

УДК 693.611

*Вихрій О.О., начальник відділу контролю якості та розвитку виробництва, ПрАТ «Термінал-М»,  
Берестяний О.Л., провідний інженер лабораторії розвитку, ПрАТ «Термінал-М», аспірант КНУБіА,  
Омельчук В.В., студент КНУБіА, Україна, м.Київ*

## **ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ СУХИХ БУДІВЕЛЬНИХ СУМІШЕЙ ПРИ ЗВЕДЕННІ ОГОРОДЖУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ З ГАЗОБЕТОННИХ БЛОКІВ АВТОКЛАВНОГО ТВЕРДНЕННЯ**

Сучасне будівництво сьогодні вже не можливо уявити без застосування сухих будівельних сумішей. Діючим нормативним документом ДСТУ Б В.2.7-126:2011 «Суміші будівельні сухі модифіковані. Загальні технічні умови» [1] регламентовано використання сумішей будівельних сухих модифікованих (надалі – суміші) за умовами застосування і їх призначенням. Крім того, нормативом визначено фізико-механічні властивості, яким повинні відповідати розчинні суміші і продукт їх тверднення – розчини.

Виходячи з набутого досвіду застосування сумішей при зведенні зовнішніх стін багатоповерхових монолітно-каркасних будинків з газобетонних блоків автоклавного тверднення [2, 3], можна зробити висновок, що вибір сумішей, виходячи тільки з умови застосування і відповідності фізико-механічних властивостей нормативним вимогам є необхідною, але не достатньою умовою з точки зору правильності їх використання в тій, чи іншій конструктивній системі. Крім контролю якості самих сумішей і знання їх властивостей необхідно, також, враховувати їх подальшому сумісну роботу з іншими матеріалами стінової конструкції при певних умовах застосування.

Використання дрібних газобетонних блоків при зведенні огороджуючих конструкцій житлових будинків, як малоповерхових - котеджного типу, так і багатоповерхових - монолітно-каркасного типу, набуває в Україні все більш зростаючих темпів (виробництво газобетону в 2011р. склало 1,8 млн.м<sup>3</sup>, в 2012р. – 2,1 млн.м<sup>3</sup>, а в 2013р. за прогнозними даними приріст виробництва складе ≈ 15%). Обсяги виробництва газобетону зростають, головним чином, за рахунок якісних блоків для кладки на клейових сумішах тому, відповідно, збільшиться і споживання клейових сумішей для кладки, а також штукатурних сумішей для внутрішнього і зовнішнього оздоблення цих стін.

Мета роботи: провести аналіз використання сухих будівельних сумішей, експериментально дослідити та визначити технічні параметри сумішей при зведенні і опорядженні огороджуючих конструкцій житлових будинків з автоклавного газобетону.

При аналізі сухих будівельних сумішей, що використовуються при зведенні огороджуючих конструкцій з ніздрюватобетонних блоків (в т.ч. газобетонних блоків) було конкретизовано розподіл таких сумішей за призначенням:

- клейові суміші для мурування внутрішніх стін і перегородок з ніздрюватобетонних блоків;
- клейові суміші для мурування зовнішніх стін з ніздрюватобетонних блоків;
- штукатурні суміші для опорядження внутрішніх стін з ніздрюватобетонних блоків, в тому числі і зовнішніх стін з внутрішньої сторони;
- штукатурні суміші (системи) для оздоблення зовнішніх стін з ніздрюватобетонних блоків з зовнішньої сторони.

### *Суміші для мурування*

Для зовнішніх стін однією з основних вимог є забезпечення необхідного термічного опору конструкції. На сьогодні, застосування газобетонних блоків забезпечує відповідність одношарової стінової конструкції нормативним вимогам при товщині 375 мм; коефіцієнт термічного опору становить 2,8 (м<sup>2</sup>·К)/Вт і 3,31 (м<sup>2</sup>·К)/Вт для стін з газобетонних блоків марок за середньою густиною D500 і D400, відповідно.

Дрібні стінові блоки з ніздрюватого бетону поділяються: для мурування на клеї та мурування на розчині [4]. В залежності від якості стінових блоків товщина мурувальних шарів може бути 2÷3 мм – для блоків точних геометричних розмірів і мурування на клеї, або 10÷20 мм – для мурування на традиційних розчинових сумішах.

Відомо, що виконання кладки на традиційних важких розчинових сумішах товщиною 10 мм знижує термічний опір конструкції на 20%, а товщиною 20 мм – на 31% [5]. Логічним є висновок, що для зовнішніх стінових конструкцій потрібно віддавати перевагу блокам відносно низької густини - з більш високими теплозахисними властивостями, з точними геометричними розмірами для мурування на клеї. При застосуванні газобетонних блоків для мурування на розчині і при значній товщині шва 10÷20 мм логічним є застосування розчинових сумішей з більш низькою густиною та зменшеним показником теплопровідності.

Для внутрішніх стін висуваються умови з забезпечення необхідного рівня звукоізоляції – окремо для внутрішньо квартирних стін і перегородок та міжквартирних стін. Як правило, більшій масивності стін відповідають вищі звукоізоляційні властивості. Тому, для внутрішніх стін і перегородок переважно застосовують блоки з ніздрюватого бетону підвищених марок за середньою густиною - не нижче D500 і D600, при цьому відпадає потреба в застосуванні для мурування полегшених розчинових сумішей.

Основні вимоги до сухих сумішей, розчинових сумішей та розчинів для мурування стіновими блоками надаються в [1]:

- клейові суміші для мурування внутрішніх стін і перегородок з ніздрюватобетонних блоків віднесено до групи МР3;
- клейові суміші для мурування зовнішніх стін з ніздрюватобетонних блоків віднесено до групи МР2;
- мурувальні теплозберігаючі суміші віднесено до групи МР4.

В цьому документі регламентовано такі показники: крупність заповнювача, рухомість розчинової суміші, термін придатності, водоутримувальна здатність, границя міцності розчину на стиск, міцність зчеплення з основою (повітряно-сухі умови), а також морозостійкість для матеріалів, які експлуатуються ззовні та теплопровідність - для теплозберігаючої суміші. На наш погляд, при розробці та виробництві даних матеріалів виробники повинні враховувати ще такі показники як густина розчинової суміші, густина розчину, час корекції блоку, міцність при вигині, температура використання (для зимових рецептур). В таблиці 1 наведено показники, які контролює лабораторія компанії «Термінал-М» при виробництві сумішей для мурування з ніздрюватобетонних блоків та вимоги до них.

### **Штукатурні суміші для опорядження стін з ніздрюватобетонних блоків**

При організації проведення робіт по опорядженню стінових конструкцій з автоклавного газобетону необхідно враховувати наступні властивості даного матеріалу – невисока міцність при стиску і розтягу, висока паро- і повітропроникність, вміст вологи в матеріалі. Відпускна вологість газобетонних виробів з заводу може мати значення до 35%, а пакування блоків в термоусадочну плівку не сприяє видаленню вологи. Тому, опоряджувальні роботи після мурування таких стін слід розпочинати після певного терміну витримки при досягненні газобетоном вологості, що не перевищує 27% [2].

**Таблиця 1** – Фізико-технічні показники сумішей ТМ Siltek для мурування з ніздрюватобетонних блоків

Назва показника	Значення показника			
	Група МР2		Група МР4	
	Siltek М-2 (товщина шару 2-5 мм)		Siltek М-4 (товщина шару 5-15 мм)	
	Вимоги за ДСТУ Б В.2.7- 126:2011	Вимоги за технологічним регламентом	Вимоги за ДСТУ Б В.2.7- 126:2011	Вимоги за технологічним регламентом
<b>Суміші</b>				
Насипна густина, кг/м <sup>3</sup>	не нормується	1500-1550	не нормується	1100-1150
Вологість, %, не більше	0,5	0,2	0,5	0,2
Крупність заповнювача, мм, не більше	1,25	0,63	2,5	2,5
<b>Розчинові суміші</b>				
Рухомість, см, не менше	5	6,5-7,5	6	6-7
Густина, г/л	не нормується	1650-1700	не нормується	1600-1650
Водоутримувальна здатність, %, не менше	95	96,0-96,5	95	95,5-96,0
Термін придатності, хв., не менше	120	180-240	60	120-150
Час корекції блоку, хв., не менше	не нормується	3-4	не нормується	1-2
Температура використання, °С - літній варіант суміші - зимовий варіант суміші	не нормується	+5...+30°С від 0°С	не нормується	+5...+30°С від 0°С
<b>Розчини</b>				
Густина розчину, кг/м <sup>3</sup>	не нормується	1500-1550	не нормується	1400-1450
Міцність при вигині, МПа, не менше	не нормується	3-3,5	не нормується	1,5-2,0
Міцність при стиску, МПа, не менше	5	9-10	5	7,0-7,5
Міцність зчеплення з основою в повітряно-сухих умовах, МПа, не менше	0,2	0,7-0,8	0,2	0,2-0,3
Морозостійкість, циклів	25-75	50	25-75	50
Теплопровідність, Вт/(м·К), не більше	не нормується	-	0,35	0,35

Штукатурки для внутрішніх стін і перегородок з ніздрюватобетонних блоків повинні відповідати вимогам [1] групи ШТ3 та ШТ6. Товщина штукатурного шару залежить від якості ніздрюватобетонних виробів. При якісному виконанні мурування блоками з точними геометричними розмірами можливо нанесення тонкошарового опорядження товщиною 3÷6 мм. Штукатурку необхідно вибирати з відносно високими значеннями паропроникності для можливості видалення вологи з матеріалу стіни до набуття рівнозваженого значення експлуатаційної вологості 5÷6%.

Штукатурки для зовнішніх стін з ніздрюватобетонних блоків повинні відповідати вимогам [1] групи ШТ3, ЩТ5 (для вирівнювання поверхонь) та ГШ4 (для декоративного оздоблення).

При товщині захисно-опоряджувального шару до 10 мм можливо виконувати зовнішнє оздоблення без армування. Якщо товщина захисно-опоряджувального шару складає від 10 до 15 мм, то для більш рівномірного розподілення усадочних деформацій необхідно армувати склосіткою. При товщині захисно-опоряджувального шару від 15 до 20 мм включно, слід передбачати обов'язкове армування сталевією сіткою [2].

Вимоги до штукатурки для стін з ніздрюватобетонних блоків можливо узагальнити з даних [1, 8, 10]:

- водотримувальна здатність розчинової суміші – не менше 96 % (нормативні вимоги – не менше 95 %.);
- термін придатності – не менше 90 хв. (нормативні вимоги – не менше 60 хв.);
- рухомість розчинової суміші – не менше 8 см;
- міцність зчеплення розчину з основою (адгезія) після витримання в повітряно-сухих умовах, не менше 0,5 МПа;
- паропроникність, не менше 0,1 мг/(м год Па);
- морозостійкість, не менше 50 циклів (для зовнішніх поверхонь);
- границя міцності на стиск, не менше 2,5 МПа;
- границя міцності на розтяг при вигині, не менше 1,2 МПа;
- середня густина розчину 500÷1200 кг/м<sup>3</sup> (нормативно не регламентується).

Крім зазначених вище характеристик, штукатурки повинні мати наступні властивості:

- низьке водопоглинання (не більше 0,5-0,6 кг/м<sup>2</sup>·√*t*од);
- високу тріщиностійкість (відсутність тріщин на шарі товщиною, яка дорівнює максимально рекомендованій товщині нанесення за один прохід) та стійкість при утворенні тріщин в газобетоні шириною до 0,3 мм;
- низькі значення усадки при твердненні;
- стійкість до змінного зволоження і висихання (після 250 циклів адгезія розчину до основи повинна бути не менше 0,38-0,45 МПа);
- повинні швидко висихати після зволоження;
- модуль пружності штукатурки повинен бути нижче модуля пружності кладки;
- паропроникність штукатурного розчину повинна бути порівняна з паропроникністю газобетону;
- теплопровідність (не більше 0,2-0,3 Вт/(м·К)).

Досягти визначених властивостей штукатурних розчинів можливо тільки за рахунок модифікації сумішей [9]. Доцільність використання сухих будівельних сумішей, модифікованих для зовнішніх опоряджувальних робіт стін з газобетонних блоків при застосуванні спеціальної технології їх нанесення визначено в [5, 6, 7]. Технологія, що запропонована, полягає в створенні між щільним оздоблювальним шаром і пористим газобетоном перехідного за щільністю, міцністю і паропроникністю шару. Розглянуто стінові конструкції з газобетонних блоків середньої густини 600 кг/м<sup>3</sup> і 700 кг/м<sup>3</sup>, простежено зміну паропроникності і водопоглинання при послідовному нанесенні штукатурних шарів: газобетон – ґрунтівка – 1-й штукатурний шар – 2-й штукатурний шар – захисно-оздоблювальний шар. Рекомендована товщина 1-го шару

1-1,5 мм, другого шару – 6-7 мм, шару фарби – 1-3 мм. Авторами вище наведених робіт показано, що при використанні блоків, які мають високі геометричні відхилення (що виготовляються на старих технологічних лініях), необхідно застосування легких штукатурних сумішей, середня густина і теплопровідність яких відповідає густині і теплопровідності стінового матеріалу, при цьому товщина шару, що наноситься, може досягати 15-20 мм. Зроблено висновок, що при використанні сучасних опоряджувальних матеріалів і дотриманні певної технології, можливо досягнення високої експлуатаційної надійності таких конструкцій.

Таким чином, з наведеного вище виходить, що при застосуванні сухих будівельних сумішей модифікованих для опорядження зовнішніх стін з автоклавного газобетону необхідно дотримуватися відповідності їх певним технічним вимогам і враховувати технологію нанесення. При цьому, всі матеріали, що застосовуються, необхідно розглядати в комплексі, як захисну декоративно-оздоблювальну систему, з обов'язковим розрахунком теплового стану стінової конструкції.

Компанія «Термінал-М» пропонує матеріали для зовнішнього опорядження термозберігаючих огороджуючих конструкцій. В таблиці 2 наведені значення найбільш важливих показників.

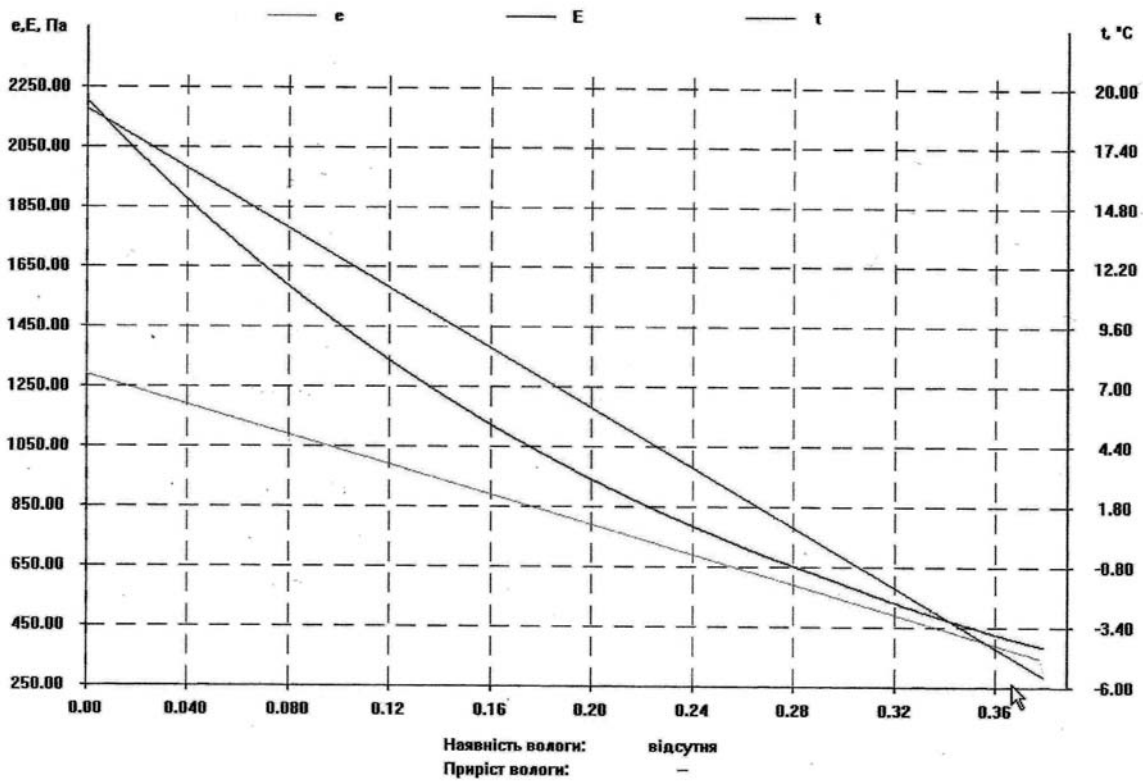
**Таблиця 2** – Показники сумішей для штукатурення ТМ Siltek для опорядження термозберігаючих огороджуючих конструкцій

Назва та марка матеріалу	Група за ДСТУ Б В.2.7-126:2011	Міцність на стиск, МПа	Міцність на розтяг, МПа	Міцність зчеплення з основою в н.у., МПа	Коефіцієнт водопоглинання, $\text{кг}/\text{м}^2 \cdot \sqrt{\text{год}}$	Морозостійкість, циклів	Паропроникність $\text{мг}/(\text{м} \cdot \text{год} \cdot \text{Па})$	Теплопровідність, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$
<b>Для внутрішніх поверхонь</b>								
Штукатурка гіпсова стартова Siltek P-20, PM-20	ШТЗ	3,0-3,5	1,2-1,5	0,3-0,4	-	-	0,197	0,21
Штукатурка цементно-вапняна Siltek P-10, PM-10	ШТЗ	2,5-3,0	1,0-1,3	0,3-0,4	-	-	0,139	0,31
<b>Для зовнішніх поверхонь</b>								
Штукатурка цементно-перлітова Siltek PM-115	ШТЗ	5,0-6,0	1,5-2,0	0,4-0,5	0,8-0,9	50	0,157	0,24
Штукатурка для пористих основ Siltek P-17	ШТЗ	4,5-5,5	2,2-2,0	0,5-0,6	0,5-0,6	50	0,15	0,2
Штукатурка полімерцементна декоративна Siltek P-15 (структури «короїд» і «камінцева»)	ШТ4	-	-	0,8-0,9	0,3-0,4	75	0,05	-

На сьогодні, найбільш економічно-доцільними і одночасно енергоефективними є одношарові стінові конструкції з ніздрюватобетонних блоків. Так, за даними ТОВ «Аерок», опір теплопередачі стінової конструкції з газобетонних блоків марки за середньою густиною D400 при товщині 375 мм становить  $3,31 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ , при діючих нормативних вимогах для I-ої температурної зони  $2,28 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ .

Для проведення розрахунків і оцінки теплового стану конструкцій зовнішніх стін з автоклавних газобетонних виробів були використані блоки з середньою густиною  $400 \text{ кг}/\text{м}^3$  класом за міцністю B2,5, що відносяться до конструкційно-теплоізоляційних стінових матеріалів. Як зовнішній штукатурно-декоративний шар для розрахунків прийнята система

опорядження в складі: штукатурка вирівнююча для блоків з ніздрюватого бетону з коефіцієнтом паропроникності  $\mu=0,15$  мг/(м·год·Па) та тонкошарова декоративна штукатурка з коефіцієнтом паропроникності  $\mu=0,008$  мг/(м·год·Па), опір паропроникності якої при товщині 1,5 мм становить  $R_{e\Sigma}=0,194$  м<sup>2</sup>·год·Па/мг. На рис. 1 наведено тепловологісний стан стінової огорожувальної конструкції, що розглядається (синьою лінією надано розподіл температури,  $t$ , °С, в перетині конструкції; червоною лінією — розподіл насиченої водяної пари,  $E$ , Па; помаранчевою лінією показаний розподіл парціального тиску водяної пари,  $e$ , Па).



**Рисунок 1** - Тепловологісний стан зовнішніх стінових конструкцій з газобетону «Аегос» марки D400

Основна вимога в теплофізичному відношенні, яка висувається до захисно-опоряджувальних штукатурок - достатня паропроникність штукатурного шару, що повинна забезпечувати нормальний тепловологісний режим огорожувальних конструкцій. Як виходить з розрахунків, для розглянутого конструктивного рішення не виникає конденсації вологи у товщі конструкції, тобто виконуються нормативні вимоги ДБН В.2.6-31. Таким чином, за результатами розрахунків встановлено, що максимально допустимий опір паропроникненню зовнішнього штукатурного декоративного шару для прийнятого конструктивного рішення, за умови ненакопичення вологи, становить  $R_{eн}=0,5$  м<sup>2</sup>·год·Па/мг.

Наведені результати можуть розповсюджуватися на конструкції з використанням штукатурного шару, опір паропроникності якого не більше прийнятого для розрахунку.

Для конструктивної системи зовнішніх стін з газобетонних блоків марки D400 і з використанням для опорядження матеріалів з вище зазначеними властивостями, також встановлена відповідність нормативним вимогам з показників теплостійкості та повітропроникності огорожувальних конструкцій.

Окрім зазначених вище розрахунків, для оздоблювального шару необхідно забезпечувати і інші показники, які визначають довговічність конструкції в цілому. До таких показників можна

віднести морозостійкість та атмосферостійкість (стійкість до кліматичних впливів). Визначення морозостійкості регламентовано [1], а випробування на стійкість до кліматичних впливів може бути рекомендовано - як додатковий показник, що характеризує довговічність матеріалу.

Послідуючі декоративно-оздоблювальні шари (декоративна штукатурка, ґрунтівка, фарба), також повинні мати відповідну паропроникність для унеможливлення, за рахунок закупорки порової структури, різкого зменшення паропроникності системи в цілому.

Компанія «Термінал-М» для оздоблення термозберігаючих огорожуючих конструкцій виготовляє матеріали на водно-дисперсійній основі. В таблиці 3 наведені значення коефіцієнту водопоглинання та опіру дифузії водяної пари.

**Таблиця 3** – Показники водно-дисперсійних матеріалів ТМ Siltek

Назва та марка матеріалу	Коефіцієнт водопоглинання, $\text{кг/м}^2\sqrt{\text{год}}$	Опір дифузії водяної пари, м
Штукатурка силіконова декоративна Siltek PS-15	0,191	0,083
Штукатурка силікатна декоративна Siltek PC-15	0,23	0,065
Фарба силіконова фасадна Siltek DS-10	0,077	0,061
Фарба силікатна фасадна Siltek DC-10	0,115	0,015

\* Декоративні штукатурки PS-15 і PC-15 випускаються в структурах «короїд з розміром зерна 2 і 3мм» та «камінцева з розміром зерна 1,5 і 2,5 мм».

### Висновки

1. При муруванні і виконанні опорядження огорожуючих конструкцій з газобетонних блоків з використанням сухих будівельних сумішей модифікованих необхідно дотримання визначеної технології застосування і відповідності сумішей заданим технічним вимогам.

2. Матеріали, що застосовуються для опорядження зовнішніх стін з автоклавного газобетону, необхідно розглядати в комплексі, як захисну декоративно-оздоблювальну систему, з обов'язковим проведенням розрахунку тепловологісного стану стінової конструкції.

3. Для зовнішніх огорожуючих конструкцій з ніздрюватого бетону повинна застосовуватися штукатурка з коефіцієнтом паропроникності не нижче 0,15 мг/(м·год·Па).

4. Опір паропроникненню зовнішнього захисно-декоративного шару для розглянутих конструктивних систем стін з газобетонних блоків марки за середньою густиною D400 повинен бути не більше 0,5 м<sup>2</sup>·год·Па/мг.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Суміші будівельні сухі модифіковані. Загальні технічні умови: ДСТУ Б В.2.7-126:2011. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 36 с.

2. Применение ячеистобетонных изделий. Теория и практика. / С.Л.Галкин [и др.]. Стринко, Мн.: 2006. – 448 с.

3. Особенности проектирования наружных стен из газобетона в каркасных зданиях / Мордич А.И., Галкин С.Л., Сапоненко О.В. // Белорусский строительный рынок №8/2004.
4. Блоки з ніздрюватого бетону стінові дрібні. Технічні умови: ДСТУ Б В.2.7-137:2008. – К.: Мінрегіонбуд України, 2008. – 18 с.
5. Критерии выбора материалов для отделки изделий из ячеистого бетона / Е.А.Урецкая, Е.М.Плотникова, И.О.Конюшик // Белорусский строительный рынок №9-10/2004.
6. Е.А.Урецкая, Э.И.Батяновский. Сухие строительные смеси: материалы и технологии. М., 2001, 208 с.
7. Урецкая Е.А., Сажнев Н.Н. Легкие штукатурные составы для отделки ячеистого бетона плотностью 350-400 кг/м<sup>3</sup> // Опыт производства и применения ячеистого бетона автоклавного твердения: материалы 6-й Международной научно-практической конференции, Минск, 26-28 мая 2010г.-Мн.: Стринко, 2010. – 148 с.
8. Оздоблення фасадів будівель та споруд, що зводяться з автоклавного газобетону / Парута В.А., Бринзін Є.В., Демешко Є.І., Гайденко Ю.О. // Збірник «Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка».-2011.-№40.-С.140-146.
9. Теоретичні передумови підвищення довговічності зовнішніх стін з автоклавного газобетону / Парута В.А., Бринзін Є.В., Гайденко Ю.О., Демешко Є.І. // Збірник «Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка».-2011.-№40.-С.136-139.
10. Отделка фасадов / А.И.Маркевич // Сборник научных трудов III-го Международного научно-практического семинара «Теория и практика производства и применения ячеистого бетона в строительстве» (Севастополь – 2007) – Днепропетровск: ПГАСА, 2007.- С.253-263.