

УДК 624.046

ВПЛИВ ГРАНУЛОМЕТРИЧНОГО СКЛАДУ ЗАПОВНЮВАЧІВ ПРИ ПІДБОРІ СКЛАДУ ВИСОКОМІЦНОГО БЕТОНУ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ТРОТУАРНИХ ВИРОБІВ

асистент, Сушко В.О, к.т.н., асистент Юрко І.А.

*Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка,
м. Полтава*

Постановка проблеми. Для виготовлення тротуарних виробів необхідно застосовувати бетони з високою міцністю та морозостійкістю. Технологія високоякісних бетонів ґрунтується на управлінні структуроутворенням бетону на всіх етапах його виробництва. Для цього використовуються портландцемент високих марок або композиційні в'язучі; комплекси хімічних модифікаторів структури і властивостей бетонів; активні дисперсні мінеральні компоненти й наповнювачі. Особливістю структури цементного бетону як композиційного матеріалу є високий ступінь його неоднорідності, що обумовлює виникнення дефектів, які знижують фізико-механічні властивості бетону. Найбільш потенційно дефектним елементом структури бетону є контактна зона між цементним каменем і крупним заповнювачем, тому вдосконалення структури бетону з метою підвищення його міцності та довговічності є актуальною задачею.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У роботі [6] ця проблема вирішується за рахунок зменшення розмірів крупного заповнювача із 20-40 мм до 3-10 мм (дрібнозернисті бетони) або 0,4-2,5 мм (тонкозернисті або реакційні порошкові бетони). Недоліком дрібно- та тонкозернистих бетонів є висока витрата портландцементу, що зумовлює зниження їх деформативних і експлуатаційних характеристик (підвищення усадки і повзучості, зниження морозостійкості, корозійної стійкості тощо).

Обов'язковою умовою при виготовленні високоміцних бетонів є використання пластифікаторів у якості хімічних добавок. За даними [8] суперпластифікатори, введені в бетонну суміш у невеликій кількості значно впливають на структуроутворення бетону. Суперпластифікатор С-3 дозволяє зменшити водопотребу бетону до 25% при різкому підвищенні легкоукладальності бетонних сумішей без зниження міцності й показників довговічності бетону (при незмінному водоцементному відношенні). При його застосуванні підвищується щільність бетону, вологонепроникність, тріщиностійкість, обсяг закритих пор, збільшується міцність зчеплення бетону і сталі.

Метою статті є визначення оптимального гранулометричного складу заповнювача для високоміцного бетону з подальшим його застосуванням для виготовлення тротуарних виробів.

Виклад основного матеріалу. В останні роки все більше застосування знаходять ефіри полікарбоксилату як хімічної добавки для бетонів, вони мають ряд переваг перед іншими добавками, зокрема: структури макромолекул полімеру, котрі скупчуються на поверхні частинки, фактично

беруть на себе функцію розпірок. Як правило, ефективність або сумісність пластифікатора з цементом або тонкодисперсними компонентами бетонної суміші, а також їх дозування випробовуються в ході відповідних експериментів.

При виробництві високоміцних бетонів важлива роль повинна приділятися підбору складу заповнювачів. Крива гранулометричного складу повинна проходити між еталонними кривими просіювання та володіти якомога нижчим вмістом дрібнодисперсних частинок ($<0,125$ мм) і дрібнозернистого піску (від $0,125$ до $0,25$ мм). Діаметр найбільшого зерна повинен коливатися в межах від 8 до 16 мм [7].

Для визначення оптимального складу заповнювачів для високоміцного бетону було досліджено гранулометричний склад: піску кварцового Миколаївського родовища, піску гранітного, суміші щебенево-піщаної, гранітного щебеню.

За допомогою кривих розсіву (рис. 1, рис. 2) встановлювалася межа допустимої зміни співвідношення фракцій заповнювача для забезпечення структури бетону, близькою до найбільшої за умовою міцності. Область сприятливих складів відповідає оптимальному значенню поверхні зерен заповнювача та обсягу пустот.

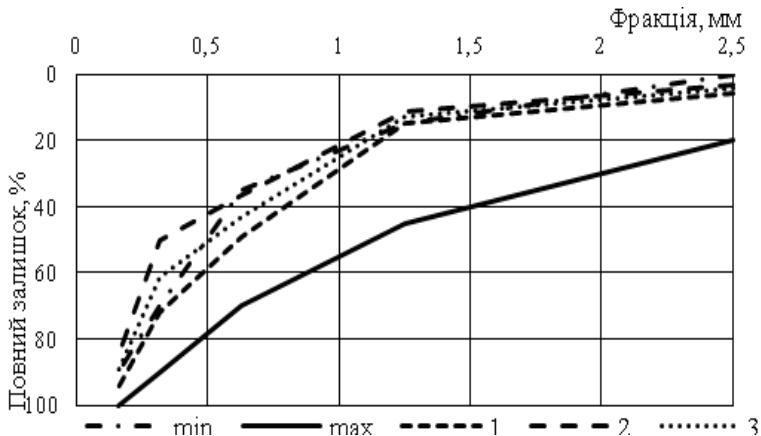


Рис. 1. Гранулометричний склад дрібного заповнювача: *min* – мінімальне допустиме значення; *max* – максимальне допустиме значення; 1 – пісок кварцовий; 2 – пісок гранітний; 3 – суміш пісків

Щоб визначити раціональний гранулометричний склад заповнювача виготовлено бетонні зразки розміром $15 \times 15 \times 15$ см. У якості в'язучого застосовувався цемент марки ПЦ 500-1-Н. У якості добавки використовувався суперпластифікатор на основі полікарбоксилатів Glenium 51 німецького виробництва. Витрати матеріалів бетону наведені в таблиці 1. Для досліджень було обрано такі суміші заповнювачів:

- ПКЩ – пісок кварцовий, щебінь гранітний;
- ПКГЩ – пісок кварцовий, пісок гранітний, щебінь гранітний;
- ПГЩ – пісок гранітний, щебінь гранітний;
- ЩПЩ – щебенево-піщана суміш, щебінь гранітний;
- ПКЩПЩ – пісок кварцовий, щебенево-піщана суміш, щебінь гранітний.

Витрата води та добавки була постійною.

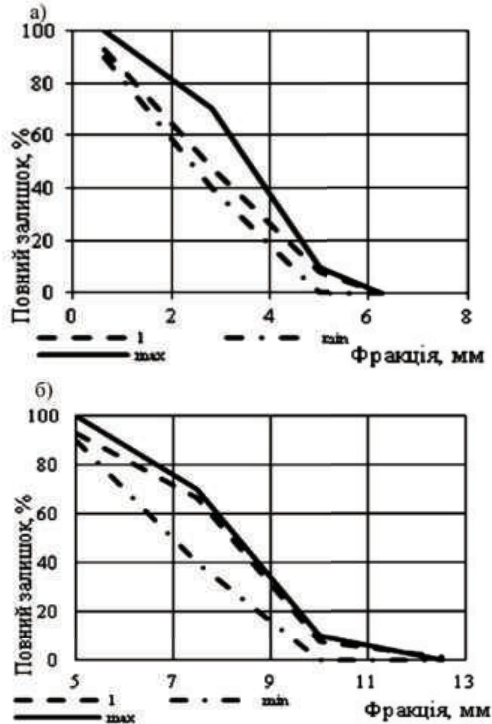


Рис. 2. Гранулометричний склад крупного заповнювача: а) щебенево-піщана суміш 0,63 - 5 мм; б) щебінь 5-10 мм; *min* – мінімальне допустиме значення; *max* – мінімальне допустиме значення; 1 – досліджуваний матеріал

Під час виготовлення зразків був визначений коефіцієнт ущільнення бетонної суміші (рис. 3), котрий визначався при однакових параметрах вібрації для всіх сумішей. До випробування в трьохдобовому віці всі зразки зберігалися в рівних температурно-вологісних умовах при $t = +20^{\circ}\text{C}$ та вологості повітря 96 %.

Результати визначення границі міцності при стиску показані на рисунку 4. Як видно з діаграм найбільший коефіцієнт ущільнення та міцність при стиску мають зразки з використанням у якості заповнювачів суміші піску кварцового та щебеню гранітного.

Таблиця 1.

Витрати матеріалів бетону при різних гранулометричних складах заповнювачів

Матеріал	Витрата матеріалів на заміс, кг/м ³				
	ПКЦ	ПКГЦ	ПГЦ	ЩГЦ	ПКЩГЦ
Цемент	569	569	569	569	569
Щебінь 5-10 мм	1358	1358	1358	1358	1358
Пісок кварцовий	653	327	-	-	-
Пісок гранітний	-	327	653	-	327
Щебенево-піщана суміш 0,63 - 5 мм	-	-	-	653	327
Вода	147	147	147	147	147
Добавка	6,82	6,82	6,82	6,82	6,82

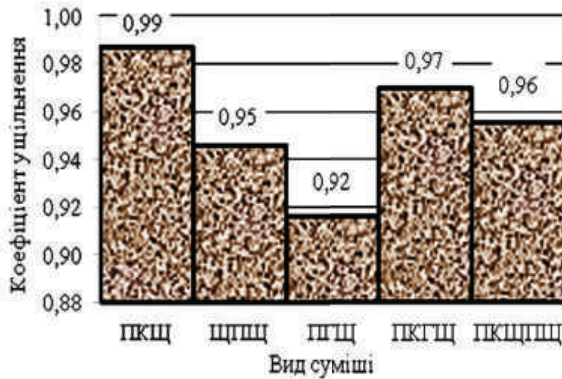


Рис. 3. Коефіцієнт ущільнення бетонної суміші

Висновок. Згідно отриманих результатів досліджень можна зробити наступний висновок: найбільш оптимальним гранулометричним складом для виготовлення високоміцних бетонів для тротуарних виробів є суміш піску кварцового та щебеню гранітного.

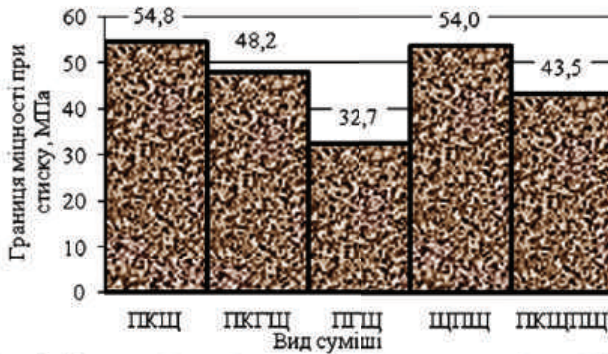


Рис. 4. Границя міцності при стиску бетонних зразків у віці 3 дб

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Баженов Ю.М. Технология бетона. – М.: «Высшая школа», 1986. – 456 с.
2. Берг О.Я. Высокопрочный бетон / О.Я. Берг, Е.Н. Щербаков, Г.Н. Писанко. – М.: Стройиздат, 1971. – 208 с.
3. Будівельні матеріали. Пісок щільний природний для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій і робіт. Технічні умови: ДСТУ Б В.2.7-32-95. – К.: Держкоммістобудування України, 1996. – 19 с.
4. Будівельні матеріали. Щебінь та гравій щільні природні для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій та робіт. Технічні умови: ДСТУ Б В.2.7-75-98. – К.: Держкоммістобудування України, 1999. – 19 с.
5. Високоміцні бетони [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://stattja.pp.ua/index.php?newsid=4130>
6. Зайченко М.М. Високоміцні тонкозернисті бетони з комплексною модифікованою мікроструктурою: автореферат дис. ... доктора техн. наук / М.М. Зайченко. – Макіївка, 2009. – 37 с.
7. Рунова Р.Ф. Роль фракційності заповнювача у формуванні властивостей модифікованих високоміцних бетонів / Р.Ф. Рунова, И.И. Руденко, В. В. Троян // Современные бетоны: сб. научн. трудов. – Запорожье, 2007. – С. 51-57.
8. Рунова Р.Ф. Формирование структуры высокопрочных бетонов / Р.Ф. Рунова, И.И. Руденко, В.В. Троян // Будівельні матеріали, виробы та санітарна техніка: зб. наук. праць. – Вип. 29. – К.: товариство «Знання» України, 2008. – С. 91-97.
9. Mechanical Properties of High Strength Concrete Filled Steel Tubular Columns / Ke Feng Tan, Lai Bao Liu // Advanced Materials Research Vols. 472-475 – 2012. – P. 1119-1125.