

5. Лыков А.В. Теория теплопроводности / Алексей Васильевич Лыков. – М. : Изд-во "Высш. шк.", 1967. – 600 с.

6. Ярышев Н.А. Теоретические основы измерения нестационарных температур / Николай Алексеевич Ярышев. – Л. : Изд-во "Энергоатомиздат", 1990. – 254 с.

Фединец В.А., Кулик Е.М. Исследование условий теплообмена первичного преобразователя температуры, совмещенного с трубкой полного давления в тепловом счетчике

Исследованы условия теплообмена первичного преобразователя температуры, совмещенного с трубкой полного давления в тепловом счетчике. Предложены варианты возможного конструктивного исполнения узла измерения температуры. Приведена структура пограничного слоя и распределение коэффициента теплопередачи при обтекании преобразователя температуры потоком теплоносителя. Показано, что пограничный слой содержит ламинарный пограничный подслой, переходную зону и турбулентный пограничный подслой. Даны рекомендации по выбору места установки узла измерения температуры на теле трубки полного давления для уменьшения погрешности измерения температуры.

Ключевые слова: первичный преобразователь температуры, трубка полного давления, коэффициент теплопередачи, ламинарный и переходный подслои.

Fedynets V.O., Kulyk E.M. Studies of Heat Transfer Primary Transformer Temperature, Combined with a Tube Full of Pressure in the Heat Meter

The conditions of heat exchange initial transformer temperature, combined with a tube full pressure in the heat meter. The variants of a possible embodiment of the measuring junction temperature. The structure of the boundary layer and the distribution coefficient of heat flow around the transducer with temperature of the coolant flow. It is shown that the boundary layer laminar boundary sublayer includes, transition zone and turbulent boundary sublayer. Recommendations for choosing the place of installation site temperature measurement on the body tube full pressure to reduce the error of measuring temperature.

Key words: primary transducer temperature, total pressure tube, the heat transfer coefficient, laminar and transitional sublayer.

УДК 666.942 **Аспір. Т.А. Мазурак¹; доц. У.Д. Марущак¹, канд. техн. наук; ст. наук. співроб. І.С. Івасів², канд. техн. наук, директор**

ШВИДКОТВЕРДНУЧІ БЕТОНІ НА ОСНОВІ МОДИФІКОВАНИХ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТІВ

Проаналізовано методи одержання швидкотверднучих бетонів. Показано, що завдяки модифікуванню портландцементних композицій органо-мінеральною добавкою забезпечується одержання бетонів з швидким наростанням міцності, які характеризуються високою питомою ($R_{cm}^2/R_{cm}^{28}=0,63$) і нормативною ($R_{cm}^{28}=68,1$ МПа) міцністю, дрібнопористою структурою, підвищеною корозійною стійкістю ($K_{zr}=1,21$ та $K_{cm}=1,19$), що визначає їх довговічність та широкі області застосування як в монолітному будівництві, так і технологіях збірному залізобетону.

Ключові слова: швидкотверднучий бетон, модифікований портландцемент, рання міцність, комплексний модифікатор, порова структура.

¹ НУ "Львівська політехніка";

² Львівський державний НП "ЛьвівбудНДПроект" Державної корпорації "Укрбудматеріали"

Постановка проблеми. Розвиток будівельної галузі спрямований на застосування сучасних технологій виготовлення якісних конкурентоспроможних бетонів, які забезпечують швидкі темпи будівництва, зменшення споживання енергії та сировинних ресурсів, високу продуктивність виконання будівельних робіт і тривалий термін служби будівель і споруд. При цьому актуальним з теоретичної і практичної точки зору є одержання швидкотверднучих бетонів, що забезпечують можливість раннього навантаження конструкцій, скорочення виробничого циклу, перехід до мало- та безпрогрівних технологій збірного залізобетону, збільшення оборотності опалубки та прискорення зведення будівель і споруд при монолітному бетонуванні, а також дають змогу підвищити ефективність будівництва в різних температурних умовах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Згідно з ДСТУ Б В.2.7-176:2008 бетони зі швидким наростанням міцності характеризуються значенням питомої міцності $R_{cm}^2/R_{cm}^{28}>0,50$. Прискорення набору міцності бетону зазвичай базується на традиційних методах, зокрема теплової обробки (ТВО), використанні жорстких бетонних сумішей з низьким водоцементним відношенням, застосуванні добавок-прискорювачів тверднення, комплексних хімічних добавок, глиноземного цементу, механоактивації цементу [1-3].

Недоліком ТВО є її висока енергоємність, що істотно впливає на собівартість виробів. Нерівномірності розподілу температури за об'ємом виробу у процесі нагрівання можуть спричинити температурні напруження і деформації, що призводить до погіршення його основних фізико-механічних властивостей (міцності, довговічності, морозостійкості) [1].

Традиційні добавки-прискорювачі можуть негативно впливати як на бетони, так і на арматуру, що знижує їх експлуатаційні та будівельно-технічні властивості [2, 3]. Тому з метою економії часу та ефективнішого використання енергії прискорення тверднення бетону вимагає нового підходу до створення цементної матриці, основою якого є регулювання процесу структуроутворення, а також якнайповніше використання властивостей в'язучих [4]. Перспективним для забезпечення високої ранньої міцності бетонів є розроблення портландцементних композицій, до складу яких входять ультрадисперсні добавки, які були б центрами кристалізації новоутворень, та суперпластифікатори, що дасть змогу направлено керувати технологічними властивостями і кінетикою структуроутворення, інтенсифікувати початкові стадії тверднення та створити особливо щільну структуру бетону [4, 5].

Інноваційним підходом на шляху створення сучасних бетонів є нанотехнології, які створюють можливість регулювання структури гідратних фаз і процесів гідратації для формування цементуючої матриці з покращеними властивостями в контексті стратегії сталого розвитку. Введення рідкої добавки X-SE-ED 100 (BASF), що містить синтетичні кристалогідрати силікату кальцію як затравочних нанокристалів (Crystal Speed Hardening), які ініціюють ріст кристалів не тільки на поверхні цементних зерен, але й між ними (в перенасиченому розчині) [5]. Добавка може компенсувати початкову міцність бетонів на основі цементу з низьким клінкерним фондом або підвищувати клас бетонів на основі бездобавочних портландцементів.

Постановка завдання. Дослідження реологічних та фізико-механічних властивостей швидкотверднучих дрібнозернистих бетонів на основі модифікованих портландцементів.

Матеріали і методи досліджень. Для приготування дрібнозернистого бетону як в'язуче використано портландцемент ПЦ І-500 ПАТ "Івано-Франківськцемент", модифікований органо-мінеральною добавкою (ОМД) на основі аеросилу, що є аморфним силіцію оксидом. Як дрібний заповнювач застосовано кварцовий пісок Жовківського родовища з модулем крупності 2,0. Технологічні властивості дрібнозернистих бетонних сумішей та міцність бетонів на їх основі визначали згідно з чинними стандартами та загальноприйнятими методиками. Визначення показників пористості, водопоглинання модифікованих бетонів здійснено згідно з ДСТУ Б В.2.7-170:2008. Випробування стійкості швидкотверднучих модифікованих бетонів до впливу навколишнього середовища, що характеризуються класом ХА, проведено згідно з прискореною методикою КVP [6].

Результати досліджень. Введення 2 мас.% ОМД до складу дрібнозернистої бетонної суміші ($C: П=1:2, В/Ц=0,35$) дає змогу збільшити її розплив конуса від 110 мм до 124 мм із забезпеченням технологічного ефекту $\Delta PK=12,7\%$ (рис.). Внаслідок активної взаємодії ультрадисперсних частинок аеросилу із портландцементом спостерігається підвищення ранньої та нормативної міцностей відповідно на 51,2 та 53,8 % порівняно з бездобавочним бетоном. Питома міцність бетону на основі портландцементу, модифікованого добавкою ОМД, становить 0,63; що дає змогу віднести їх до бетонів з швидким наростанням міцності.

Результати визначення параметрів пористої структури дрібнозернистого бетону на основі модифікованого портландцементу свідчать (табл.), що використання модифікатора на основі аеросилу дає змогу регулювати параметри інтегральної (загальна P та відкрита P_v пористість) та диференціальної (показник середнього розміру пор – λ_1 та показник однорідності пор за розмірами – α) пористості матеріалу.

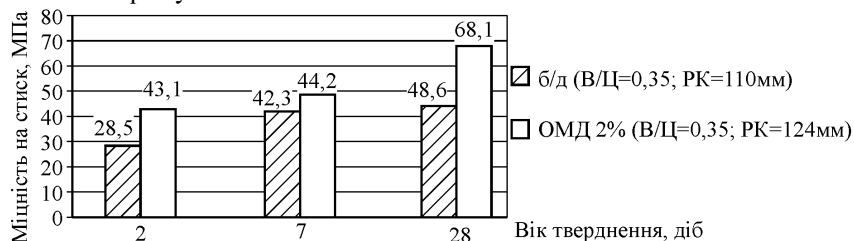


Рис. Міцність дрібнозернистих бетонів на основі модифікованих портландцементів

Табл. Основні параметри пористої структури та коефіцієнти корозійної стійкості дрібнозернистих бетонів

В'язуче	$W_m, \%$	Показники пористості				Коефіцієнти корозійної стійкості	
		інтегральні		диференціальні		K_{32}	K_{cm}
		$P_v, \%$	$P, \%$	λ_1	α		
ПЦ І-500	3,46	6,90	22,3	3,25	0,4	1,04	0,95
ПЦ І-500 + ОМД	2,03	4,45	16,1	1,17	0,59	1,21	1,19

Використання модифікованого ПЦ І-500 дає змогу зменшити відкриту капілярну пористість дрібнозернистого бетону в 1,6 раза. Показник середнього розміру пор – λ_1 дрібнозернистого бетону на основі модифікованого портландцементу зменшується у 2,8 раза, а показник однорідності пор за розміром зростає на 32,2 % порівняно з бетоном без добавок.

Корозійну стійкість бетонів визначено за коефіцієнтами корозійної стійкості, що виражають відношення міцності на згин та стиск зразків, які твердули в агресивному середовищі ($[SO_4^{2-}]=30$ г/л) до міцності зразків, поміщених у воду. Як показали результати випробувань, за рахунок меншої пористості коефіцієнти корозійної стійкості дрібнозернистого бетону на основі модифікованого портландцементу є вищими порівняно з бетоном без добавок і становлять $K_{32}=1,21$ та $K_{cm}=1,19$; і задовольняють вимоги щодо корозійної стійкості по відношенню до агресивної дії сульфатів.

Висновки. Регулювання структуроутворення і властивостей портландцементних композицій комплексом добавок забезпечує одержання сучасних швидкотверднучих бетонів, що характеризуються високою питомою ($R_{cm}^2/R_{cm}^{28}=0,63$) та нормативною ($R_{cm}^{28}=68,1$ МПа) міцністю. Модифікування бетонів комплексними органо-мінеральними добавками забезпечує прискорення набору ранньої міцності як за нормальних умов, понижених температури, так і при ТВО, скорочення часу розпалублення (монолітного і збірного бетону), підвищення оборотності парку форм, або зростання швидкості будівництва, зниження температури теплоносія (при ТВО), скорочення витрати цементу або використання цементу нижчих марок із підвищеним вмістом мінеральних добавок, підвищення щільності структури, водонепроникності та довговічності бетону, стійкості арматури до корозії, підвищення рухливості бетонної суміші.

Література

1. Баженов Ю.М. Модифицированные высококачественные бетоны / Ю.М. Баженов, В.С. Демьянова, В.И. Калашников. – М. : Изд-во АСВ, 2006. – 368 с.
2. Рунова Р.Ф. Конструкційні матеріали нового покоління та технології їх впровадження в будівництво / Р.Ф. Рунова, В.І. Гоц, М.А. Саницький та ін. – К. : УВІК "ЕксОб", 2008. – 360 с.
3. Kurdowski W. Chemistry of cement and concrete / W. Kurdowski // Scientific Publishing PWN. – Warszawa, 2010. – 728 p.
4. Sanytsky M. Effect of ultrafine fly ash on the properties of High Performance Concrete / M. Sanytsky, В. Rusyn, J. Halbiniak // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – Сер.: Теорія і практика будівництва. – Львів : Вид-во НУ "Львівська політехніка". – 2013. – № 756. – С. 266-272.
5. Hajok D. Gdy liczy się jakość i szybkość wiązania / D. Hajok // Polski cement. Budownictwo, technologie, architektura. – 2011. – № 3 (55). – S. 42-43.
6. Jamroz J. Beton i jego technologie / J. Jamroz. – Warszawa : Wydawnictwo naukowe pwn, 2000. – 486 s.

Мазурак Т.А., Марущак У.Д., Івасив І.С. Быстротвердеющие бетоны на основе модифицированных портландцементов

Проанализированы методы получения быстротвердеющих бетонов. Показано, что за счет модифицирования портландцементных композиций органо-минеральной добавкой обеспечивается получение быстротвердеющих бетонов, которые характеризуются высокой удельной ($R_{cm}^2/R_{cm}^{28} = 0,63$) и нормативной ($R_{cm}^{28} = 68,1$ МПа) прочностью, мелкопористой структурой, повышенной коррозионной стойкостью ($K_{изз}=1,21$ и $K_{сж}=1,19$), что определяет их долговечность и широкие области применения как в монолитном строительстве, так и в технологиях сборного железобетона.

Ключевые слова: быстротвердеющий бетон, модифицированный портландцемент, ранняя прочность, комплексный модификатор, поровая структура.

Mazurak T.A., Marushchak U.D., Ivasiv I.S. Rapid Hardening concretes based on the modified Portland cements.

This paper analyzes the methods of obtaining Rapid Hardening concretes. It is shown that modifying of Portland cement compositions by organic and mineral admixtures provides obtaining Rapid Hardening concretes, which are characterized by a high specific ($R_{com}^{28}/R_{com}^{28} = 0.63$) and standard ($R_{com}^{28} = 68.1$ MPa) strength, low porous structure, high corrosion resistance ($C_{bend}=1.21$ and $C_{com}=1.19$). High building and technical properties of designed concretes determine their durability and wide application in the monolithic construction and precast concrete technology.

Key words: Rapid Hardening concrete, modified Portland cement, early strength, complex modifier, pore structure.

УДК 681.325.2 Аспір. Д.В. Невінський; проф. В.А. Павлиш, канд. техн. наук; доц. Л.І. Закалик, канд. техн. наук – НУ "Львівська політехніка"; доц. С.Ю. Лебідь, канд. техн. наук – Львівська філія Європейського університету

НАНОРОЗМІРНІ ДІЕЛЕКТРИЧНО-НЕОДНОРІДНІ СТРУКТУРИ, ОТРИМАНІ МЕТОДОМ ОПТИЧНОЇ ФОТОЛІТОГРАФІЇ

Проаналізовано методи отримання хвилеводів на діелектрично-неоднорідних структурах "закритого" та "відкритого" типу. Запропоновано і досліджено, для формування хвилеводів "відкритого" типу, метод поетапної оптичної фотолітографії з використанням як джерела світла світловипромінюючого діода (СВД) з довжиною хвилі 410 нм та 365 нм. Розроблено технологію виготовлення шаблону і маски для отримання хвилеводів різної конфігурації і необхідних розмірів. Запропонований метод має високу роздільну здатність, що забезпечує необхідні розміри хвилеводів для збудження плазмон-поляритонів.

Ключові слова: діелектрично-неоднорідні структури, плазмон-поляритоніова хвиля, оптична фотолітографія, світловипромінюючий діод.

Вступ. За останні кілька років з'явилися цікаві дослідження, спрямовані на вивчення поверхневих плазмонів, що відкриває перспективу створення оптичних пристроїв нового покоління [1-3]. Для реалізації таких пристроїв необхідно вибрати метод створення нанорозмірних структур, які можуть бути "відкритого" чи "закритого" типу. Аналіз методів "закритого" типу [4] показав, що формування таких структур є недоцільним у зв'язку із складністю їх формування. Діелектрично-неоднорідні нанорозмірні структури "відкритого" типу набагато простіші у формуванні й створюють зручний доступ для їх дослідження.

Для отримання хвилеводів "відкритого" типу використано метод двофотонної полімеризації [5]. Під час формування структури використовували негативний органічно-неорганічний гібридний фоторезист, а для засвітки його – фемтосекундний лазер з довжиною хвилі 515 нм та тривалістю імпульса 250 фс. Враховуючи те, що фемтосекундний лазер є досить дорогим і чутливий до навколишнього середовища, у цій роботі запропоновано формування нанорозмірних структур "відкритого" типу методом оптичної фотолітографії.

Основна частина. Процес створення нанорозмірних структур потрібно починати із очищення підкладки, адже від цього залежить якість отриманих результатів. Очищення поверхні скла проводять з допомогою ультразвукових хвиль, які від генератора спрямовують у ванну заповнену ацетоном. Скло занурюємо в ацетон на 30 с, після цього промиваємо у дистильованій воді.

Процес напилення золота чи срібла проводиться у вакуумі. Для виготовлення маски використовуємо срібло товщиною 1 мкм, а для виготовлення зразка – золото товщиною 50 нм. Залежно від часу напилення можна контролювати потрібну товщину металевої плівки.

Для отримання провідних каналів відповідної конфігурації створюємо шаблон з допомогою пакета прикладних програм, зокрема Adobe. Задаючи параметри товщини ліній, формуємо потрібну структуру у колі радіусом 20 см (рис. 1). Для отримання якісного зображення, файл потрібно зберігати у форматі AI, PDF, EPS, CDR, DWG.

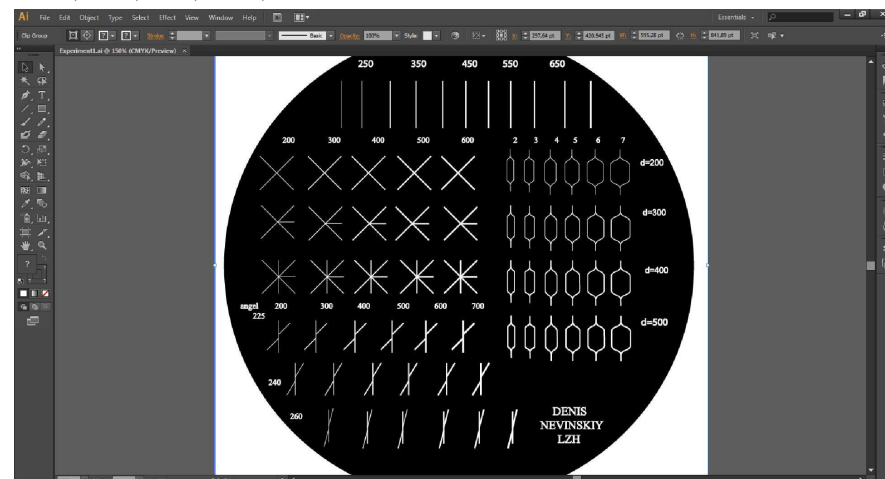


Рис. 1. Робоче вікно програми AdobeIllustrator з структурами різних конфігурацій

Друк шаблону проводиться струменевим принтером, на плівці. Після отримання шаблону потрібно провести наочний якісний аналіз на відсутність неочікуваних перетинів чи зайвих білих ліній.

Наступним кроком є нанесення позитивного фоторезисту марки S1813 методом спінового покриття (SpinCoating), який схематично показано на рис. 2 [6]. Установка для процесу спінового покриття показана на рис. 3.



Рис. 2. Схема методу спінового покриття (SpinCoating)