

РЕСУРСОЕКОНОМНІ МАТЕРІАЛИ, ЇХ ВЛАСТИВОСТІ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ

УДК 691.3

**ВИКОРИСТАННЯ САМОУЩІЛЬНЮЮЧОГО БЕТОНУ З
ДОБАВКАМИ ПОЛІКАРБОКСИЛАТНОГО ТИПУ ПРИ
ВИРОБНИЦТВІ ДОВГОМІРНИХ ЗБК**

**USE OF SELF-SEALING CONCRETE WITH POLYCARBOXYLATE-
TYPE ADDITIVES IN THE PRODUCTION OF LONG-LASTING ZBK**

Бердник О.Ю., к.т.н. доцент (0000-0001-5321-3518); Амеліна Н.О., к.т.н. доцент (0000-0002-3076-8120); Петрикова Є.М., к.т.н. доцент (0000-0001-6781-0954); Майстренко А.А., к.т.н. доцент (0000-0002-1152-995X); Ясенова І.С., к.т.н. доцент (0009-0006-0011-2100).(Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ)

Berdnyk O.Y., PhD Associate Professor (0000-0001-5321-3518); Amelina N.O., PhD Associate Professor (0000-0002-3076-8120); Maystrenko A.A., PhD Associate Professor (0000-0002-1152-995X); Petrikova E.M., PhD Associate Professor (0000-0001-6781-0954); Yasenova I.S., PhD Associate Professor (Kiev National university of Construction and Architecture, Kiev)

В сучасних умовах задля забезпечення високих стандартів при монолітному будівництві, а також при виробництві складних густоармованих або довгомірних конструкцій набули широкого застосування самоущільнюючі бетони.

In modern conditions, in order to ensure high standards in monolithic construction, as well as in the production of complex heavily reinforced or long-dimension structures, self-compacting concrete has become widely used. Self-sealing concrete is two-phase (solid and liquid) suspension and has high fluidity. Fluid maintenance and avoidance phase segregation is a difficult task, the main mechanisms for control is the surface chemistry of particles of small fractions, as well as quality cement dough and the amount of coarse aggregate. The basis of self-compacting concrete is ultra-thin free-flowing cement dough. The mobility of the dough increases along with the thickness of the water film solid particles. However, the water shell is formed only around grains, when the spaces between the grains were previously filled. The amount of water that necessary to obtain a certain fluidity of the dough directly depends on values of the specific surface of wetted particles. The unevenness and shape of grains, surface energy, pozzolanic and hydraulic properties of ultrathin of mineral applications directly affects the thickness of the water film that acts as a

lubricant In addition to high fluidity, the dough must also have high viscosity in order to avoid delamination. With the help of appropriate super precise control of flow behavior is achieved without plasticizers noticeable changes in quality Such concretes have a number of advantages: the ability to densely fill the form or formwork and penetrate into hard-to-reach places without using vibration; maintains the homogeneity of the structure, even in the presence of densely located fittings and has the ability to independently release entrained air. Such properties are achieved as a result of the correct selection of the composition of the concrete mixture with the use of fine aggregate fractions, as well as the use of appropriate plasticizing additives.

Ключові слова. Самоущільнюючі бетони, добавка, суперпластифікатори. Self-compacting concretes, additives, superplasticizers.

Вступ. У сучасному будівництві для підвищення технологічної забезпеченості проектних рішень широко застосовуються бетони нового покоління з високими технологічними і експлуатаційними властивостями і гарантованими показниками якості, яким відводиться важлива роль у складних інженерних спорудах. Враховуючи ці чинники, широкого впровадження у сучасному будівництві набув самоущільнюючий бетон, особливістю якого є здатність ущільнюватись без механічного впливу, заповнювати форми під дією власної ваги без вібрації і сегрегації за рахунок виділення повітря, що передбачає максимальне уникнення трудомістких та енергозатратних операцій. Також у технології сучасного монолітного бетону і залізобетону актуальною проблемою є одержання та самоущільнювальних бетонних сумішей із дотриманням властивостей у часі, що дає змогу перекачувати їх бетононасосами та виготовляти як тонкостінні густоармовані конструкції так і довгомірні вироби, наприклад колони чи балки.

Аналіз останніх досліджень. Дослідження властивостей самоущільнюючого бетону та використання його для виробництва густоармованих і довгомірних конструкцій розглядалися в роботах М. Саницького, О. Позняка, О. Кабусь, Л. Буцької.

Постановка мети і задач досліджень. Метою роботи є підбір оптимального складу бетонної суміші для приготування самоущільнюючого бетону при виготовленні довгомірних конструкцій.

Методика досліджень. Підбір складу компонентів суміші для приготування самоущільнюючого бетону виконується за таким методом: насипний об'єм заповнювача крупної фракції повинен бути не більше 50% від об'єму бетону, об'ємна частина піску повинна складати 40%. Крупність дрібного заповнювача складає не більше 1,25 мм, причому 70% з них

розміром 0,63 мм. Крупний заповнювач фракціонують за розмірами 10-15 мм і 15-20 мм.

Обов'язковим є використання неорганічних матеріалів з високою питомою поверхнею, які збільшують водоутримуючу здатність суміші (зола винесення, мікрокремнезем) і суперпластифікаторів, які дозволяють регулювати технологічні властивості бетонних сумішей.

Результати досліджень. Самоущільнюючий бетон є двофазною (твердою і рідкою) суспензією і володіє високою текучістю. Підтримка текучості суспензії і уникнення сегрегації фаз є складним завданням, основними механізмами для контролю яких є хімія поверхні частинок дрібної фракції (цементу, наповнювачів), кількість крупного заповнювача і якість цементного тіста.

Основою самоущільнюючих бетонів є вільнотекуче ультратонке цементне тісто. Рухливість тіста зростає із зростанням товщини водної плівки навколо твердих частинок. Однак водяна оболонка може утворюватись лише навколо зерен, якщо всі проміжки між зернами були заповнені раніше. Кількість необхідної води для досягнення певної текучості тіста залежить від величини питомої поверхні змочених частинок. На товщину водяної оболонки, яка діє як змазка, впливає форма і нерівність зерен, поверхнева енергія а також гідравлічні і пуцоланічні властивості надтонких мінеральних додатків. Крім високої текучості тісто повинно мати достатньо високу в'язкість щоб уникнути розшарування. Точний контроль текучої поведінки без помітних змін в якості досягається з допомогою відповідних суперпластифікаторів.

Важливими характеристиками бетонних сумішей в умовах монолітного бетонування є збереження рухливості бетонної суміші при тривалому часі її транспортування, однорідність та стійкість до розшарування, що характеризується водо- та розчинювдільненням. Результатами досліджень показано, що самоущільнююча бетонна суміш характеризується найменшим водовиділенням – 0,1%. Встановлено, що рухливість бетонної суміші з суперпластифікатором на основі полікарбосилату та золи-винесення з РК=750 мм зменшується через 3 год до РК=650 мм, рухливість бетонної суміші з суперпластифікатором без золи-винесення з РК=750 мм протягом 3 год зменшується до РК=570 мм, в той же час рухливість бетонної суміші, лише з золою-виносу з РК=740 мм зменшується протягом 3 годин до РК=610 мм, порівняльними дослідженнями показано, що рухливість бетонної суміші без домішок з РК=730 зменшується протягом 3 годин до РК=500 мм [1].

Таким чином, комплексне використання в складі самоущільнюючого бетону суперпластифікатора на основі полікарбосилатів та золи-винесення дозволяє одержувати однорідні, високорухливі, в'язкотекучі бетонні суміші з маркою за легкоукладальності P5 [2].

При підборі оптимального складу бетонної суміші були використані наступні добавки-суперпластифікатори – MC-Powerflow 3100 та Carboxument 1860 (FM). Суперпластифікатор MC-Powerflow 3100 – це суперпластифікатор

нового покоління на основі полікарбоксилатних полімерів, що має такі властивості:

- Забезпечує високу диспергуючу здатність цементу та пластичність бетонних сумішей на протязі тривалого часу;
- Зменшує потребу води при виробництві бетонних сумішей до 45% та дозволяє виготовляти високоміцні бетони, зберігаючи при дуже не великому водоцементному співвідношенні гарну здатність до обробки;
- Поліпшує початкову та кінцеву міцність бетону, підвищує водонепроникність, зменшує водовиділення, покращує здатність до прокачування та значно зменшує ризик розшарування. Вміст сухої речовини – $12,0 \pm 0,6\%$, рекомендоване дозування $0,1 \div 5\%$ від маси цементу.

Вплив добавки MC-Powerflow 3100 на міцнісні показники наведено на рис.1 - рис.4.

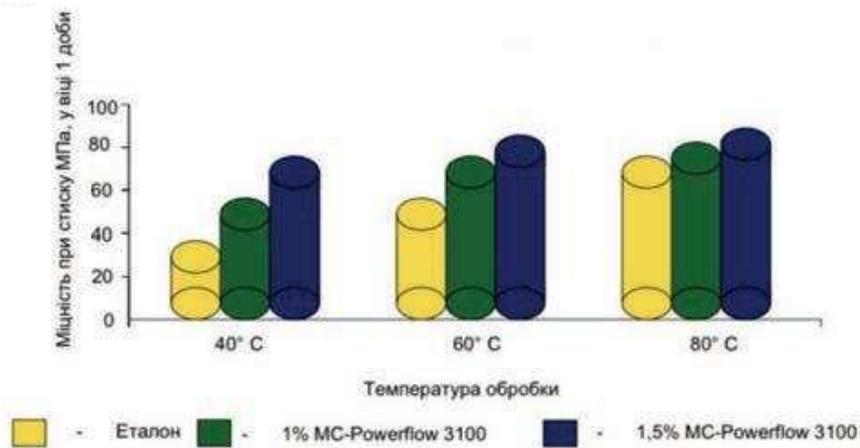


Рис. 1. Вплив температури на міцність бетону

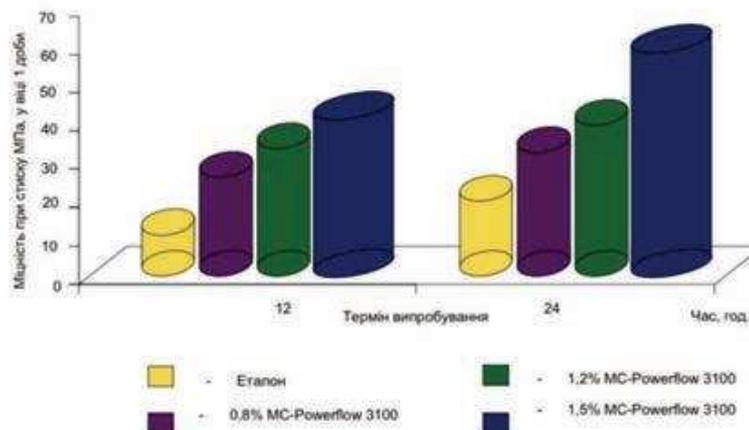


Рис. 2. Вплив на ранню міцність бетону

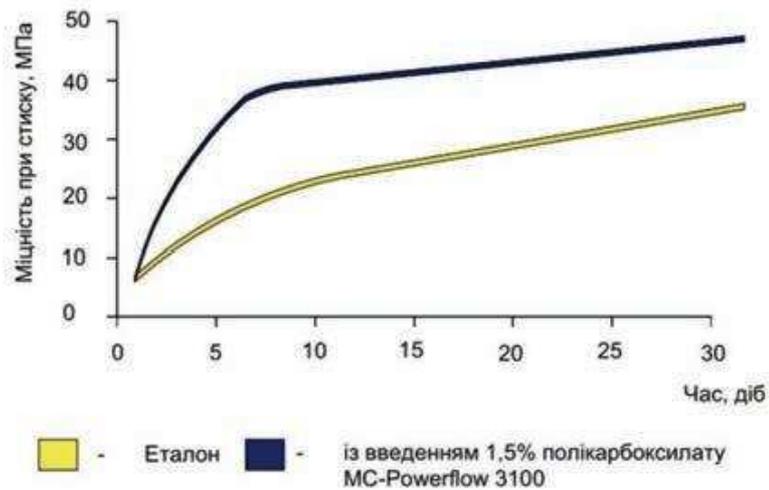


Рис. 3. Вплив на міцність при стиску

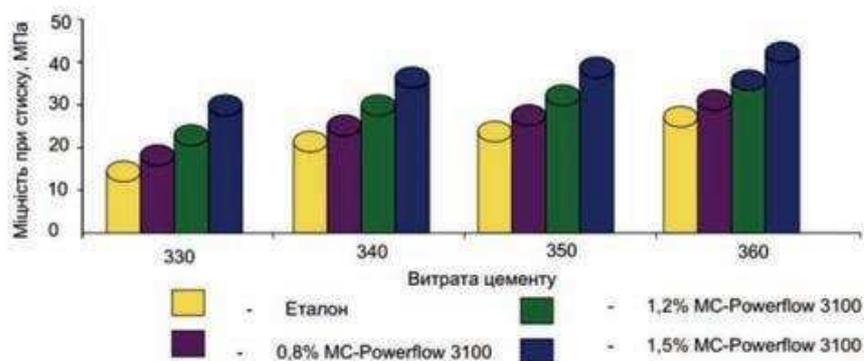


Рис. 4. Міцність при стиску в залежності від витрати цементу

Високоєфективний карбоксилатний пластифікатор Carboxument 1860 (FM) використовується при виробництві товарного бетону та бетонних елементів, в тому числі попередньо напруженого бетону та самоущільнюючого бетону. Найкращі результати досягаються при додаванні добавки в кінці циклу перемішування, коли всі компоненти вже достатньо вологі. Активним елементом є полікарбоксилати. Вміст сухої речовини: $12,0 \pm 0,6\%$, рівень рН 4 ± 1 , рекомендоване дозування $0,1 \div 2,5\%$ від маси цементу [3].

Вплив добавки Carboxument 1860 (FM) на міцнісні показники наведено на рис.1 - рис.4

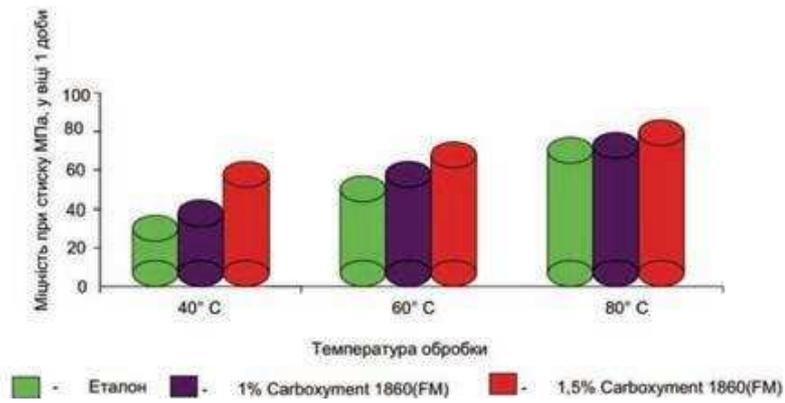


Рис. 5. Вплив температури на міцність

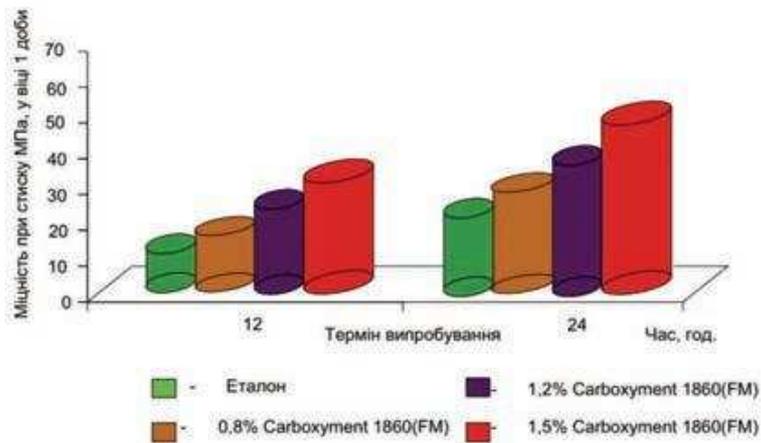


Рис. 6. Вплив на ранню міцність

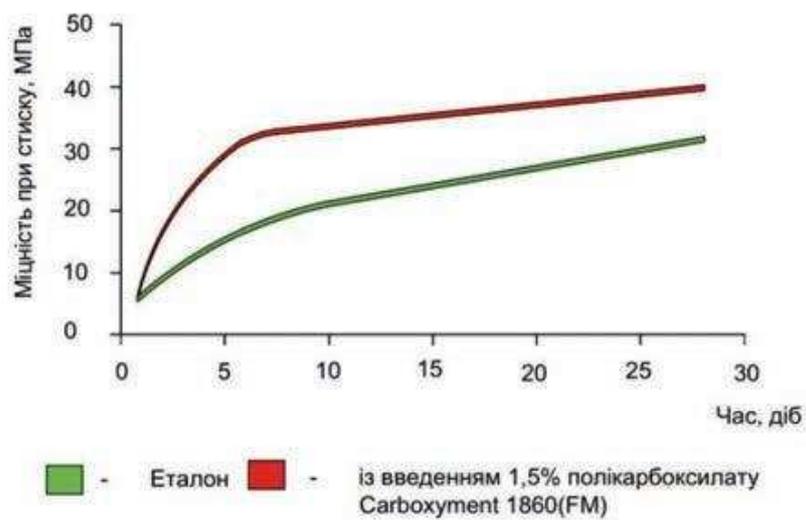


Рис. 7. Вплив на міцність при стиску

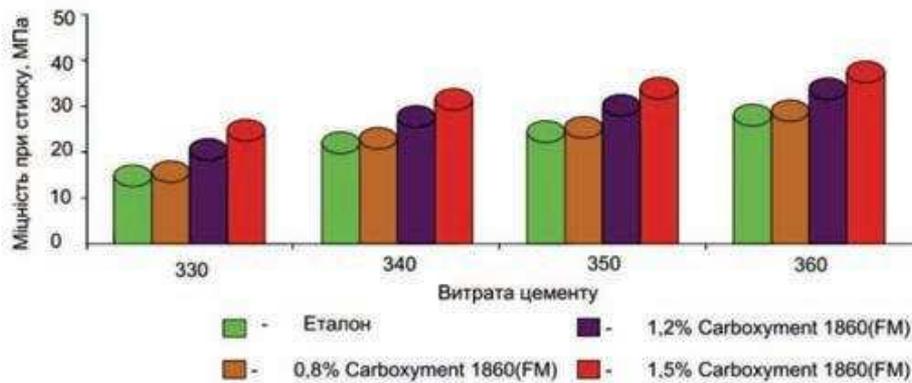


Рис. 8. Міцність при стиску в залежності від витрати цементу

Висновки та рекомендації. Вивчивши властивості самоущільнюючого бетону можна зробити висновок, що найкраще підходять для монолітного бетонування, а також для виробництва густоармованих та довгомірних конструкцій.

При розгляді впливу добавок на основі полікарбоксилатів Carboxyment 1860 (FM) та MC-Powerflow 3100 на міцнісні властивості бетонів для залізобетонних довгомірних виробів з самоущільнюючого бетону та керуючись встановленими графіками, встановлено, що добавка MC-Powerflow 3100 дає кращі характеристики міцності ніж Carboxyment 1860 (FM). MC-Powerflow 3100 дозволяє зменшити витрату цементу, оскільки бетони на основі цієї добавки збільшують швидкість набору міцності бетону.

1. P.Chindaprasrt, T.Cao Setting, segregation and bleeding of alkali-activated cement, mortar and concrete binders / Handbook of Alkali-activated Cements, Mortars and Concretes, WP, 2015, p.p.113-131.

2. Krivenko P., Petropavlovskii O., Vozniuk H., Lakusta S. The development of alkali-activated cement mixtures for fast rehabilitation and strengthening of concrete structures / Procedia Engineering 195 (2017), p.p. 142-146.

3. ДСТУБВ.2.7-185:2009 "Цементи. Методи визначення нормальної густоти, строків тужавлення та рівномірності зміни об'єму".

DSTU B V.2.7-185:2009 "Tsementy. Metody vyznachennia normalnoi hustoty, strokiv tuzhavlennia ta rivnomirnosti zminy ob'iemu.