

УДК 691.535

ГРАНІТНИЙ АСПІРАЦІЙНИЙ ПИЛ ЯК КОМПОНЕНТ СУХИХ БУДІВЕЛЬНИХ СУМІШЕЙ ДЛЯ МУРУВАЛЬНИХ РОЗЧИНІВ

ГРАНИТНАЯ АСПИРАЦИОННАЯ ПЫЛЬ КАК МИНЕРАЛЬНЫЙ КОМПОНЕНТ СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ КЛАДОЧНЫХ РАСТВОРОВ

GRANITE ASPIRATIVE DUST AS A MINERAL COMPONENT OF DRY CONSTRUCTION MIXTURES FOR FILLING SOLUTIONS

Марчук В.В., к.т.н., ст. викладач, Гальчук Н.Ю., магістрант, (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

Марчук В.В., к.т.н., ст. преподаватель, Гальчук Н.Ю., магистрант, (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно)

Marchuk V.V., candidate of technical sciences, Senior Lecturer, Halchuk N.Y., graduate student, (National University of Water Management and Nature Resources, Rivne)

Наведені результати експериментальних досліджень мурувальних розчинів на основі сухих будівельних сумішей з використанням аспіраційного гранітного пилу. Показана можливість отримання таких розчинів марок М50...М150. Наведені і проаналізовані експериментально-статистичні моделі технологічних та фізико-механічних властивостей розчинових сумішей та розчинів, показано шляхи їх покращення.

Приведены результаты экспериментальных исследований кладочных растворов на основе сухих строительных смесей с использованием аспирационной гранитной пыли. Показана возможность получения растворов марок М50...М150. Приведены и проанализированы экспериментально-статистические модели технологических и физико-механических свойств растворных смесей и растворов, показаны пути их улучшения.

In this study, the results of experimental research on masonry mortars based on dry mixtures with the use of granite aspiration dust are given and shown the possibility of their industrial release.

In the conditions of shortage of energy resources, gradual exhaustion of natural raw materials, aggravation of environmental problems, an important direction in the production of building mixtures is the development of mixes with waste materials from various industries. In particular, granite aspiration dust, which simultaneously allows you to rationally use natural mineral material and solve environmental problems.

Research on building mortars is carried out in the system of "portland cement - granite aspiration dust - sand". Based on the obtained data, experimental and statistical models of physical and mechanical properties of fresh and hardened mortar are constructed and analyzed, ways of optimizing their compositions and improving the properties of mortars are given.

According to research results, rational compositions of mortars for class M50 ... M150 are offered. It is established that the use of aspiration dust and named additives provide high standartised parameters for mortar mixture and bricklaying process, including plasticity, compressive strength and others at the low level of cement consumption. Fresh mortar mixtures have an prolonged workable life.

Ключові слова:

Аспіраційний пил, будівельний розчин, міцність, суперпластифікатор.

Аспирационная пыль, строительный раствор, прочность, супер-пластификатор.

Aspiration dust, mortar, strength superplasticizer.

Вступ. Сьогодні неможливо представити будівництво без застосування сухих будівельних сумішей (СБС). Їх використання сприяє підвищенню продуктивності праці і якості робіт, зниженню витрат на транспортування і зберігання, скороченню технологічних операцій. Це вигідно відрізняє СБС від традиційних будівельних розчинів. Можливість управління основними властивостями СБС шляхом зміни вмісту різних компонентів і інших модифікаторів, створює широкий асортимент таких матеріалів і тим самим дозволяє використовувати їх при виконанні всіх видів робіт.

В умовах дефіциту енергетичних ресурсів, поступового вичерпання природної сировини, загострення екологічних проблем важливим напрямом у виробництві будівельних сумішей є розроблення складів з використанням відходів різних виробництв [1, 2], зокрема гранітного аспіраційного пилу (ГАП), що одночасно дає змогу раціонально вирішувати питання охорони навколишнього середовища.

Стан питання та задачі дослідження. На даний час потреба у енергоефективних матеріалах набула широкого розповсюдження у зв'язку зі швидким темпом росту цін на енергоносії. Таким чином використання відходів техногенного походження у виробництві будівельних матеріалів набуває все більш широкого поширення, а розробка технології виготовлення

сухих будівельних сумішей для будівельних розчинів з використанням гранітного аспіраційного пилу є актуальною на даний час.

Саме тому, мета досліджень полягала у підтвердженні доцільності використання гранітного пилу у будівельних розчинах, а також дослідженні впливу факторів складу на їх властивості.

У якості вихідних матеріалів використовували:

- портландцемент ПЦ II/A-III-500, виробництва “Волинь-цемент” філія ПАТ "ДЦУ"
- гранітний аспіраційний пил ТЗОВ «ККНМ «Технобуд»;
- карцовий пісок Славутського кар’єру (Хмельницька обл.) з $M_{кр}=2,05$; вміст пилуватих і глинистих часток, 0,8%.
- суперпластифікатор (СП) – Терміт ВУ – комплексна пластифікуюча, водоутримуюча (стабілізуюча) добавка для будівельних розчинів ДСТУ БВ.2.7-171-2008, NEQ.

Методика досліджень та результати. Для вивчення впливу факторів складу сумішей на основні властивості будівельних розчинів були виконані алгоритмізовані експерименти відповідно до трирівневого трифакторного плану B_3 [3]. Умови планування експерименту наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Умови планування експерименту

Фактори впливу		Рівні варіювання		
Натуральні	Кодовані	-1	0	1
Вміст цементу, ПЦ (кг)	X_1	150	200	250
Вміст гранітного пилу, ГАП (кг)	X_2	100	150	200
Вміст добавки «Терміт-ВУ», СП %	X_3	0,4	0,7	1

Рухомість розчинових сумішей та границю міцності розчинів на згин та стиск визначали за ДСТУ Б В.2.7-126-2011 у віці 7 та 28 діб. Рухомість розчинових сумішей була в межах 8...10 см. Матриця планування та отримані експериментальні результати приведені в табл.2 та табл. 3.

Таблиця 2

Матриця планування дослідів

№ точки	Кодовані значення факторів			Натуральні значення факторів			Склад розчину $кг/м^3$		
	X_1	X_2	X_3	ПЦ	ГАП	СП	Вода	Пісок	СП
1	2	3	4	5	6	7	9	10	11
1	+1	+1	+1	250	200	1	235	1335	2,5
2	+1	+1	-1	250	200	0,4	260	1310	1
3	+1	-1	+1	250	100	1	200	1450	2,5
4	+1	-1	-1	250	100	0,4	250	1390	1
5	-1	+1	+1	150	200	1	225	1425	1,5

Продовження табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	-1	+1	-1	150	200	0,4	250	1370	0,6
7	-1	-1	+1	150	100	1	200	1550	1,5
8	-1	-1	-1	150	100	0,4	230	1490	0,6
9	+1	0	0	250	150	0,7	250	1340	1,75
10	-1	0	0	150	150	0,7	240	1460	1,05
11	0	+1	0	200	200	0,7	250	1340	1,4
12	0	-1	0	200	100	0,7	260	1440	1,4
13	0	0	+1	200	150	1	225	1430	2
14	0	0	-1	200	150	0,4	255	1370	0,8
15	0	0	0	200	150	0,7	245	1390	1,4
16	0	0	0	200	150	0,7	245	1390	1,4
17	0	0	0	200	150	0,7	245	1440	1,4

Таблиця 3

Експериментальні результати досліджень мурувальних розчинів

№ точки	Міцність, МПа			
	при згині у віці 7 діб	при згині у віці 28 діб	при стиску у віці 7 діб	при стиску у віці 28 діб
1	2	3	4	5
1	3,2	4,3	14,7	14,9
2	2,8	3,8	11,9	13,2
3	2,4	3,2	10,5	12,0
4	2,0	2,7	8,3	10,0
5	1,3	1,7	5,3	6,1
6	1,1	1,4	4,0	5,0
7	1,1	1,4	4,1	5,0
8	0,9	1,2	3,5	4,5
9	2,9	3,8	11,0	14,0
10	1,4	1,9	6,2	6,8
11	1,9	2,6	8,0	9,0
12	1,4	1,9	6,0	7,0
13	1,3	1,7	5,6	6,2
14	1,2	1,6	4,2	5,7
15	1,7	2,2	7,6	8,2
16	1,7	2,3	7,4	8,4
17	1,9	2,5	7,2	8,1

Статистична обробка експериментальних даних дозволила отримати рівняння регресії досліджуваних параметрів (f_m^7 , f_m^{28} , $f_{m,tf}^{28}$), кодованих змінних, які наведені нижче:

$$f_m^7 = 6,95 + 3,33 \cdot x_1 + 1,15 \cdot x_2 + 0,83 \cdot x_3 + 2,017 \cdot x_1^2 +$$

(1)

$$+ 0,417 \cdot x_2^2 - 1,683 \cdot x_3^2 + 0,763 \cdot x_1 x_2 + 0,388 \cdot x_1 x_3 + 0,163 \cdot x_2 x_3$$

$$f_m^{28} = 8,22 + 3,67 \cdot x_1 + 0,97 \cdot x_2 + 0,57 \cdot x_3 + 2,468 \cdot x_1^2 +$$

(2)

$$+ 0,061 \cdot x_2^2 - 1,990 \cdot x_3^2 + 0,552 \cdot x_1 x_2 + 0,273 \cdot x_1 x_3 + 0,048 \cdot x_2 x_3$$

$$f_{m,tf}^{28} = 2,25 + 1,02 \cdot x_1 + 0,34 \cdot x_2 + 0,16 \cdot x_3 + 0,664 \cdot x_1^2 +$$

(3)

$$+ 0,064 \cdot x_2^2 - 0,536 \cdot x_3^2 + 0,213 \cdot x_1 x_2 + 0,063 \cdot x_1 x_3 + 0,013 \cdot x_2 x_3$$

Аналіз отриманих моделей (1, 2) показує, що у діапазоні варіювання досліджуваних факторів міцність розчинів при стиску, які містять гранітний пил, коливається в межах 4,5... 14,9 МПа, що є значно вищою згідно ДСТУ Б В.2.7-126:2011 для мурувальних розчинів, та складає не менше 5,0 МПа. Досліджувані фактори за впливом на величину міцності можна розмістити у наступний спадаючий ряд: ПЦ > ГАП > СП. Спостерігається суттєвий вплив ефектів взаємодії таких факторів, як вміст портландцементу та пилу, суперпластифікатора та ПЦ. Очевидно, що досягнення високої міцності розчинів можливе при відповідній оптимізації складів розчинів.

Графічні залежності міцності будівельних розчинів з використанням аспіраційного пилу від факторів складу наведені на рис.1 та рис.2.

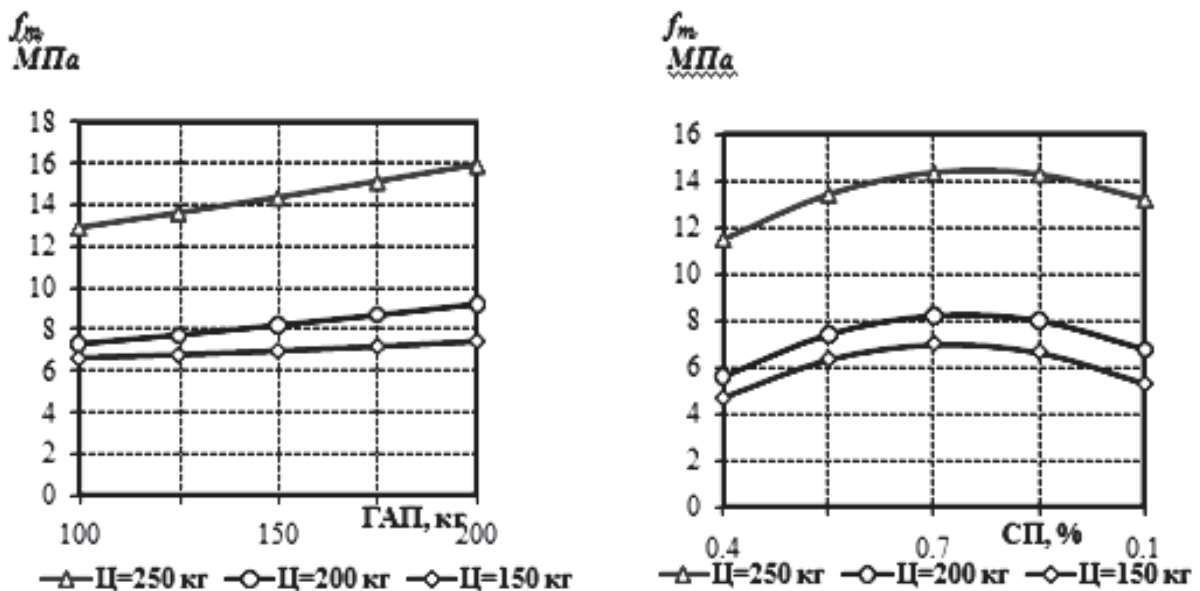


Рис. 1. Графічні залежності міцності будівельних розчинів на стиск у віці 28 діб від факторів складу

Аналіз отриманих графічних залежностей (рис.1) свідчить, що при збільшенні вмісту цементу та поступовому зростанні частки гранітного аспіраційного пилу з 100 кг до 200 кг спостерігається підвищення міцності розчинів на 15...20% при помірній витраті цементу (150...200 кг) та на 25...30% при 250 кг відповідно. З рис. 1 помітно, що вплив на неї суперпластифікатора має екстремальний характер. Добавка «Терміт-ВУ» позитивно впливає на міцність розчинів як в результаті зміни їх поверхневої енергії, так і в результаті зміни якісних характеристик контактного шару, підвищуючи її на 40...50%. Згідно з графічними залежностями витрата добавки має певну оптимальну область, що знаходиться в межах 0,6...0,8 %. З подальшим збільшенням її вмісту у розчині, міцність дещо знижується, що пояснюється надликовою кількістю залученого повітря до складу суміші. Введення даної добавки забезпечує необхідну водоутримуючу здатність розчинової суміші і знижує товщину необхідного шару.

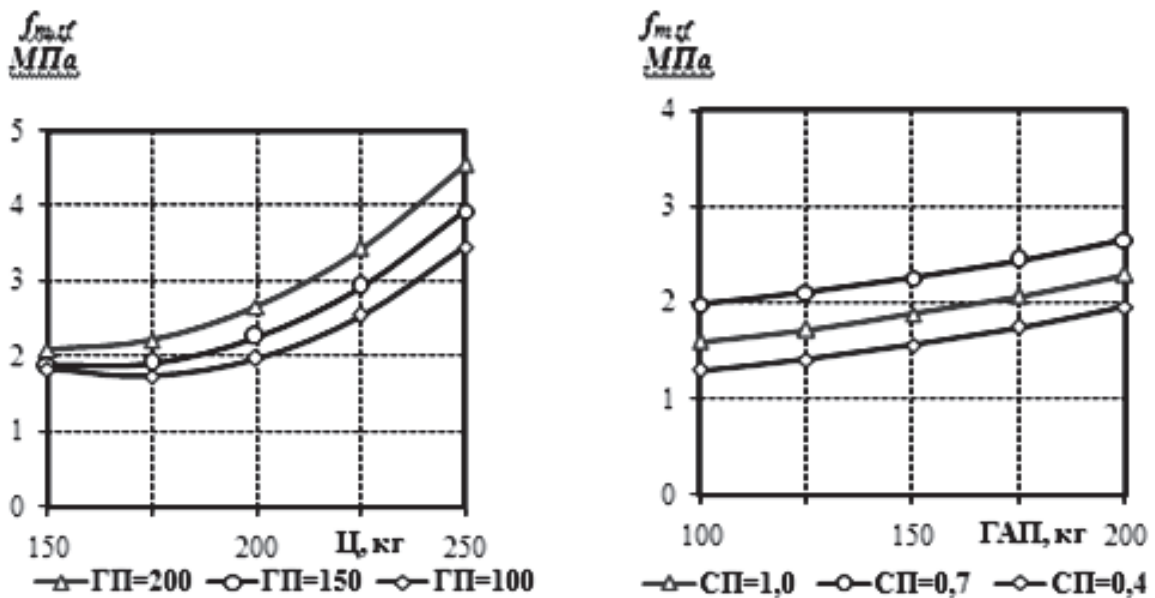


Рис. 2. Графічні залежності міцності будівельних розчинів на згин у віці 28 діб від факторів складу

Аналіз математичної моделі (3) та графічних залежностей наведених на рис. 2 дозволяє зробити висновок, що вплив досліджуваних факторів у діапазоні варіювання на міцність розчинів при згині має подібний характер з впливом на стиск. Визначальною при цьому є витрати гранітного пилу та портландцементу. При помірній витраті ПЦ до 200 кг збільшення вмісту гранітного пилу спричиняє підвищення міцності на 8...12%, а при подальшому збільшенні до 250 кг спостерігається ріст на 12...15% міцності при згині будівельних розчинів у віці 28 діб у досліджуваному діапазоні витрат пилу. Введення добавки «Терміт ВУ» чинить позитивний вплив на міцність, однак він має доволі слабкий характер у порівнянні з впливом інших факторів.

При максимальному вмісті цементу, гранітного пилу та оптимальній витраті ВУ міцність при згині найвища та рівна 4,3 МПа.

На основі отриманих експериментальних даних (табл.3.) були запропоновані склади будівельних розчинів марок М50...М150 з використанням гранітного пилу (табл.4).

Пропоновані склади будівельних розчинів отримують зі зниженою середньою густиною за рахунок використання комплексної добавки «Терміт ВУ».

Таблиця 4.

Рекомендовані склади розчинів при використанні аспіраційного гранітного пилу

№	Марка розчину	Витрати матеріалів, кг на 1м ³ розчину				Витрата води, л
		ПЦ	ГАП	ВУ	Пісок	
1	М 150 П8	250	200	2,0...2,5	1320	170...200
2	М 100 П8	230	150	1,75...2,25	1400	170...200
3	М 75 П8	200	100	1,6...2,0	1450	160...180
4	М 50 П8	150	100	1,25...1,5	1500	160...180

Висновки. Експериментально обґрунтована можливість отримання будівельних розчинів на основі сухих сумішей при використанні в якості наповнювача гранітного аспіраційного пилу з покращеними експлуатаційними властивостями. Введення ГАП в композиції з комплексною пластифікуючо-водоутримуючою добавкою «Терміт ВУ» дозволяє покращити властивості будівельних розчинів та регулювати їх для досягнення необхідних якісних показників.

1. Дворкін Л.Й., Дворкін О.Л., Пушкарьова К.К., Кочевих М.О., Мохорт М.А. Використання техногенних продуктів у будівництві.-НУВГП, Рівне,2009.-340с.

2.Сучасні композиційні будівельно-оздоблювальні матеріали / [Захарченко П. В., Долгий Е. М., Галаган Ю. О. та ін.] – К, 2005. – 512 с.

3. Дворкін Л.Й. Розв'язування будівельно-технологічних задач методами математичного планування експерименту / Дворкін Л.Й., Дворкін О.Л., Житковський В.В. - Рівне: НУВГП, 2011- 174 с.