

УДК 666.972

*Лаповська С.Д., доктор технічних наук,  
зав. лаб. БМСПКМ, ДП «НДІБМВ»,  
вул. Костянтинівська, 68, м. Київ, 04080  
тел. +38(044) 417-80-85*

## СКЛАДИ ДЛЯ ОПОРЯДЖЕННЯ НІЗДРЮВАТИХ БЕТОНІВ ЗНИЖЕНОЇ ГУСТИНИ

В статті висвітлено результати розробки штукатурних розчинів для опорядження стін з ніздрюватобетонних виробів марки за середньою густиною D300-D400.

**Ключові слова:** відшарування, густина, деформація, міцність, ніздрюватий бетон, опоряджувальний шар, підсонова.

В даний час спостерігається стійка тенденція переходу до використання ніздрюватого бетону зниженої густини ( $400 \text{ кг/м}^3$  і нижче) в зовнішніх огорожувальних конструкціях, що дозволяє при незмінній величині опору теплопередачі зменшити товщину стінової конструкції і, як наслідок, знизити навантаження на фундамент та несучі елементи каркасу будівлі.

Висока пористість ніздрюватого бетону, що дає йому ряд переваг перед іншими матеріалами, обумовлює одночасно його підвищену деформативність при експлуатаційних впливах, високу вологоємність, паро-та газопроникність, а також низьку морозостійкість в водонасиченому стані. Тому опорядження стінових конструкцій з ніздрюватого бетону необхідне не тільки для отримання декоративної поверхні, але і для захисту від впливів навколишнього середовища.

Традиційно вважається, що однією з головних причин розтріскування і відшаровування оздоблювальних шарів є значні лінійні деформації в результаті вологісної і карбонізаційної усадки ніздрюватобетонних виробів.

Досвід застосування опорядження стінових конструкцій з ніздрюватого бетону показує недостатню довговічність традиційних цементно-піщаних штукатурок. Після декількох років експлуатації штукатурний шар покривається тріщинами і навіть відшаровується від основи, що пояснюється підвищеними усадочними деформаціями ніздрюватих бетонів при висиханні і різницею коефіцієнтів температурних деформацій щільної штукатурки і підсонови. Нерівноцінні деформації внаслідок добових, сезонних, річних коливань температури є одним з факторів втрати зчеплення штукатурного шару з ніздрюватим бетоном. Крім того, застосування щільних зовнішніх оздоблювальних шарів сприяє накопиченню вологи в стінах у процесі експлуатації і, як наслідок, призводить до їх передчасного руйнування, а також появи грибків і плісняви на внутрішніх поверхнях.

У зв'язку з цим для опорядження ніздрюватобетонних виробів висувуються підвищені вимоги по паропроникності, міцності зчеплення з бетоном, водо- і морозостійкості та довговічності. Крім того, теплопровідність штукатурного складу повинна бути не вище теплопровідності самого стінового матеріалу, а середня густина і міцність на стиск повинні бути співставні з вищевказаними показниками матеріалу підсонови. Максимально наблизивши штукатурний розчин за структурою і середньою густиною до основи з ніздрюватого бетону, можна прогнозувати і його довговічність.

Для підвищення технологічних якостей штукатурних сумішей, а також для зменшення витрат в'язучого, і, отже, для зниження вартісних показників до їх складу вводилися тонкодисперсні мінеральні наповнювачі.

Введення таких наповнювачів сприяє стабілізації цементного тіста - заповнення простору між зернами цементу, збільшення числа контактів між ними. При цьому зростають сили зчеплення між частинками, що значно зменшує можливість розшарування розчинової суміші. Крім того, збільшення інтенсивності сил взаємодії між частинками і підвищення щільності упаковки призводить до збільшення здатності утримувати воду в цементному тісті.

Як тонкодисперсні наповнювачі використовувалися такі речовини:

- доломітове борошно фракцій 0-200 мкм і насипною густиною 1200 кг/м<sup>3</sup>;
- маршалліт - мелений пилоподібний кварц фракцій 80-100 мкм і насипною густиною 1050 кг/м<sup>3</sup>;
- карбонат кальцію (крейда) фракцій до 100 мкм і насипною густиною 690 кг/м<sup>3</sup>.

Всі вищезгадані матеріали не вимагають додаткового подрібнення.

У роботі використовувалися зразки ніздрюватого бетону класу В1,5 густиною 400 кг/м<sup>3</sup> з наступними показниками: коефіцієнт теплопровідності - 0,13 Вт/м·°С, коефіцієнт паропроникності - 0,23 мг/м·год·Па. В якості основного в'язучого використовували портландцемент М500 Д20,  $K_{нт} = 26,25$ . Активність цементу визначалася експериментальним шляхом і дорівнювала 45,0 МПа.

Вміст наповнювачів у суміші, що забезпечує отримання змішаного в'язучого необхідної активності, орієнтовно визначали з розрахункової формули:

$$D = (1 - R_{\text{нц}}/R_{\text{ц}}) \times 100,$$

де: D - кількість тонкомолотого мінерального наповнювача, %;

$R_{\text{нц}}$  - активність змішаного в'язучого, МПа;

$R_{\text{ц}}$  - активність цементу, МПа.

У даній роботі вивчався вплив тонкодисперсних наповнювачів на водоутримувальну здатність змішаного в'язучого, водопотребу і його характеристики. Консистенція суміші (160-180 мм) контролювалася по діаметру розпливу конуса на струшуючому столику.

Встановлено, що введення маршалліту і доломітового борошна практично не призводить до зміни водопотреби змішаного в'язучого. Для отримання такої ж консистенції складів з добавками карбонату кальцію витрата води підвищувалася, особливо при його максимальному наповненні, при цьому спостерігався гарний пластифікуючий ефект.

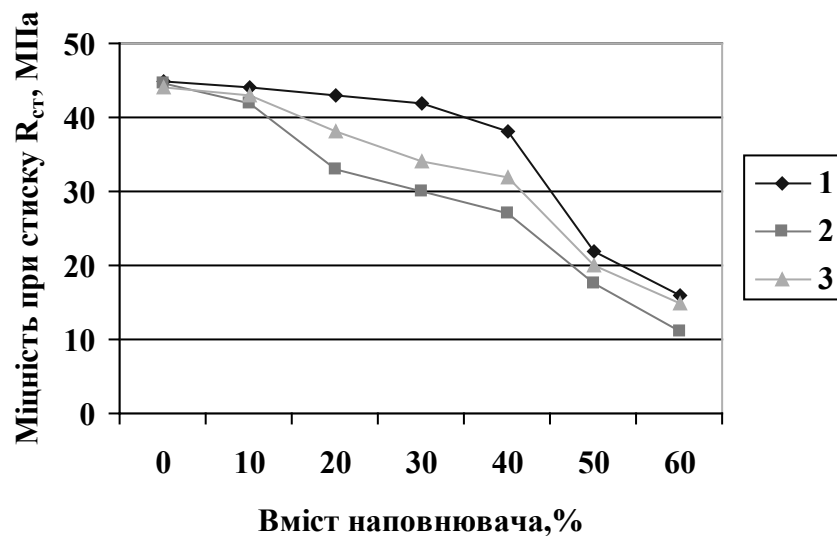
Збільшення водоутримуючої здатності до 92,2 % спостерігалось при використанні маршалліту і карбонату кальцію, а введення доломітового борошна призвело до зниження водоутримуючої здатності в'язучого.

Дослідження характеристик міцності змішаного в'язучого з різним вмістом тонкодисперсних наповнювачів показали, що збільшення їх кількості вище оптимального призводить до розбавлення цементного каменю наповнювачем, порушення безпосередніх контактів між гранулами клінкеру і зменшення міцності.

Як видно з рис. 1, при вмісті карбонатних наповнювачів до 20 мас.% міцність на стиск практично не змінюється. Збільшення вмісту карбонату кальцію в сумішах від 20 до 40 мас.% призводить до незначного зменшення міцності на стиск. При підвищенні вмісту в сумішах доломітового борошна і маршалліту характеристики міцності змішаного в'язучого знижуються.

Таким чином, найбільш доцільно в якості тонкодисперсного наповнювача використовувати карбонат кальцію. При цьому зростання характеристик міцності змішаного в'язучого з карбонатом кальцію стабілізується у віці 14 діб (рис. 2).

Для подальших досліджень було обрано тонкодисперсний наповнювач - карбонат кальцію в кількості 50% від маси цементу, при цьому активність змішаного в'язучого складає близько 22 МПа.



**Рисунок 1.** Залежність міцності на стиск змішаного в'язучого від вмісту тонкодисперсного наповнювача: 1 - карбонат кальцію (крейда), 2 - маршалліт; 3 - доломітове борошно

Для отримання розчинів, що характеризуються невисокою густиною і підвищеними теплоізоляційними властивостями, використовувалися такі пористі заповнювачі:

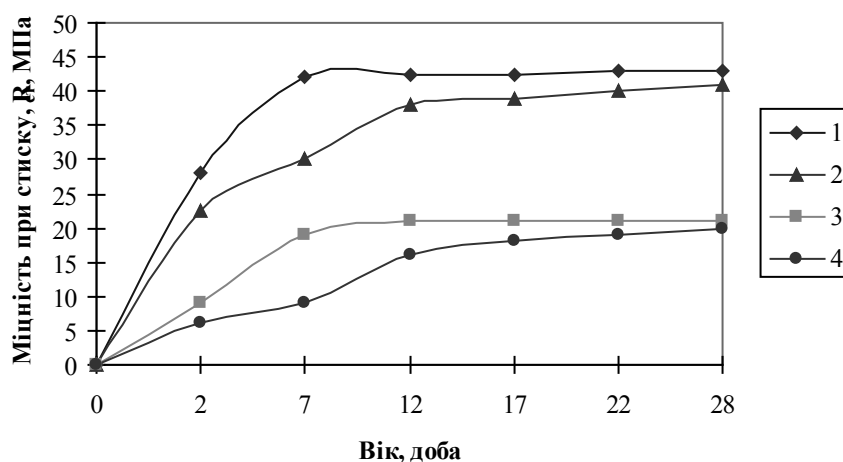
- спучений перліт безперервного гранулометричного складу марки 100 згідно з ДСТУ Б В.2.7-157:2011;

- спучений вермикуліт безперервного гранулометричного складу марки 150 згідно з ДСТУ Б В.2.7-280:2011;

- подрібнений газосилікат насипною густиною 400-600 кг/м<sup>3</sup>;

- гранули спіненого полістиролу насипною густиною 20-35 кг/м<sup>3</sup>.

Основні характеристики штукатурних сумішей на змішаному в'язучому і легких заповнювачах вивчалися на модельних складах. Зокрема, розглядалися залежності густини, міцності і теплопровідності модульних штукатурних складів від вмісту вищевказаних заповнювачів.



**Рисунок 2.** Залежність міцності на стиск  $R_{ст}$  змішаного в'язучого від його віку:

1 - портландцемент марки М500 Д20; 2 - 80% ПЦ + 20%  $CaCO_3$ ; 3 - 50% ПЦ + 50%  $CaCO_3$ ; 4 - 40% ПЦ + 60%  $CaCO_3$

Вміст перлітового піску в розроблюваних складах варіювалася від 5 до 30%. Як показали дослідження, оптимальним є вміст спученого перліту в кількості 15%. При цьому щільність модельного штукатурного складу знаходиться в межах 920-950 кг/м<sup>3</sup>.

Слід зазначити, що спучений перлітовий пісок дозволяє практично втричі знизити густину і теплопровідність штукатурного розчину, тобто значно поліпшити теплозахисні властивості штукатурного складу - коефіцієнт теплопровідності при оптимальному вмісті перліту становить 0,15 Вт/м·°С. При оптимальному вмісті перлітового піску міцність на стиск становить 5,5-6,0 МПа, а міцність на розтяг при вигині - 1,8-2,1 МПа. Коефіцієнт паропроникності при цьому складає 0,085 мг/м·год·Па, а морозостійкість - 35 циклів.

До легких високоефективним заповнювачів відноситься спінений полістирол. Штукатурні розчини на ньому відрізняються гарною технологічністю і легкістю нанесення. Встановлено, що оптимальним є вміст гранул пінополістиролу в кількості 3-4%, при цьому густина має значення від 680 до 890 кг/м<sup>3</sup>. Теплопровідність при вказаному вмісті пінополістиролу дорівнює 0,12-0,18 Вт/м·°С.

Характеристики міцності модельного штукатурного розчину зменшуються зі збільшенням вмісту гранул спіненого полістиролу. При оптимальному вмісті пінополістиролу міцність складу при стиску дорівнює 4,0-5,0 МПа, а міцність на розтяг при вигині - 1,0-1,5 МПа. Коефіцієнт паропроникності складу при цьому дорівнює 0,056 мг / м·год·Па, а морозостійкість - 50 циклів.

Вміст відходів ніздрюватого бетону варіювалася від 25 до 75%. Встановлено, що для штукатурних розчинів оптимальним вмістом є 35% фракції 0,6-0,8, при цьому густина має значення порядку 1300-1350 кг/м<sup>3</sup>. При оптимальному вмісті дробленого газосилікату коефіцієнт теплопровідності становить 0,25 Вт/м·°С. За цим показником дроблений газосилікат можна віднести до малоефективних легких заповнювачів.

При вмісті дробленого газосилікату 35%, міцність на стиск дорівнює 2,0-4,0 МПа, а міцність на розтяг при вигині - 1,0-1,2 МПа. Коефіцієнт паропроникності при цьому дорівнює 0,098 мг/м·год·Па, а морозостійкість покриття - 35 циклів.

У розроблюваних модельних штукатурних розчинах вміст спученого вермикуліту варіювався від 1 до 15%. Встановлено, що оптимальним є вміст його в кількості 15 %, при цьому густина має значення порядку 800-820 кг/м<sup>3</sup>. Коефіцієнт теплопровідності складу при такому вмісті заповнювача склав 0,14 Вт / м·°С, міцність на стиск - 2,0 -3,0 МПа, а міцність на розтяг при вигині - 0,8 - 1,2 МПа. Коефіцієнт паропроникності склав 0,064 мг/м·год·Па, а морозостійкість покриття - 50 циклів.

Отримані фізико-механічні та експлуатаційні характеристики розроблених штукатурних складів на легких заповнювачах дозволяють використовувати зазначені склади в якості теплоізоляційного матеріалу для опорядження ніздрюватого бетону.

Застосування цих матеріалів дозволить досягти наступного:

- знизити витрату цементу у порівнянні з існуючими рецептурами - істотно знизити вагу конструкції, а, отже - навантаження на фундамент і несучі елементи каркасу будівлі, що дасть можливість використання полегшеного фундаменту;
- поліпшити теплофізичні характеристики захисної конструкції, що стає особливо актуальним з огляду постійно зростаючих цін на енергоносії.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Сажнев Н.П. и др. Производство ячеистобетонных изделий. Теория и практика. Минск. «Стринко».- 1999. С. 218 и сл.
2. Саницький М.А. Енергозберігаючі технології в будівництві /М.А. Саницький, О.Р. Позняк, У.Д. Марущак; – Львів: Вид-во “Львівська політехніка”, 2012. 236 с.
3. Пинскер В.А. Состояние и проблемы производства и применения ячеистых бетонов / В.А. Пинскер - Ячеистые бетоны в современном строительстве: Сб. докл. Междунар. науч.-практ. конф.,

21-23 апр. 2004 г. – СПб. / НП «Межрегиональная Северо-Западная строительная палата». – СПб., 2004. – С.1-5.

4. А.С. Коломацкий, Г.И. Гринфельд, Л.Х. Загороднюк, С.А. Коломацкая), А.С. Гошков, (А.А. Вишневецкий Руководство по наружной отделке стен из ячеистобетонных блоков автоклавного твердения Национальная ассоциация производителей автоклавного газобетона России, Белгород, 2010. 47с.

5. Я.Паплавскис, А.Фрош, Требования к штукатурным составам для наружной отделки стен из ячеистых бетонов. Проблемы эксплуатационной надежности наружных стен на основе автоклавных газобетонных блоков и возможности их защиты от увлажнения. Штукатурные составы для наружной отделки стен из газобетона: материалы семинара; под редакцией Н.И.Ватина, - СПб.: Изд-во. Политехнического ун-та, 2010, С.10-15

6. Теоретические предпосылки повышение долговечности наружных стен из автоклавного газобетона / Парута В.А., Брынзин Е.В., Гайденок Ю.А., Демешко Е.И. // «Строительные материалы, изделия и санитарная техника».–2011.-№40.– С. 136-140

7. Емельянов А.А. Повреждения наружных панелей жилых полносборных зданий при температурных деформациях по данным натурных исследований. // Анализ причин аварий и повреждений строительных конструкций/. Выпуск 2, Под ред. А.А.Шишкина. Издательство литературы по строительству, -М.: 1964. – С.153-177

8. Силаенков Е.С., Зарин Р.А., Рудин П.В. Опыт эксплуатации газобетонных конструкций //Анализ причин аварий и повреждений строительных конструкций/, Выпуск 2, Под ред. А.А.Шишкина. Издательство литературы по строительству, - М.: 1964. -С.137-153

9. Г.В. Марчюкайтис, И.Я. Гнип Влияние состава штукатурного раствора на его деформативные свойства //Строительные материалы, 2003, № 9.С.36-39

УДК 666.972

### СОСТАВЫ ДЛЯ ОТДЕЛКИ ЯЧЕИСТЫХ БЕТОНОВ ПОНИЖЕННОЙ ПЛОТНОСТИ

Лаповская С.Д.

В статье освещены результаты разработки штукатурных растворов для отделки стен из ячеистобетонных изделий марки по средней плотности D300-D400.

Ключевые слова: отслоение, плотность, деформация, прочность, ячеистый бетон, отделочный слой, основание.

UDC 666.972

### COMPOSITIONS FOR FINISHING OF LOW DENSITY CELLULAR CONCRETE

Lapovskaya S.D.

This article presents the results of development plaster for the walls of cellular concrete products of D300-D400 average density.

**Keywords:** exfoliation, density, strain, strength, cellular concrete, finishing coat, base.

*Автор статті несе відповідальність за наданий матеріал.*

*Будь-які вимоги до Оргкомітету щодо відповідальності та відшкодування моральних або матеріальних збитків, спричинених через помилково чи невірно внесені дані, виключаються.*