

# The influence of ultrafine additives on the properties of fine grained concretes

Bohdan Rusyn

Department of building production, Lviv Polytechnic National University, UKRAINE, Lviv, S. Bandery street 12, E-mail: roussyn@gmail.com

Concretes of new generation present a great interest for precast concrete industry. They allow new designs for the products which can not be done with usual concrete. By using these new materials, it is possible to produce lighter products with thinner section. These new types of concretes are made using a very low mixing water amount and large quantities of superplasticizer and ultrafine additives. Ultrafine additives content is typically between 20 to 30% of the cement content. New generation concrete structure formation, as a system that consists of different by size and aggregate state structural elements, is considered at the macro-, mezo- and micro- level. The main role in formation of structural properties of a new generation construction materials plays cementitious matrix, formed by condensation processes of mineral dispersed systems with different chemical nature.

Nowadays, most of these concretes are made with silica fume. It is well known that silica fume improves the particle packing density of cementitious matrices, its mechanical properties and durability. However, silica fume has some disadvantages: the available quantity is limited, the variability of carbon content can decrease the fluidity of concrete. For these reasons it is necessary to enlarge the choice of ultrafine additives. Many studies have been done on the use of ultrafine particles for high performance concrete. The objective of the study is to determine the potential interest of such ultrafine additives as fine ground sand and activated fly ash. Properties of concretes with these ultrafines are compared to silica fume concretes. The influence of ultrafine additives on rheological properties of mixtures and mechanical properties of fine grained concrete was studied.

# Вплив тонкодисперсних добавок на властивості дрібнозернистих бетонів

Богдан Русин

Кафедра будівельного виробництва, Національний університет "Львівська політехніка", УКРАЇНА, м.Львів, вул. С. Бандери, 12, E-mail: roussyn@gmail.com

*У статті показано можливість отримання дрібнозернистих бетонів із введенням тонкодисперсних добавок та проаналізовано їх вплив на реологічні та фізико-механічні властивості композитів.*

**Ключові слова** – тонкодисперсні добавки, дрібнозернисті бетони, рухливість, міцність.

## I. Вступ

Скорочення енергетичних та сировинних витрат досягається за рахунок використання ефективних матеріалів нового покоління. В сучасному будівництві бетон є одним з основних конструкційних матеріалів, рівень виробництва якого постійно зростає. Формування структури бетону як полідисперсної системи, що складається з різних за величиною і агрегатним станом структурних елементів, розглядають на макро-, мезо- та мікрорівні. Використання тонкодисперсних добавок в бетонах нової генерації дозволяє досягнути економічного, технологічного та технічного ефектів.

## II. Постановка проблеми

На сьогоднішній день все більше досліджень сучасних бетонів тісно пов'язані із необхідністю покращення їхніх експлуатаційних властивостей, а саме технологічності приготування сумішей, високих ранньої та марочної міцностей та довговічності. Основу сучасної технології бетону складає цементуюча матриця, котра характеризується малою дефектністю та стійкістю структури. Структура цементуючої матриці бетону є головним визначальним чинником його основних фізико-механічних властивостей. Тому дослідження впливу тонкодисперсних мінеральних добавок у комплексі із суперпластифікаторами на формування однорідної структури, досягнення високих показників міцності у ранні терміни тверднення та одержання високофункціонального бетону є надзвичайно актуальним.

## III. Аналіз останніх досліджень і публікацій

Бетони нового покоління за своїм складом відрізняються від звичайних бетонів нижчим водоцементним відношенням, зменшеною кількістю крупного заповнювача, оптимальним зерновим складом, використанням сучасних суперпластифікаторів, а також наявністю більшої кількості тонкодисперсних

компонентів (мікрокремнезем, зола-виношення та ін.), котрі покращують їхні властивості. Окремі складові таких бетонів виходять на мікро- та нанорівень [1, 2]. Тонкодисперсні мінеральні добавки крім структурно-топологічної функції в реологічній матриці нують реакційно-хімічну, зв'язуючи портландит в високоміцні гідросилкати кальцію. Поява високофункціональних бетонів із тонкодисперсними мінеральними добавками зумовлена зниженням внутрішнього тертя при текучості дисперсних суспензій порівняно із дрібнозернистими та щебеними бетонами [3].

#### IV. Експериментальні дослідження

Для досліджень використовували портландцемент ПЦ І-500-Н ВАТ «Івано-Франківськцемент» загальнобудівельного призначення з наступними фізико-механічними показниками: питома поверхня  $S_{\text{шт}}=390 \text{ м}^2/\text{кг}$ , залишок на ситі № 008 – 1 %, початок тужавіння – 2 год 5 хв, кінець тужавіння – 4 год 10 хв. У цементних системах використовувалися суперпластифікатори полікарбоксилатного типу та хімічні добавки, що містять солі лужних металів ( $\text{NaCNS}$  і  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ). Тонкодисперсний пісок використовували як мікронаповнювач, а активовану золу – в якості активної мінеральної добавки.

Дослідженнями властивостей цементно-піщаних розчинів з тонкодисперсними добавками піску та золи-виношення показано, що заміна 25 мас. % портландцементу активованою золою спричиняє приріст міцності розчину в порівнянні зі складом з неактивованою золою на 20 % та на 12,5 % відповідно через 2 та 28 діб тверднення Рис 1. За рахунок введення тонкодисперсних частинок піску структура бетону ущільнюється, що забезпечує зростання його міцності вже на 2 добу тверднення.

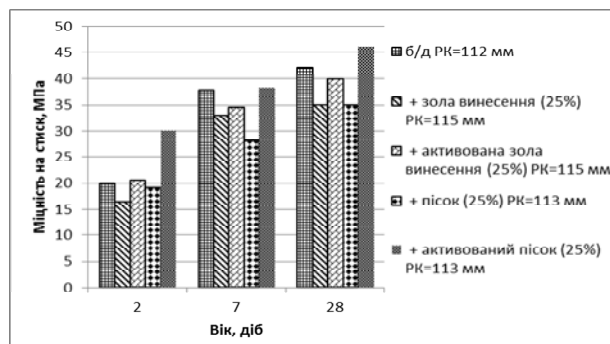


Рис.1 Вплив тонкодисперсних добавок золи та піску на міцність дрібнозернистого бетону .

Так, міцність розчину з добавкою тонкодисперсного піску з питомою поверхнею  $1330 \text{ м}^2/\text{кг}$  через 2 доби тверднення зростає в 1,5 рази, порівняно із бетоном без добавок.

Результати фізико-механічних випробувань дрібнозернистого бетону в якому 10 мас. % цементу було замінено активованим піском з питомою поверхнею

$1330 \text{ м}^2/\text{кг}$  свідчать (Табл.1), що його міцність у нормальних умовах зростає у всі терміни тверднення. При дослідженні реологічних властивостей бетонних сумішей встановлено, що рухливість дрібнозернистого бетону із тонко- дисперсним піском добавкою полікарбоксилату збільшується від 114 мм до 205 мм. При випробуванні дрібнозернистих бетонів, з активованим піском та 3 мас.% комплексної добавки на основі сульфонафталінформальдегіду та солей лужних металів, технологічний ефект складає  $\Delta\text{РК}=45,6\%$ , а технічний ефект складає  $\Delta\text{R}=18,4\%$ .

Таблиця 1

Вплив ХІМІЧНИХ ДОБАВОК ТА ДОБАВКИ ТОНКОДИСПЕРСНОГО ПІСКУ НА ВЛАСТИВОСТІ ДРІБНОЗЕРНИСТИХ БЕТОНІВ

К-ть добавок	В/Ц	РК, мм	Міцність на стиск, МПа у віці, діб		
			2	7	28
б/д	0,41	114	16,1	25,1	38,5
цемент (90 %) активований пісок (10 %)	0,40	115	21,1	30,6	39,5
цемент (90 %) активований пісок (10 %) ПК (0,75 %)	0,40	205	26,8	37,5	40,1
цемент (90 %) активований пісок (10 %) солі лужних металів (3 %)	0,40	280	14,7	38,9	45,6

#### Висновок

Результатами фізико-механічних випробувань дрібнозернистого бетону встановлено, що заміна 10 мас % цементу тонкодисперсним кварцевим піском у комплексі хімічними добавками, що містять солі лужних металів, дозволяє отримати найвищі показники марочної міцності із забезпеченням високої технологічності суміші (РК=280 мм), а це у свою чергу визначає формування щільної структури композиту і відповідно високої міцності бетону.

#### Література

- [1] Рунова Р.Ф., Гоц В.І., Назаренко І.І., Саницький М.А. та ін. / Конструкційні матеріали нового покоління та технології їх впровадження у будівництво / – К.: УВПК „ЕксОб”, 2008. – 360 с. – С. 191-197.
- [2] Русин Б.Г. / Вплив добавок на властивості реакційно-порошкових бетонів / Будівельні матеріали, виробы та санітарна техніка / №39, Київ 2011, – С. 90-95.
- [3] Дем'янова В. С., Калашников В.И. / Реакционная активность измельченных горных пород в цементных композициях/ Известия ТулГУ. Серия "Строительные материалы, конструкции и сооружения". Тула. 2004. Вып. 7. 26-34 с.