

ної прохідності з покращеними тягово-швидкісними властивостями та підвищеною паливною економічністю.

Література

1. Білик Б.В., Шевченко Н.В., Аналіз впливу передатних чисел трансмісії на процес розгону і паливну економічність тривісного автомобіля // Динаміка, надійність і довговічність механічних і біомеханічних систем та елементів їх конструкцій : матер. міжнар. наук. конф., 2-5 вересня 2008 р. – Севастополь, 2008. – С. 117-122.

2. Соболев М.М. Статников Р.Б. Выбор оптимальных параметров в задачах со многими критериями. – М. : Изд-во "Наука", 1981.

УДК 666.973.6 Доц. Г.Я. Шевчук, канд. техн. наук; ст. викл. О.В. Омельчук;
студ. Г.В. Думич – НУ "Львівська політехніка"

АЛЬТЕРНАТИВНІ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ЗОВНІШНІХ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЕЛЬ

Наведено результати отримання вологостійкого автоклавованого ніздрюватого бетону з покращеними експлуатаційними характеристиками для ефективного використання в житловому та промисловому будівництві.

*Assoc. prof. G.Ya. Shevchuk; senior lecturer O.V. Omelchuk;
stud. G.V. Dumych – NU "Lvivska Politekhnik"*

Difference heatinsulation materials for outward fencion construction buildings

The information about receiving moisture-durable nostriling concrete with better exploitation references for effective use of house and industrial building.

Постановка проблеми. Щороку актуальність проблеми енергозбереження в будівництві не зменшується. Її вирішення здебільшого зосереджено на підвищенні теплозахисних властивостей огороджувальних конструкцій, незважаючи на те, що тепловтрати через них за базового рівня теплового опору не перевищують 28-30 %. Не вирішуючи проблему загалом, нормативне підвищення рівня теплозахисних властивостей зовнішніх стін у три і більше разів привело до зведення стін із внутрішнім чи зовнішнім розміщенням малотеплопровідних утеплювачів із пінополістирольних чи мінераловатних плит. Це означає, що теплозахисні властивості зовнішніх стін поступово знижуються, а тепловтрати через них збільшуються, що недостатньо враховують під час проектування [1, 2].

Розподіл теплового опору зовнішніх стін на обов'язкове і рекомендоване відкриває великі можливості залучення в будівництво традиційних будівельних матеріалів, спрощення і підвищення надійності огороджувальних конструкцій, зниження їхньої вартості. Порівняно невисокі тепловтрати через зовнішні стіни та мінімально потрібний тепловий опір, з умов безпеки для життя і здоров'я людей, дає змогу зводити стіни з легких бетонів на пористих заповнювачах і пористого бетону [3, 4]. Особливо важливо, з огляду на комфортні умови проживання, розширювати використання для влаштування зовнішніх огороджувальних конструкцій стін, блоків з автоклавних ніздрюватих бетонів із високою точністю геометричних розмірів.

Мета дослідження. Отримання нових теплоізоляційно-конструкційних автоклавованих ніздрюватих і поризованих бетонів із покращеними фізико-технічними експлуатаційними властивостями для ефективного використання в житловому та промисловому будівництві.

Результати дослідження. З переходом на нові конструкції стін і споруд переоцінили окремі види виробів, які масово застосовувались раніше в житловому будівництві. Одні вироби стали непотрібними в нових будівлях, що проектують, потреба в інших – знизилась в 2-3 рази. Проте різко зросла потреба у виробках із покращеними теплотехнічними й екологічними показниками. Певною мірою цим вимогам відповідають вироби з ніздрюватого бетону, для яких характерна низька густина і теплопровідність в поєднанні з достатньо високими міцнісними показниками та тривалим терміном експлуатації. Висока технологічна гнучкість ніздрюватобетонного виробництва дає змогу виготовляти вироби широкої номенклатури: теплоізоляційні (густиною 200-400 кг/м³), стінові (густиною 500-700 кг/м³), конструкційні (густиною 800-1000 кг/м³), дрібноштучні і великорозмірні (блоки, панелі, плити покриття і перекриття, перемички) в різноманітному поєднанні їхньої довжини, товщини і висоти. Переважно на сьогодні в Україні виготовляють бетони теплоізоляційні з густиною 400-500 кг/м³ і конструкційно-теплоізоляційні з густиною 500-600 кг/м³. Актуальним є виробництво конструкційно-теплоізоляційного бетону щільністю 400-500 кг/м³ для влаштування зовнішніх самонесучих огорожувальних конструкцій.

Відомо [5, 6], що на показники теплопровідності, міцності, деформації, модуля пружності істотний вплив має вологість. Тому погіршення показника міцності бетону впливає на оцінку несучої здатності та стійкості конструкції. Зміна теплопровідності є визначальним чинником термічного опору теплопередачі в огорожувальних конструкціях. Дослідженнями показано, що нагромадження вологи сприяє підвищенню теплопровідності. Це приводить до потреби збільшення товщини огорожувальної конструкції, щоб забезпечити достатню величину опору теплопередачі. Явище зворотної адсорбції води і розчинення компонентів ніздрюватих бетонів є однією з вагомих причин зменшення міцності та швидкої деформації під час зволоження. Капілярна міграція води в порах матеріалу спричинює нерівномірний розподіл механічних напружень, що призводить до руйнування бетону. Ще більший вплив для зовнішніх огорожувальних конструкцій має поперединне замороження і відтавання, особливо у водонасиченому стані. Якщо ці процеси відбуваються в умовах, де є сольові розчини, то утворюються кристали солей та їхні кристалогідрати, що сприяє ще більшому руйнуванню, ніж замерзла в порах вода.

Тому, щоб зменшити вплив вологи та покращити експлуатаційні характеристики, запропоновано отримувати вологостійкий автоклавований ніздрюватий бетон пониженої густини з використанням кремнійорганічних полімерів силоксанової групи, які ускладнюють проникнення води крізь пори. Для таких сполук характерна висока термостійкість у поєднанні з водо- та морозостійкістю, гідрофобністю, стійкістю до комплексної дії атмосферних факторів, а також широкий діапазон робочих температур. Сполуки силоксану характеризуються високою реакційною здатністю і легко гідролізуються. Си-

ланомі, що утворюються внаслідок гідролізу, перетворюються в поліорганосилоксани, створюючи плівки, які мають гідрофобні властивості. Лужне середовище ніздрюватого бетону слугує каталізатором гідролізу та поліконденсації. У процесі автоклавного оброблення такого бетону, де є високий тиск і температура, поліметилсилоксанові рідини (суміш полімерів лінійної та розгалуженої структури) утворюють єдиний просторовий каркас.

Табл. 1. Експлуатаційні характеристики автоклавного ніздрюватого бетону з низькою густиною

Найменування показника	Розроблений		Звичайний	
	Д 400	Д 500	Д 400	Д 600
Теплопровідність, Вт/(м. °С)	0,11	0,14	0,12	0,14
Густина, кг/м ³	400	500	400	600
Морозостійкість, цикли	25	50	не норм.	35
Міцність на стиск, МПа	2,0	2,5-5,0	1,3	2,0-3,8
Вологість (сорбційна), % не більше: при вологості повітря 75 %	4,5	4,8	7,8	7,0

Введення до складу ніздрюватобетонної суміші додатку поліметилсилоксану надає бетону стійкого гідрофобного ефекту, а також спричинює підвищення міцності на стиск від 2,0 до 5,0 МПа для розробленого бетону порівняно із звичайним (1,3-3,8 МПа), та підвищує морозостійкість від 35 циклів до 50 для бетону Д500 (табл. 1). Вологостійкий ніздрюватий бетон володіє підвищеним опором до утворення та розвитку тріщин внаслідок покращення процесів внутрішнього вологоперенесення та зовнішнього масообміну. Це сприяє підвищенню міцності та морозостійкості (з 35 до 50 циклів), що позитивно впливає на довговічність матеріалу. Завдяки гідрофобізації розробленого бетону кремнійорганічними сполуками спостерігають високу газо- та паропроникність повітря через конструкцію, що створює сприятливі гігієнічні умови як всередині будівлі, так і виключає руйнування ніздрюватого бетону внаслідок конденсації вологи чи концентрації агресивних газів. Дослідженнями встановлено, що вуглекислий газ зовнішнього середовища взаємодіє з гідросилікатами кальцію та призводить до зниження міцності, водночас, і до підвищення деформативності бетону. Застосування об'ємної гідрофобізації дає змогу послабити ці явища. Зазначимо, що розроблений вологостійкий ніздрюватий бетон також характеризується пониженим значенням величини капілярної конденсації, а отже, має високу атмосферостійкість.

Ще один вид ніздрюватого бетону отримували на основі активації вапняно-пуцоланових в'язучих. Застосування віброоброблення вихідних матеріалів дозволило за короткий термін здійснити максимальне руйнування структури, досягнути однорідного перемішування та граничного ущільнення і, наприкінці, отримати готові вироби з ніздрюватого бетону з високими фізико-механічними показниками.

Виходячи з високих експлуатаційних показників, а саме низької густини ніздрюватого бетону, із нього доцільно виготовляти стінові блоки, термоблоки збільшених розмірів, маса яких становить від 15 до 30 кг. При цьому маса 1 м² зовнішніх стін із ніздрюватого бетону в однаковому значенні нор-

мативного термічного опору $1,6-2,0 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ в $1,5-2,5$ рази менше, ніж інших стінових матеріалів (табл. 2), що дає змогу істотно знизити загальну матеріаломісткість конструкцій споруд.

Табл. 2. Порівняльна характеристика стін за термічного опору $2,0 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$

Найменування матеріалу	Товщина стіни, м	Середня густина, $\text{кг}/\text{м}^3$
Ніздрюватобетонні блоки	0,24	350
	0,26	400
	0,30	450
	0,32	500
Силікатна цегла	2,02	1850
Керамічна цегла	1,62	1800

Низька матеріаломісткість та енергоощадні властивості виробів із ніздрюватого бетону визначають їхню економічність як на стадії виробництва, так і в період будівництва й експлуатації споруд. На стадії виготовлення виробів ефективність досягається за рахунок низької витрати сировини на 1 м^3 бетону. Найбільший ефект від застосування виробів із ніздрюватого бетону маємо за тривалий період експлуатації будівель за рахунок зниження на 20-30 % затрат на опалення. Зазначимо, що такі властивості ніздрюватого бетону як негорючість, біостійкість, вологостійкість, паропроникність, низька теплопровідність створюють сприятливий мікроклімат у житлових приміщеннях. У разі надлишку вологи у повітрі ніздрюватобетонні стіни її поглинають, а за сухого повітря – віддають її в приміщення. Низька густина і вологість, мінімальна різниця температури стіни й повітря приміщень створюють комфортність житла.

Висновок. Розроблені вологостійкі високоякісні ніздрюваті автоклавні бетони – довговічні, надійні, екологічно чисті, не піддаються дії вогню, тому заслуговують на ефективне використання у житловому та промисловому будівництві, як в утепленні зовнішніх стін та реконструкції будівель, так і для влаштування "тепліх покрівель". Вказані можливості й особливості виробів із ніздрюватого бетону дають змогу під час їхнього застосування в будівництві вирішувати одночасно комплекс технічних, екологічних, економічних і соціальних завдань.

Література

1. Взгляд на энергосбережение сквозь стены / О.И. Лобов, А.И. Ананьев, Ю.Я. Кувшинов и др. // Строительный эксперт. – 2004. – № 5 (168).
2. Енергоощадність та енергетичний аудит будівель / О.Т. Возняк, Ю.С. Юркевич, В.М. Желих, О.В. Омельчук // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : НЛТУ України. – 2008. – Вип. 18.4. – С. 266-271.
3. Сахаров Г.П., Стрельбицкий В.П. Поробетон и технико-экономические проблемы ресурсоэнергосбережения // Вестник БГТУ : Научн.-техн. журнал. Темат. – 2003. – Вып. 4. – С. 25-32.
4. Сахаров Г.П., Стрельбицкий В.П. Неавтоклавный поробетон и проблема энергосбережения // Формула строительства. – 2002. – № 1. – С. 20-21.
5. Седых Р.Л. Качественные показатели бетона при его увлажнении // Бетон и железобетон. – 2000. – № 6. – 224-229.
6. Лаповська С.Д., Волошина Т.М. Конструкційно-теплоізоляційний ніздрюватий бетон густиною $400 \text{ кг}/\text{м}^3$ // Строительные материалы и изделия. – 2005. – № 3. – С. 20-21.