

БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ТА ВИРОБИ

УДК 666.973

**В. Р. Сердюк
О. В. Христич
Д. А. Мельничук****ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ УЛАШТУВАННЯ
ОГОРОДЖУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ
З ВИКОРИСТАННЯМ НІЗДРЮВАТИХ БЕТОНІВ**

Вінницький національний технічний університет

Представлено сучасні тенденції використання стінових виробів з ніздрюватого бетону для будівництва об'єктів нерухомості в Україні. Виконано аналіз технологій улаштування огорожувальних конструкцій будівель з використанням блоків ніздрюватої структури. Розглянуто узагальненні результати дослідження дифузії технологічної вологи з конструкцій зовнішніх стін протягом визначеного періоду експлуатації будівель. Сформульовано доцільність улаштування вентилятованих конструкцій оздоблення зовнішніх стін виготовлених з ніздрюватих бетонів. Наведено рекомендації стосовно вибору технології улаштування захисного оздоблювального покриття огорожувальних конструкцій будівель виготовлених з виробів ніздрюватої структури отриманих на основі мінеральних в'язучих.

Ключові слова: малоповерхове будівництво, технологія улаштування стін, ніздрюваті бетони, огорожувальні конструкції, енергоефективні будівельні матеріали, фізико-хімічні процеси поризованих структур.

Вступ

Сучасні тенденції енергоощадності диктують будівельникам умови використання ефективних стінових матеріалів для зведення огорожувачих конструкцій будівель і споруд. Серед найбільш поширених штучних матеріалів для зведення стін, перегородок, основ для підлоги, а у ряді випадків і перекриттів виділяються ніздрюваті бетони. Серед комплексу конструкційно-теплоізоляційних властивостей таких будматеріалів є їх висока теплоізоляційна здатність, яка й обумовлює їх використання в якості огорожувачих конструкцій житлових і промислових будівель. Здатність виробів ніздрюватої структури ізолювати приміщення від негативних впливів зовнішнього коливання температур забезпечуються за рахунок того, що рівномірно розподілені в його товщі повітряні порожнини погано проводять теплову енергію. Завдяки таким властивостям поризованих структур стіни з цього матеріалу утримують тепле повітря усередині приміщення і частково акумулюють тепло самі [1, 2, 3].

Ніздрюваті бетони і будівельні вироби на їх основі є конструкційно-теплоізоляційним матеріалом, що дозволяє зводити одношарові самонесучі стіни, які за характеристиками експлуатації відповідають вимогам теплового захисту будівель. Фізико-механічні характеристики блоків з ніздрюватих бетонів взаємопов'язані з теплотехнічними параметрами матеріалу. Використання високо марочних цементів і модифікуючих добавок забезпечує отримання високоякісного стінового виробу з поризованою структурою і стабільними в часі експлуатаційними характеристиками.

Серед обсягів виробництва штучних стінових матеріалів в Україні і у зарубіжних країнах найбільш поширене виробництво блоків з ніздрюватого бетону. В даний час вироби із газобетону випускаються в основному по технологіях фірм "Hebel", "Ytong" (Німеччина). Такі підприємства працюють в Республіці Білорусь (ВАТ "Забудова"). За проектом і з устаткуванням фірми "AEROC Engineering" побудований завод в Естонії (м. Кунда). Торгові марки газобетону "Siporex" (Фінляндія) і "Ytong" (Швеція) відомі більше 70 років. Провідними постачальниками устаткування по виробництву газобетону є компанії "Xella", "Ytong", "Wehrhahn", "MASA International Group", "Грайзель" (Німеччина), "Siporex" (Швеція), "Calsilox", "Durox" (Нідерланди), "Selcom" (Великобританія), "SILBETAS" (Естонія) та ін [4, 5].

Основна частина

Одношарові огорожуючі конструкції з ніздрюватих бетонів мають в 1,3–1,5 разів вищу теплотехнічну однорідність, порівняно з поширеними багатошаровими температуро-ізолюючими покриттями поверхонь фасадів, які характеризуються неоднорідною структурою по площі з'єднання шарів, підвищеною чутливістю до деформацій основи з проявом тріщин по поверхні багатошарової конструкції, локальними концентраціями “містків холоду” і можливістю виникнення змочувальних поверхонь на границях розділу шарів через конденсацію повітряної вологи. Довговічність ніздрюватих бетонів підтверджена багаторічною практикою експлуатації об'єктів в Україні і в багатьох зарубіжних країнах [2, 3].

Притаманні ніздрюватим бетонам високі теплотехнічні характеристики і дещо опосередковані фізико-механічні властивості, зокрема стійкість до механічних впливів і навантажень (міцність при стиску 50 кг/см²), регламентує напрями використання таких матеріалів у будівництві. Так згідно ДСТУ Б В.2.7-45:2010 Бетони ніздрюваті. Загальні технічні умови, стінові блоки з ніздрюватих бетонів рекомендовано використовувати лише для малоповерхового будівництва і для зведення самонесучих огорожуючих конструкцій. В розвинених країнах Європи, США, Канади в середньому 75-80 % населення проживає в малоповерхових будинках, в Україні, за даними державної статистики, в 2016 році здано в експлуатацію лише 43% малоповерхових житлових будинків. Стратегія містобудування та житлового будівництва України має бути спрямована на розширення малоповерхового будівництва. Враховуючи сучасні світові тенденції, що питома вага малоповерхового будівництва становить у більшості великих міст не менше 50 %, а в малих і в середніх населених пунктах перевага надається малоповерховим будівлям, прогнозується зростання обсягів використання в будівельній практиці енергоефективних стінових виробів з ніздрюватих бетонів.

Враховуючи тенденції політики економічної енергетичних ресурсів в Україні, цілком можна стверджувати, що надзвичайно актуальною залишаються розробка конструктивних рішень енергоефективних огорожувальних конструкцій будівель, які відповідають сучасним вимогам тепलोзахисту, правилам пожежної безпеки і санітарних нормам, а також забезпечують довговічність експлуатації об'єктів нерухомості. Ніздрюватий бетон, що містить 90-70% повітряних пор задовольняє таким вимогам, оскільки при використанні традиційних стінових матеріалів (цегла, керамзитобетон) товщина одношарової стіни наближається до 2 метрів і являється не прийнятною через низьку експлуатаційну ефективність. Стінові блоки з ніздрюватого бетону широко затребувані, як в малоповерховому, так і у висотному каркасно-монолітному будівництві. Їх використовують для зведення несучих і самонесучих зовнішніх стін, внутрішніх міжкімнатних і міжквартирних перегородок, а також протипожежних стін [2-3].

Задовільні характеристики по морозостійкості стінових блоків з ніздрюватого бетону пояснюються наявністю в новоутвореннях кристалічних мас матеріалу стабільної складової – двокальцієвого гідросилікату. Кристалові зрощення такого новоутворення характеризуються підвищеною пористістю, що під час експлуатації сприятиме вільній міграції вологих повітряних мас в незначній товщі поризованої структури із замкнутим типом пор. Подальші процеси конденсації і замерзання вологи не призведуть до внутрішнього розширення матеріалу через незначні напруження. Високі фізико-механічні характеристики таких структур забезпечуються вмістом мінеральних новоутворень тоберморітів, кристали яких мають пластинчасту будову з розмірами елементарних чарунок до 1,13 нм [4-5]. Разом з тим в окремих випадках використання стінових виробів з ніздрюватого бетону обмежується, оскільки він має високе водопоглинання (20–40 % за об'ємом) і значний капілярний підсос води в умовах поверхневого змочування, що за відомих умов призводить до значного збільшення коефіцієнта теплопровідності і, внаслідок цього, до зменшення теплоізоляційної здатності та руйнування виробу. Отже виникає потреба його захисту від зовнішніх атмосферних впливів шляхом улаштування оздоблювального покриття.

Рекомендації щодо улаштування облицювання зовнішніх поверхонь стін виготовлених з блоків ніздрюватого бетону досить вільні і жорстких нормативних вимог в Україні немає. Перелік рекомендацій по улаштуванню оздоблювального захисного шару стіни з ніздрюватого бетону наведених в Настанові з проектування та улаштування конструкцій будинків із застосуванням виробів із ніздрюватого бетону автоклавного тверднення складають операції по вирівнюванню поверхні стін, наклеюванню теплоізоляційного шару, приклеюванню сітки і оштукатурення її, закріплення листів утеплювача за допомогою дюбелів і завершальне шпатлювання та фарбування

поверхні. В документі не зазначено терміни виконання оздоблювальних робіт порівняно з термінами зведення огорожувальних конструкцій стін з ніздрюватого бетону. Разом з тим неврахування термінів виготовлення блоків, термінів виготовлення огорожувальних конструкцій і термінів улаштування оздоблювального покриття в окремих випадках призводить до прояву негативних факторів, як то руйнування і відставання багатошарових покриттів, появи мікротріщин навіть при наявності армуючої сітки.

В окремих випадках, згідно рекомендацій ДП «Український державний науково-дослідний і проектний інститут цивільного будівництва» «УКРНДПШЦІВІЛЬБУД» наведених в «Посібник з проектування малоповерхових будівель з автоклавного газобетону з альбомом технічних рішень Київ-2015», стіни з газобетону D300 не вимагають додаткового утеплення так як при цьому забезпечується нормативний показник термічного опору огорожувальної конструкції, що прийнятий в Україні $R \geq 3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$. Стінові блоки характеризуються показником морозостійкості F50 в порівнянні з конкурентами (зазвичай F25), а значить, краще зберігаються в осінньо-зимовий період на будівельному майданчику і забезпечують більш довговічну експлуатацію будівель. Механічний захист, захист від атмосферної вологи і від сонячного випромінювання приймає на себе зовнішній шар стінової конструкції з газобетону, який може мати можливість деформуватись незалежно від основної частини стіни.

В процесі експлуатації огорожувальних конструкцій основне навантаження енерго-ефективного матеріалу, функцію опору теплопередачі приймає на себе внутрішній шар масиву блоку з ніздрюватого бетону. Потенційна проблема, яка може виникнути при експлуатації будівлі з використанням газобетону (і не тільки газобетону), так і інших стінових матеріалів, пов'язана з водопоглинанням і капілярним підсосом води. При цьому теплопровідність стіни зростає, а при заморожуванні води може відбуватись руйнація оздоблювального шару. Поглинання води сухим бетоном, нерівномірне потемніння кладки під дією опадів, диктує, на перший погляд, необхідність обов'язкового захисту зовнішньої поверхні конструкцій зовнішніх стін виготовлених з використанням будівельних матеріалів ніздрюватої структури. Вплив опадів на вологість зовнішніх шарів газобетонної стіни складно нормувати. Для обліку зволоження стін косими дощами, наприклад, в Німеччині введено поняття зливого навантаження (DIN 4108-3). Стійкість до зливових навантажень визначається через капілярне водопоглинання, що вимірюється в $\text{грам}/\text{м}^2$ поверхні і характеризує швидкість поглинання безнапірної води [2-3].

Зважаючи на вищенаведені інформаційні матеріали цілком очевидно вирізняється проблема пов'язана з неврахуванням у будь-якому з конкретних випадків внутрішньої (відпускної) вологи самих блоків, доставлених на будівельний майданчик зі складу підприємства-виробника. У процесі виготовлення блоки автоклавованого ніздрюватого бетону набувають своїх міцнісних характеристик в процесі тривалої витримки в середовищі насиченої пари при високому тиску. З автоклава газобетонні блоки виходять з високим вмістом вологи, що інколи досягає 1/3 маси сухого матеріалу. Після охолодження газоблоки встановлюються на піддони і упаковуються в термоусадочну плівку (для запобігання подальшому зволоженню атмосферними опадами), тому до моменту розпакування піддону і початку будівельних робіт вологість газобетону практично не змінюється. Отже використання будівельних виробів з ніздрюватого бетону «в діло» під час зведення огорожувальних конструкцій будівель повинно супроводжуватись подальшим витриманням поверхонь стін перед оздобленням для вивітрювання внутрішньопорової вологи з тіла матеріалу. При цьому також слід враховувати сезонні зміни зовнішніх атмосферних впливів.

У вітчизняних нормативах параметр, що враховує дію дощування на зволожуючі матеріал, не застосовується. Численні і тривалі дослідження показують, що навіть при затяжних дощах помітне збільшення вологості відбувається тільки в поверхневих шарах бетону (20-30 мм), але матеріал швидко віддає вологу. Підтвердженням довговічності експлуатації стін будинків виконаних з газобетонних блоків без зовнішнього оздоблення є малоповерхові будинки, побудовані ще в 1939 році, зображення, яких приведені в роботі [6] (рис.1). Результати експериментів з експлуатаційної стійкості газобетонних конструкцій детально приведені ще в 80-ті роки в роботах [7-8].

Графічна інтерпретація узагальнених результатів визначення середньої величини вологості конструкції зовнішніх стін наведена на рис 2. Дослідження фізико-хімічних процесів міграції вологи у стінах, виготовлених з блоків з ніздрюватих бетонів, показують, що наявність оздоблювального покриття зовні фасаду будівлі по різному впливає на показники експлуатаційних параметрів конструкції (рис. 2).



Рисунок 1 – Будівля з автоклавного газобетону без зовнішнього оздоблення побудови 1939 року, м. Рига, вул. Ельвірас,15

Так проведені вимірювання показників вологості зовнішніх стін виготовлених з газобетону свідчать, що врівноважені значення показників для неоздоблених огорожувальних конструкцій встановлюються після 10 років експлуатації і дорівнюють середньому сумарному значенню 5 % мас. Разом з тим результати паралельно проведених досліджень показників фізико-хімічних параметрів для стін оздоблених захисними декоративними покриттями свідчать, що вміст води зменшується більш повільно (майже удвічі) і складає після 10 років експлуатації величину середнього сумарного значенню 8.8 % мас (рис. 2). Такий ефект пояснюється дещо уповільненими темпами міграції внутрішньопорової води з матеріалу назовні через наявність перешкоди – оздоблювального покриття [9-10].

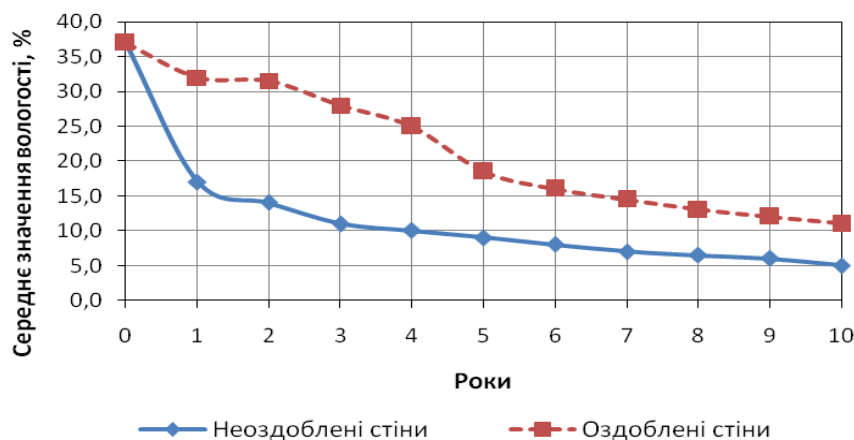


Рисунок 2 – Узагальнені результати зміни середніх сумарних значень експлуатаційної води всередині конструкцій зовнішніх стін малоповерхових житлових будівель

Приведені зображення графічної інтерпретації динаміки зміни середніх значень внутрішньопорової води конструкцій зовнішніх стін підтверджують вплив оздоблювального покриття на показники фізико-хімічних параметрів об'єкту досліджень. Зважаючи, що відпускна вологість блоків газобетону складає від 37 % мас і менше, очевидним є потреба попереднього витримання конструкції в часі до початку проведення оздоблювальних робіт. Незважаючи на можливість і обґрунтованість використання огорожувальних конструкцій без додаткового захисту поверхні стін з ніздрюватих бетонів, сучасні підходи до естетичного вигляду потребують улаштування оздоблювального шару.

Відкрита (неоздоблена) поверхня зовнішніх стін з блоків ніздрюватої структури, яка ще 30-40 років тому була естетичною нормою, сьогодні не прийнятна і поверхня стіни закривається оздоблювальним покриттям. Така норма диктується постановою Кабінету міністрів України від 13 квітня 2011 року за №461 «Питання прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом

об'єктів». Саме властивості оздоблювального шару стіни з газобетонних блоків в послідуочому визначають стан стінової конструкції в процесі її експлуатації. Застосування стінових блоків з автоклавного газобетону породило масу неправдивих думок про те, що штукатурка погано «тримається» на ньому, швидко «відвалюється», знижуючи довговічність покриття і самої конструкції стіни [8].

Оздоблювальні шари покриття поверхонь з газобетону повинні мати високу паропроникність, яка забезпечить швидке видалення зі стіни зайвої вологи і буде сприяти нормалізації експлуатаційного температурно-вологісного режиму конструкції. Паропроникність блоків з ніздрюватого бетону, в залежності від їх щільності, лежить в межах 0,11-0,26 (мг/м·год·Па). Тому вибір матеріалу оздоблювального покриття слід спрямовувати до тонкошарових штукатурок з опором паропроникності $\leq 0,2 \text{ м}\cdot\text{год}\cdot\text{Па}/\text{мг}$, оскільки вони майже не перешкоджають процесам капілярного переносу і дифузії при транзиті вологи назовні через конструкцію стіни.

Існуюча практика будівництва будинків з влаштуванням огорожуючи конструкцій стін з блоків ніздрюватого бетону передбачає три основних способи облицювання будинку з газобетону: це влаштування навісних або вентиляованих фасадів з використанням різних листових і погонажних матеріалів, що закріплюються до основи механічно через направляючі або обрешітку, або безпосередньо до стіни (сайдинг, фіброцементні панелі, імітатор бруса, планки і т.п.). Одним з варіантів вентиляованого фасаду може бути облицювання кладки стін з ніздрюватих матеріалів цегляною кладкою з передбаченим вентиляційним прошарком товщиною 20-30 мм (рис. 3).

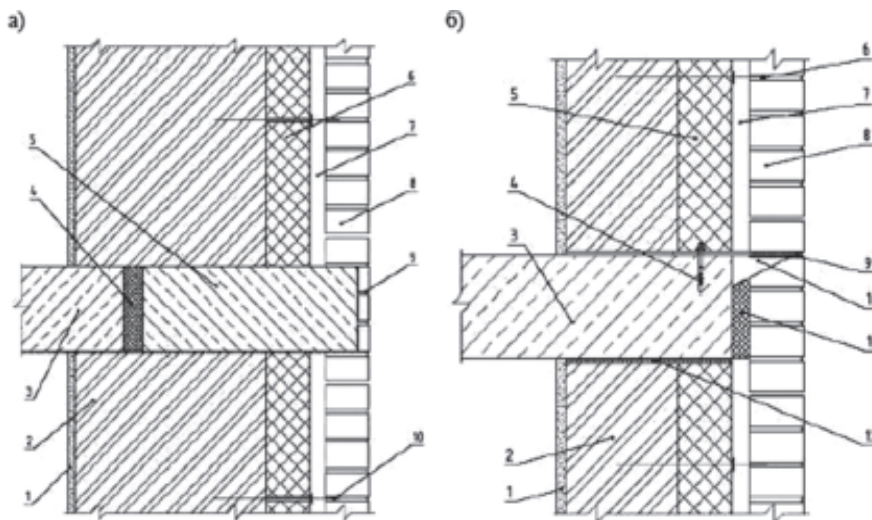


Рис. 3. Конструктивно-технологічна схема зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією з опорядженням цеглою з несучими (а) і самонесучими (б) зовнішніми стінами: 1 – внутрішня штукатурка; 2 – стіна; 3 – плита перекриття; 4а – теплоізоляційний вкладиш (4б – анкер клиновий); 5а – залізобетонний консольний пояс через 3-4 поверхи; 6, 5б – шар теплоізоляції; 7 – повітряний прошарок; 8 – шар із цегли або стінових дрібноштучних каменів з вентиляційними отворами у вертикальних швах; 9а – кlinkерна фасадна цегла (9б – температурний компенсатор); 10а – металевий зв'язок із фіксатором теплоізоляційного шару (10б – дискретні кронштейни через три поверхи); 11 – теплоізоляційний вкладиш; 12 – компенсаційний шов

Наведені вище зображення варіантів улаштування вентиляованих конструкцій фасадів в будівлях зі стінами з ніздрюватого бетону є найбільш доступними з експлуатаційної і протипожежної точок зору. Крім того цегляна кладка оздоблювального шару відіграє роль і антивандального покриття порівняно з матеріалами сайдингів. Довговічність експлуатації таких конструкцій складає до 100 років.

Висновки

– Незважаючи на можливість і обґрунтованість використання газобетонних конструкцій без додаткового захисту поверхні газобетонних стін, сучасні підходи до естетичного вигляду потребують додаткових покриттів стін. Оздоблення поверхні стін виконує лише декоративну функцію. Саме властивості штукатурки чи іншого оздоблювального шару стіни в

послідує визначення стану стінової конструкції в процесі її експлуатації.

- Серед різновидів технологій улаштування огорожуючих конструкцій житлових будівель з ніздрюватих бетонів є проектування вентиляованих фасадів. Такі конструкції зовнішнього оздоблення передбачають улаштування повітряного прошарку між поверхнею стіни з блоків ніздрюватого бетону і оздоблювальною конструкцією фасадної системи.
- Всі зовнішні оздоблювальні роботи рекомендується завершувати в теплу пору року, забезпечивши можливість завершення процесів усадки і висихання газобетонних блоків. Рекомендується проводити зовнішні оздоблювальні роботи тільки після завершення внутрішніх (включаючи заливку підлог, внутрішню штукатурку). Це пов'язано з високою вологістю газобетонних блоків, теплофізичними процесами перенесення пари з внутрішніх приміщень в зовнішнє середовище та тривалим процесом встановлення рівноважної вологості самого газобетону стін.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Сердюк В.Р. Ефективні заповнювачі для ніздрюватих бетонів / В. Р. Сердюк, О. В. Христин // Сучасні технології матеріали і конструкції в будівництві. Наук.-техн. збірник. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця. – 2013. – №1(13), С. 28-32.
2. Сердюк В.Р. Ніздрюватий бетон полі функціонального призначення / В. Р. Сердюк, О. В. Христин, П.В. Постовий // Сучасні технології матеріали і конструкції в будівництві. Наук.-техн. збірник. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця. – 2013. – №2(15), С. 18-22.
3. Сердюк В.Р. Проблеми стабільності формування макроструктури ніздрюватих газобетонів безавтоклавного твердіння / В.Р. Сердюк, М.С. Лемешев, О.В. Христин // Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка. - 2011. - №40. - С. 166-170.
4. Сердюк В.Р. Комплексне в'язуче з використанням мінеральних добавок та відходів виробництва / Сердюк В. Р., Лемешев М.С., Христин О.В. // Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка. Науково-технічний збірник. – 2009. – Вип. 33. – С. 57– 62.
5. Сердюк В. Р. Золоцементне в'язуче для виготовлення ніздрюватих бетонів / В. Р. Сердюк, М. С. Лемешев, О. В. Христин // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2011. – № 1. – С. 57-61.
6. Herrington, L. Cellular concrete / L. Herrington // LLC. - 2011 - Т. 23(68). С. 45-47.
7. LaValle, S. Modification of cellular concrete / S. LaValle // Building technology. - 2010 - Т. 76(99). - С. 87 - 89.
8. Гаевой А. Ф. Качество и долговечность ограждающих конструкций из ячеистого бетона. / А.Ф. Гаевой, Б.А. Качура // Харьков: Издательское объединение «Вища школа», 1978. – 224 с.
9. Силаенков Е.С. Долговечность изделий из ячеистых бетонов. / Е. С. Силаенков // М.: Стройиздат, 1986. – 176 с.
10. Гринфельд Г. И. Инженерные решения обеспечения энергоэффективности зданий. Отделка кладки из автоклавного газобетона. Учебное пособие / Г.И. Гринфельд // СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. – 129 с.

Сердюк Василь Романович – д-р тех. наук, професор, завідувач кафедри інженерних систем у будівництві Вінницького національного технічного університету.

Христин Олександр Володимирович – канд. тех. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури Вінницького національного технічного університету.

Мельничук Діана Анатоліївна – студентка вінницького національного технічного університету.

V. Serdyuk

O. Khrystych

D. Melnichuk

FEATURES OF TECHNOLOGY DEVICE FOR FENCING CONSTRUCTIONS OF RESIDENTIAL BUILDINGS WITH USE OF CELL-CONCRETE

Vinnitsia National Technical University

The modern tendencies of use of wall products made of nicer concrete for the construction of real estate in Ukraine are presented. The analysis of technologies of arrangement of enclosing constructions of buildings with the use of blocks of the carved structure is executed. The generalization of the results of the study of the diffusion of technological moisture from the structures of the external walls during the determined period of operation of the buildings is considered. The expediency of arrangement of ventilated constructions of external walls made of niche concrete is formulated. The recommendations concerning the choice of the technology of arrangement of the protective finishing covering of the enclosing constructions of buildings made from products

of the niched structure obtained on the basis of mineral binders are given.

Key words: low-rise buildings, technology of wall arrangement, alkyl concrete, fencing structures, energy-efficient building materials, physical and chemical processes of porous structures.

Serdyuk Vasyl – Dr. tech. Sciences, professor, head of the department of engineering systems in the construction of Vinnitsa National Technical University.

Khrystych Olexander – Cand. tech. sciences Associate Professor of the Department of Construction, Urban Management and Architecture of Vinnytsia National Technical University.

Melnichuk Diana – student of the Vinnytsia National Technical University.

**В. Г. Сердюк
А. В. Христич
Д. А. Мельничук**

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ УСТРОЙСТВА ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА

Винницкий национальный технический университет

Представлены современные тенденции использования стеновых изделий из ячеистого бетона для строительства объектов недвижимости в Украине. Выполнен анализ технологий устройства ограждающих конструкций зданий с использованием блоков ячеистой структуры. рассмотрены обобщенные результаты исследования диффузии технологической влаги из конструкций наружных стен в течение определенного периода эксплуатации зданий. Сформулировано целесообразность устройства вентилируемых конструкций отделки наружных стен изготовленных из ячеистых бетонов. Приведены рекомендации по выбору технологии устройства защитного отделочного покрытия ограждающих конструкций зданий изготовленных из изделий ячеистой структуры полученных на основе минеральных вяжущих.

Ключевые слова: малоэтажное строение, технология устройства стен, ячеистые бетоны, ограждающие конструкции, энергоэффективные строительные материалы, физико-химические процессы поризованных структур.

Сердюк Василий Романович – д-р тех. наук, профессор, заведующий кафедрой инженерных систем в строительстве Винницкого национального технического университета. E - mail: modser@i.ua.

Христич Александр Владимирович – канд. тех. наук, доцент кафедры строительства, городского хозяйства и архитектуры Винницкого национального технического университета.

Мельничук Диана Анатольевна – студентка Винницкого национального технического университета