

Філатов А.Н., канд.техн.наук,
Вудвуд Т.М., м.н.с., ДП «НДІБМВ», м.Київ



Філатов А.Н.



Вудвуд Т.М.

НІЗДРЮВАТИЙ БЕТОН – НОРМАТИВИ, СИРОВИНА ТА ЕКОЛОГІЯ

Широке застосування ніздрюватого бетону в будівництві України почалося в середині 80-х років після введення в дію черги спеціалізованих підприємств в м.м. Білгород-Дністровському, Миколаєві, Славуті, Сумах, Чернігові. Їх загальна потужність перебільшувала 600 тис. м³ на рік. Враховуючи потребу тогочасного будівництва підприємства освоїли виробництво дрібно штучних та великорозмірних виробів широкої номенклатури: стінові блоки та перегородки (густиною 600-700 кг/м³), теплоізоляційні та звукопоглинальні плити «Сілапор» (густиною 300-400 кг/м³), панелі для промислових будівель та армовані блоки, плити покриття та перекриття для присадибних та 5-ти поверхових будівель. Для виробництва ніздрюватого бетону використовувалися місцеві сировинні матеріали та вітчизняне обладнання, що забезпечувало значні технічні та економічні переваги ніздрюватобетонних виробів перед іншими будівельними виробами аналогічного призначення. Економічність при виробництві (на м³ виробів) та будівництві (на м² стіни, площі) в порівнянні з виробами ЗБВ та ДБК була очевидна, але розуміння перспективності ніздрюватого бетону на державному рівні сталося значно пізніше. Вперше його розвиток було відмічено в постанові ЦК КПРС та Радміну СРСР «О дальнейшем развитии индустриализации и повышении производительности труда в капитальном строительстве» (1985 г), а потім в рішенні Радміну СРСР «О значительном расширении мощностей по производству стеновых блоков из ячеистого бетона в 1988-1995 годах» від 4 травня 1988 р. Планувалось довести об'єми виробництва ніздрюватого бетону в СРСР до 40-45 млн. м³ на рік, а в Україні до 4-4,5 млн. м³.

Передбачалася модернізація діючих підприємств і створення двадцяти нових виробництв в різних регіонах з їх прив'язкою до розвіданих запасів піску. Програма нового будівництва мала наступну географію: Олександрівка, Булдинка, Берегове, Бурштин, Готвальд, Дніпропетровськ, Житомир, Запоріжжя, Кременчук, Куп'янськ, Ладижин, Любомирка, Новгород-Сіверський, Обухів, Оріхове, Развадів, Рубіжне, Світловодськ, Тернопіль, Херсон.

У 1992-94 роках була введена в експлуатацію перша група підприємств у м.м. Житомирі, Обухові, Куп'янську, загальна потужність підприємств ніздрюватого бетону зросла до 1,5 млн. м³. Але потім у будівельній галузі наступив період «простоя», випуск виробів з ніздрюватого бетону знизився до 250-300 тис. м³ на рік.

У 2003-2004 роках у будівництві намітився період поживлення, на цій хвилі за участю ряду організацій і відомств була розроблена «Програма розвитку виробництва ніздрюватобетонних виробів та їх використання у будівництві на 2005-2011 роки», затверджена Постановою Кабміну № 684 від 26.05.2004 р., що узгоджується з програмою розвитку житлового будівництва. Основні розділи програми спрямовані на створення нової нормативної бази на виробництво ніздрюватобетонних виробів та їх застосування у будівництві, на модернізацію діючого виробництва та створення нових ліній із застосуванням конвеєрного формовочно-різального обладнання європейських фірм. Як і інші будівельні програми ніздрюватобетонну програму виконати не вдалося, але її обговорення в будівельних колах, оприлюднення, часткове виконання, висвітлення питання у пресі, на нарадах і конференціях створило інформаційну хвилю, яка сприяла створенню сучасних виробництв та розробці нових проектів будівель з їх застосуванням. При усіх технічних, організаційних та фінансових труднощах потужність підприємств ніздрюватого бетону до 2012 року склала близько 3,5 млн. м³ («Аерок» Обухів та Березань, «ЮДК» Дніпропетровськ, «Юпітер» Вознесенськ, ЗБМ №1 Нова Каховка, «Орієнтир-Буделемент» Бровари, «Автокрафт» Бершадь) виробництво виробів значно обігнало будівельні можливості регіонів як в створенні нових енергозберігаючих проектів будівель, так і їх реалізації в будівництві. Всупереч заявам деяких «оптимістів» минулих років, що на наших сировинних матеріалах імпордне обладнання працювати не буде, конвеєрні лінії працюють, і якість виробів, що сьогодні випускаються стала значно вища. Фахівці повинні розуміти, що конвеєрно-різальне обладнання покращує зовнішній вигляд і точність розмірів виробів, а на по-



казники бетону воно не впливає. На властивості бетону впливає якість сировинних матеріалів і технологія їх підготовки. Вітчизняна сировинна база дозволяє отримувати на технологічному обладнанні нового покоління ніздрюватий бетон і вироби європейської якості. Слід також зазначити, що якість вапна та цементу в останні роки стала значно вище, а це закономірно забезпечує підвищення стабільності технологічних параметрів ніздрюватобетонної суміші та адекватне підвищення якості ніздрюватого бетону. Зазначені позитивні тенденції в розвитку технології ніздрюватого бетону знайшли відповідне відображення у нових нормативних документах на ніздрюватий бетон і вироби з нього. Деякі аспекти взаємозв'язку технічних характеристик сировинних матеріалів і властивостей ніздрюватого бетону розглянемо далі.

Згідно ДСТУ Б В.2.7-45:2010 «Бетони ніздрюваті. Загальні технічні умови» за функціональним призначенням ніздрюватий бетон підрозділяється на теплоізоляційний (200-350 кг/м³), конструкційно-теплоізоляційний (400-900 кг/м³) і конструкційний (1000-1100 кг/м³). Це дозволяє з застосуванням ніздрюватобетонних виробів зводити надземну частину малоповерхових будівель від 1 до 5 поверхів різного призначення, а також застосовувати в монолітно-каркасних будівлях для кладки зовнішніх стін, міжкімнатних і міжквартирних перегородок. Теплі стіни, підлоги, горища з ніздрюватого бетону забезпечують енергоефективність, економічність і екологічність житлових та громадських будівель. Екологічність і комфортність будівель забезпечується за рахунок технології, що використовується у виробництві, властивостями сировинних матеріалів та ніздрюватого бетону.

Згідно вимог республіканських будівельних норм РБН 356-91 «Положення про радіаційний контроль на об'єктах будівництва та підприємствах будіндустрії і будматеріалів України» сировинні матеріали проходять радіаційний контроль, що здійснюється підприємствами або спеціалізованими лабораторіями [1]. Аналогічний контроль проходять вироби з ніздрюватого бетону. Результати випробувань на радіологію сировини і бетону фіксуються у сертифікаті радіаційної якості.

Згідно вимог РБН 356-91 питома активність радіонуклідів в ніздрюватому бетоні не повинна перевищувати 370 Бк/кг, що відповідає класу 1 та дозволяє його використання для всіх видів будівництва.

У технології ніздрюватого бетону автоклавного твердіння застосовуються такі основні сировинні матеріали: портландцемент, вапно, пісок, пудра алюмінієва, вода. Можливе застосування інших сировинних компонентів, а також добавок різного функціонального призначення, що можуть частково або повністю замінювати один з основних компонентів і цілеспрямовано покращувати формувальні властивості сировинної суміші. Всі сировинні компоненти ніздрюватобетонної суміші застосовуються в тонкодисперсному стані або у вигляді водних суспензій і розчинів, при цьому кожен компонент у суміші і відформованому масиві виконує характерну технологічну роль. Широке застосування в виробництві ніздрюватобетонних виробів знайшли два види в'язучих – портландцемент і вапно повітряне. Портландцемент використовується високомарочний і не вимагає попередньої підготовки. Вапно активністю 80-90% використовується у складі вапняного-піщаного в'язучого, що одержується сухим помелом піску та вапна в кульовому млині.

Цемент (ДСТУ Б В.2.7-46:2010 «Цементи загальнобудівельного призначення»)

Згідно з технологічною інструкцією СН 277-80 у виробництві ніздрюватого бетону рекомендується застосовувати портландцемент, шлакопортландцемент марки

400 з вмістом трехкальцієвого силікату не менше 50% і трехкальцієвого алюмінату не більше 6%. Початок тужавіння наступати не пізніше 2 год, а закінчення – не пізніше 4 год після замішування. Питома поверхня цементу повинна бути 2500-3000 см²/г для конструкційно-теплоізоляційного і 3000-4000 см²/г для теплоізоляційного ніздрюватого бетону. Цим вимогам в певній мірі відповідають цементи І, ІІ типів, портландцемент ПЦ І без добавок, портландцемент з шлаком ПЦ ІІ / Б-Ш з вмістом до 20% шлаку. Цемент з добавкою лужного створює в суміші лужне середовище, що дозволяє знизити витрату вапна й цементу. У ніздрюватобетонній суміші цемент виконує кілька технологічних ролей, які обумовлені його взаємодією з водою замішування, а саме:

- утворення в'язко-пластичної системи, утримування в суміші бульбашок газу;
- попередження седиментації частинок піску в період заливки і спучування суміші за рахунок підвищення її в'язкості;
- поступовий набір пластичної міцності сирцю, що забезпечує розпалубку, транспортування і розрізку масиву на вироби;
- тверднення сирцю при автоклавній обробці.

Витрата цементу на м³ бетону складає 100-160 кг залежно від густини бетону і типу формовочно-різального обладнання, підвищений вміст цементу створює умови для плавного, поступового спучування сировинної суміші без злиття газових бульбашок і вихлопів газу на поверхні сирцю. Це сприяє формуванню бездефектної структури бетону з рівномірним розподілом пор і міжпорових перегородок. А інтенсивний приріст сирцевої міцності забезпечує заданий час витримки масиву до розпалубки та розрізання на вироби.

Вапно будівельне (ДСТУ Б В.2.7-90:2011 «Вапно будівельне. Технічні умови»)

Кальцієве вапно, що використовується в технології повинно відповідати наступним вимогам: активність не менше 70%, вміст перепалу не більше 2%, час гасіння 5-15 хв. Ці вимоги СН-277-80 до якості вапна та цементу склалися більш 40 років тому у відповідності з тодішнім рівнем виробництва будівельних матеріалів, коли вапно відносили до місцевої сировини, ніздрюватий бетон вважався місцевим будівельним матеріалом, а цемент був стратегічним будівельним матеріалом і його дозволялося застосовувати в технології в мінімальній кількості. Сьогодні ситуація з сировиною істотно змінилася, в технології рекомендується застосовувати вапно (грудкове, подрібнене або порошкоподібне) 1 і 2 сорту, без добавок, активністю понад 80-90% середнього та швидкого гасіння, марок ВП-К-1-А, ВП-К-2-А, ВП-К-1-Б, ВП-К-2-Б.

Роль вапна в технології автоклавних матеріалів класична з урахуванням особливості приготування литої сировинної суміші. Воно виконує кілька технологічних функцій, деякі з них збігаються з функціями цементу і доповнюють їх:

- при перемішуванні з водою вапно інтенсивно гаситься, створює лужне середовище (рН 10-12), необхідне для протікання реакції з частинками алюмінію та створення в суміші газових бульбашок;
- при гасінні підвищується температура суміші з 30-45 до 60-85 °С, що прискорює процес газоутворення, а також гідратації, схоплювання цементу, зростання сирцевої міцності;
- спільно з цементом утворює пластично-в'язку систему, яка утримує бульбашки газу, фіксує утворену поризовану структуру суміші в період її схоплювання;
- вступає в хімічну реакцію з піском в період автоклавної обробки, з утворенням гідросилікатів.

Згідно ДСТУ Б В.2.7-90 за нормовано три сорти кальцієвого вапна з активністю не менше 70, 80, 90%, відповідно, в товарному вапні міститься від 10 до 30% домішок (переважно CaCO_3), які в тонкомеленому стані вводяться в ніздрюватобетонну суміш, і не покращують технологічні властивості суміші і якості бетону. Ці «шкідливі» компоненти підвищують водопотребу суміші, утворюється більш в'язкий і липкий сирець, при різанні масивів збільшується налипання сирцю на струнах, погіршується поверхня виробів, створюється додатковий об'єм капілярних пор, збільшується капілярний підсос та водопоглинання бетону, знижується його морозостійкість. Застосування в технологи вапна активністю 85-90% замість активності 60-70% автоматично істотно підвищує всі технічні показники ніздрюватого бетону [2, 3]. При витраті товарного вапна 40-80 кг/м^3 (активністю понад 80%) у суміші створюється лужне середовище, достатнє для протікання газоутворення, а при автоклавній обробці вапно повністю зв'язується піском, утворюючи гідросилікати. Відомо, що за відсутності в бетоні вільного вапна (Ca(OH)_2) на «сходинку» підвищується міцність при стисненні. При використанні цементу і вапна підвищеної якості при зазначених витратах на м^3 підприємства «забули», що таке осад і «кіпіння» суміші, вихлопи на масиві, що було основою причиною браку в 80-90-х роках при виробництві виробів з бетону щільністю 600-700 кг/м^3 .

Пісок кварцевий (ДСТУ Б В.2.7-32-95 «Пісок щільний, природний для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій і робіт»)

Традиційним кремнеземистим компонентом в технології автоклавного бетону є пісок кварцевий, що відповідає наступним вимогам: вміст вільного кварцу (не звязаного SiO_2) не менше 70%, вміст глинистих не більше 5%, гранулометричний склад не нормується. Витрата піску в залежності від густини бетону складає 120-350 кг/м^3 , в ніздрюватому бетону він виконує дві функції. Одна частина піску є хімічно активним компонентом і реагує в автоклаві з вапном, утворюючи гідросилікати. Друга частина піску виконує роль активного мікрозаповнювача, який омонолічується утвореними при автоклавній обробці гідросилікатами. Хімічно активна частина піску має розміри частинок до 0,1 мм. Цим визначаються вимоги до технології його подрібнення в млинах сухого і мокрого помелу. Мокрим способом розмелюють 60-80% піску, продукт помелу – піщаний шлам. Сухим способом спільно з вапном розмелюють 20-40% піску, продукт помелу – вапняно-піщане в'язуче. Дисперсність піску в шламі від 2700 до 4000 $\text{см}^2/\text{г}$ задається з урахуванням густини ніздрюватого бетону, а також властивостей цементу і вапна.

Підвищений вміст глинистих компонентів в піску чинить негативний вплив на технологічні параметри суміші і властивості бетону. На стадії приготування суміші зростає водопотреба, сповільнюються процеси гідратації вапна та цементу, збільшується тривалість витримки масивів до різання, певною мірою знижується міцність і морозостійкість бетону.

Кварцовий пісок частково або повністю може бути замінений іншим кремнеземовміщуючим компонентом, наприклад, золою, при забезпеченні фізико-технічних та екологічних властивостей бетону.

Газоутворювач (ГОСТ 5494-71 «Пудра алюмінієва»)

Традиційним газоутворювачем в технології ніздрюватого бетону є пудра алюмінієва – тонкодисперсний порошок алюмінію, частинки якого покриті жировими добавками. У товарному вигляді вона не змочується водою, жирові плівки оберігають її від окислення повітрям. У виробництві використовується пудра двох марок ПАП-1 і ПАП-2 з криючою на воді здатністю 7000 і 10000 $\text{см}^2/\text{м}$, переважає вміст частинок розміром до 10 мкм.

Для технологічного використання готують суспензію алюмінієвої пудри – продукт спільного перемішування води, ПАР, пудри алюмінієвої (або пасти не її основі). У процесі перемішування алюміній відмивається від жирових добавок. Отриману

суспензію необхідно перемішувати, оскільки при зберіганні вона розшаровується, частинки алюмінію осідають. Рекомендоване мінімальне співвідношення пудри і води – 1:10, при збільшенні співвідношення до 1:15, 1:20, 1:25, 1:30 підвищується точність дозування алюмінію і рівномірність його розподілу в суміші без збільшення тривалості перемішування. При цьому підвищується однорідність структури бетону і його технічні показники. Витрата пудри становить 0,3-0,6 кг/м^3 .

Крім того, в якості пороутворюючого компонента суміші можна застосовувати водний розчин повітрязахоплюючих і піноутворюючих ПАР, стійких в лужному середовищі при температурі 50-65°C. Піноутворюючі добавки можна вводити в млини мокрого помелу або в змішувач для приготування ніздрюватобетонної суміші, а також можливе введення в змішувач піни, приготовленої в піногенераторі [4, 5]. Піноутворюючі добавки дозволяють замінити 15-30% газоутворювача (пудра алюмінієва), підвищити однорідність структури ніздрюватого бетону.

Вода (H_2O), (ГОСТ 23732-79 «Вода для бетонів і розтворів. Техніческие условия», ДСанПіН 2.2.4.171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною»)

Вода є важливим сировинним компонентом ніздрюватобетонної суміші, її роль в технології багатофункціональна і виконує механічну, фізико-хімічну, хімічну та теплотехнічну функцію. У першу чергу, вона є середовищем, в якому виконуються технологічні операції, відбуваються технологічні процеси, а також вода сама бере участь в хімічних реакціях [6].

Із застосуванням води у виробництві ніздрюватобетонних виробів виконуються наступні технологічні операції: мокрий помел піску; приготування суспензії пудри алюмінієвої; приготування розчинів піноутворювачів і хімічних добавок; приготування ніздрюватобетонної суміші; автоклавна обробка виробів.

При мокрому помелі піску вода забезпечує транспортування його зерен всередині млина, транспортування і зберігання піщаного шламу, його подачу на вузол дозування, а потім в змішувач. У млині мокрого помелу вода змочує поверхню зерен піску, знижує їх механічну міцність, покращує умови розколювання, стирання, а також попереджає агрегацію частинок в період транспортування і зберігання шламу. За рахунок впливу води енерговитрати на мокрий помел піску на 20-25% нижчі, ніж при сухому помелі. Вода впливає на дисперсність піску в шламі і визначає такі його технологічні характеристики: густина, в'язкість, стійкість при зберіганні. Ці показники забезпечують виконання транспортних операцій пневмо- або відцентровими насосами, зберігання в шлам-басейнах і точне дозування в сировинну суміш. При приготуванні суспензії алюмінієвої пудри вода виконує роль нейтрального середовища, розчинника добавки ПАР (миючий засіб), змочувача частинок алюмінієвої пудри. У період приготування, зберігання і подачі суспензії в змішувач вода оберігає частинки алюмінію від окислення киснем повітря і зниження активності суспензії. З урахуванням особливостей цього процесу до якості води пред'являються підвищені вимоги.

Якість технічної води нормується ГОСТ 23732-79 «Вода для бетонів і розчинів», основні технічні показники: допустимий вміст розчинних солей – 5000 мг/л ; органічних домішок – 10 мг/л ; відсутність плівок жирів, масел, нафтопродуктів, водневий показник (pH) – від 4 до 12,5.

Найчастіше місцева технологічна вода непридатна для приготування суспензії алюмінієвої пудри, розчинів піноутворювачів і добавок. Тоді для цих цілей слід використовувати питну воду (ДСанПіН 2.2.4.171-10) або технічну воду, що пройшла відповідну очистку.

При оцінці якості води, крім її технологічних показників, слід враховувати наявність хімічних компонентів, які можуть викликати корозію обладнання (млинів, насосів, трубопрово-



дів, автоклавів). Тому періодичний контроль якості води слід виконувати як з урахуванням вимог технології, так і умов безпечної роботи обладнання.

Добавки (ДСТУ Б В.2.7-171:2008 «Добавки для бетонів і будівельних розчинів»)

У виробництві ніздрюватого бетону застосовуються добавки різного функціонального призначення. Це пов'язано з тим, що в технології використовується 5-6 сировинних компонентів і кожен з них піддається певній підготовці: перед приготуванням сировинної суміші, це мокрий помел піску, сухий помел вапна і піску, приготування суспензії алюмінієвої пудри. Введення добавок при виконанні цих операцій дозволяє інтенсифікувати процес, знизити витрати енергії, підвищити технологічні характеристики компонентів, стабілізувати формувальні властивості суміші і сирцю, що в свою чергу забезпечує підвищення експлуатаційних показників пористого бетону.

Відповідно до класифікації добавок за механізмом їх дії на процеси твердіння мінеральних в'язучих речовин в бетонах, запропонованої Ратиним В.Б., та колегами [7], вони поділяються на чотири класи: електроліти; що реагують з в'язучими речовинами; центри кристалізації; поверхнево-активні речовини (ПАР). Практично у виробництві ніздрюватобетонних виробів випробувані й застосовуються добавки всіх класів, одні у вигляді чистих продуктів, інші у вигляді відходів різних виробництв. За фізичним станом їх можна розділити на мінеральні, хімічні реактиви, органічні, комплексні. В якості мінеральних добавок випробувані і застосовуються зола, шлак, гіпсовий камінь, опока, ліпарит, перліт, азбест, вапняк, пил феросиліцію, цементного виробництва, гранітопилення, бій ніздрюватого бетону, силікатної цегли, склобій та ін. Хімічні добавки включають луги (NaOH, KOH), солі (NaCl, Na₂CO₃, K₂CO₃, Na₂SO₃ та ін), рідке скло, триетаноламін і т.д. В якості поверхнево-активних добавок застосовують мила тверді і рідкі, ОП-7, ОП-10, сульфанол та миючі засоби на його основі, пластифікатори та піноутворювачі різних марок. Вони можуть бути у вигляді порошків, паст, рідин, водних розчинів різної концентрації і повинні володіти стійкістю в лужному середовищі при температурі 60-65°C.

Джерелами відходів (добавок) в Україні є хімічні підприємства, теплові електростанції, кар'єри з видобутку

сировини, металургія і т.д.. НДІБМВ в 1998 році з цього питання був розроблений кадастр сировинних природних і техногенних сировинних матеріалів по областях України, придатних для виробництва виробів з бетонів автоклавного тверднення [8]. Враховуючи різноманітність фізичних станів та товарного вигляду добавок, слід вирішувати питання їх доставки та зберігання, підготовки і дозування в сировинну суміш.

За період активного розвитку ніздрюватобетонного виробництва з 50-х років минулого сторіччя на просторі від Балтики до Уралу і Новосибірська випробувана вся доступна «хімія» в зоні дії підприємств ніздрюватого бетону. Це підтверджується численними авторськими свідоцтвами СРСР «Сировинна суміш ...», що мають у своїй більшості регіональне значення і застосування. Прикладом масштабного застосування відходів у виробництві виробів з ніздрюватого бетону є такі підприємства як Ангартський ЗЗБВ, Ахметський КСІ, Курахівська ЗЗБК, Нарвський КСМ, Свердловський ЗЖБТ ім. Ленінського Комсомолу, Сланцевський «Стройдатель», Старооскольський ЗССМ, які в якості кремнеземистого компонента застосовували золу з витратою 300-500 кг/м³. Яскравим прикладом у цьому питанні є досвід Польщі, де з використанням золи ТЕЦ як головної сировини працює п'ять підприємств потужністю близько 2 млн. м³ на рік, за технологією «УНІПОЛЬ». Підприємства розміщені поруч з ТЕЦ і успішно працюють понад 30 років [9, 10]. Прикладів масового й постійного застосування відходів інших видів у технології ніздрюватого бетону значно менше. Деякі українські підприємства Білгород-Дністровський ЕЗБВ, Ворошиловградське вироб. № 1, Львівський ЗЗБВ № 2, Северодонецький, Славутський ЗССМ і інші застосовували у виробництві золу, шлак, пил феросиліцію, гіпс, відсів ліпариту та перліту. У різні періоди були виконані лабораторні дослідження та виробничі випробування зол Бурштинської, Дніпровської, Зміївської, Трипільської ГРЕС з метою створення з їх застосуванням виробництва виробів з ніздрюватого бетону.

Властивості добавок, закономірності їх впливу на сировинні суміші та бетони викладені в роботах Ребіндера А.П., Таубе П.В., Ратинова В.Б., Меркіна А.П., Гаджілі Р.А., Чистякова Б.З. та ін. [11-14]. Широка інформація про добавки знайшла відповідне відображення в нормативних документах різних років: технологічній інструкції СН 277, ГОСТ на ніздрюватий бетон, рекомендаціях щодо застосування добавок у бетонах, в нових ДСТУ на добавки, ДСТУ на ніздрюватий бетон, ДБН на бетони. В останні роки з'явилося багато добавок з новими технічними та рекламними назвами при старих властивостях і механізмах дії на сировинну суміш, хімія та фізхімія в технології залишилася колишньою. Новим у нормативах на сировину та бетони є вимоги щодо екологічності, так в ДСТУ Б В.2.7-45: 2010 «Бетони ніздрюваті» у пунктах 4.9, зазначається: «ефективна сумарна питома активність радіонуклідів у сировинних матеріалах природного походження не повинна перевищувати 370 Бк/кг».

З урахуванням технічних можливостей автоклавного виробництва і сировинного різноманіття в регіонах України ДСТУ на ніздрюватий бетон (пункт 4.14.9) містить таке пояснення: «Допускається застосовувати інші сировинні матеріали і добавки, які забезпечують нормовані фізико-технічні та екологічні характеристики бетону». Екологічність сировини і добавок повинна підтверджуватися документами МОЗ і результатами періодичних випробувань, що виконуються спеціалізованими організаціями. Слід зазначити, що при роботі підприємств на сировинних матеріалах відповідної якості застосування добавок і відходів інших виробництв у ряді випадків втрачає технологічний і економічний сенс з по-

зицій виробника. В якості стимулу з використання відходів і добавок у виробництві автоклавних матеріалів залишається тільки екологічний аспект. Відходи можуть частково замінити в технології основну сировину (цемент, вапно, пісок), якщо вартість відходів буде значно нижче вартості основних сировинних матеріалів (десь на рівні транспортних витрат).

З позицій технології та економіки слід також враховувати, що відходи ряду виробництв характеризуються непостійністю складу (мінералогія, хімія, дисперсність, вологість), необхідна їх додаткова підготовка (збагачення, підсушка, просів, дроблення, помел, усереднення), що пов'язано з дообладнанням відповідних технологічних ліній у джерела відходів або на підприємстві ніздрюватого бетону. А це вимагає значно більших витрат і зусиль, ніж проведення лабораторних досліджень та розробка патенту «Сировинна суміш ...».

Висновок

У виробництві виробів з ніздрюватого бетону використовуються вітчизняні сировинні матеріали, запаси природної сировини на сьогодні і найближчу перспективу не обмежені. Якість сировинних матеріалів, автоклавна обробка забезпечують отримання екологічних будівельних виробів. Потреба в таких виробках для будівництва комфортних та енергозберігаючих житлових будинків у селах і містах величезна. Слід збалансувати виробничі можливості підприємств ніздрюватого бетону з потребами та будівельними можливостями регіонів. Із збільшенням обсягів виробництва та будівництва стане актуальним питання використання у виробництві автоклавних виробів техногенної сировини, технічна, економічна та екологічна доцільність такого рішення давно доведена успішною роботою низки підприємств.

Література:

1. Сердюк В.Р. Радіаційна небезпека населення. Вінниця: Континент – ПРИМ. 1997, – 24 стор.
2. Филатов А.Н., Багаева Т.Ю. и др. Технология изготовления термоблоков из ячеистого бетона 350-400 кг/м³ на формовочно-резательном оборудовании «Универсал-60» Міжнародна наукова конференція «Теплоізоляційні матеріали в будівництві» Тезиси доповідей. 19 лютого 2004 року м. Київ
3. Филатов А.Н., Вудвуд Т.Н., Иваненко В. А. Вопросы производства и применения изделий из ячеистого бетона пониженной плотности. Теория и практика производства и применения ячеистого бетона в строительстве. Сб. научных трудов. Вып. 2. – Днепропетровск: ПГАСА, 2005 – 216 С.
4. Филатов А.Н., Вудвуд Т.Н., Иваненко В.А. Поризация сырьевой смеси в технологии ячеистого бетона. – Строительные материалы, № 11, 2012, - С. 29-32
5. Патент України № 85758 від 25.02.2009. Способ приготування ніздрюватобетонної суміші для одержання газобетону автоклавного тверднення.
6. Филатов А.Н. Ячеистый бетон и вода. Строительные материалы и изделия. № 1, 2013, Киев, – С. 16-19.
7. Ратинов В.Б., Иванов Ф.М., Химия в строительстве. Изд. 2-е, перераб. и доп.– М.: Стройиздат, 1977. – С. 220.

8. Кадастр кремнеземистых материалов для силикатных изделий. Укрстромниипроэкт. Минстрой материалов УССР, Киев, 1989, – С. 178.

9. 5th International Conference on Autoclaved Aerated Concrete «Securing a sustainable future», Bydgoszcz, Poland September, 14-17, 2011

10. Шеляхин И.В., Филатов А.Н. Зарубежный опыт производства ячеистобетонных изделий. – К.: УкрНИИТИ Госплана УССР. 1990, – С. 16.

11. Ребиндер А.П. и др. Некоторые вопросы оптимизации технологии приготовления ячеистых бетонов с позиции физико-химической механики дисперсной структуры. Материалы четвертой конференции по ячеистым бетонам. – Саратов – Пенза, Приволжское книжное издательство, 1969, – С. 3-10.

12. Таубе П.Р. Некоторые особенности технологии ячеистых бетонов в связи с применением поверхностно-активных веществ. – В кн.: Материалы четвертой конференции по ячеистым бетонам. – Саратов – Пенза, Приволжское книжное издательство, 1969, – С. 5-9.

13. Гаджилы Р.А., Меркин А.П. Поверхностно-активные вещества в строительстве. – Баку, Азернешр, 1981. – С. 131.

14. Чистяков Б. З., Мысатов И. А., Бочков В. И. Производство газосиликатных изделий по резательной технологии. – Л., Химия, 1975, – С. 248.

УДК 666.973.6

Лобанов О. Ю., инженер I категорії, Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А. В. Думанського, Свідерський В. А., доктор техн. наук, професор, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ

ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ГАЗОБЕТОНУ, ПРОСОЧЕНОГО КОМПОЗИЦІЯМИ НА ОСНОВІ КРЕМНІЙОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН

Вступ.

Внаслідок особливої макро- і мікроструктури ніздрюватих бетонів, основною задачею у вирішенні проблеми їх довговічності є визначення чинників (проникнення в пори матеріалу мінералізованих вод, позмінне заморожування і відтаювання, зволоження і висихання), які найбільше впливають на газобетон, і дослідження їх кількісного впливу [1, 2].

Розділяють методи збільшення гідрофобізаційних властивостей газобетону на ті, що змінюють структуру його поруватості, та ті, які не змінюють структуру поруватості.

До перших відноситься поверхнева гідрофобізація виробів, але така гідрофобізація не запобігає паропроникненню і тому в якості пароізоляційного захисту розповсюдження не отримала. До цих методів відноситься захист газобетону плівковими малопроникними покриттями.

Дані методи не впливають на особливість ніздрюватого бетону – високу проникність для газів і рідин. У випадку порушення цілісності плівкового шару зволоження виробів буде проходити так само інтенсивно, як і без нанесення покриття.