

глубины заделки штырей в стыках сборных конструкций // Бетон и железобетон. – №6. – 1984. – С.18–19. 3. Белов Б.П. Трещиностойкость клеештыревых стыков железобетонных элементов сборных мостов // Труды СоюздорНИИ “Новые направления в исследованиях конструкций и технологии строительства мостов”. – М.: СоюздорНИИ, 1988. – С. 56–64. 4. Губий М.М., Коваленко О.С., Герасенко О.А. Розрахунок несучої здатності розпірних анкерів для кріплення елементів підсилення до кам'яної кладки і бетону // Зб. “Будівельні конструкції”. – К.: НДІБК, 2007. – Вип. 67. – С. 148–153. 5. Климов Ю. Предельное состояние арматурного стержня в бетонном массиве при продольно-поперечном изгибе // XL Konf. Nauk. KILiW PAN i KN PZITB Problemy naukowo-badawcze budownictwa. – Т. 3: Konstrukcje betonowe. – Rzeszów–Krynica–Warszawa: Zakład małej Poligrafii Politechn. Rzeszowskiej, 1994. – С. 85–92. 6. Саканский Ю.Н., Белов Б.П. Ремонт и усиление железобетонных мостов // Автомобильные дороги. – М., 1986. – №2. – С. 17–18. 7. Салійчук Л.В. Ольховий І.М. Розрахункове дослідження роботи в бетоні трубчастого вмонтованого анкера при поперечному навантаженні // Зб. “Автомобільні дороги і дорожнє будівництво”. – К.: НТУ, 2004. – Вип. 69. – С. 219–225. 8. Серегин И.Н., Саканский Ю.Н., Белов Б.П. Клеештыревые стыки железобетонных элементов сборных мостов // Труды СоюздорНИИ “Совершенствование конструкций железобетонных пролетных строений автодорожных мостов и технологии их строительства”. – М.: СоюздорНИИ, 1982. – С. 47–57. 9. Шитиков Б.А. Экспериментальные исследования анкерных стержней в бетоне при действии поперечной нагрузки // Сб. “Совершенствование железобетонных конструкций”. – М.: Стройиздат, 1978. – Вип. 27. – С. 165–177. 10. Шутенко Л.Н., Золотов М.С., Гарбуз А.О. Кратковременная прочность анкерования арматурных стержней модифицированными акриловыми клеями // Зб. “Ресурсоекономні матеріали, конструкції будівлі та споруди”. – Рівне: РДТУ, 2001. – Вип. 7. – С. 238–243. 11. Шутенко Л.Н., Золотов М.С., Гарбуз А.О. Золотов С.М. Использование акриловых клеев для реконструкции и ремонта зданий и сооружений // Зб. “Будівельні конструкції”. – К.: НДІБК, 2003. – Вип. 54. – С. 810–814. 12. Podręcznik techniki mocowań. Hilti. Wyd. III. – 2006. – 302 s.

УДК 666.942

М.А. Саницький, О.Р. Позняк, І.І. Кіракевич, Б.Г. Русин
Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра автомобільних шляхів

ВИСОКОФУНКЦІОНАЛЬНІ БЕТОНИ НА ОСНОВІ МОДИФІКАТОРІВ НОВОЇ ГЕНЕРАЦІЇ

© Саницький М.А., Позняк О.Р., Кіракевич І.І., Русин Б.Г., 2008

Показано можливість отримання високофункціональних бетонів на основі бетонних сумішей з комплексними модифікаторами нової генерації, що в кінцевому підсумку забезпечить отримання високоміцних композитів з підвищеною довговічністю. Проаналізовано хімізм досліджуваних добавок нового покоління та їх вплив на властивості бетону.

Possibility of getting of high performance concretes on the basis of concrete mixes with complex modifiers of new generation, which in final result provides to obtain high strength composites with higher durability was shown. Chemism of investigated admixtures of new generation and their influence on properties of concrete have been analyzed.

Вступ. У сучасних умовах виникає гостра необхідність отримання високофункціональних бетонів нової генерації (High Perfomance Concrete, HPC), до яких належать високоміцні бетони (High-Strength Concrete, HSC), фібробетони, бетони з реактивних порошків, самоущільнювальні бетони (Self-Compacting Concrete, SCC). Підставою для таких сучасних рішень є отримання

високотехнологічних і легковкладальних бетонних сумішей, що забезпечують у кінцевому підсумку отримання високоміцних композитів з підвищеною довговічністю.

Самоушільнювальні бетони (SCC) характеризуються здатністю щільно заповнювати форми або опалубку, а також самотужки відділяти повітря і загустівати під власною вагою без сегрегації складових частин. Такі бетони знайшли застосування як високоміцні бетони в продукції напружених резервуарів на рідини під час будівництва мостів і тунелів; наливні безвібраційні бетони для виготовлення великих масивів, під час бетонування збірних резервуарів на очисних спорудах, для збірного залізобетону та монолітного будівництва.

Для сучасних високоміцних бетонів характерні такі вимоги: висока легковкладальність бетонної суміші (принаймні 60 хв), висока міцність на стиск (через 28 діб щонайменше 60 МПа), висока морозостійкість та корозійна стійкість, висока довговічність та низька здатність до стирання. Основними напрямками використання високоміцних бетонів є: висотне будівництво (промислове, багатоповерхове, особливо несучі опори, будівництво мостів і тунелів, енергетичне будівництво, побудова оболонок ядерних реакторів), побудова бетонних доріг з підвищеною довговічністю, продукція великогабаритних збірних конструкцій.

Постановка проблеми. Виробництво високофункціональних бетонів сьогодні вимагає пошуку нових прогресивних технологій. Використання різноманітних в'язучих речовин, заповнювачів, добавок, а також технологічних прийомів дає змогу одержувати бетони з різноманітними властивостями. Це забезпечує можливість їх застосування під час зведення конструкцій і споруд широкої номенклатури і функціонального призначення – від важких високоміцних бетонів для несучих конструкцій до ефективних теплоізоляційних ніздрюватих бетонів для огорожувальних конструкцій житлових будинків і промислових споруд. Враховуючи це, важливого значення набуває проблема збереження консистенції бетонної суміші у часі, а також підвищення ефективності способів її вкладання. Застосування хімічних добавок на основі полікарбоксилатів є ефективним засобом регулювання реологічних властивостей бетонних сумішей, необхідного модифікування структури цементного каменю в бетоні та самого бетону, а отже, покращання його фізико-механічних характеристик і довговічності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Отримання високофункціональних бетонів досягається за виконання багатьох вимог, що впливають із фізичних основ структуроутворення бетону: використання високоміцних цементів та заповнювачів, максимально низьким водоцементним співвідношенням, високою максимально допустимою витратою цементу, застосуванням суперпластифікаторів нової генерації і комплексних добавок, що сприяють ущільненню структури бетону, особливо ретельним перемішуванням та ущільненням бетонної суміші, створенням найсприятливіших умов тверднення бетону. Введення супер-пластифікаторів нової генерації особливо ефективно знижує витрату цементу, оскільки сприяє не тільки підвищенню рухливості та покращанню щільності бетонної суміші, але й при цьому зберігається постійною водопотреба за високої витрати цементу, тобто у цьому випадку не потрібна додаткова витрата цементу для компенсації підвищеної в'язкості бетонної суміші.

Використання модифікаторів забезпечує ефективність вкладання бетону, розпалубку монолітних споруд у якнайкоротші терміни за достатньої якості останніх, виготовлення тонкостінних густоармованих конструкцій підвищеної міцності, можливість проведення будівельних робіт як у зимових, так і в сухих спекотних умовах [2, 3]. При цьому бетон розглядається як композиційний матеріал із заданими параметрами, які потрібні для ведення монолітного бетонування та забезпечення довговічності бетонних та залізобетонних конструкцій. Така композиційна система містить, крім традиційних складових, таких як цемент, заповнювачі, вода і модифікатори – поверхнево-активні речовини (ПАР), електроліти та мінеральні добавки різних класів. Ефективність хімічних добавок нерозривно пов'язана з різними чинниками, такими як вид добавки, тип цементу і його мінералогічний склад, вміст добавки та точність дозування, наявність інших добавок, кількість води в суміші і водоцементне відношення, зерновий склад і вид

заповнювача, температура доквілля, час перемішування, момент і спосіб введення добавки [4, 5]. При цьому одним з основних напрямків випробувань добавок є встановлення компатибельності (сумісності) системи “добавка–цемент”, що визначає необхідний алгоритм вибору добавки, який дасть змогу оптимізувати рішення з погляду технологічної і економічної ефективності. Аналіз різноманітності добавок, доступних на ринку, дає змогу припустити, що такий алгоритм, крім одиничної вартості, повинен враховувати: вміст добавки (мінімальна, максимальна і рекомендована кількість), простоту дозування, величину одержаного ефекту (величина пластифікування, скорочення або відтягування термінів тужавіння, підвищення щільності бетону), додаткові позитивні та побічні негативні ефекти. Такий загальний принцип вибору добавок уможливує об’єктивно порівняти їх між собою та оптимізувати вибір найефективніших [3, 5].

На сучасному етапі будівництва особливого значення набуває проблема менеджменту якості (quality management) бетону та концепція “життєвого циклу” (Life Cycle Approach) будівельних конструкцій. Це визначає необхідність оцінки їх споживчої вартості з врахуванням як фізико-механічних показників, так і довговічності, що тісно пов’язано з проєктованим терміном експлуатації. У той самий час найпоширеніші методи одержання залізобетону, що ґрунтувались в умовах дешевих енергоносіїв на прискореному твердненні за тепловологого оброблення за температури понад 80 °С, призводили до утворення грубодисперсної мікроструктури цементного каменю, а внаслідок цього до зниження довговічності будівельних конструкцій [1].

З погляду стратегії сталого розвитку суспільства забезпечення основних фондів країни значною мірою досягається створенням збірних та монолітних конструкцій з гарантією якості та зростанням розрахункового терміну служби основних несучих конструкцій і збільшенням міжремонтного періоду [1, 2], що значною мірою досягається забезпеченням заданих параметрів під час виготовлення бетону, особливо за монолітного будівництва, за рахунок оптимізації гранулометричного складу цементних систем та комплексної модифікації. При цьому фізико-хімічне модифікування властивостей бетонної суміші та затверділого бетону за допомогою хімічних та мінеральних добавок різної природи та призначення стає основним пріоритетом вирішення проблеми забезпечення довговічності бетонних та залізобетонних конструкцій на сучасному етапі.

Основою технічних рішень сучасних новаторських напрямків створення високофункціональних бетонів нової генерації є використання багатокомпонентних в’язучих речовин, що поєднують мінеральні добавки різних типів та комплексні модифікатори поліфункціональної дії, а також високо-технологічних процесів і машин для будівельної індустрії. Під терміном „високофункціональні” бетони об’єднані багатокомпонентні бетони з високими експлуатаційними властивостями, міцністю, довговічністю, низькими коефіцієнтом дифузії і стиранистю, надійними захисними властивостями по відношенню до сталевій арматури, високою хімічною стійкістю. Високофункціональні бетони, виготовлені із високорухливих і литих бетонних сумішей з органічним водоутриманням, мають міцність за стиску у віці 2 діб 30–50 МПа, у віці 28 діб – 60–150 МПа, морозостійкість – F600 і більше, водопоглинання – менше за 1–2 %, стиранисть – не більше як 0,3–0,4 г/см². У реальних умовах прогнозована довговічність експлуатації такого бетону перевищує 200 років. Можливе отримання і супердовговічних бетонів із термінами роботи близько 500 років. Технічна реалізація проєктів з випуску таких ефективних бетонів дасть змогу системно вирішувати питання економії цементу. Це також забезпечить зменшення трудомісткості робіт під час вкладання бетону та уможливить легко транспортувати його бетононасосами. Розроблені комплексні модифікатори та суперпластифікатори нової генерації дають змогу покращувати фізико-механічні властивості бетонів, а отримані на їх основі високофункціональні бетони характеризуватимуться високими експлуатаційними показниками.

Мета роботи – одержання бетону з високими показниками ранньої та марочної міцності, щільності та стійкості затверділого бетону, що забезпечується якістю цементу та введенням хімічних добавок.

Методи досліджень і матеріали. Як вихідні матеріали для проведення роботи були використані: портландцемент ПЦ І-500 ВАТ "Миколаївцемент" з фізико-механічними показниками:

питома поверхня $S_{\text{пит}}=288 \text{ м}^2/\text{кг}$, залишок на ситі №008 – 9,8 %, початок тужавіння – 1 год 45 хв, кінець тужавіння – 2 год 30 хв, границя міцності за стиску у віці 2; 7; 28 діб відповідно 15,5; 32,6 та 51,8 МПа; кварцовий пісок Ясинецького родовища Львівської області з модулем крупності $M_{\text{кр}} = 1,47$, середньою густиною – $1420 \text{ кг}/\text{м}^3$, пустотністю – 42 %, істинною густиною – $2,61 \text{ г}/\text{см}^3$, вмістом пилуватих та глинистих домішок – 1,4 %; стандартний пісок (ГОСТ 6139-91). Хімічний склад портландцементного клінкеру поданий вмістом оксидів, мас. %: SiO_2 – 23,38; Al_2O_3 – 4,84; Fe_2O_3 – 3,90; CaO – 63,92; MgO – 2,47; SO_3 – 0,67; R_2O – 0,82, мінералогічний склад відображається вмістом мінералів, мас. %: C_3S – 62,20; C_2S – 15,18; C_3A – 6,50; C_4AF – 12,80. Як пластифікуючі добавки використовували лігносульфонати технічні, полікарбоксилати, суперпластифікатор С-3, комплексні модифікатори.

Лігносульфонати технічні – це висококонцентровані або сухі солі лігносульфонових кислот, які одержують під час оброблення деревини розчинами гідросульфідних солей. У воді лігносульфонати знаходяться у колоїдному стані, незначно понижують поверхневий натяг води і не відрізняються значним пластифікуючим ефектом. Пластифікатори першої генерації на основі лігносульфонатів характеризуються утворенням на зернах цементу та мікронаповнювача “змащувального шару”, який розділяє окремі зерна і сприяє ковзанню між частинками, зменшуючи внутрішнє тертя бетонної суміші.

Пластифікатори другої генерації на основі сульфонатів поліконденсатів нафталін- (меламін)-формальдегідних спричиняють електростатичний механізм пластифікування, тобто поверхня цементних зерен набуває від’ємного заряду, що викликає їх відштовхування та дефлокуляцію цементної системи [3].

Суперпластифікатор на основі полікарбоксилатів – це суміш синтетичних, розчинних у воді поверхнево-активних розгалужених прищеплених кополімерів та полімерів. Згідно з даними ІЧ-спектроскопії у складі полікарбоксилатів присутні активні групи: $-\text{SO}_3^-$; $-\text{OH}$; $-\text{COO}^-$; $-\text{CO}^-$. Макромолекули полікарбоксилатів мають дифільну будову – гідрофільні полярні групи та гідрофобний вуглеводневий радикал, які розміщуються в цементно-водній системі з мінімальними енергетичними затратами. Суперпластифікатори нової генерації на основі полікарбоксилатів та їх етерів створюють стеричний ефект пластифікування – довгі ланцюги полімеру фізично перешкоджають зернам цементу зближуватися. Середня молярна маса суперпластифікаторів полікарбоксилатного типу становить від декількох тисяч до $10^5 \text{ г}/\text{моль}$ та більше і охоплює маси як мономерів, так і полімерних молекул. У роботі для досліджень використано полікарбоксилатні естери з середньою молекулярною масою близько $7000 \text{ г}/\text{моль}$ [5].

Для підвищення плинності та досягнення регульованої консистенції в бетонних сумішах використовують суперпластифікатори нової генерації. Враховуючи структурні погляди, суперпластифікатори нової генерації відрізняються від традиційних добавок на основі лігносульфонатів та нафталін- і меламін-формальдегідних компонентів значно меншою кількістю іонних груп (слабкі поліелектроліти), а також зв’язаною просторовою структурою наявних бічних ланцюгів. За хімічною будовою суперпластифікатор належить до поліелектролітів – синтетичних, розчинних у воді поверхнево-активних ланцюгових або сітчастих полімерів та кополімерів. Для приготування високоякісних і самоущільнювальних бетонів найпридатнішими є полімерні суперпластифікатори на основі полікарбоксилатів та етерів полікарбоксилатів, оскільки під час використання традиційних суперпластифікаторів на основі нафталін- та меламінформальдегідних компонентів (смол) часто проявляються негативні сторони, спричинені високою чутливістю бетонів до передозувань пластифікаторів, схильністю бетонних сумішей до розшарування, а також блокуючою дією цих ПАР на кінетику початкового тверднення цементних систем.

Результати досліджень. Порівняльними дослідженнями суперпластифікаторів різних типів встановлено, що найбільшим водоредукуючим ефектом (25–40 %) характеризуються полікарбоксилати. Враховуючи структурні позиції, суперпластифікатори нової генерації відрізняються від традиційних добавок (на основі лігносульфонатів та сульфонафталін- і сульфомеламінформальдегідних смол) типом і значно меншою кількістю іонних груп (слабкі

поліелектроліти), а також зв'язаною просторовою структурою наявних бічних ланцюгів. Введення полікарбоксилатних естерів істотно впливає на раннє структуроутворення портландцементів. Так, 0,5–1,0 мас.% полікарбоксилатів відтягує початок та кінець тужавіння на 40–60 та 70–90 хв відповідно. Характерно, що за порційного введення початок тужавіння відтягується до трьох годин, при цьому дещо зменшується час між початком та кінцем тужавіння.

Порівняльними дослідженнями впливу суперпластифікаторів на основі полікарбоксилатів (ПКС) і пластифікаторів на основі модифікованих лігносульфонатів (ЛСТМ) на реологічні властивості дрібнозернистих бетонних сумішей встановлено, що введення 0,5 мас.% пластифікатора ЛСТМ забезпечує зростання розпливу конуса з 170 лише до 220 мм, у той час, як 0,5 мас.% суперпластифікатора ПКС – до 270 мм, що дає змогу одержувати високопластичні суміші.

Слід відзначити, що за підвищення рухливості пластифікатор ЛСТМ призводить до незначного спаду міцності дрібнозернистого бетону на відміну від суперпластифікатора ПКС. За збереження стандартного розпливу конуса (РК=106–115 мм) використання суперпластифікатора ПКС дає змогу зменшити водопотребу суміші на 25 % (В/Ц=0,45) і збільшити марочну міцність бетону на 40 %.

З врахуванням колоїдно-хімічних явищ синергізму та компатибельності в цементних системах для інтенсифікування тверднення в'язучих за високої рухливості цементно-піщаного розчину використано комплексні модифікатори на основі полікарбоксилатів та прискорювачів тверднення. Так, введення комплексного модифікатора, що містить полікарбоксилати та натрію тіосульфат і роданід, забезпечує зростання ранньої міцності портландцементного каменю у 1,5–2 рази порівняно з портландцементним каменем із полікарбоксилатами. Комплексний модифікатор забезпечує збільшення рухливості цементно-піщаних розчинів на 40 % за зростання ранньої міцності у 1,4–1,8 рази. Зміна рухливості цементно-піщаних розчинів на основі модифікованих портландцементів від РК=165 до РК=110 мм забезпечується впродовж 6 год, тоді як без додатків – 4 год. Порційне введення комплексних модифікаторів забезпечує подальше збільшення рухливості цементних систем та зростання часу їх збереження. Отже, внаслідок синергізму дії комплексних модифікаторів на основі полікарбоксилатів та високорозчинних електролітів у складі портландцементних систем внаслідок компатибельності забезпечується одержання суперпластифікованих в'язучих з прискореною кінетикою набору міцності.

Методами фізико-хімічного аналізу встановлено, що поверхнева активність полікарбоксилатів ($g = -d\sigma/dc$), яка визначає їх адсорбційну здатність на межі розділу двох фаз, значно вища порівняно з відомими ПАВ і залежить від особливостей їх будови. Враховуючи структурні позиції, суперпластифікатори нової генерації відрізняються від традиційних додатків типом і значно меншою кількістю іонних груп (слабкі поліелектроліти), а також зв'язаною просторовою структурою наявних бічних ланцюгів. Адсорбуючись на поверхні цементних часток, молекули полікарбоксилатів утворюють мономолекулярний шар завтовшки близько 16 нм, що у 3 рази більше ніж для сульфонафтальінформальдегідів. Гідрофобні довгі розгалужені ланцюги полікарбоксилатів утворюють двовимірну колоїдну водонепроникну плівку, дефлокуючи розчин та забезпечуючи реалізацію структурно-механічного ефекту стабілізації портландцементної системи. Отже, збільшення рухливості цементних систем під час використання полікарбоксилатів досягається за рахунок зменшення величини надлишкової міжфазної енергії і дефлокуляції цементних зерен.

Дослідження технологічних властивостей бетонних сумішей на основі звичайного та модифікованого портландцементів свідчить про те, що бетонні суміші з комплексним модифікатором характеризуються маркою за рухливістю Р5 та підвищеною здатністю до збереження рухливості (рис. 1). Так, рухливість бетонної суміші з комплексним модифікатором зберігається протягом 1 год без зміни марки за рухливістю, через 2 год рухливість бетонної суміші змінюється від Р5 до Р4, в той час, як без добавок рухливість бетонної суміші через 1 год вже становила 8 см. Отже, за однакового часу приготування і транспортування бетонної суміші час її зручновкладальності значно більший, ніж бетонної суміші без добавок.

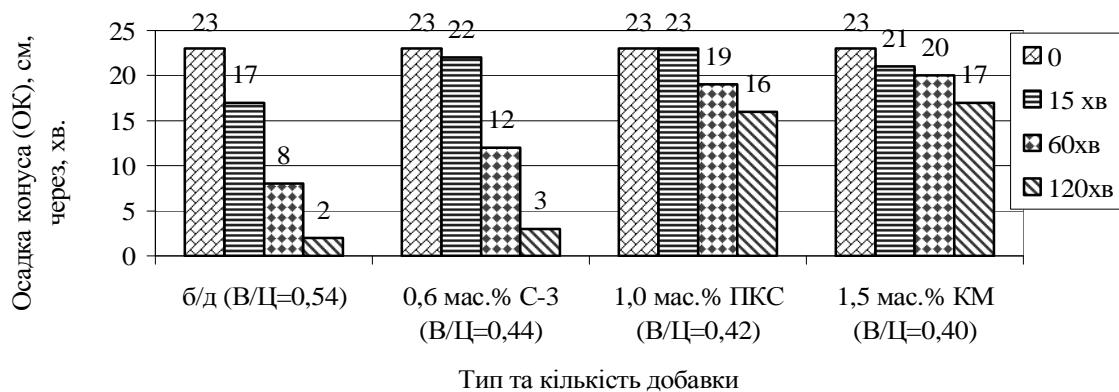


Рис. 1. Вплив хімічних добавок на рухливість бетонної суміші

Результати випробувань важкого бетону свідчать про те (рис. 2), що використання комплексних модифікаторів забезпечує зростання ранньої міцності бетону майже у 2 рази та можливість одержання бетону класу В30 замість В25. Слід зазначити, що міцність бетону на портландцементі з комплексним модифікатором на основі полікарбоксилатів в 1,3 раза вища, ніж для бетону з суперпластифікатором С-3. Введення в бетонну суміш комплексного модифікатора (КМ) на основі полікарбоксилатів і прискорювачів тверднення – натрію тіосульфату та роданіду – забезпечує зменшення водоцементного відношення та скорочення витрати цементу без зниження міцності бетону.

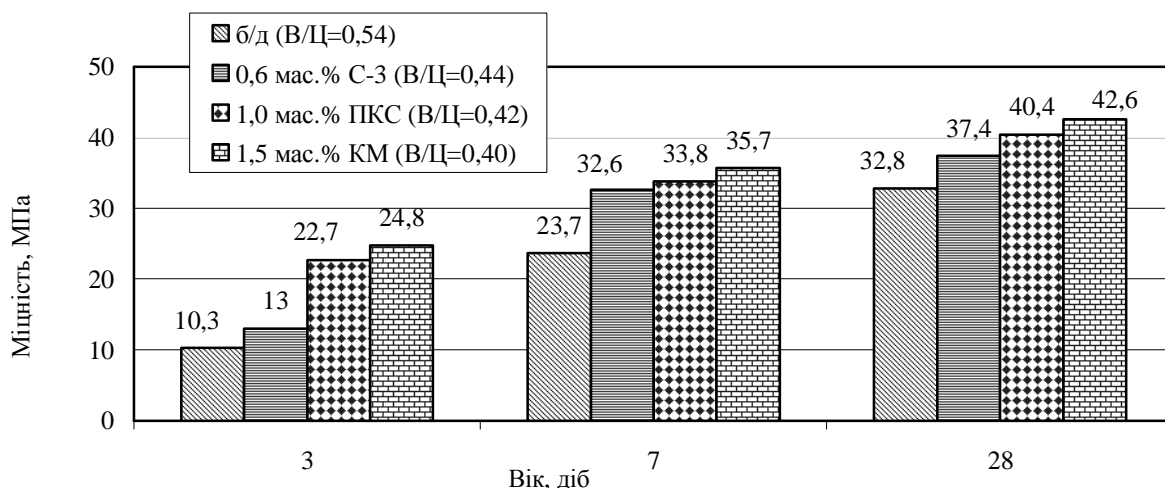


Рис. 2. Вплив хімічних модифікаторів на міцність бетону

Отже, використання комплексних модифікаторів на основі полікарбоксилатів забезпечує одержання високорухливих бетонних сумішей з тривалим часом збереження та високоякісних бетонів заданих класів, а збереження постійних значень рухливості бетонної суміші та міцності бетону досягається за скороченої витрати цементу.

Висновок. Регулюючи співвідношення стеричного фактора та аніонної активності полікарбоксилатів у комплексі з високорозчинними електролітами, створюється можливість розроблення цілої гами спеціалізованих високофункціональних бетонів з гіперпластифікаторами нової генерації на основі полікарбоксилатів та прискорювачів тверднення. При цьому використання оптимальних кількостей компонентів комплексних модифікаторів дає змогу за рахунок істотного зниження водопотреби одержати високотехнологічні та литі бетонні суміші з тривалим часом збереження їх легковкладальності, що забезпечує одержання бетонів з підвищеною ранньою та марочною міцністю, з високими експлуатаційними властивостями, довговічністю, низькими коефіцієнтом дифузії і стираністю, надійними захисними властивостями по відношенню до сталевий арматури, високою хімічною стійкістю.

1. Баженов Ю.М. *Технология бетона*. – М.: Изд-во АСВ, 2003. – 500 с. 2. Рунова Р.Ф., Гоц В.І., Саницький М.А. та ін. *Конструкційні матеріали нового покоління та технології їх впровадження у будівництво*. – К.: УВПК „ЕксОб”, 2008. – 360 с. 3. *Химические и минеральные добавки в бетон / Под ред. А.В. Ушерова-Маршака*. – Харьков: Колорит. – 2005. – 280 с. 4. *Модифікатори нової генерації для бетонів / М.А. Саницький, О.Р. Позняк, У.Д. Марушак, М.М. Чемерис та ін. // Будівельні матеріали та виробн.* – 2006. – №1. – С. 5–7. 5. Kucharska L. *Tradycyjne i współczesne domieszki do betonu zmniejszające ilość wody zarobowej // Cement, wapno, beton*. – 2000. – № 2. – S. 46–61.

УДК 697.92

Н.А. Сподинюк, В.М. Желих
Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра теплогазопостачання і вентиляції

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ В ПРИМІЩЕННЯХ ПТАШНИКІВ

© Сподинюк Н.А., Желих В.М., 2008

Наведено результати досліджень температури повітря у зоні перебування птиці за локального нагрівання і видалення шкідливостей з зони нагрівання

The results of air temperature investigation's in the chicken placing zone of local heating and taking harmful air from the heating area.

Постановка проблеми. У більшості пташників достатній мікроклімат створюють, застосовуючи механічну вентиляцію з підігрівом припливного повітря за допомогою калориферів або теплогенераторів. У приміщеннях молодняка додатково встановлюють систему водяного або парового опалення від центральної котельні або котельні ферми. Для отримання локального мікроклімату застосовують додаткове нагрівання електролампами та інфрачервоними випромінювачами. При цьому покращуються процеси росту і розвитку молодняка птиці.

У пташнику необхідно викликати рух повітря і його обмін, насамперед у місцях, де знаходиться птиця і відбувається найінтенсивніше виділення вологи і аміаку. У приміщеннях не повинно бути зон застою, де можуть скупчуватися нерухоме повітря, волога і шкідливі гази.

Останнім часом набуває поширення опалення пташників та інших тваринницьких приміщень за допомогою газових пальників інфрачервоного випромінювання. Переваги такого способу порівняно з іншими видами опалення у вищому коефіцієнті корисної дії і зменшенні витрати теплової енергії на 20...25 % [1]. Крім того, системи газового променистого опалення дешевші за своїми первинними затратами і простіші в експлуатації, а інфрачервоні промені надають позитивну біологічну дію на тварин, особливо на молодняк.

Особливо перспективне таке опалення пташників, оскільки газові нагрівачі з інфрачервоним випромінюванням зручно застосовувати для місцевого нагрівання, у зонах безпосереднього зосередження птиці, не підігріваючи до високої температури повітря в усьому об'ємі приміщення. У брудерах з декількома пальниками можна встановлювати оптимальну температуру нагрівання, відповідно до віку курчат, змінюючи інтенсивність випромінювання, висоту підвішування пальників і кут їх нахилу.

Для запобігання накопиченню продуктів згоряння газу приміщення слід обладнати припливно-витяжною вентиляцією. Використання комбінованих інфрачервоних нагрівачів, обладнаних витяжними зонтами, дасть змогу усунути можливість потрапляння окису вуглецю, вуглекислого газу та інших продуктів спалювання в зону перебування птиці.