

## **ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ФІБРОПІНОБЕТОНІВ У СУЧАСНОМУ БУДІВНИЦТВІ**

Юрко І.А., Черниш Т.А.

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка  
м. Полтава, Україна

**АННОТАЦІЯ:** Проведено аналіз літературних джерел по виявленню оптимального виду волокна для дисперсного армування пінобетонів. Наведено переваги та галузі ефективного застосування фібропінобетонів у будівництві.

**АННОТАЦИЯ:** Проведенный анализ литературных источников по выявлению оптимального вида волокна для дисперсного армирования пенобетонов. Перечислены преимущества и области эффективного применения фибропенобетона в строительстве.

**ABSTRACT:** The authors analyzed the literature to identify the optimal type of fiber reinforcement to disperse foam concrete. The article presents the advantages and area the effective use foamy fibrous concrete in construction.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** фібропінобетон, фібра, міцність.

### **ПОСТАНОВА ПРОБЛЕМИ**

Останні декілька років в Україні спостерігаються зміни в області використання стінових матеріалів як в малоповерховому, так і багатоповерховому будівництві. Міцна, але важка і холодна рядова цегла і масивний залізобетон у багатьох проектах стали замінювати виробами із ніздрюватого бетону. Велика вага конструкцій (густина цегли складає 1400...1700 кг/м<sup>3</sup>, залізобетону 2500 кг/м<sup>3</sup>), змушує робити масивніший фундамент, і приводить до значного підвищення вартості будівництва як за рахунок збільшення собівартості виробництва будівельних матеріалів і конструкцій, так і при експлуатації будівель.

Із введенням ДБН В.2.6-31: 2006 «Теплова ізоляція будівель» підвищились вимоги до термічного опору стін з 0,7...0,9 м<sup>2</sup>·К/Вт до 2,0...2,8 м<sup>2</sup>·К/Вт. Аналіз проектних рішень стін, з врахуванням цих норм, показує, що влаштування традиційних одношарових суцільних огорожуючих конструкцій економічно недоцільно. Вирішенням проблеми є використання стінових матеріалів з коефіцієнтом теплопровідності 0,11...0,20 Вт/(м·К), або використання багатошарових стінових конструкцій.

Всі ці чинники сприяли стрімкому зростанню обсягів виробництва і використання газо- і пінобетонних виробів у сучасному енергозберігаючому будівництві в Україні. Однак невисокі механічні характеристики ніздрюватих бетонів

обмежують галузі їх використання. Тому дослідження властивостей цих матеріалів, покращення їх фізико-механічних характеристик, пошук нових технологічних, конструктивних рішень є на сьогоднішній день актуальною задачею.

## АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Вдосконаленню і покращенню властивостей ніздрюватих бетонів шляхом використання фібрового армування присвячені роботи Демчиної Х.Б., Коваля П.М., Лобанова І.А., Моргуна Л.В., Перфилова В.А., Пухаренка Ю.В., Рабиновича Ф.Н. та багатьох інших [1 – 9].

Лобановим І.А. [3], Моргуном Л.В. [4], Пухаренко Ю.В. [7] встановлено, що дисперсне армування пінобетонів дозволяє не тільки знизити розміри усадкових деформацій, але і значно покращити експлуатаційні властивості пінобетонів неавтоклавного твердіння за рахунок значного підвищення міцності на розтяг.

Однак, однозначної думки щодо використання виду волокон для армування пінобетонів немає. За даними деяких дослідників сталева фібра вимагає збільшення норм витрати армуючого волокна, скляні волокна нестійкі до механічних впливів, а полімери занадто дорогий матеріал.

**Метою роботи** є аналіз результатів дослідження різних авторів з підвищення фізико-механічних властивостей піно- і газобетонних виробів шляхом застосування дисперсного армування волокнами різного виду та виявлення галузей ефективного застосування фібропінобетонів.

**Викладення основного матеріалу.** Серед найбільш ефективних і перспективних виробів для зведення стін, перекриттів і покриттів необхідно виділити вироби з ніздрюватого бетону основними з яких є піно- і газобетони. До основних переваг таких матеріалів відносять:

1. Технологічність матеріалу, простота монтажу.
2. Легкість матеріалу. Вага пінобетонного блоку 250×400×600 мм густиною 600 кг/м<sup>3</sup> складає 36 кг, а вага 15 цеглин – 52,5 кг.
3. Точність геометричних розмірів. Завдяки дійсно якісному виготовленню пінобетонних блоків поверхня стін і перегородок настільки рівна, що не потребує додаткового вирівнювання.
4. Має досить низьку теплопровідність.
5. Блоки мають морозостійкість, клас не нижче F25.
6. Пінобетон володіє високою здатністю до звукопоглинання.
7. Вироби з пінобетону відповідають першому ступеню вогнестійкості. Матеріал не тріскається і не руйнується при інтенсивному впливі тепла.

Незважаючи на великий список позитивних властивостей ніздрюватий бетон має недоліки: крихкість (при невеликій густині), високе водопоглинання, має низьку міцність на стиск та згин (блоки з низьким коефіцієнтом теплопровідності). При необхідності кріплення навісного обладнання до стін з пінобетону, неминуче виникнуть проблеми, оскільки рихла структура даного матеріалу не дозволяє зафіксувати елементи кріплення, навіть при використанні спеціальних анкерних болтів. Погана робота на згин практично не дозволяє виготовляти з пінобетону армовані балки та плити перекриття.

Усі вище перераховані проблеми можна якщо не вирішити, то значно зменшити за допомогою дисперсного армування. Воно полягає у введенні тонко дисперсного волокна в матрицю бетону. Волокна в цьому випадку виконують роль армуючого елемента. У даному випадку фібру можна розглядати як ефективну добавку, котра

впливає на фізико-механічні властивості бетону. Основним механізмом у використанні волокон є перерозподіл напружень, які виникають у випадку механічної, термічної або динамічної дії, а також посилення окремих елементів структури матриці. У бетоні відбувається розподіл напружень по всьому об'єму матеріалу, підвищується тріщиностійкість.

Експериментально ця теза підтверджується результатами досліджень, виконаних у Ростовському державному університеті [5], котрі показують, що дисперсне армування синтетичними волокнами дозволяє достатньо ефективно впливати на розміри деформацій усадки в пінобетонах неавтоклавного твердіння, і, як наслідок, на їх фізичні й механічні властивості. При цьому зафіксовано зменшення теплопровідності фібропінобетонів у порівнянні з пінобетонами конструкційно-теплоізоляційного призначення ( $\rho_m = 700 \text{ кг/м}^3$ ) та встановлено підвищення модуля пружності на 15 – 19 %.

У [9] виявлено, що при введенні в пінобетонну матрицю поліетиленових, та поліамідних волокон деформації усадки зменшуються до 8,75 %; міцність на згин збільшилась у 1,5 рази (використовувалась полікапроамідні, поліпропіленові та поліамідні волокна).

Згідно результатів досліджень [2] застосування поліпропіленової фібри у складі пінобетону збільшує міцність зразків у 1,5 рази та зменшує деформативність на 5,4...10,8 %. За даними [1] найбільш ефективними для дисперсного армування є базальтові волокна, котрі значно дешевші ніж синтетичні, та хімічно нейтрально порівняно зі скляними фібрами.

Поряд з експериментальними дослідженнями з покращення характеристик фібропінобетонів проводяться розробки з виготовлення різноманітних виробів та елементів конструкцій із цього матеріалу.

Далі представлена порівняльна табл. 1 фізико-механічних показників поширених стінових матеріалів.

Таблиця 1

Властивості фібропінобетону в порівнянні з відомими будівельними матеріалами

Найменування матеріалу	Густина, $\text{кг/м}^3$	Міцність на стиск, МПа	Міцність на згин, МПа	Морозостійкість, цикли	Теплопровідність, $\text{Вт/(мК)}$
Фібропінобетонний блок	800	3,5...5,0	1,5...2,8	100...150	0,18
	900	4,0...7,5	2,0...3,5	100...150	0,21
Цегла керамічна порожниста	1240	10...20	0,9...1,8	35...50	0,58
Цегла силікатна	1900	10...25	0,9...2,7	25...50	0,76
Стіновий піноблок $200 \times 300 \times 400 \text{ мм}$	700	1,5...3,5	0,5...0,7	35...50	0,25... 0,27
Термоблок керамзитовий $390 \times 190 \times 188 \text{ мм}$	900	3,5...0,75	0,35...1,0	25	0,43

На сьогоднішній день виготовляються теплоефективні перемички з фібропінобетону армовані металевим каркасом, які служать для перекриття віконних і дверних прорізів. Застосування цих перемичок виключає виникнення, так званого, "містка холоду". До того ж перемичка з фібропінобетону в 3-4 рази легша від аналогічної

виготовленої із важкого бетону. Також застосування таких перемичок дозволяє уникнути утворення тріщин в оздоблювальних матеріалах, що виникають через різницю температурних розширень металу і бетону.

Фібропінобетон активно використовується при монолітному будівництві споруд із знімною і незнімною опалубкою. Будівлі з монолітного фібропінобетону виходять конструктивно жорсткими, що є актуальним в умовах сейсміки і на просадочних ґрунтах. Вага таких будівель значно нижче аналогічних з цегли чи бетону, що дозволяє економити на фундаменті. До того ж відчутно зростає швидкість будівництва. Повністю відлиті з монолітного фібропінобетону будинки володіють найменшими тепловтратами за рахунок хороших теплоізоляційних властивостей матеріалу.

Будівництво споруд із крупних блоків і плит перекриття і покриття з фібропінобетону – цей спосіб розвиває повнозбірне будівництво споруд із високоякісних виробів заводського виготовлення і дозволяє зводити всі конструктивні елементи будівлі з одного матеріалу з високою швидкістю як для масового, так і для індивідуального будівництва. Перекриття і покриття виконуються з армованих фібропінобетонних плит. Із таких же плит виконується скатна крівля. У цьому випадку плити укладаються з необхідним ухилом, замінюючи собою кроквяні конструкції, й виключаючи необхідність укладання додаткової тепло- і гідроізоляції.

## ВИСНОВКИ І ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ РОЗРОБОК

Фібропінобетони є перспективним матеріалом для житлового та громадського застосування, тому підвищення його фізико-механічних властивостей є актуальною задачею. Серед найбільш ефективних видів волокон для дисперсного армування пінобетонів необхідно виділити поліпропіленові та базальтові. В подальшому планується провести ряд експериментальних досліджень по виявленню найбільш оптимального виду та кількості волокон для армування ніздрюватих бетонів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Армирование пенобетона и пеноблоков фиброй [Електронний ресурс] – Режим доступу до статті: [http://xn--90ahifgdcnfhnld2loa.xn--p1ai/article/armirovanie\\_penobetona\\_i\\_penoblokov\\_fibroj](http://xn--90ahifgdcnfhnld2loa.xn--p1ai/article/armirovanie_penobetona_i_penoblokov_fibroj).
2. Коваль П.М. Вплив виду армування пінобетонних плит на характер руйнування при продавлюванні / П.М. Коваль, Х.Б. Демчина, Г.М. Гладишев // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Зб. наук. пр.- Рівне, 2008. – С. 176 - 182.
3. Лобанов И.А. Особенности тепловой обработки ячеистых бетонов, армированных неметаллическими волокнами / И.А. Лобанов, И.В. Пухаренко, Б.И. Правдин // Оптимизация и интенсификация твердения бетонов в заводских условиях. - Л.: ЛДНТП, 1980. – С. 45 - 49.
4. Моргун Л.В. Влияние дисперсного армирования на агрегативную устойчивость пенобетонных смесей / Л.В. Моргун, В.Н. Моргун // Строительные материалы. –2003. - № 1. – С.33 - 35.
5. О свойствах фибропенобетона неавтоклавного твердения и изделий из него [Електронний ресурс] – Режим доступу до статті: [http:// http://infinstone.ru/index.php/](http://http://infinstone.ru/index.php/).
6. Перфилов В.А. Фибробетоны с высокодисперсными волокнистыми наполнителями / В.А. Перфилов, А.В. Аткина, О.А. Кусмарцева // Малоэтажное строительство: межд. научно-практическая конференция. – Волгоград, ВолгГАСУ, 2009. – С. 89 - 91.
7. Пухаренко И.В. Ячеистые фибробетоны на основе вулканических горных пород / И.В. Пухаренко, М.Н. Хашукаев, Т.А. Хезев // Известия ВУЗов. Северо-Кавказский регион, 2003. - № 3. – С. 37 - 39.
8. Рабинович Ф.Н. Композиты на основе дисперсно-армированных бетонов / Ф.Н. Рабинович // Вопросы теории и проектирования, технологий, конструкций: монография. – М.: АСВ, 2004. – 560 с.
9. Барамыкина А.М. Фибропенобетоны с использованием отходов производств [Електронний ресурс] / А.М. Барамыкина, М.И.Василенко. – Режим доступу до статті: [http:// http://timas.at.ua/publ/1-1-0-18](http://http://timas.at.ua/publ/1-1-0-18).

Стаття надійшла до редакції 12.03.2013 р.