

УДК 691.328

**ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ВИРОБІВ З ЦЕМЕНТНО-
ДЕРЕВНИХ КОМПОЗИЦІЙ В УМОВАХ СУЧАСНОГО
БУДІВНИЦТВА**

Бурлака О.О., канд. тех. наук

*(Харківський національний технічний університет сільського господарства
імені Петра Василенко)*

Розглянуто основні пропозиції щодо застосування цементно-деревинних композицій. Оцінено основні характеристики арболіту з точки зору сучасних технологій будівництва. Запропоновано концепцію виготовлення оздоблювальних матеріалів у вигляді дрібноштучних виробів із армованого деревинними волокнами композиту на основі цементної матриці.

Вступ. Наявність на території України великої кількості деревинної сировини, яка часто знаходиться у непридатному до прямого використання вигляді (тирса, стружка, гілки, очерет та ін.) ставить перед дослідниками у сфері будівельного матеріалознавства задачу використання цієї сировини. Низька вартість такої сировини, а також її волокниста структура та чималі теплотехнічні якості зумовлюють основний напрямок розробок у бік отримання стінового матеріалу на основі деревинно-цементних композицій.

Разом з тим у багатьох останніх роботах у цій галузі [1-3] спостерігається бажання авторів робіт забезпечити підвищення і механічних і теплотехнічних характеристик матеріалів, що розробляються без точних вказівок щодо того, що собою мають являти вироби на основі цих матеріалів і які характеристики у них будуть розглядатися як основні.

Мета роботи. Оцінити можливість ефективного використання різних за складом цементно-деревинних композицій у якості стінових матеріалів.

Методика дослідження. Основою дослідження є аналіз останніх наукових праць, що стосуються розробки будівельних матеріалів на основі цементно-деревинних композицій з урахуванням останніх тенденцій будівництва. Зокрема особлива увага приділялася отриманим міцнісним характеристикам, теплотехнічним показниками та стійкістю до корозії. Вони порівнювалися із характеристиками таких сучасних матеріалів, як Ultra high performance concrete, мінеральною ватою та полімерними оздоблювальними матеріалами.

Аналіз джерел. Література щодо використання відходів деревини у виробництві будівельних матеріалів на основі цементної матриці різноманітна, однак має переважно описовий характер. У ній переважно наголошується на самій можливості отримання таких матеріалів без детального аналізу того, для чого вони можуть ефективно використовуватися. Щодо матеріалів на основі цементно-деревної суміші у

літературі відсутні сталі позначення та класифікація. Терміни “деревобетон”, “арболіт”, “тирсобетон”, “фіброліт” не мають чітких меж у зв'язку з великою кількістю сировинних матеріалів, що пропонуються різними дослідниками у якості легких заповнювачів та великим різноманіттям складів на їх основі.

Результати досліджень. Розглядаючи як класичні праці [4, 5] щодо отримання композитів, у яких у якості заповнювачів використовуються деревинні рештки, так і роботи, що були виконані нещодавно [1-3, 6], варто в першу чергу зазначити, що першопричиною для ведення подібних досліджень є намагання найбільш раціональним чином використати різноманітну сировину деревинного походження. Низька собівартість цієї сировини дає підстави вважати, що будівельні матеріали на її основі будуть мати низьку собівартість.

З цього припущення витікає традиційна роль місцевого стінового матеріалу у якості якого він виступає зокрема у працях Наназашвілі І.Х [4]. та Г. Солберга [5]. Припускається, що в умовах дефіциту якісних стінових матеріалів можливе використання блоків з арболіту у якості стінового матеріалу для спорудження одно- та двоповерхових будівель із самонесучими стінами. Цьому сприяє поєднання у арболіті низької середньої щільності у $400-800 \text{ кг/м}^3$, що сприяє легкості зведення будівель без застосування важкої будівельної техніки із міцністю на стиск, що може сягати 5 МПа [7]. Також важливим є теплопровідність цементно-деревних композицій, яка для матеріалу із щільністю 400 кг/м^3 .

Такий набір показників робить арболіт якісним конструкційно-теплоізоляційним матеріалом. Однак перспективність його зумовлюється традиційними поглядами на стінові матеріали, при яких один і той самий матеріал мав і сприймати вагу від будівлі і забезпечувати утримання тепла всередині неї. В теперішній час більш перспективним є інший підхід — повне розділення функцій конструкційних та теплоізоляційних матеріалів для забезпечення в кожному із них відповідних функцій в найбільшій мірі. На цьому принципі базується сучасне каркасне будівництво, при якому навантаження від ваги будівлі сприймає максимально полегшений каркас із металевих конструкцій (іноді із залізобетону чи дерева), а функції захисту від зовнішніх факторів (температури, вологи та ін.) покладаються на шари матеріалів, у яких ці якості забезпечуються у максимальній мірі, але які самі по собі можуть формувати стіни будинку тільки завдяки своєму кріпленню до каркасу. Ефективність арболіту як конструкційного матеріалу можна оцінити за табл. 1.

Таблиця 1 — Міцнісні характеристик конструкційних матеріалів

| Матеріал | Міцність на стиск, МПа | Міцність на розтяг при вигині, МПа |
|----------|------------------------|------------------------------------|
| Арболіт | 5 | 12 |
| Сталь | 380-450 | 450 |
| Бетон | 50 | 5 |

| | | |
|---------------------------------|-------|-----|
| Ultra High Performance Concrete | 200 | 40 |
| Деревина (сосна) | 45-50 | 120 |

Дані табл. 1 показують, що міцність цементно-деревних композицій є на порядки нижчою, ніж у сучасних конструкційних матеріалів. Зокрема такий матеріал як ultra high performance concrete (UHPC), також відомий як ультрависокофункціональний бетон багато в чому подібний за своїм складом до конструкційного арболіту, у якому основною функцією деревинних волокон є не забезпечення зниження теплопровідності, а армуюча дія [8]. Тільки у UHPC у цій якості виступає полімерна чи металева фібра, що зумовлює не тільки вищі ніж узвичайного бетону механічні показники, але і зумовлюють можливість пружної деформації конструкцій з цього матеріалу, без застосування у них стрижневої арматури.

Заслуговує уваги ідея застосування до арболіту тих самих методів модифікації структури цементного каменю, що застосовуються для отримання UHPC. Вони полягають у якісному доборі матеріалів, та сумісному використанні пластифікаторів на основі полікарбоксилатів та поліакрилатів та мікронаповнювачів. Цей підхід забезпечує утворення надзвичайно щільної структури цементного каменю, а волокна деревини при цьому забезпечують зміцнення матеріалу на мікро- та макрорівні. Такий підхід використано у роботі О.Е. Горностаєвої [2], у якій розглядається можливість застосування для підвищення міцності деревобетону часток мікро- та наноскопічних розмірів.

На превеликий жаль можливість застосування цих методів щодо арболіту є обмеженою, оскільки органічна складова у даному випадку протидіє утворенню надщільної структури одразу кількома шляхами. Перш за все це стосується утримання всередині волокон і поруч із ними повітря, яке утворює у цементному камені пори. По-друге частки деревини мають значне водопоглинання, що зумовлює збереження всередині композитного матеріалу надлишкової води, яка після утворення структури цементного каменю випаровується і також утворює пори. По-третє при поглинанні води із цементного тіста частки деревини можуть набухати, збільшуючись у об'ємі і викликаючи виникнення додаткових напружень. Крім того варто зазначити, що отримання міцності на стиск, зазначеної у табл. 1 для цементно-деревних композицій можливе тільки за умови застосування до суміші інтенсивних методів ущільнення, таких як вібропресування і вібропрокат.

Значна частина робіт щодо проектування складів композитів із деревним заповнювачем спрямована на отримання матеріалів, які пропонується використовувати переважно як теплоізоляційні. Зокрема цій темі присвячені роботи Л.М. Осипович [3] та А.В. Лобанової [1]. У цих роботах висловлюється думка про те, що деревобетон є ефективним теплоізоляційним матеріалом, хоча при цьому порівняння його властивостей із існуючими матеріалами не наводиться і висновок про те, що він не поступається цим матеріалам не робиться. При цьому основна увага

приділяється забезпеченню міцності арболіту, наслідком чого є те, що теплоізоляційні властивості матеріалів, отримані у цих роботах не тільки не перевищують ті, що були отримані у 80-х роках 20-го століття, але і можуть поступатися ним.

Відносно перспектив застосування цементно-деревинних композицій у якості теплоізоляційних матеріалів слід зазначити, що сучасним теплоізоляційним матеріалам вони поступаються досить суттєво, що можна продемонструвати за допомогою табл. 2.

Таблиця 2 — Порівняння теплотехнічних властивостей будівельних матеріалів

| Матеріал | Середня густина, кг/м ³ | Коефіцієнт теплопровідності, Вт/м*К |
|-----------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| Арболіт | 400 | 0,08 |
| Мінеральна вата | 12-35 | 0,045 |
| Пенополістирол | 40 | 0,038 |
| Міпора | 20 | 0,085 |
| Пінобетон | 300 | 0,05 |
| Керамзитобетон | 350 | 0,2 |
| Піноскло | 110-200 | 0,06 |

Виходячи з даних таблиці можна зробити висновок, що хоча цементно-деревинні композиції переважають за своїми теплотехнічними якостями сучасні умовно ефективні (за ДСТУБ В.2.7-38-95 [9]) теплоізоляційні матеріали, ефективним теплоізоляційним матеріалам, таким як мінеральна вата та пінополістирол вони поступаються у рази. При цьому слід зазначити, що зниження теплопровідності означає, що для забезпечення необхідного термічного спротиву огорожувальної конструкції буде достатньо більш тонкого шару матеріалу. Таким чином огорожувальні конструкції з арболіту виявляються малоефективними з точки зору кількості матеріалу, який для них використовується.

Окремо слід розглянути виробничий аспект композиційних матеріалів на основі відходів деревообробки та цементу. Роботи, виконані у 20 столітті спираються на те, що виробництво арболіту має бути організоване не як окреме підприємство, а на базі існуючих виробництв із переробки деревини чи виготовлення залізобетону. Також слід зазначити, що до 90-х років забезпеченість ринку найближчим аналогом арболіту — газо- та пінобетонними блоками була досить слабкою. В сучасних умовах місцевому виробництву деревобетону конструкційно-теплоізоляційного призначення доведеться конкурувати із цим матеріалом в умовах, коли навіть у сільській місцевості налагоджені не тільки його постачання, але і виробництво.

Налагодження виробництва на базі існуючих ЗБК та бетонозмішувальних вузлів також є досить сумнівним, оскільки технологія виробництва арболіту не є простішою за технологію виробництва газо- чи пінобетонних виробів і при цьому залежить від постачання деревинної

сировини. Налагодження виробництва на підприємствах із виготовлення меблів та столярних виробів також стикається із рядом труднощів. У тих регіонах України, де для виготовлення продукції із деревини використовується привізний матеріал, виробництва зазвичай досить невеликі і для організації виробництва із власних відходів у них часто відсутні і кошти і необхідна кількість самих відходів. У тих регіонах, де сировина використовується місцева, великі підприємства існують. Однак тут на ринку будівельних матеріалів конкуренцію арболіту та іншим матеріалам на основі відходів переробки деревини складають власне пиломатеріали. Деревина сама по собі є якісним конструкційно-теплоізоляційним матеріалом і технологія будівництва із неї відпрацьована вже протягом тривалого часу.

В цілому слід зазначити, що основні недоліки арболіту як стінового матеріалу пояснюються тим, що при наявності цілого комплексу цінних якостей, жодна із них не досягає у цьому матеріалі значень, при яких вона може бути порівнюваною із сучасними матеріалами спеціального призначення. Використання ж арболіту у якості конструкційно-теплоізоляційного матеріалу обмежене особливостями сучасного малоповерхового будівництва та складностями із виготовленням цього матеріалу.

Разом із тим, власне використанням у якості стінового огорожувального матеріалу спектр можливих застосувань арболіту не обмежується. Розглянутий вище комплекс теплоізоляційних та механічних властивостей у арболіті доповнюється досить високою стійкістю до багатьох факторів: атмосфери, зволоження, вогню та ін. Також варто згадати такі властивості арболіту як гвоздимість, просверлюваність та розпилуваність. Цей набір характеристик у достатньо повній мірі задовольняє вимогам до опоряджувальних матеріалів. Ці матеріали також традиційно присутні у літературі як перспективний напрямок розвитку для композитів з цементно-деревинних композицій, однак у профільній літературі це застосування розглядається як другорядне [4, 10].

Варто зауважити, що традиційний підхід до опоряджувальних матеріалів, який панував у будівельному матеріалознавстві у другій половині 20 сторіччя розглядав у якості опоряджувальних матеріалів у першу чергу лакофарбові матеріали та сухі будівельні суміші на основі цементно-піщаних композицій. Дрібноштучні опоряджувальні матеріали у вигляді тонких пластинок розглядалися як більш дорога альтернатива їм і тому до естетичних властивостей поверхні цих виробів висувалися особливі вимоги. Матеріали з цементу та деревини традиційно розглядалися як такі, що не можуть забезпечити вказану якість поверхні. Пов'язано це було із великою кількістю дефектів (раковини, сколи) поверхні, що неодмінно утворюються на поверхні матеріалів з цементного каменю, а також сірим кольором цієї поверхні.

Разом з ти сучасні технології в галузі виробництва будівельних матеріалів дозволяють вирішити проблему із якістю поверхні матеріалів. Висока якість поверхні у сучасному виробництві забезпечується застосуванням пластикових форм із гладкими поверхнями, застосуванням смазок, модифікацією суміші пластифікуючими добавками та мікронаповнювачами, застосуванням інтенсивних методів ущільнення бетонної суміші, які в разі виготовлення тонкостінних виробів є більш виправданими, ніж при виготовленні стінових блоків. Забезпечення більш привабливої кольорової гама можливо завдяки тому, що в останні десятиліття активно розвивається виробництво білого цементу, що знайшов широке використання у виробництві різноманітних декоративних виробів. Застосування білого цементу дозволяє отримати не тільки білу поверхню, але і поверхню будь-якого кольору завдяки введенню на стадії виготовлення на стадії виготовлення пігментів, або покриття поверхні виробу на основі матриці із звичайного портландцементу шаром білого цементу, із введеними до його складу пігментами.

Крім того, слід зазначити, що в останні десятиліття значно змінилися критерії естетичності поверхні матеріалів, якими оздоблюються стіни. Широке розповсюдження покриттів із полімерних пластин та планок призвело до того, що полірована поверхня стіни перестала сприйматися як щось виняткове. На перший план вийшли матові поверхні із складною текстурою, які імітують ту чи іншу природню поверхню. У зв'язку із цим виникає можливість отримання широкого спектру поверхонь із текстурою, що визначається характером накладання фрагментів деревини один на одний та покриття їх шарами цементного тіста різної товщини.

Також перспективною ідеєю є виготовлення стінових виробів із арболіту, на цементну поверхню яких наноситься шар із щепи чи інших фрагментів деревини, який повністю закриває поверхню цементного каменю і створює візуальне та тактильне враження теплої і приємної поверхні. Це можливо завдяки забезпеченню якісного зчеплення цементного тіста із поверхнею деревини. Дане питання докладно розглядалося у багатьох роботах, зокрема у роботі Казімагомєдова І.Е. та Лобанової А.В. [1].

Комплексне застосування деревних решток у якості армуючого елементу разом із застосуванням сучасних пластифікуючих добавок, мікронаповнювачів та інтенсивних методів ущільнення дозволяє не тільки отримати високу якість поверхні. Можливе також отримання тонкостінних виробів із товщиною меншою за 10 міліметрів та із невисокою середньою густиною. Це дозволяє легко здійснювати монтаж таких пластин як на фасад будівлі, так і у приміщеннях.

Окремо слід згадати екологічні властивості цементно-деревних композицій. Цемент не вважається екологічно чистим матеріалом, хоча до відверто шкідливих для здоров'я також не відноситься. Якщо поєднати його з

екологічно чистою деревиною, то отриманий матеріал також можна вважати екологічно чистим.

Перспективним є також використання у якості матеріалу для легких перегородок всередині будівлі для розділення великого приміщення на функціональні зони. Перевагою арболіту перед гіпсокартонними плитами, що застосовуються для цієї мети зараз є його акустичні властивості, що забезпечуються саме наявністю у його складі фрагментів деревини, що сприяють загасанню коливань.

Обговорення результатів. Треба зазначити, що результати даного дослідження не треба розцінювати як такі, що свідчать про повну недоцільність використання цементно-деревних композицій. У кожному конкретному випадку можливість застосування певної технології для отримання виробів із заданими властивостями повинне відбуватися тільки на основі техніко-економічних розрахунків.

Висновки. В умовах сучасного будівництва використання виробів на основі цементно-деревних матеріалів у конструкційно-теплоізоляційних конструкціях є досить проблематичним. Разом із тим використання таких композицій для отримання опоряджувальних виробів є досить перспективним. Воно дозволяє отримувати широкий спектр виробів, які підходять як для улаштування фасадів будівель так і для внутрішнього оздоблення.

Список літератури

1. Казімагомєдов І.Е. Дослідження впливу хімічних домішок на міцність арболіту із заповнювачем з костри льону / І.Е. Казімагомєдов, А.В. Лобанова // Збірник наукових праць Української державної академії залізничного транспорту. - 2015. - Вип. 152. - С. 191-198.

2. Горностаева Е.Ю. Повышение эффективности древесно-цементных композиций комплексными добавками: диссертация ... кандидата технических наук: 05.23.05 / Горностаева Елена Юрьевна; [Место защиты: Белгород. гос. технол. ун-т им. В.Г. Шухова].- Белгород, 2012.- 145 с.

3. Осипович Л.М. ДЕРЕВОБЕТОН НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ДРЕВЕСИНЫ - стеновой материал для малоэтажного строительства: автореферат дис. ... кандидата технических наук: 05.23.05 / Осипович Людмила Михайловна; [Место защиты: Новосиб. гос. архитектур.-строит. ун-т]. - Новосибирск, 2009. - 17 с.

4. Наназашвили И.Х. Строительные материалы из древесно-цементной композиции / И.Х. Наназашвили – 2-е изд., перераб. и доп. Л: Стройиздат, 1990 — 415с.

5. Solberg G. Building with Papercrete and Paperadobe. - New-York: Remedial Planet Communications, 1999 — 96p.

6. Петров А.Н. Теплоизоляционные материалы на основе соломы и неорганического связующего: автореферат дис. ... кандидата технических наук: 05.23.05 / Петров Александр Николаевич; [Место защиты: Новосиб. гос. архитектур.-строит. ун-т]. - Новосибирск, 2009. - 17 с.

наук: 05.23.05 / Петров Альберт Николаевич; [Место защиты: Казан. гос. арх-строй академия]. - Казань, 1998. - 18 с.

7. ДСТУ Б В.2.7-271:2011. Арболіт та вироби з нього. Загальні технічні умови

8. Ушеров-Маршак А.В., Сопов В.П. Бетоны нового поколения: основы получения и перспективы развития. [Электронный ресурс] / А.В. Ушеров-Маршак, В.П. Сопов / - Режим доступа: http://www.nbuuv.gov.ua/portal/natural/Nvb/2009_55/sopov.pdf.- Название с экрана.

9. ДСТУ Б В.2.7-38-95. Матеріали і вироби теплоізоляційні. Методи випробувань

10. Кривенко П.В. Будівельне матеріалознавство: підручник / П.В. Кривенко, К.К. Пушкарьова, В.Б. Барановський та ін. - К.: "Ліра-К", 2012. - 624 с.

Аннотация

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ЦЕМЕНТНО-ДРЕВЕСНЫХ КОМПОЗИЦИЙ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

А.А. Бурлака

Рассмотрены основные предложения по применению цементно-древесных композиций. Оценены основные характеристики арболита с точки зрения современных технологий строительства. Предложена концепция изготовления отделочных материалов в виде мелкоштучных изделий из армированного древесными волокнами композита на основе цементной матрицы.

Abstract

PERSPECTIVES OF USING PRODUCTS OF WOOD WITH CEMENT COMPOSITIONS IN A MODERN CONSTRUCTION

A. Burlaka

The main proposals for the use of cement and wood compositions. Reviewed Arbolite main characteristics in terms of modern construction technologies. The concept of making decorative materials in the form of small-products from wood fiber reinforced composite based on cement matrix.