищують тріщиностійкість, стійкість до стирання, морозостійкість і водостійкість дозчинів

Тенденції сучасного сухого виробництва пов'язані із введенням до складу сухих сумішей спеціалізованих добавок, які ці суміші модифікують, а саме покращують технологічні та експлуатаційні властивості СБС [3]. Проте актуальним є не лише використання хімічних добавок при виготовленні модифікованих сухих сумішах, але й різноманітних наповнювачів, залучення в гідратаційні процеси новітніх активних мінеральних добавок, ефективних поверхнево-активних речовин та ін. [4].

Мета даної роботи полягала в наступному:

1. Розробити ефективний поліфункціональний модифікатор гіпсовых систем на основі сучасних суперпластифікаторів і визначити можливості суттєвого збільшення міцності гіпсовых та фосфогіпсовых

в'яжучих (ФГВ)  $\beta$ -модифікації при його використанні.

2. Розробити склади високоякісних гіпсовых СБС на основі модифікованих гіпсовых та фосфогіпсовых в'яжучих з використанням дисперсного наповнювача – дигідратного фосфогіпсу.

Для досліджень використано відхід виробництва мінеральних добрив – фосфогіпс. Спостереження показали, що при багаторічному витримуванні фосфогіпсу у відвалих суттєво знижується вміст водорозчинних кислотних домішок. Кількість водорозчинного  $P_2O_5$  у відвальному фосфогіпсі ПАТ „Рівнеазот” в 10 разів менше, ніж у свіжому. Згідно ДСТУ Б В.2.7-2-93 „Фосфогіпс кондиційний для виробництва гіпсово-го в'яжучого та штучного гіпсового каменя” відвальний фосфогіпс ПАТ „Рівнеазот” можна віднести до кондиційного ФГ в якому вміст:

- сульфату кальцію, не менше 90 %;
- загальний вміст фосфатів (в перерахунку на  $P_2O_5$ ), не більше 1,5 %;
- водорозчинних фосфатів (в перерахунку на  $P_2O_5$ ), не більше 0,15 %;
- вміст фторидів (в перерахунку на F), не більше 0,4 %.

Для виготовлення фосфогіпсового в'яжучого вибрана технологічна схема, яка складається з наступних операцій:

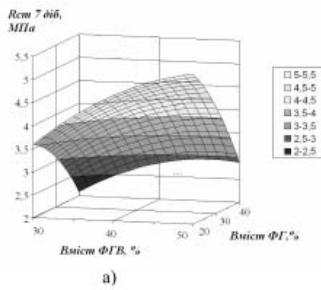


За такою схемою отримано ФГВ з міцністю 1,5–2 МПа у віці 2 год., при стандартній консистенції ( $180\pm 5$  мм по Суттарду), при цьому водопотреба фосфогіпсового в'яжучого становить 85–90 %. Відомо, що ефективним способом зниження водопотреби та підвищення міцності гіпсовых і, в тому числі, фосфогіпсовых в'яжучих є введення до їх складу добавок-суперпластифікаторів.

Проте сучасні суперпластифікатори (C-3, Dynamon, Melflux) за пластифікуючою дією [5] призначенні, переважно, для використання в цементних системах – бетонах та розчинах. Введення таких добавок в гіпсів виявилось малоекективним [6]. Добавки нового покоління типу Melment, які широко рекламиються як розріджувачі гіпсу, а також суперпластифікатори на основі поліакрилатних і полікарбоксилатних полімерів [7] також не показали високої ефективності у гіпсовому розчині.

Як відомо, всі вищевказані пластифікатори ефективно працюють в цементних бетонах в умовах лужного середовища цементного тіста, яке створюється  $Ca(OH)_2$ , що виділяється при гідратації цементу [8]. Виходячи з цих міркувань запропоновано змішувати гіперпластифікатори на основі поліакрилатних або полікарбоксилатних полімерів з вапном у оптимальному співвідношенні, що дозволяє різко знизити водопотребу гіпсового в'яжучого  $\beta$ -модифікації.

Авторами розроблено комплексний модифікатор гіпсовых та фосфогіпсовых систем, який складається з гіперпластифікаторів поліакрилатного (Dynamon) або полікарбоксилатного (Melflux) типу та вапна гашеного. Модифіковані гіпсові та фосфогіпсові в'яжучі виготовлені шляхом помелу в кульовому млині будівельного гіпсу (Г-5) або фосфогіпсу (1,5–2 МПа), суперпластифікатору (Melflux 1641F або Melflux 2651F, або Dynamon SP3) та вапна, взятих у оптимальному співвідношенні.



**Рис. 1. Залежності міцності на стиск штукатурних розчинів з дисперсним наповнювачем фосфогіпсом (Рст 7 діб, МПа) від: а) вмісту модифікованого ФГВ (%); б) водопотреби (вода/в'яжуче)**

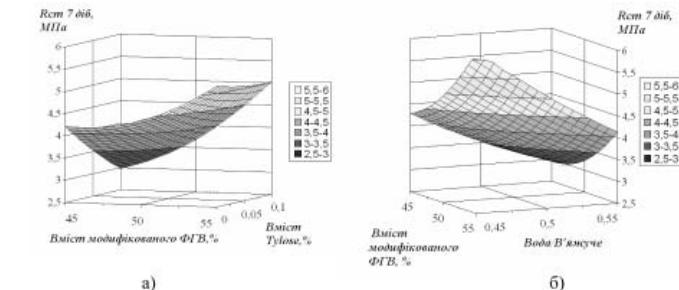
Дослідженнями встановлено, що комплексні модифікатори у складі гашене вапно + добавки-су-перпластифікатри I-ї групи на основі поліакрилатів (Dynamon SP3) або полікарбоксилатів (Melflux 1641F або Melflux 2651F) є ефективними гіперпластифіка-торами гіпсу, які дозволяють зменшити водопотребу гіпсового розчину до  $B/G=0,31\dots0,35$  і збільшити міц-ність гіпсового каменю від 5...6 до 12...18 МПа, тобто отримати із рядового низькоміцного гіпсу  $\beta$ -модифі-кації високоміцне в'яжуче, міцність якого наближається до міцності гіпсу  $\alpha$ -модифікації.

На основі отриманих модифікованих гіпсового і фосфогіпсового в'яжучих виготовлено сухі будівель-ні суміші для штукатурних робіт, підготовки поверхні під опорядження та влаштування підлог. Розглянемо детальніше запропоновані композиції сухих гіпсовых сумішей та їх основні властивості.

**СБС для штукатурних робіт.** З метою визначення технологічних параметрів штукатурних розчинів, виконано алгоритмізовані експерименти у відповідності з типовим планом В4 [9]. Вивчено вплив наступних технологічних факторів: модифікованого фосфогіп-сового в'яжучого ( $x_1$ )  $40\pm10$  % від маси суміші; ней-тралізованого та висушеного фосфогіпсу-дигідрату, який виконує роль дисперсного наповнювача СБС ( $x_2$ )  $30\pm10$  %; ефіру целюлози Tyllose ( $x_3$ )  $0,05\pm0,05$  % та водов'яжучого відношення ( $x_4$ )  $0,45\pm0,05$ . Крім того, в штукатурну суміш введено дрібний заповню-вач – кварцовий пісок ( $\Pi=100\%-x_1-x_2-x_3$ ) крупністю до 0,63 мм згідно з ДСТУ-П Б В.2.7-126:2006, а в якості сповільнювача строків тужавлення – класичну добавку – лимонну кислоту (0,1 %).

В результаті експериментальних досліджень отримані рівняння регресії міцності на згин та стиск шту-кутурних розчинів у віці 7 діб (табл. 1), а також побудовано графічні залежності (рис. 1).

Встановлено, що при виготовленні опоряджуваль-них сухих сумішей на основі модифікованого ФГВ ефективним є застосування в якості наповнювача нейтралізованого та висушеного ФГ в кількості не більше 20 % з метою економії та здешевлення СБС, при цьому водов'яжуче відношення становить 0,4, а міцність на стиск у віці 7 діб досягає 4...5,2 МПа,



**Рис. 2. Залежність міцності на стиск шпаклювальних сумішей з дисперсним наповнювачем фосфогіпсом (Рст 7 діб, МПа) від: а) вмісту модифікованого фос-фогіпсового в'яжучого (%); б) водопотреби**

живучість таких розчинів – 30–40 хв. Рухомість роз-чинів складає 8...10 см. Визначення адгезійної міц-ності штукатурних розчинів до основ (бетону, цегли) проводено з використанням розривної машини FP 100/1. Результати досліджень свідчать про те, що ця величина знаходитьться в межах 0,9...1,3 МПа.

Запропоновані склади СБС для опоряджувальних будівельних розчинів на основі ФГВ з комплексною добавкою полікарбоксилат+вапно та дисперсним на-повнювачем у вигляді попередньо нейтралізованого та висушеного ФГ, за всіма основними показниками, відповідають вимогам ДБН В.2.6-22-2001 (група Ш2) та ДСТУ-П Б В.2.7-126:2008 (група ШТ-1).

**СБС для підготовки поверхні під опорядження.** В якості дисперсного наповнювача для приготування шпаклівок на основі модифікованого фосфогіпсового в'яжучого використано, як і в попередньому випадку, нейтралізований вапном (3 %) сухий фосфогіпс.

Для визначення технологічних параметрів шпаклівок на основі модифікованого ФГВ, виконано алго-ритмізовані експерименти у відповідності з типовим планом В3 [9]. Варійовано фактори: вміст фосфогіп-сового в'яжучого в суміші ( $x_1$ )  $50\pm 5$  %; кількість ефіру целюлози складала ( $x_2$ )  $0,05\pm 0,05$  % та водо-тверді відношення ( $x_3$ ) –  $0,45\pm 0,05$ . Витрата полікарбокси-латного суперпластифікатора Melflux визначалась як 0,6 % для модифікованого фосфогіпсового в'яжучого і 0,6% для інших компонентів, переважно наповню-вача фосфогіпсу. Для приготування фосфогіпсової шпаклювальної суміші додатково введено сповільню-вач тужавлення – лимонну кислоту (0,1 %). Вміст дис-персного наповнювача визначено як  $\Phi\Gamma=100\%-x_1-x_2$ .

На основі експериментальних даних в заданому інтер-валі змін кількості компонентів отримано регресійні рів-няння (табл. 2) міцності на стиск та згин у віці 7 діб твер-діння шпаклювальних розчинів на основі модифікованого фосфогіпсового в'яжучого із фосфогіпсовим наповнювачем та побудовано графічні залежності (рис. 2).

Експериментальні дослідження показали, що для досягнення максимальної міцності шпаклювальних роз-чинів з модифікованого комплексною добавкою полікарбо-ксилат+вапно, 44 % фосфогіпсового наповнювача, 0,6 % від маси ФГ добавки гіперпластифікатора Melflux

**Таблиця 2**

**Рівняння регресії міцності шпаклювальних роз-чинів на основі модифікованого фосфогіпсового в'яжучого із фосфогіпсовим наповнювачем**

Вихідні параметри	Рівняння регресії
Міцність на згин у віці 7 діб, МПа	$R_{\text{зг}}^{\text{7 діб}} = 2,19 + 0,26 x_1 - 0,34 x_2 - 0,09 x_3 - 0,33 x_4 - 0,05 x_1^2 + 0,02 x_2^2 + 0,02 x_3^2 - 0,05 x_4^2$
Міцність на стиск у віці 7 діб, МПа	$R_{\text{ст}}^{\text{7 діб}} = 3,98 + 0,61 x_1 - 0,97 x_2 - 0,21 x_3 - 0,82 x_4 - 0,3 x_1^2 - 0,23 x_2^2 + 0,26 x_3^2 - 0,28 x_4^2$

Вихідні параметри	Рівняння регресії
Міцність на згин у віці 7 діб, МПа	$R_{\text{зг}}^{\text{7 діб}} = 1,96 + 0,19 x_1 - 0,1 x_2 - 0,26 x_3 + 0,05 x_1^2 + 0,34 x_2^2 - 0,21 x_3^2$
Міцність на стиск у віці 7 діб, МПа	$R_{\text{ст}}^{\text{7 діб}} = 3,32 + 0,64 x_1 - 1,29 x_2 - 0,71 x_3 - 0,27 x_1^2 + 0,05 x_2^2 + 0,08 x_3^2$

**Таблиця 3**  
**Умови планування експерименту**

Параметр	Фактор	Рівні варіювання			Інтервал варіювання
		-1	0	+1	
Пісок / модифіковане ГВ	$x_1$	0,7	1	1,3	0,3
Вміст ПЦ, %	$x_2$	5	10	15	5
Вміст золи-виносу, %	$x_3$	5	15	25	10
Вміст Tylose, %	$x_4$	0	0,03	0,06	0,03
Водов'язуче відношення	$x_5$	0,45	0,50	0,55	0,05

1641 F, 0,05 % ефіру целюлози Tylose від маси ФГВ для контролювання його водоутримуючої здатності, а для регулювання строків тужавлення – лимонну кислоту в кількості 0,1 % від маси ФГВ, при цьому водотверде відношення становить 0,4, при цьому значення міцності на стиск – 4,5...5 МПа. Термін придатності розчину для підготовки поверхні під опорядження – 30–40 хв. Запропоновані шпаклювальні розчини за їх основними властивостями можна віднести до групи С1 за ДБН В.2.6-22-2001 та ШГ1 за ДСТУ-П Б В.2.7-126:2008.

**СБС для влаштування підлог.** На основі розроблених високоміцного гіпсового і фосфогіпсового в'яжучих виготовлено самонівельовані суміші для покриття підлог. Особливістю таких розчинів гіпсовых підлог є швидкий набір міцності, що дозволяє експлуатувати їх відразу після вкладання на відміну від цементних композицій для підлог. Згідно діючих нормативних документів, до підлог ставляться високі вимоги щодо їх міцності – 15...35 МПа, при цьому розтічність розчину повинна бути не менше 17 см.

Для вибору технологічних параметрів виготовлення сухих будівельних сумішей для влаштування підлог, виконано алгоритмізовані експерименти у відповідності з типовим планом Нa5 [9]. Умови планування експерименту наведені в табл. 3

Запропоновані гіпсові суміші для влаштування покріттів підлог виготовлено шляхом механічного змішування в кульовому млині наступних компонентів: модифікованого ГВ (будівельного гіпсу марки Г-5, гашеного будівельного вапна, суперпластифікатора Melflux 1641 F), портландцементу M500 (ПЦ), добавки ефіру целюлози, сповільнювача тужавлення – лимонної кислоти, дисперсного наповнювача – золи-виносу, заповнювача – кварцового піску.

Вибір компонентів для виготовлення наливних підлог пояснюється необхідністю забезпечення швидкого зростання міцності в початковий період твердіння за рахунок дії гіпсового в'яжучого (або фосфогіпсового) і суперпластифікатора Melflux, а в більш пізнньому віці (14–28 діб) – процесів структуроутворення при твердінні портландцементу та золи-виносу, а також для забезпечення водостійкості високоміцних гіпсовых композицій.

На основі експериментальних даних отримано адекватні рівняння регресії, які характеризують вплив досліджуваних факторів на міцність зразків при стиску ( $R_{ct}$ ) для наливних гіпсовых підлог з використанням золи виносу ТЕС та графічні залежності (рис. 3).

Згідно отриманих даних, встановлено, що макси-

Таблиця 4

**Рівняння регресії міцності високоміцних гіпсовых розчинів для самонівельованих наливних підлог з добавкою золи-виносу**

Вихідні параметри	Рівняння регресії
Міцність на стиск у віці 1 доба, МПа	$R_{cm}^{1\text{ доба}} = 3,9 - 0,86 x_1 + 0,15 x_2 + 0,26 x_3 - 0,13 x_4 - 0,27 x_5 - 0,09 x_1^2 - 0,07 x_2^2 - 0,06 x_3^2 + 0,01 x_4^2 + 0,24 x_5^2$
Міцність на стиск у віці 3 доби, МПа	$R_{cm}^{3\text{ доби}} = 6,6 - 1,42 x_1 + 0,27 x_2 + 0,42 x_3 - 0,21 x_4 - 0,45 x_5 - 0,14 x_1^2 - 0,13 x_2^2 - 0,11 x_3^2 + 0,02 x_4^2 + 0,37 x_5^2$
Міцність на стиск у віці 28 діб, МПа	$R_{cm}^{28\text{ доб}} = 11,55 - 2,55 x_1 + 0,41 x_2 + 0,78 x_3 - 0,34 x_4 - 0,83 x_5 - 0,26 x_1^2 - 0,23 x_2^2 - 0,20 x_3^2 - 0,03 x_4^2 + 0,66 x_5^2$

мальна міцність розчинів для покриття підлог за першу добу твердіння досягає 4,2 МПа, у 3 доби – понад 10 МПа і в 28 діб – до 17 МПа, при цьому термін придатності становить 30–45 хв, а роштічність 180–200 мм. Розчини самонівельованих наливних підлог на основі ГВ з комплексною добавкою гіперпластифікатор+вапно гашене за основними показниками (рухливітю, терміном придатності, міцністю, адгезією та ін.) можна віднести до групи П1 та П2 за ДБН В.2.6–22–2001 та групи СТ1за ДСТУ-П Б В.2.7-126:2011.

#### **ЛІТЕРАТУРА:**

1. Фосфогипс и его использование / В.В. Иваницкий, П.В. Классен, А. А. Новиков [и др.]. – М.: Химия, 1990. – 224 с.
2. Гордашевский П.Ф. Производство гипсовых вяжущих из гипсодержащих отходов / П.Ф. Гордашевский, А.В. Долгарев. – М.: Стройиздат, 1983. – 360 с.
3. Сучасні композиційні будівельно-оздоблювальні матеріали/ [Захарченко П.В., Долгий Е.М та ін.] – К.: 2005. – 511 с.
4. Чистов Ю. Д. Роль и значение прогрессивных технологий в стройиндустрии при решении задач национальной программы жилищного строительства/ Ю. Д. Чистов // Сухие строительные смеси. – 2008. – № 2. – С. 71–73.
5. Кастроных Л. И. Добавки в бетоны и строительные растворы/ Л. И. Кастроных. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2007 – 224 с. – (Учебно-справочное пособие. 2-е изд.).
6. Ферронская А. В. Гипсовые материалы и изделия (производство и применение) / Ферронская А. В. – Москва: Издательство ассоциации строительных вузов, 2004. – 485 с. – (Справочник).
7. Василик П.Г. Особенности применения поликарбоксилатных гиперпластификаторов Melflux / П. Г. Василик, И. В. Голубев // Строительные материалы. – 2003. – №9. – С. 24.
8. Нестаев Г.В. Эффективность применения суперпластификаторов в бетонах / Г. В. Нестаев // Строительные материалы. – 2006. – №10. – С. 23–25.
9. Рекомендация по применению методов математического планирования эксперимента в технологии бетона. – М.: НИИЖБ, 1982. – 97 с.

УДК 620.16

Старченко А.Ю., Генеральный директор ДП "Кнауф Маркетинг", г. Киев;

Клименко С.В., Директор Технического департамента ДП "Кнауф Сервис Украина", канд. техн. наук, г. Киев;  
Братчун В.И., доктор техн. наук, профессор, заведующий кафедрой технологий строительных материалов, изделий и автомобильных дорог Донбасской национальной академии строительства и архитектуры,

Заслуженный деятель науки и техники Украины;

Бармотин А.А., канд. техн. наук, доцент кафедры «Технология и организация строительства» Донбасской национальной академии строительства и архитектуры;

Кожемяка С.В., профессор кафедры «Технология и организация строительства»

Донбасской национальной академии строительства и архитектуры;

Игнатенко Р.И., ассистент кафедры «Технология и организация строительства»

Донбасской национальной академии строительства и архитектуры;

Косик А.Б., ассистент кафедры «Технология и организация строительства»

Донбасской национальной академии строительства и архитектуры, Донецкая область, г. Макеевка

## ИССЛЕДОВАНИЕ СТЫКОВ ГИПСОКАРТОННЫХ ПЛИТ КНАУФ ПРИ ИЗГИБЕ

**Актуальность.** При проектировании и строительстве современных гражданских зданий комплектные системы сухого строительства позволяют решать многочисленные инженерно-технические и архитектурные задачи, направленные на создание комфортных и безопасных условий пребывания людей. Несмотря на универсальность и, на первый взгляд, простоту и доступность, гипсокартонные системы требуют тщательного изучения технической документации и выдерживания регламента выполнения работ для обеспечения эксплуатационной надежности и сохранения эстетического вида на протяжении всего срока службы, что, определенно, характеризуется критерием сохранения целостности гипсокартонной облицовки без образования трещин в реальных условиях эксплуатации объекта.

Прочность облицовки определяется показателями прочности гипсокартонной плиты (ГКП) и швов между плитами. Практика эксплуатации подобного рода облицовок выявила наиболее проблемные и ответственные участки вероятного образования и развития трещин, которыми являются стыки ГКП. Технология устройства стыков ГКП детально разработана и описана в технических листах. Имеется целый ряд стандартных решений для различных типов кромок и сочетаний комплектов шовного шпатлевочного и армирующего материалов.

Несмотря на это в отечественной и зарубежной литературе по данному вопросу отсутствуют сведения о результатах экспериментальных исследований прочности, трещиностойкости и деформативности стыков ГКП. Отсутствие подтвержденных опытных данных о поведении под нагрузкой стыков ГКП для различных типов облицовок не позволяет с гарантированной точностью устанавливать запас надежности при проектировании и оценки реального напряжено-деформированного состояния как унифицированных плоских конструкций так и многообразных объемных элементов имеющих сложную и нестандартную геометрию. Наиболее вероятные причины образования трещин в гипсокартонных конструкциях обусловлены рядом факторов:

- отсутствие достаточного количества деформационных стыков, компенсирующих деформации зданий от различных силовых воздействий.
- наличие неучтенных динамических нагрузок на несущие конструкции;
- значительная концентрация локальных напряжений от смонтированного оборудования;
- нарушение технологии монтажа (отклонение от конструктивной схемы, прочностных и жесткостных свойств используемых материалов, нарушение требований по расстановки крепежных элементов и т.д.).



Фото. 1. Характерные дефекты в гипсокартонных конструкциях

Прочность гипсокартонных плит оценивают по величине максимального изгибающего усилия, приложенного к образцу-пластине.

Испытания проводят для образцов вырезанных в продольном и поперечном по отношению к длине листа направлениях (табл. 1).

**Таблица 1**  
**Сравнение методик испытания гипсокартонных листов**

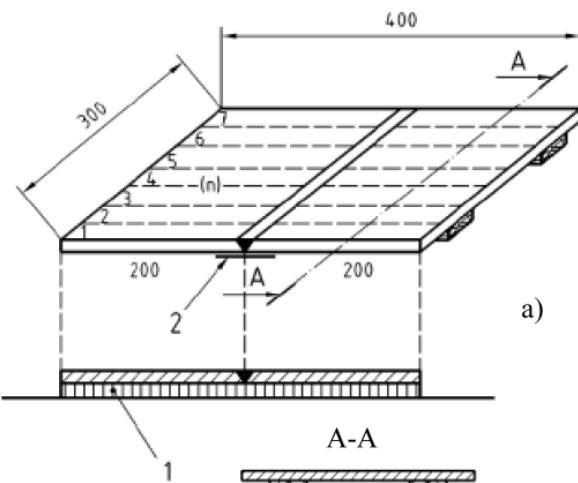
1 Нормативный документ	Национальный стандарт Украины ДСТУ Б.В.2.7-95-2000		Европейский стандарт DIN EN 520:2005	
2 Толщина (t) ГКП, мм	9,5	12,5	9,5	12,5
3 Размеры образцов, мм	$a=(450\pm 5)$	$b=(150\pm 5)$	$a=(400\pm 100\pm 5)$	$b=(300\pm 5)$
4 Схема нагружения опытных образцов				
Расстояние между центрами опор (пролет)	$L=350 \text{ mm}$	$L=400 \text{ t, mm}$	$L=(350\pm 1) \text{ mm}$	
Разрушающая нагрузка при изгибе, Н				
5 Продольных образцов	222	322	450	600
6 Поперечных образцов	81	105	150	180
1 – разрушающая нагрузка при изгибе гипсовых плит с повышенной прочностью (тип R)				

Для получения достоверных данных о работе стыков в облицовках из ГКП в лаборатории испытаний дорожно-строительных материалов и изделий ДонНАСА был проведен ряд экспериментальных исследований по определению предела прочности, трещиностойкости и величин прогибов на стадиях образования трещин и разрушения стыков ГКП толщиной 9,5 и 12,5 мм с использованием различных комплектов шовного шпатлевочного и армирующего материалов.

#### Подготовка образцов

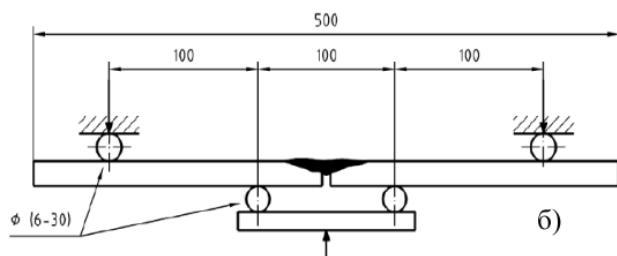
Подготовка образцов для испытаний проводились в соответствии с требованиями немецкого стандарта DIN 13963. Контрольные испытания стыков ГКП на изгиб проводились на подготовленных образцах с размерами 12,5x300x400 мм в 9,5x300x400 мм в количестве 200 шт, которые были изготовлены из ГКП производства ООО Кнауф Гипс Донбасс. Для заделки стыков между гипсокартонными образцами использовались шпатлевки «Фугенфюллер» производства ООО Кнауф Гипс Донбасс и «Унифлот» производства Knauf Gips-KG (Германия). Для армирования швов гипсокартонных образцов применялись бумажная и сетчатая армирующие ленты производства «Knauf Gips-KG» (Германия).

Проводились испытания стыков с отрезной и с заводской (ПЛУК) кромками. Отрезная кромка готовилась в соответствии с требованиями технических документов Кнауф по применению шпатлевок «Унифлот» и «Фугенфюллер». При изготовлении образцов с отрезной кромкой для шпатлевки «Фугенфюллер» сни-



1 – деревянная форма для заделки швов;

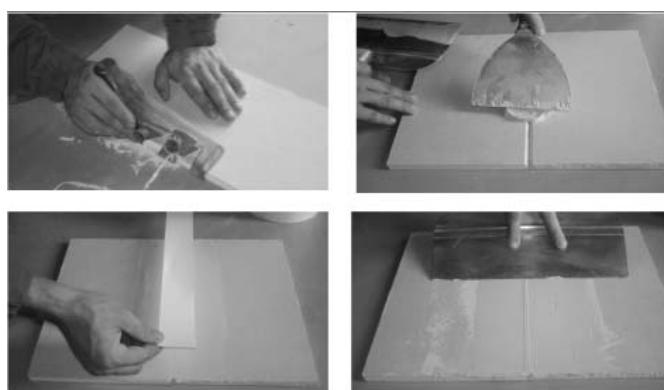
2 – клейкая лента



**Рис. 1. Изготовление образцов (а) и испытания на изгиб стыков гипсокартонных плит (б)**

малась фаска под углом 45° на глубину 1/3 толщины плиты, а для «Унифлот» – фаска под углом 22,5° на глубину 2/3 толщины плиты. Полученные заготовки обрабатывались грунтовкой «Тифенгрунд» и хранились в естественных условиях в течение 6 часов. Перед нанесением шовного шпатлевочного материала стык про克莱ивался с обратной стороны клейкой лентой.

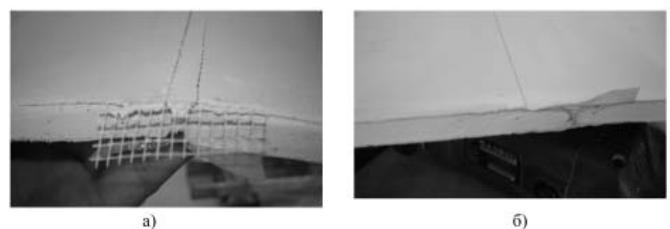
В первый слой шпатлевки втапливалась армирующая лента. После высыхания первого слоя широким шпателем (200–300 мм) наносился второй накрывочный выравнивающий слой шпатлевки. Изготовленные образцы высушивались при температуре (23±2) °C и относительной влажности воздуха (50±5) % в течение семи дней в лабораторных условиях. После сушки снималась клейкая лента.



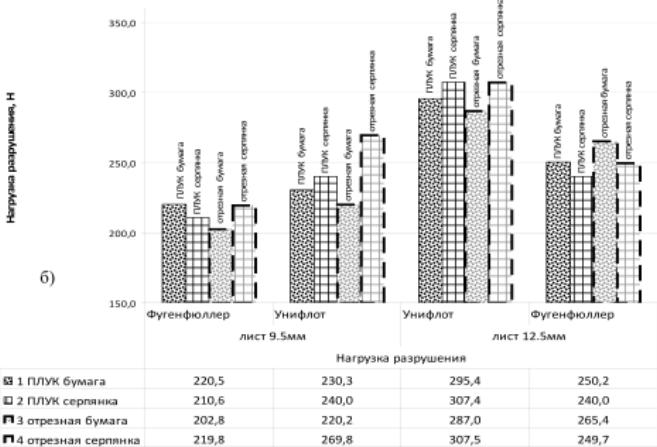
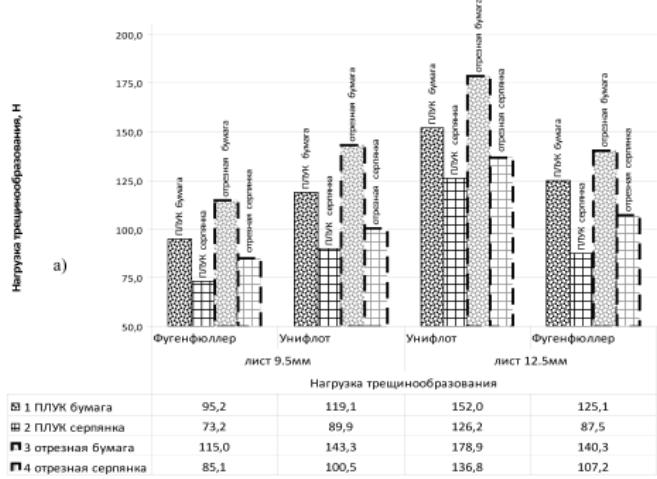
**Фото 2. Последовательность операций по подготовке образцов**



**Фото. 3. Приспособление для испытания стыков гипсокартонных образцов**



**Фото. 4. Характер разрушения стыков при армировании сетчатой лентой (а) и бумажной лентой (б)**



**Рис. 2. Трещиностойкость (а) и предел прочности (б) при изгибе стыков образцов в зависимости от вида шовного и армирующего материалов, толщины плиты и вида кромки**

### Испытания

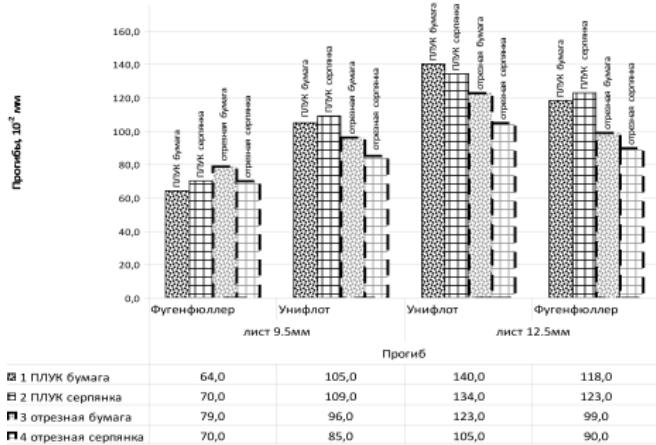
Испытания прочности стыков гипсокартонных плит проводились в соответствии с требованиями немецкого стандарта DIN 13963 (рис. 1).

Для проведения эксперимента было изготовлено приспособление позволяющее прикладывать к образцу постоянно возрастающее усилие. Для регистрации прикладываемого усилия использовался динамометр с индикатором часового типа и ценой деления 316 г. Для регистрации прогиба образца использовался прогибомер с индикатором часового типа и ценой деления 0,01 г. Каждый образец помещался в приспособление таким образом, чтобы шов был обращен вверх и имел опору.

Шов подвергался непрерывно возрастающей нагрузке со скоростью  $(250 \pm 125)$  Н/мин. и точностью измерений до 1%.

Результаты экспериментальных исследований показали:

- Пределы прочности при изгибе стыков сопоставимы с аналогичными значениями при испытаниях гипсокартонных образцов выпиленных в поперечном направлении плиты.



**Рис. 3. Величина возможного прогиба стыков образцов без образования трещин в зависимости от вида шовного и армирующего материалов, толщины плиты и вида кромки**

2. Трещиностойкость стыков составляет в среднем 40–60 % от разрушающей нагрузки при изгибе.

3. Наиболее эффективным шовным шпаклевочным материалом для обшивок из ГКП является комплект шпатлевки Кнауф «Унифлот» с бумажной лентой, который превышает среднестатистические показатели базового комплектного варианта (шпатлевка Кнауф «Фугенфюллер» с сетчатой лентой) для плиты 12,5 мм: по пределу прочности в 1,2 раза, по пределу трещиностойкости в 1,7 раза, величины возможного прогиба без образования трещин – в 1,25 раза.

4. При уменьшении толщины гипсокартонных плит с 12,5 мм до 9,5 мм, независимо от комплекта шовного шпаклевочного материала наблюдается снижение аналогичных показателей в среднем на 20–30 %.

5. При соблюдении рекомендаций изготовителя прочность и деформативность шва не зависят от типа кромки (ПЛУК, отрезная).

### Выводы:

Проведенные исследования позволяют прогнозировать напряженно-деформированного состояния гипсокартонных конструкций и с определенной обеспеченностью рекомендовать проектные решения по их устройству без наступления предельных состояний на протяжении нормативного срока службы.

### ЛИТЕРАТУРА:

- EN ISO 1924-2, Бумага и плита. Определение свойств при растяжении на изгиб. Часть 2. Метод определения удлинения при постоянно увеличивающейся нагрузке.
- EN 520, Гипсовые плиты – Определения, требования и методы испытания.
- DIN 13963 материалы для шпаклевки швов на гипсовых плитах – определения, требования и методы испытаний; немецкая редакция EN 13963:2005
- ДСТУ Б В.2.7-95-2000 (ГОСТ 6266-97)Листы ГИПСОКАРТОННЫЕ Технические условия
- Циприанович И.В., Старченко А.Ю. Комплектные системы сухого строительства. – К., 1999.

# ДЕРЕВЯННЫЕ КОНСТРУКЦИИ

УДК 624.011

Кліменко В.З., дійсний член Академії будівництва України, професор кафедри дерев'яних конструкцій, Київський національний університет будівництва та архітектури;  
Бусол Т.В., керівник з якості, ДП «Випробувальний центр будівельних конструкцій», м. Київ

## ПРОСТОРОВІ КОНСТРУКЦІЇ ПОКРИТІВ З ДРІБНОСТОВБУРНОЇ ДЕРЕВИНІ

### **Вступ**

Дерева володіють різними і несхожими між собою якостями. Це стосується дуба, в'яза, тополя, кипариса, ялини і інших порід, які найбільш підходять для будівель. Так, зокрема, дуб звичайно не годиться на те, на що застосовується ялина, кипарис – на те, на що використовується в'яз. Так і інші породи не мають сукупності однакових і схожих між собою природних рис, хоча та чи інша окремо виявляється придатною для будівництва, в тому числі в одній споруді, але кожна за власним призначенням.

Марк Вітрувій Полліо  
(архітектор Стародавнього Риму)

Наведене висловлювання видатного архітектора Стародавнього Риму – свідчення того, що будівельники того часу добре знали властивості різних пород деревини як конструкційних матеріалів. У сучасних будівельних конструкціях з цільної деревини найпоширеніше застосування має сосна, далі – ялина – для несучих і захисних конструкцій і тверді породи (дуб, бук, граб) – для робочих деталей у вузлах.

### **Характеристика дрібностовбурної деревини**

Мова йде про використання у будівельних конструкціях дрібні стовбурового лісу без його механічної обробки окрім очищення від кори і віддалення сучків. Це технічне питання майже не розглядалося у вітчизняній бібліографії щодо дерев'яних конструкцій і його не торкаються норми проектування. Звісно, за нормами можна виконати проектування конструкцій з дрібно стовбурної деревини, користуючись загальними правилами. Але це не буде раціональним використанням такої деревини, оскільки фізико-механічні властивості деревини як конструкційного матеріалу у цілісних

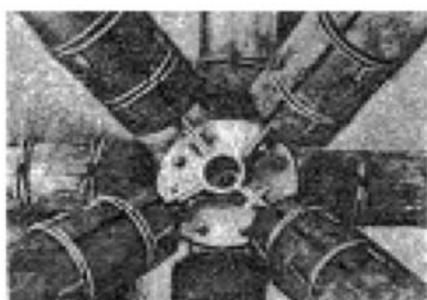
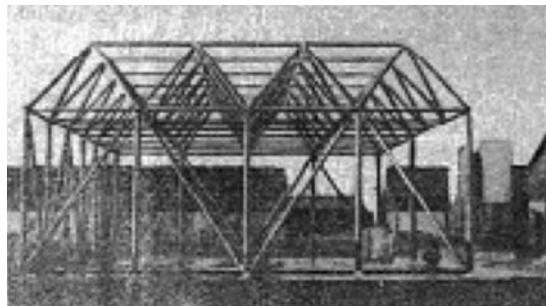


Рис. 1. Каркас будівлі з дрібностовбурної деревини

стовбурах і у пиломатеріалах за нормами проектування різні [1]. У цілісних стовбурах внаслідок збереження природної траєкторіальної структури деревини на макрорівні її будови зберігається відповідність спрямованої орієнтації опору матеріалу стосовно силового поля в ньому від зовнішніх силових дій. У [2] цей факт розглядається як один із принципів нової концепції проектування дерев'яних конструкцій, яка узгоджується з [3].

Відсутність інтересу до дрібностовбурного лісу з боку проектувальників не змусила науковців до дослідження фізико-механічних властивостей цього матеріалу. У вітчизняній нормативній базі відсутні державні стандарти по випробуванню дрібнорозмірних стовбурів для визначення потрібних міцносних та пружних характеристик деревини. Міцнісні характеристики деревини у стовбурах вищі, ніж у пиломатеріалах. Наприклад, за [4] розрахункова характеристика (відповідно розрахунковий опір до наших норм) на згин деревини у стовбурі майже у три рази перевищує цю характеристику у пиломатеріалах, на розтяг і стиск вздовж волокон – відповідно у чотири та півтора рази

При виготовленні пиломатеріалів відбувається порушення спиральоподібної волокнисто-трубчастої будови деревини на її мікрорівні. Багаточисельні перерізування міцносних структурних елементів – фібрілл у стінках клітин призводить до зменшення робочого перерізу структурних елементів у довільному поперечному перерізі пиломатеріалу, що і є причиною суттєвого зниження міцності деревини. Цей, так званий масштабний фактор, не виявляється у цілісному стовбуру.

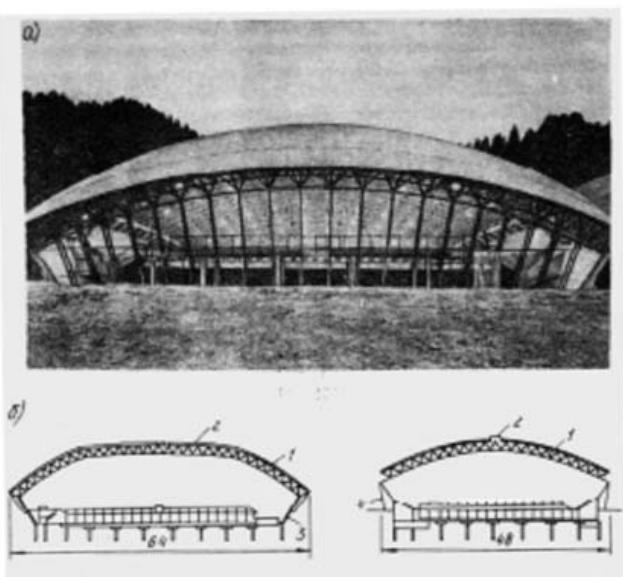


Рис. 2. Спортивна споруда з покриттям у вигляді гратчастої двопоясної оболонки: а – загальний вигляд; б – розрізи:

1 – просторова структурна плита; 2 – світловий ліхтар; 3 – сталевий торцевий фахверк; 4 – залізобетонні стінки-контрфорси; в – стержні структури: 1 – дерев'яний стержень; 2 – сталевий багатогранний вузловий елемент; 3, 4 – муфта з гвинтовою нарізкою; 5 – сталева полоса; 6 – сталевий штир в отворі; 7 – канал для клея

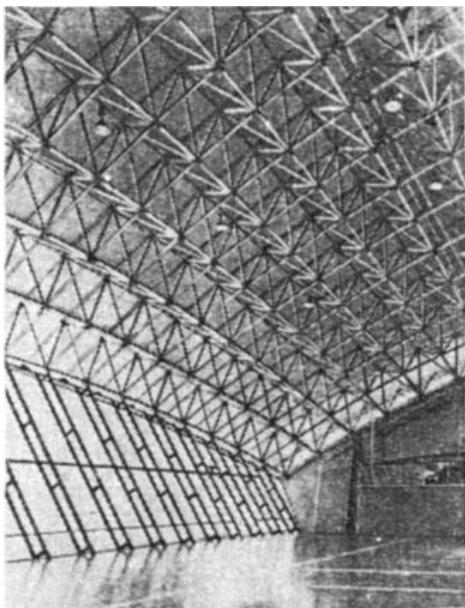


Рис. 3. Інтер'єр спортивної споруди

З цього погляду, ефективність використання у якості несучих елементів у будівельних конструкціях дрібностовбурної деревини очевидна. Обмеженість розмірів поперечних перерізів несучих елементів і їхньої природної довжини обумовлюють види конструктивних форм для здійснення їх з цих елементів.

#### Приклади просторових покріттів

В [4] даються відомості про використання стовбурів дерев малих діаметрів у такій безлісовій країні як Голландія, в якій не відбувається промислова заготівля спілої деревини, а здійснюється лише санітарна рубка "молодняка". Однак і його використання в якості елементів несучих конструкцій стає технічно доцільним і економічно ефективним. На рис. 1 показана плоска двопоясна гратчаста конструкція покриття зі стовбурів  $d \sim 15$  см розміром у плані  $10,8 \times 16,2$  м.

Перед обробкою стовбурів антисептичною речовиною на їхніх кінцях влаштовані пази, у які потім введені сталеві оцинковані штаби з отворами. Кінці елементів щільно стягнуті дротовими зекрутками. Збирання покриття виконувалося на землі і після підняття під ним змонтовано каркас будівлі також з дрібностовбурної деревини.

В [4] говориться, що розроблені проекти куполу з просторового сідлоподібного покриття розміром  $40 \times 50$  м і оглядової вежі заввишки 27 м з вузлами аналогічними показаному на рис. 1.

В Японії здійснено будівництво спортивної споруди [5] розміром у плані  $64 \times 48$  м (рис. 2).

Покриття споруди у вигляді положистої просторової оболонки виготовлено з дрібнорозмірних елементів. Оригінальність рішення стандартних багатогранників з розмірами  $2,2 \times 2,2$  м полягає в тому, що квадратні у плані чарунки зміщені у просторі одна від іншої на пів чарунка.

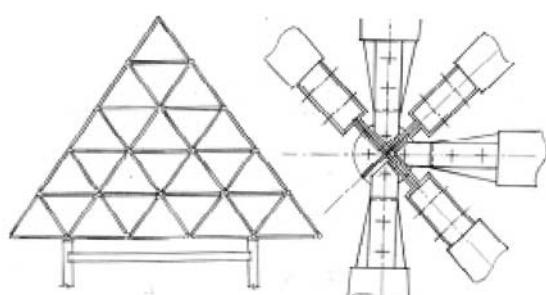


Рис. 4. Піраміdalne покриття

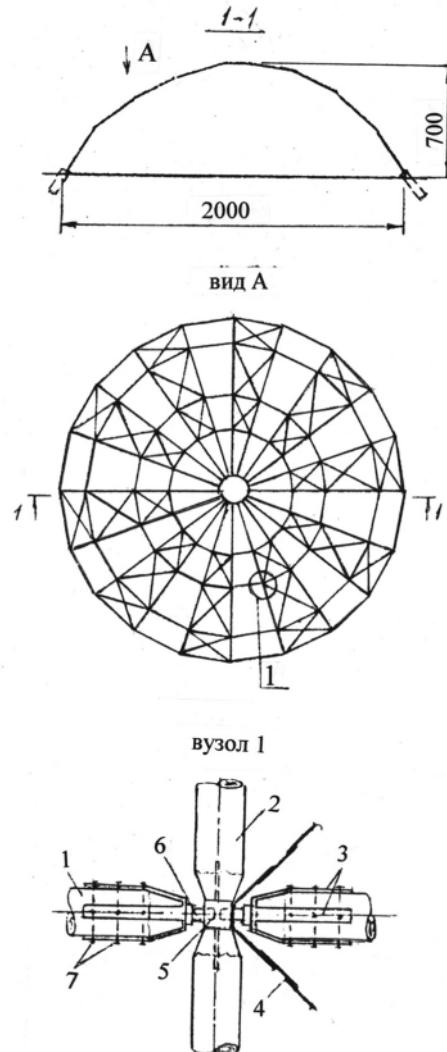


Рис. 5. Сітчасте склепіння з круглого лісу:

1, 2 – стержні верхнього поясу; 3 – затяжка;  
4 – сталеві наконечники; 5 – болти; 6 – з'єднувальні пластини

Дерев'яні стержні оснащені сталевими оголовками (рис. 2. в) з муфтами з гвинтовою нарізкою – це забезпечує точність збирання просторової гратчастої плити. Жорстке кріплення стержнів до сталевого багатогранного вузлового елемента забезпечує загальну жорсткість покриття і дозволяє стержням сприймати знакозмінні зусилля.

Співвідношення прольотів до висоти просторової структурної плити, яка дорівнює всього 1,9 м: у повздовжньому напрямку  $64/1,9=34$  і у поперечному  $48/1,9=25$  – створює візуальне враження про виняткову легкість покриття.

Враження про легкість покриття створюється ажурним виглядом інтер'єру покриття (рис. 3).

Наведений вище приклад не єдиний, який демонструє використання у небагатій на ліси державі, як Японія, короткомірних, дрібнорозмірних стовбурів. На рис. 4 показано просторове покриття будівлі культового призначення у вигляді чотирехгранної піраміди з розмірами у плані  $13 \times 13$  м.

Стержні просторової структури виконані зі стовбурів, що мають такі розміри: в отрубі  $4,5 \text{ см} \dots 7,5 \text{ см}$ ; в комплі  $10,5 \text{ см}$ . У проміжних вузлах піраміdalnoї структури з'єднуються 12 стержнів (рис. 4. б)

Слід відмітити те, що у вісімдесяті роки минулого століття з боку вітчизняних фахівців був виявлений інтерес до конструкцій з дрібностовбурної деревини, але подальшого розвитку він не отримав. Дамо два приклади.

На рис. 5 показане склепіння прольотом 12 м, яке уявляє з себе гратчасту оболонку уписану у циліндр. Верхній пояс

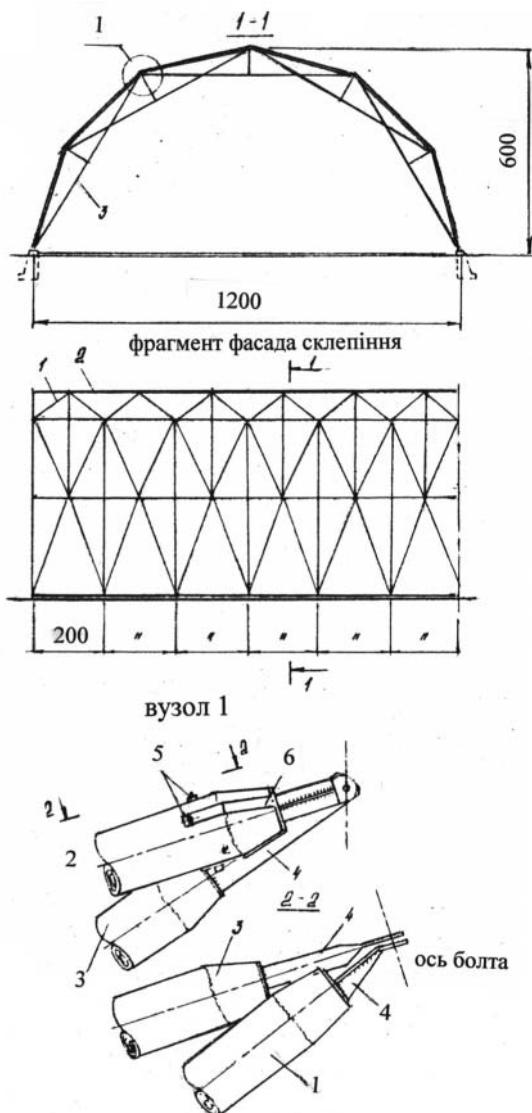


Рис. 6. Сітчастий купол з круглого лісу:  
1 – кільцеві стержні; 2 – меридіальні стержні;  
3 – з’єднувальні пластини; 4 – розкоси зв’язків;  
5 – вузловий вкладиш; 6 – натяжні пристрой; 7 – шурупи

оболонки виконаний зі стовбурів шпількових порід діаметром 13...18 см і жердин діаметром 10...13 см. Кінці стовбурів з’дані затяжками також з круглого лісу

З’єднання стержнів склепіння у вузлах вирішено з використанням сталевих наконечників скріплених вузловим болтом.

Розроблена конструкція купола діаметром 20 м (рис. 6) з ребристо-кільцевою сіткою ломаного обрісу. Стержні купола виконані зі шпількових жердин діаметром 12 см. Примикання стиснутих мерідіальних стержнів у вузлах здійснюється упором у металевий вкладиш.

Для фіксації положення стержнів у просторі незмінним, на вкладишиах влаштовані штири, які заходять у глухі повздовжні гнізда у торцях дерев’яних мерідіальних стержнів.

Кільцеві стержні кріпляться до вузлового вкладиша з застосуванням сталевих хомутів, закріплених на кінцях стержнів нагелями і дротовими зкрутками. Натяжні пристрої у вузлах забезпечують точність збирання сітчастого куполу.

Використання дрібностовбурового лісу у наведених конструкціях дозволяє зменшити їхню кошторисну вартість до

30 відсотків порівняно з використанням пиломатеріалів. В цих конструкціях використовуються природні уніфіковані стержні з недефіцитного лісу.

### Сировинна база

У публікації [6] автор розглянув стан сировинної бази для будівельних дерев’яних конструкцій в Україні по деяких на 2006 рік. Раніше і зараз одним з аргументів тих, хто не є прибічником дерев’яних конструкцій, є такий – дефіцит деревини. В [6] автор довів, що це не так. Як справа з дефіцитом деревини виглядає зараз? Наведемо фактичні дані з виступів голови Держлісагенства В. Сівця та президента асоціації “Меблідеревпром” С. Сагаля з публікації [7]. За статистикою щороку у нашій країні вирубується 15 млн.куб.м лісу, у тому числі для промислових потреб. У 2006 р. заготівля ліквідної деревини від рубок головного користування складала 6,83 млн.куб.м [8]. У цій публікації відмічався як позитивний фактор те, що в Україні зростають обсяги заготівлі деревини. З [7] цікава наступна інформація голови Держлісагенства: “Тож підприємства, які кажуть про дефіцит сировини, продемонстрували значне зростання виробництва. У мене тоді логічне запитання: а де вони беруть сировину для цього? Я запевняю, що деревину з Росії для переробки в Україну вони не завозять, її постачають виключно українські підприємства”. Тож деревообробка в Україні виходить із “тіні” і це обнадійливий факт. У виступі С. Сагаля було сказано наступне [7]. Щороку з України експортується майже третина заготовленої деревини (3,9 млн.куб.м у 2010 р.). На думку доповідача нарощування обсягів експорту лісоматеріалів для держави є економічно недоцільним, а для деревообробної промисловості – згубним. Такий лісоматеріал як дрібно стовбурний ліс, який отримується у результаті санітарної рубки, може стати ефективним у відповідних дозріглистих у статті конструктивних формах.

### ЛІТЕРАТУРА

- Кліменко В.З. Будівельна біоніка і дерев’яні конструкції // Стройительные материалы и изделия. – № 2 (73). – 2012 – С. 20–23.
- Кліменко В.З. Проектирование современных конструкций из клееной древесины на принципах новой концепции / В.З. Кліменко, А.Я. Найчук, В.В. Фурсов, Д.В. Михайловский // Київ: изд-во “Стіль” – 2010. – 24 с.
- ДБН В.1.2 – 14-2009 Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ.
- Пространственные конструкции из стволов древесины малых диаметров // Строительство и архітектура. Стройительные конструкции материалы, экспресс информация. Вип. 4 – 1989. – С. 13–16.
- Строительство и архітектура. Серия Стройительные конструкции. Вип. 6. – М. 1989. – С. 39.
- Кліменко В.З. Відродження і розвиток в Україні конструкцій з клееної деревини // Стройительные материалы и изделия. – № 5 (64). – 2010. – С. 2–6.
- Деревина “виходить” із “тіні” / І. Бабенко. Діловий вісник. – № 10(200). – 2011. – С. 16–17.
- Колісник Б.І. Еколо-економічні аспекти раціоналізації лісокористування в Україні // Збірник “Економіка та менеджмент”. – Вип. 5. – 2008. – Луцький НТУ.

# ИНФОРМАЦИЯ И СООБЩЕНИЯ



стандартами. Розглянуто характеристики найпоширеніших теплоізоляційних матеріалів та основні конструктивно-технологічні рішення огорожувальних конструкцій, над якими здійснюють термо-модернізацію. Подано структуру енергетичного паспорта будинку та проаналізовано основні принципи пасивного будівництва.

Для студентів вищих навчальних закладів, які навчаються за базовим напрямом 060101 "Будівництво", студентів спеціальностей 7.06010103 та 8.06010103 "Міське будівництво та господарство" та слухачів курсів підвищення кваліфікації "Управління житловим господарством".

Даний посібник можна замовити у видавництві "Львівська політехніка" за доданим бланком-замовленням за адресою:

Видавництво Львівської політехніки  
вул. Ф. Колесси, 2, корп. 23А  
м. Львів 79000

## Бланк-замовлення

Назва книги:

Енергозберігаючі технології в будівництві \_\_\_\_\_

Назва організації \_\_\_\_\_

Повна поштова адреса \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Тел./факс \_\_\_\_\_

Електронна адреса \_\_\_\_\_

Податкові реквізити: № свід. \_\_\_\_\_

ІПН \_\_\_\_\_

Банківські реквізити: р/р \_\_\_\_\_

МФО \_\_\_\_\_ ЗКПО \_\_\_\_\_

Контактна особа \_\_\_\_\_

Кількість примірників (літерами) \_\_\_\_\_

Керівник організації \_\_\_\_\_  
(прізвище, підпис, печатка)

Шановні колеги!

В 2012 році виданий навчальний посібник  
«Енергозберігаючі технології  
в будівництві»

Автори Саницький М.А., Позняк О.Р.,  
Марущак У.Д.

У даному навчальному посібнику викладено основи енергозберігаючих технологій в будівництві, які є важливою складовою реалізації принципів стратегії збалансованого розвитку. Наведено розрахунки оптимальної товщини теплоізоляційної оболонки будинків та вологісного режиму огорожувальних конструкцій згідно з чинними стандартами. Розглянуто характеристики найпоширеніших теплоізоляційних матеріалів та основні конструктивно-технологічні рішення огорожувальних конструкцій, над якими здійснюють термо-модернізацію. Викладено основи енергетичного аудиту, складання енергетичного паспорту будинку та проаналізовано основні принципи пасивного будівництва.

Для студентів вищих навчальних закладів, які навчаються за базовим напрямом 060101 "Будівництво", студентів спеціальностей 7.06010103 та 8.06010103 "Міське будівництво та господарство" та слухачів курсів підвищення кваліфікації "Управління житловим господарством".

*Книги для навчання  
і роботи!*



Саницький М. А., Позняк О. Р.,  
Марущак У. Д.  
**ЕНЕРГОЗБЕРИГАЮЧІ  
ТЕХНОЛОГІЇ В БУДІВНИЦТВІ**  
Навчальний посібник. Львів:  
Видавництво Львівської  
політехніки, 2012. 236 с.  
Формат 170 x 240 мм.  
Тверда оправа.  
ISBN 978-617-607-197-6

Ціна 66 грн.

Викладено основи енергозберігаючих технологій у будівництві, які є важливою складовою реалізації принципів збалансованого розвитку. Наведено розрахунки оптимальної товщини теплоізоляційної оболонки будинків та вологісного режиму огорожувальних конструкцій згідно з чинними стандартами. Розглянуто характеристики найпоширеніших теплоізоляційних матеріалів та основні конструктивно-технологічні рішення огорожувальних конструкцій, над якими здійснюють термо-модернізацію. Викладено необхідність виконання енергетичного аудиту, складання енергетичного паспорту будинку та проаналізовано основні принципи пасивного будівництва.

Для студентів вищих навчальних закладів, які навчаються за базовим напрямом 060101 "Будівництво", студентів спеціальностей 7.06010103 та 8.06010103 "Міське будівництво та господарство" та слухачів курсів підвищення кваліфікації "Управління житлового господарства".

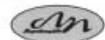
### ЗМІСТ

Вступ.

Розділ 1. Енергозберігаючі технології як реалізація принципів сталого розвитку в будівництві. Розділ 2. Проблеми енергозбереження у житлово-комунальному секторі. Розділ 3. Основи теплофізики будівель. Розділ 4. Вологісний режим огорожувальних конструкцій. Розділ 5. Вимоги до сучасних будівельних матеріалів та технологій. Розділ 6. Термо-модернізація будинків – основний резерв енергозбереження в житлово-комунальному господарстві. Розділ 7. Пасивне будівництво – технологія майбутнього. Розділ 8. Енергетичний паспорт та енергетична класифікація будинків. Список літератури. Додатки.

Видавництво Львівської політехніки

вул. Ф. Колеси, 2, корп. 23А, м. Львів, 79000  
тел. +380 32 2582148, факс: +380 32 2582136, <http://vip.com.ua>, [vmt@vip.com.ua](mailto:vmt@vip.com.ua)



# РЕФЕРАТЫ

УДК 620.3:620.2-181.4

Малишев В.В., Гладка Т.М., Роздобутько В.В., Нікуліна Г.Ф. / Нанотехнологія та створення нанобізнесу – конкурентний шлях розвитку будівництв // Стартельные материалы и изделия. – 2012. – №6. – С. 3–5. – Бібліограф. 12 назв.

Показано, что направления развития мировой экономики сегодня определяются развитием высоких технологий. Среди высокотехнологических отраслей лидирующей является наноиндустрия. Рассмотрены вопросы использования процессов нанорівня в стройиндустрии, а также особенности ведения нанобизнеса как конкурентного технологического развития строительного комплекса.

Показано, что направления развития мировой экономики сегодня определяются развитием высоких технологий. Серед высокотехнологичних отраслей лидирующей является наноиндустрия. Розглянуті питання використання процесів нанорівня галузі будівництва, а також особливості ведення нанобізнесу як конкурентного технологічного розвитку будівельного комплексу.

Was shown that directions of the world economic development today determined by the development of the high technologies. The leader among the high-technology fields is nano-industry. The questions of the nano-level processes using in building industry as well as nano-business management features as a competitive technological development in building complex were considered.

УДК 666.941.2

Дерев'янко В.М., Полтавцев А.П., Максименко А.А., Мартиненко Т.В., Кондратєва Н.В. / Проблеми розробки та виготовлення виробів на основі магнезіальної в'яжучої // Стартельные материалы и изделия. – 2012. – №6. – С. 6–8. – Табл. 1. – Бібліогр.: 8 назв.

Обосновать необходимость пересмотреть состав технических требований и их количественных характеристик в существующих нормативных документах. Исследованы заполнители и наполнители, которые не только увеличивают объем смеси, но и снижают нежелательные изменения линейных размеров при твердении.

Ключевые слова: магнезиальное вяжущее, магнезит, периклаз

Обгрунтювати необхідність переглянути склад технічних вимог і їх кількісних характеристик в існуючих нормативних документах. Досліджено заповнювачі та наповнювачі, які не тільки більшують об'єм суміші, а й знижують небажані зміни лінійних розмірів при твердінні.

Ключові слова: магнезиальне в'яжуче, магнезит, Периклаз

To prove the necessity to review technical demands of composition and their quantitative characteristics in legacy regulations. Examined the filler and weighing material who do not only enhance volume of mixture, but also changes linear dimension at hardening.

Key words: magnesia astringent, magnesite, periclase

УДК 691:542+547.1:54-724

Колесник Д.Ю., Шейніч Л.О., Файнлейб О.М., Сахно В.І. / Структурні змінення в цементному камені, просоченному силіконами та опроміненню прискореними електронами // Стартельные материалы и изделия. – 2012. – №6. – С. 8–10. – Табл. 1. – Рис. 4. – Бібліограф. 7 назв.

Работа посвящена изучению механизма радиационно-химической модификации бетона. Авторами исследованы изменения морфологии строительного камня в результате пропитки его циклосилоксанами с последующим облучением пучком ускоренных электронов. На основе ИК спектров обоснован механизм адсорбции мономеров на цементном камне. Показано, что радиационно-химическая модификация обеспечивает повышение комплекса физико-механических свойств цементного камня в результате кальматації крупных пор и капілярів.

Робота присвячена дослідженню механізму радіаційно-хімічної модифікації бетону. Авторами досліджено зміни морфології будівельного каменя у результаті просоченню його циклосилоксанами з наступним опроміненням пучком прискорених електронів. На основі ІК спектрів обґрутований механізм адсорбції мономерів на цементному камені. Показано, що радіаційно-хімічна модифікація забезпечує підвищення комплексу фізико-механічних властивостей цементного каменя у результаті кальматації крупних пор та капілярів.

The work is devoted to the studying of the mechanism of radiation chemical modification of concrete. The changes of morphology of a building stone in a result of its impregnation by cyclosiloxane with the subsequent irradiation by a bunch of accelerated electrons have been investigated by the authors. On the basis of IR specters the adsorption mechanism of the monomers on a cement stone is proved. It is shown, that radiation chemical modification provides the increase of a complex of physicomechanical properties of a cement stone in a result of oppilate a large pores and capillaries.

УДК 69.022.32

Менейлюк А.И., Бабий И.Н., Борисов А.А., Волканов В.К. / Исследования влияния плотности минераловатного утеплителя на адгезию к основанию // Стартельные материалы и изделия. – 2012. – №6. – С. 11–12. – Рис. 1. – Бібліограф. 5 назв.

В статье рассмотрены результаты исследований влияния плотности минераловатного утеплителя на адгезионную прочность на границе «минеральная вата – клей». Определено время, когда когезионная прочность материала равна адгезионной прочности склейки.

У статті розглянуто результати досліджень впливу щільності мінераловатного утеплювача на адгезійну міцність на кордоні «мінеральна вата - клей». Визначено час, коли когезійна міцність матеріалу дорівнює адгезійній міцності склеювання.

The article describes the results of the effect of the mineral wool insulation density on the adhesive strength at the border "mineral wool - glue". Determined the time when the material's cohesive strength equals bonding adhesive strength.

УДК 666.973.6 (082);614.841

Сердюк В.Р. / Порівняльний аналіз відносних обсягів будівництва житла та структури використання стінових матеріалів// Стартельные материалы и изделия. – 2012. – №6. – С. 12–15. – Рис. 2. – Табл. 2. – Бібліограф.: 10 назв.

У статті наведені дані відносних обсягів будівництва житла в Україні в розрахунку на одну особу. Показано значне (у кілька разів) відставання України від країн пострадянських республік (Білорусь, Казахстан, Росії). З великим запізненням було прийнято рішення про підвищення термічного опору огорожувальних конструкцій. Показано, що житлово-комунальний сектор споживає до 40% енергоносіїв. Збільшення обсягів будівництва до загальноприйнятих стан-

дартів вимагає ухвалення кардинальних рішень щодо економії енергетичних ресурсів. Виробництво конструктивно-теплоізоляційного автоклавного газобетону є пріоритетним напрямком розвитку стінових будівельних матеріалів.

В статье приведены данные относительных объемов строительства жилья в Украине в расчете на одно лицо. Показано значительное (в несколько раз) отставание Украины от бывших постсоветских республик (Белоруссии, Казахстана, России). С большим опозданием было принято решение о повышении термического сопротивления ограждающих конструкций. Показано, что жилищно-коммунальный сектор потребляет до 40% энергоносителей. Увеличение объемов строительства до общепринятых стандартов требует принятия кардинальных решений по экономии энергетических ресурсов. Производство конструктивно-теплоизоляционного автоклавного газобетона является приоритетным направлением развития стековых строительных материалов.

The paper presents data on housing construction in Ukraine, based on one person. A significant (several times), the lag of Ukraine from the former post-Soviet republics (Belarus, Kazakhstan, Russia). With the long delay it was decided to increase the thermal resistance of building envelopes. It is shown that the housing sector consumes 40% of energy. The increase in construction in the generally accepted standards requires radical solutions to save energy resources. Production design and insulation autoclaved aerated concrete is a priority of wall building materials.

УДК: 69.022.32

Бабиченко В.Я., Кирилюк С.В., Батура О.О. / Технологія замонолічування стиков тонкостінних елементів стінових будівельних конструкцій // Стартельные материалы и изделия. – 2012. – №6. – С. 15–16. – Рис. 3. – Бібліограф. 5 назв.

Розглянуті результати дослідження щодо розробки ефективної технології замонолічування стиков зовнішніх шарів багатошарових стінових огорожувальних конструкцій малозатяжних житлових будинків, які складені з тонкостінних елементів, виготовлених із важкого дрібнозернистого бетону і розташованих з зовнішніх поверхонь стінової огорожувальної конструкції, та теплоізоляційного шару, розташованого проміжними.

Рассмотрены результаты исследования по разработке эффективной технологии замоноличивания стыков внешних слоев многослойных стеновых ограждающих конструкций малозатяжных жилых зданий, состоящих из тонкостенных элементов, изготовленных из конструктивного тяжелого мелкозернистого бетона и расположенных с внешних сторон стенной ограждающей конструкции, и теплоизоляционного слоя, расположенного между ними.

Results of research on working out of effective technology monolithing joints of external layers multilayered wall protecting designs of the low residential buildings consisting of thin-walled elements, made of constructive heavy fine-grained concrete and located with outer sides wall a protecting design, and a heat-insulation layer located between them are considered.

УДК 624.072

Горохов Е.В., Старченко А.Ю., Клименко С.В., Бармотин А.А., Мнацакян К.Б. / Оценка эксплуатационной пригодности гипсокартонных потолков КНАУФ при наличии характерных нарушений технологии монтажа // Стартельные материалы и изделия. – 2012. – №6. – С. 17–20. – Табл. 1. – Рис. 8. – Бібліограф. 6 назв.

Приведены результаты статического расчета напряженно-деформированного состояния подвесных гипсокартонных потолков в зависимости от конструктивного решения металлического каркаса, различных жесткостных характеристик составляющих элементов и эксплуатационных прогибов железобетонного перекрытия.

The paper has given the results of the static analysis of the stressed and strained state of the suspended gypsum wallboard ceilings depending on the structural concept of the steel framework, various rigidity features of the composing elements and operational deflections of reinforced concrete floor.

Es wurde die Ergebnisse der statischen Berechnungen von den angespannt-deformierten Zustand der abgehängten Gipskartondecken abhängig von der Konstruktionslösung des Metallskelettes, von den verschiedenen harten Charakteristiken der Bestandelemente und Betriebsdurchbiegungen von der Stahlbetondecke angeführt.

УДК 691.311

Дворкін Л.Й., Мироненко А.В., Поліщук-Герасимчук Т.О. / Сухі гіпсові і фосфоргіпсові суміші із застосуванням ефективних модифікаторів // Стартельные материалы и изделия. – 2012. – №6. – С. 20–23. – Табл. 4. – Рис. 4. – Бібліограф. 9 назв.

В статті розглянуті рецептури і властивості сухих будівельних сумішей для штукатурних робіт, підготовки поверхні під опорядження та влаштування наливних підлог на основі модифікованого гіпсового і фосфоргіпсового в'яжучих β-модифікаторів.

В статье рассмотрены рецептуры и свойства сухих строительных смесей для штукатурных работ, подготовки поверхности под отделку и устройства наливных полов на основе модифицированного гипсового и фосфоргипсового в'яжучих β-модификаторов. Показаны результаты экспериментальных исследований.

The paper leads on the formulations and properties of building dry mixes for plastering, preparations of background and arrangements of self-leveling floors on the basis of modified gypsum and phospho-gypsum fibers of β-modification. There were demonstrated results of experimental researches.

УДК 620.16

Старченко А.Ю., Клименко С.В., Братчун В.И., Бармотин А.А., Кожемяка С.В., Ігнатенко Р.И., Косик А.Б. / Исследование стыков гипсокартонных плит КНАУФ при изгибе // Стартельные материалы и изделия. – 2012. – №6. – С. 24–26. – Рис. 3. – Фото 4. – Бібліограф. 6 назв.

Согласно рекомендациям немецких стандартов проведены экспериментальные исследования прочности, трещинностойкости и прогибов стыков гипсокартонных плит Кнауф толщиной 9,5 и 12,5 мм с использованием различных комплектов шовного шпатлевочного материала.

In accordance with German standards recommendation, an experimental investigation of joints strength, crack resistance and deflection of 9,5 and 12,5 mm thickness Knauf gypsum board slabs with the use of various joint fillers has been made.

Es wurde die Experimentalforschung nach der Dauerbeständigkeit, Rißfestigkeit und den Anschlussdurchbiegungen der Gipskartonplatten Knauf mit der Dicke 9,5 und 12,5 mm mit der Benutzung der verschiedenen Sätze des Fugenspachtelmaterial entsprechen der Empfehlungen des deutschen Standards durchgeführt.

## **УСЛОВИЯ РАЗМЕЩЕНИЯ РЕКЛАМЫ В ЖУРНАЛЕ “СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ”**

Размер блока	Стоимость рекламного блока в у.е.		Надбавка за размещение рекламы: 1-я страница обложки +25%, 4-я страница обложки +30%, 2-я и 3-я страницы обложки +20%
	цветной	черно-белый	
1 (196x276 мм)	1200	700	
1/2 (196x136 мм)	700	400	
1/4 (96x136 мм)	400	250	
1/8 (96x66 мм)	250	175	

**Размещение статьи формата А4 – 900 грн.**

За разработку и изготовление оригинал-макетов дополнительно оплачивается:

- ✓ для черно-белой рекламы – 8 % от стоимости рекламного блока;
- ✓ для цветной – 10 % от стоимости рекламного блока

### **ДОСТАВОЧНАЯ КАРТОЧКА**

на подписку журнала

“Строительные материалы и изделия”

на 2013 год

Полное название организации-получателя

---



---

Фамилия, имя, отчество руководителя

---



---

Почтовый адрес получателя

---



---

Телефон \_\_\_\_\_ Факс \_\_\_\_\_

Количество комплектов подписки \_\_\_\_\_

---



---

### **УСЛОВИЯ ПОДПИСКИ**

Оформить подписку на журнал “Строительные материалы и изделия” Вы сможете через редакцию журнала, оплатив нижеуказанный счет и выслав заполненную доставочную карточку вместе с копией платежного поручения по адресу:

04080, г. Киев, ул. Константиновская, 68,  
“НИИСМИ”, т./ф. (044) 417-62-96.

Мы гарантируем пересылку каждого номера журнала по указанному Вами адресу.

#### Реквизиты для оплаты:

Р/с 26001301424 в Подольском отделении №5393 ОАО Сбербанка г. Киева, МФО 320382, код 00294349