

**ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ ЗБАГАЧЕННЯ ГРАНІТНОГО ВІДСІВУ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ ВІБРОПРЕСОВАНИХ БЕТОННИХ ВИРОБІВ**

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ОБОГАЩЕНИЯ ГРАНИТНОГО ОТСЕВА ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ВИБРОПРЕССОВАННЫХ БЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ**

**USE OF GRANITE SIFTING CONCENTRATION WASTE TO MAKE VIBROPRESSED CONCRETE PRODUCTS**

**Житковський В.В.,** к.т.н., доц. (Національний університет водного господарства і природокористування, м. Рівне, Україна)

**Житковский В.В.,** к.т.н., доц., (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно)

**Zhitkovsky V.V.,** candidate of technical sciences, **Dvorkin L.I.,** doctor of technical sciences (National University of Water Management and Natural Resources, Rivne)

Наведені результати досліджень щодо використання відходів збагачення відсівів подрібнення граніту отриманих шляхом виділення крупних фракцій у цементних бетонах. Досліджено можливість використання відходів збагачення відсівів у бетонних виробках отриманих вібропресуванням. Отримані регресійні моделі середньої густини, міцності та водопоглинання бетону. Запропоновані склади для виготовлення різних типів виробів.

Приведены результаты исследований по использованию отходов обогащения отсеков дробления гранита полученных путем выделения крупных фракций в цементных бетонах. Исследована возможность использования отходов обогащения отсеков в бетонных изделиях полученных вибропрессованием. Полученные регрессионные модели средней плотности, прочности и водопоглощение бетона. Предложены составы для изготовления различных типов изделий.

The results of studies wastes crushing granite screenings obtained by isolation of large fractions in cement concretes used. The possibility of using dispersed wastes screenings in the concrete block-making products received. The resulting regression models, the density, strength and water absorption of

concrete. The proposed compositions for the manufacture of various types of products.

**Ключові слова:**

Гранітний відсів, збагачення, вібропресування, математичне планування експерименту

Гранитный отсев, обогащение, вибропрессование, математическое планирование эксперимента

Granite sifting, enrichment, block-making, mathematical design of experiments

**Вступ.** Отримання кондиційних заповнювачів, які відповідають умовам діючих стандартів пов'язане з рядом енергоємних технологічних операцій. Особливі труднощі підприємства мають з забезпеченням кондиційним дрібним заповнювачем для виготовлення бетонних та залізобетонних виробів, поклади якого в деяких регіонах недостатні.

Останнім часом частина відсівів переробляється з отриманням корисних для виготовлення будівельних матеріалів фракцій дрібного щебеню (2,5...5 мм, 5...10 мм), а також кам'яної крихти (руберойдна посипка тощо). Разом з цим після переробки лишаються дрібні фракції піску (до 0,63 мм), що не використовуються.

Не зважаючи на наявність розробок, пов'язаних з використанням гранітного відсіву при виробництві будівельних матеріалів, відкритим залишається їх утилізація в цементних бетонах і, зокрема, у якості заповнювача дрібнозернистих вібропресованих бетонів.

**Аналіз існуючих рішень.** Використання у якості заповнювача цементних бетонів відходів переробки гірських порід на щебінь (відсівів) мало практикується через наявність в їх гранулометричному складі значної кількості (до 20%) пилюватих частинок, які підвищують водопотребу бетонної суміші [1]. Не дивлячись на це результати деяких досліджень вказують на можливість використання кам'яних відсівів в цементних бетонах [2].

Застосування дрібних фракцій кам'яного піску без значного впливу на водопотребу бетонних сумішей можливе при умові використання ефективних суперпластифікаторів, а також сумішей підвищеної жорсткості при уцільненні їх силовими впливами (наприклад вібропресуванням) [2].

**Методика проведення експериментів.**

Для визначення можливості використання гранітного піску в якості заповнювача вібропресованих бетонів для виготовлення різних видів виробів, в лабораторії виготовляли зразки з різними витратами цементу. В якості заповнювача крім, власне, гранітного піску використовувались: гранітний відсів, пісок фракції 0,63...2,5 мм, щебінь фракції 2,5...5 мм. З огляду на позитивний ефект використання суперпластифікатора С-3 у вібропресованих

бетонах всі досліді проведені з використанням даної добавки у кількості 0,5% від витрати цементу.

Вивчення впливу гранітного піску на властивості вібропресованого бетону, було здійснено шляхом проведення експерименту за планом «суміш-технологія-властивості» [3].

В якості сумішевих факторів були взяті наступні:  $V_1$  – Вміст гранітного піску (50...100%);  $V_2$  – Вміст фракції 0,63 – 2,5 мм. (0...50%);  $V_3$  – Вміст фракції 2,5 – 5 мм. (0...50%).

Технологічними факторами були прийняті вміст цементу та гранітного відсіву:  $x_1$  – витрата цементу (250 ...500 кг/м<sup>3</sup>);  $x_2$  – вміст гранітного відсіву у заповнювачі (0...50%).

Таблиця 1

Умови планування експерименту

Вид факторів		Рівні варіювання			Інтервал варіювання
Натуральний	Кодований	-1	0	+1	
Витрата цементу, кг/м <sup>3</sup>	$x_1$	250	375	500	125
Частка відсіву в суміші заповнювачів, %	$x_2$	0	25	50	25
Частка фракції (гранітного піску) 0...0,63мм в суміші заповнювачів, %	$V_1$	50	75	100	25
Частка фракції 0,63...2,5мм в суміші заповнювачів, %	$V_2$	0	25	50	25
Частка фракції 2,5...5мм в суміші заповнювача, %	$V_3$	0	25	50	25

**Обговорення результатів.** В результаті проведення експерименту отримані рівняння регресії вихідних параметрів (середньої густини  $\rho_0$ , кг/м<sup>3</sup>, міцності при стиску у віці 28 діб ( $R_{cm28}$ , МПа) та водопоглинання за масою ( $W_m$ , %):

$$\rho_0 = 2298,5v_1 + 2067,5v_2 + 2426,2v_3 - 184,3v_1v_2 - 59,1v_1v_3 + 57,0v_2v_3 + 117,2v_1x_1 + 39,1v_1x_2 + 64,2v_2x_1 + 64,1v_2x_2 + 63,8v_3x_1 + 39,7v_3x_2 - 47,5x_1x_2 - 18,8x_{12} - 15,2x_{22} \quad (1)$$

$$R_{cm28} = 28,9v_1 + 23,6v_2 + 33,1v_3 - 33,1v_1v_2 - 21,2v_1v_3 - 12,4v_2v_3 + 9,6v_1x_1 + 4,9v_1x_2 + 7,8v_2x_1 - 0,2v_2x_2 + 8,2v_3x_1 + 0,4v_3x_2 - 3,2x_1x_2 - 3,2x_{12} + 0,6x_{22} \quad (2)$$

$$\begin{aligned}
 W_m = & 3,12v_1 + 3,52v_2 + 2,53v_3 + 4,16v_1v_2 + 1,39v_1v_3 + 0,48v_2v_3 - 1,26v_1x_1 - \\
 & - 0,73v_1x_2 - 1,51v_2x_1 - 0,50v_2x_2 - 0,92v_3x_1 + 0,27v_3x_2 - 0,43x_1x_2 - \\
 & - 0,02x_{12} + 0,17x_{22}
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

Аналізуючи отримані дані можна відмітити, що ефективність використання різних заповнювачів змінюється зі зміною витрати цементу. Тому оптимальний склад бетону для різних видів виробів враховує також і вид заповнювача.

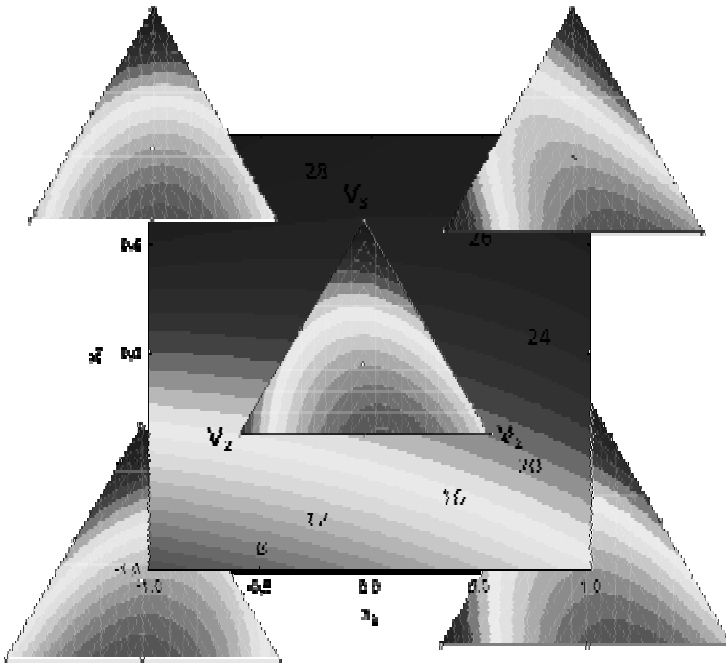


Рис. 1. Ізопараметрична діаграма міцності при стиску у віці 28 діб

При витратах цементу 200...300 кг/м<sup>3</sup> міцність бетону, виготовленого способом вібропресування знаходиться у межах від 1 до 25 МПа. Склади лише з гранітним піском мають міцність 4,8...9,9 МПа. Заміна частини піску відсівом призводить до підвищення середньої густини бетону і, відповідно, міцності: 25% – 12...13 МПа, 50% – 20...22 МПа. Суттєве підвищення міцності спостерігається при введенні замість частини піску фракцією 2,5...5 мм: 25% – до 16...17 МПа, 50% – до 22...23 МПа. З підвищенням кількості відсіву в суміші позитивний ефект фракції 2,5...5 мм знижується. Введення фракції 0,63...2,5 мм помітного ефекту на щільність бетону та його міцність не викликає – міцність знаходиться в межах 1...7 МПа.

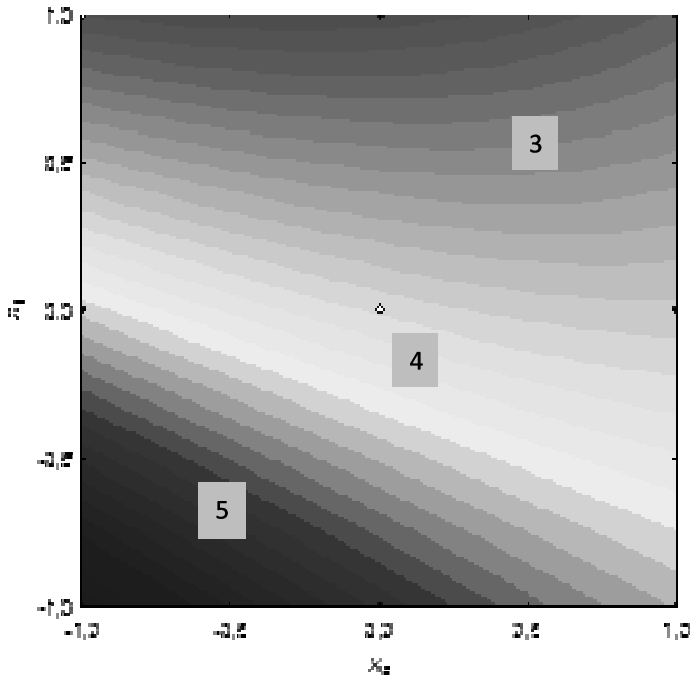


Рис. 2. Ізопараметрична діаграма водопоглинання за масою  
( $W_m$ , %,  $V_1=V_2=V_3=0,33$ )

При витратах цементу  $400 \text{ кг/м}^3$  та більше помітний позитивний ефект введення гранітного відсіву у суміш практично зникає. Міцність знаходиться у межах  $27 \dots 35$  МПа, що може бути достатньо для виготовлення дорожніх виробів тротуарних плит, бортових каменів тощо. У випадку застосування чистого гранітного піску міцність у 28 діб при  $\rho=400 \text{ кг/м}^3$  становить  $26 \dots 27,1$  МПа. Заміна 50% піску щебенем фракції  $2,5 \dots 5$  мм дозволяє підвищити міцність до  $32 \dots 35$  МПа. Вплив піску фракції  $0,63 \dots 2,5$  мм в даному випадку теж скоріше негативний – міцність  $18 \dots 26$  МПа.

В бетоні при витраті цементу  $500 \text{ кг/м}^3$  в основному вплив різних фракцій подібний. Спостерігається негативний вплив введення до суміші гранітного відсіву, а також фракції  $0,63 \dots 2,5$  мм. Міцність бетону знаходиться у межах  $24 \dots 42$  МПа.

Судячи з отриманих даних, використання суміші гранітного піску з піском фракції  $0,63 \dots 2,5$  мм може бути доцільним у випадку виготовлення двохшарових виробів для верхнього шару. У даному випадку забезпечується міцність, щільність та зовнішній вигляд поверхневого шару.

На основі отриманих даних розраховані склади вібропресованого бетону для виготовлення дрібно штучних бетонних виробів різного призначення (табл. 2)

Таблиця 2.

Склади бетону для виготовлення вібропресованих виробів

№ з/п	Вид виробів	Марка за міцністю (клас)	Витрати компонентів, кг/м <sup>3</sup>				
			Цемент	Вода	Пісок гранітний	Щебінь 2,5...5 мм	Відсів
1.	Блоки стінові повнотілі	M100	200	125	1370	–	460
2.		M200	200	140	905	–	910
3.	Блоки стінові	M75	220	125	1355	–	450
4.	пустотні (пустотність 40-50%)	M100	230	135	895	–	895
5.	Тротуарні плити,	M300 (B25)	460	135	1755	–	–
6.	бортові камені	M400 (B30)	500	140	855	855	–

**Висновки.** Використанням відходів збагачення гранітного відсіву (фракція 0...0,63 мм) з добавками інших заповнювачів можливе отримання бетонних виробів способом вібропресування. Для виготовлення будівельних блоків (повно- та пустотілих) доцільно використання суміші гранітного піску (50...60%) з вихідним відсівом (50...40%). Для виготовлення дорожніх елементів (тротуарних плит, бортових каменів) заповнювач може бути представлений чистим гранітним піском чи сумішшю даного піску та щебеню фр. 2,5...5 мм (50:50).

1. Овчар В.П., Носиченко Л.Ф. Мелкозернистый бетон на мелких песках, обогащенный каменным отсевом. // Исследование и применение мелкозернистых бетонов./ Труды НИИЖБ, вып.35. М.: Стройиздат, 1978.— 145 с. 2. Дворкін Л.Й., Житковський В.В., Каганов В.О. Бетони на основі надзорських сумішей. Рівне, ДЦНТІ, 2006. –179 с. 3. Вознесенский В.А. Численные методы решения строительно-технологических задач на ЭВМ. / В.А.Вознесенский, Т.В.Ляшенко, Б.Л.Огарков. – К.: Высшая школа, 1989. – 328 с.