

УДК 691.535

**СУХІ СУМІШІ ДЛЯ БУДІВЕЛЬНИХ РОЗЧИНІВ З
ВИКОРИСТАННЯМ ГРАНІТНОГО АСПІРАЦІЙНОГО ПИЛУ**

**СУХИЕ СМЕСИ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАСТВОРОВ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГРАНИТНОЙ АСПИРАЦИОННОЙ ПЫЛИ**

**DRY MIXES FOR BUILDING MORTARS WITH GRANITE DUST
ASPIRATION**

Дворкін Л.Й., д.т.н., проф., Марчук В.В., к.т.н., ст. викладач, Редька Н.В., студент, (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

Дворкин Л.И., д.т.н., проф., Марчук В.В., к.т.н., ст. преподаватель, Редька Н.В., студент, (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно)

Dvorkin L.J., doctor of technical sciences, professor, Marchuk V.V., candidate of technical sciences, Redka N. V. student, (National University of Water Management and Nature Resources, Rivne)

Наведені результати експериментальних досліджень будівельних розчинів на основі сухих будівельних сумішей з використанням аспіраційного гранітного пилу. Показана можливість отримання розчинів марок М75...М200 різного складу. Наведені і проаналізовані експериментально-статистичні моделі технологічних та фізико-механічних властивостей розчинових сумішей та розчинів, показано шляхи їх покращення.

Приведены результаты экспериментальных исследований строительных растворов на основе сухих строительных смесей с использованием аспирационной гранитной пыли. Показана возможность получения растворов марок М75...М200 различного состава. Приведены и проанализированы экспериментально-статистические модели технологических и физико-механических свойств растворных смесей и растворов, показаны пути их улучшения.

The experimental results of mortars based on dry building mixtures with use of aspirating granite dust were studied. The possibility of obtaining the mortars grades – 75 ... 200 with different compositions is studied. Experimental-statistical models are analyzed of technological and mechanical properties of modified mortars, the ways to improve them.

Ключові слова:

Аспіраційний пил, будівельний розчин, суперпластифікатор, водоутримуюча добавка.

Аспирационная пыль, строительный раствор, суперпластификатор, водоудерживающая добавка.

Aspiration dust, mortar, superplasticizer, water-retaining agent.

Одним з компонентів сухих будівельних сумішей (СБС) є дисперсний наповнювач, який приймає активну участь у процесах структуроутворення будівельних розчинів та покращує їх технологічні і фізико-механічні властивості [1...3]. Дослідження показали, що в якості наповнювача з успіхом можуть бути використані матеріали техногенного походження [4, 5]. На каменеподрібновальних заводах утворюються значні об'єми аспіраційного гранітного пилу (АГП), що вловлюється рукавними фільтрами при подрібненні граніту на щебінь та має високу дисперсність і не потребує сушіння. На багатьох кар'єрах в даний час АГП не використовується і надходить у відвали забрубноючи навколишнє середовище.

Метою роботи було встановлення можливості отримання будівельних розчинів на основі СБС з використанням АГП, а також вивчити вплив на властивості розчинів факторів складу.

У якості вихідних матеріалів використовували:

- Портландцемент ПЦ II/A-Ш-500, виробництва ПАТ "Волинь-цемент".
- Аспіраційний гранітний пил Клесівського кар'єру Рівненської області, хімічний склад якого в %: $\text{SiO}_2 - 72,97$; $\text{Al}_2\text{O}_3 - 13,6$; $\text{Fe}_2\text{O} - 0,98$; $\text{FeO} - 0,58$; $\text{TiO} - 0,3$; $\text{MgO} - 0,46$; $\text{CaO} - 1,29$; $\text{Na}_2\text{O} - 3,91$; $\text{K}_2\text{O} - 5,18$; $\text{P}_2\text{O}_5 - 0,08$; $\text{H}_2\text{O} - 0,15$; ВПП – 0,6, питома поверхня якого складає $550 \text{ м}^2/\text{кг}$, фракційний склад в %: до 20 мкм – 25,5; 20...40 мкм – 34,5; 40...80 мкм – 29,5; 80...160 мкм – 10,5.
- кварцовий пісок Славутського кар'єру (Хмельницька обл.) з $M_{кр}=2,05$; вміст пилуватих і глинистих часток, 0,8%
- суперпластифікатор (СП) - нафталінформальдегідного типу СП-1;
- водоутримуючу добавку – ефір целюлози (ЕЦ) WeKcelo MP 75 НМ, в'язкість 2-% розчину 33000...38000 МПа·с (за Хьоплером), вміст активної речовини не менше 91,5%, вміст NaCl не більше 1,5%.

Для вивчення впливу складу розчинів на основні властивості були виконані алгоритмізовані експерименти відповідно до трирівневого чотирифакторного плану B_4 [6]. Змінними факторами вибрано: вміст цементу ($X_1 = 200 \pm 50 \text{ кг}$), гранітного пилу ($X_2 = 75 \pm 25 \text{ кг}$), супер-пластифікатора ($X_3 = 0,4 \pm 0,1\%$, від маси цементу) та водоутримуючої добавки ($X_4 = 0,15 \pm 0,05\%$). Як вихідні параметри вибрано міцність при стиску, згині та адгезійну міцність розчину, що містить від 50 до 100 кг АГП. Рухомість, водоутримувальну здатність розчинових сумішей визначали згідно ДСТУ Б В.2.7-239. Границю міцності розчину на згин та стиск, а також адгезію

визначали згідно з ДСТУ Б В.2.7-126-2011 у віці 28 діб. Матриця планування та отримані експериментальні результати приведені в табл.1.

Таблиця 1

Матриця планування та експериментальні результати*

№	Фактори впливу				Міцність, МПа		
	Ц, кг	АГП, кг	СП, %	ЕЦ, %	на стиск	на розтяг	адгейна
1	250	100	0,5	0,2	16,4	4,9	0,66
2	250	100	0,5	0,1	18,6	5,1	0,74
3	250	100	0,3	0,2	13,5	3,8	0,54
4	250	100	0,3	0,1	15,3	3,8	0,61
5	250	50	0,5	0,2	11,8	4,9	0,46
6	250	50	0,5	0,1	12,32	5,4	0,47
7	250	50	0,3	0,2	12,5	5,5	0,48
8	250	50	0,3	0,1	12,6	6,7	0,48
9	150	100	0,5	0,2	14,6	4,8	0,58
10	150	100	0,5	0,1	13,3	4,1	0,53
11	150	100	0,3	0,2	9,5	2,7	0,38
12	150	100	0,3	0,1	10,5	2,2	0,42
13	150	50	0,5	0,2	8,0	3,4	0,31
14	150	50	0,5	0,1	6,8	2,8	0,26
15	150	50	0,3	0,2	6,0	2,9	0,23
16	150	50	0,3	0,1	7,6	3,2	0,29
17	250	75	0,4	0,15	16,0	6,4	0,64
18	150	75	0,4	0,15	10,0	1,6	0,40
19	200	100	0,4	0,15	14,2	3,5	0,57
20	200	50	0,4	0,15	12	3,2	0,46
21	200	75	0,5	0,15	10,5	2,9	0,42
22	200	75	0,3	0,15	10,2	3,2	0,41
23	200	75	0,4	0,2	11,6	2,9	0,46
24	200	75	0,4	0,1	11,2	3,5	0,45

* - рухомість розчинових сумішей була в межах 6...8 см за занурення стандартного конусу.

Статистична обробка експериментальних даних дозволила отримати рівняння регресії досліджених параметрів, кодованих змінних, які наведені нижче.

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

Міцність при стиску:

$$f_{cm} = 12 + 2,39 \cdot x_1 + 2,03 \cdot x_2 + 0,82 \cdot x_3 - 0,25 \cdot x_4 + 0,97 \cdot x_1^2 + 1,08 \cdot x_2^2 - 1,69 \cdot x_3^2 - 0,64 \cdot x_4^2 - 0,3 \cdot x_1x_2 - 0,24 \cdot x_1x_3 - 0,28 \cdot x_1x_4 + 0,86 \cdot x_2x_3 - 0,17 \cdot x_2x_4 + 0,27 \cdot x_3x_4 \quad (1)$$

Міцність при згині:

$$f_{if} = 3,2 + 1,06 \cdot x_1 - 0,2 \cdot x_2 + 0,2 \cdot x_3 - 0,1 \cdot x_4 + 0,8 \cdot x_{12} + 0,2 \cdot x_{22} - 0,1 \cdot x_{32} - 0,04 \cdot x_{42} - 0,4 \cdot x_1x_2 - 0,22 \cdot x_1x_3 - 0,21 \cdot x_1x_4 + 0,52 \cdot x_2x_3 + 0,16 \cdot x_2x_4 + 0,11 \cdot x_3x_4 \quad (2)$$

Адгезійна міцність:

$$f_{adh} = 0,48 + 0,09 \cdot x_1 + 0,09 \cdot x_2 + 0,03 \cdot x_3 - 0,01 \cdot x_4 + 0,04 \cdot x_{12} + 0,03 \cdot x_{22} - 0,07 \cdot x_{32} - 0,02 \cdot x_{42} - 0,01 \cdot x_1x_2 - 0,01 \cdot x_1x_3 - 0,01 \cdot x_1x_4 + 0,03 \cdot x_2x_3 - 0,007 \cdot x_2x_4 + 0,01 \cdot x_3x_4 \quad (3)$$

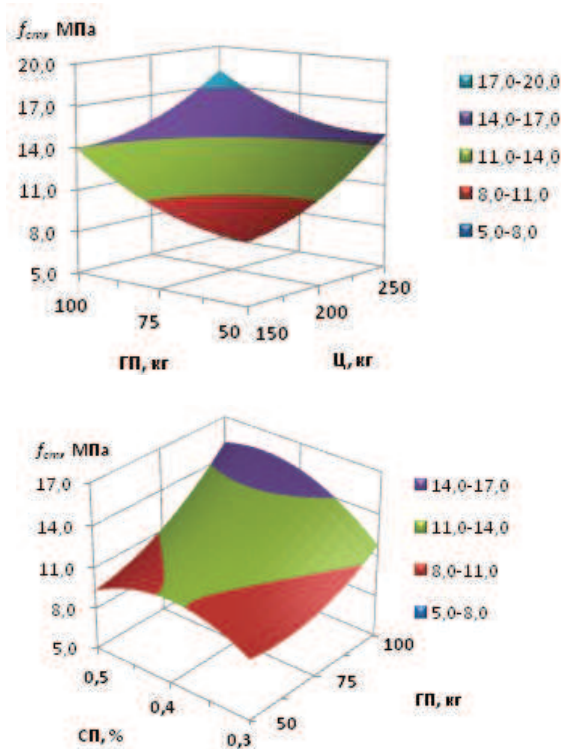


Рис.1.Графічні залежності міцності будівельних розчинів у віці 28 діб з використанням аспіраційного пилу

Як видно з рис. 1 на міцність при стиску зразків суттєвий вплив, поряд з витратою цементу чинить також кількість гранітного пилу. Збільшення витрати пилу з 50 кг до 75 кг призводить до росту міцності розчинів на 15...20%, а подальше збільшення до 100 кг дозволяє отримати розчини з міцністю вищою на 30...40%. При цьому підвищення водопотреби нівелюється введенням суперпластифікатора. При використанні 75 кг гранітного пилу найбільшу міцність показують розчини із вмістом 250 кг портландцементу, 0,4 мас.% добавки СП-1 та 0,15 мас.% ефіру целюлози ($f_{cm}=15,6$ МПа), а при витраті 100 кг АГП, найвищі показники міцності отримані при використанні 250 кг портландцементу, 0,4 мас.% добавки СП-1 та 0,1 мас.% ефіру целюлози ($f_{cm}=18,16$ МПа).

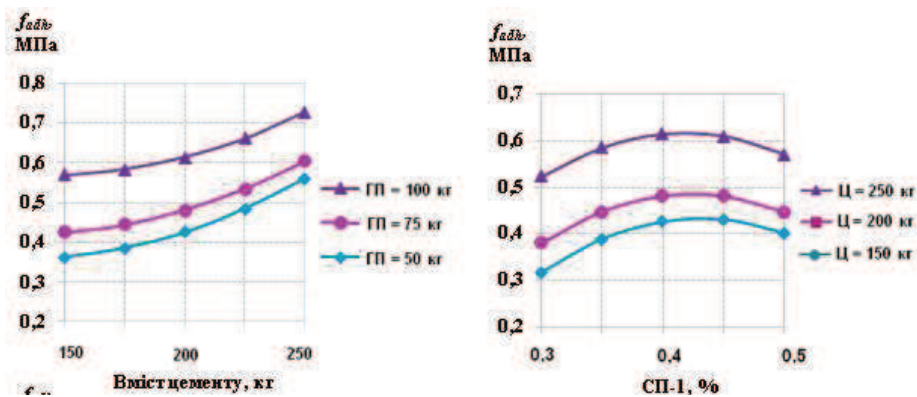


Рис.2.Графічні залежності адгезійної міцності будівельних розчинів при використанні аспіраційного гранітного пилу

З рис. 2 помітно, що при збільшенні вмісту цементу спостерігається підвищення адгезійної міцності розчину при поступовому зростанні частки гранітного пилу. Введення ж пластифікатора при оптимальному, позитивно впливає на адгезійні показники, але з подальшим збільшенням його вмісту у розчині, міцність дещо знижуються. Позитивні результати отримані при використанні також ефіру целюлози – її вплив на адгезійну міцність у порівнянні з суперпластифікатором дає найбільш задовільні результати при вмісті добавки (близько 0,13 – 0,18% за масою).

Стабілізуючий вплив на втрату рухомості чинить водоутримуюча добавка. Вона дозволяє суттєво подовжити "термін придатності" розчинових сумішей, що містять суперпластифікатор.

Позитивний вплив аспіраційного пилу на міцність розчинів може бути суттєво зменшений при неоптимальній витраті добавок СП та ЕЦ.

Гранітний пил, приймаючи активну участь у процесах структуроутворення, позитивно впливає на міцність розчинів, особливо при введенні суперпластифікатора. Досягнення певних значень міцнісних

показників розчинів можливе при різних співвідношеннях факторів, які характеризують вміст основних компонентів. При цьому спільне введення СП та високодисперсних наповнювачів позитивно позначається на міцності розчину навіть при незмінному водовмісті, що можна пояснити створенням кращих умов для фізико-хімічної взаємодії між частинками у твердіючому розчині.

На основі отриманих експериментальних даних (табл.1.) були запропоновані склади сухих будівельних сумішей для штукатурних розчинів марок М75...М200 з використанням гранітного пилу (табл.2).

Таблиця 2.

Рекомендовані склади будівельних розчинів при використанні аспіраційного гранітного пилу

№	Марка розчину	Витрати матеріалів, кг на 1 т СБС					Витрата води, л
		Ц	ГП	СП	ЕЦ	Пісок	
1	М 200	250	100	0,75...1	1,5...1,75	650	160...190
2	М 150	200	100	0,8...1	1,5...1,75	700	150...180
3	М 100	150	100	1...1,2	1,25...1,5	750	120...140
4	М 75	150	50	1...1,2	1,25...1,5	800	130...150

Висновок Експериментально обґрунтована можливість отримання будівельних розчинів на основі сухих сумішей при використанні в якості наповнювача гранітного аспіраційного пилу з покращеними експлуатаційними властивостями. Введення АГП в композиції з суперпластифікатором та водоутримуючою добавкою 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. Золотісні портландцементи та бетони на їх основі / Саницький М. А., Марків Т. С., Новицький Ю. Л. [та ін.] // Матеріали V-го семінару “Структура, склад та властивості бетону”.– Рівне, 2006. С.21-29.
4. Цементные бетоны с минеральными наполнителями / Л. И. Дворкин, В. И. Соломатов, В. Н. Выровой, С. М. Чудновский. Под ред. Л. И. Дворкина, – К.: Будивельник, 1991. – 136 с.
5. Соломатов В.И. Пути активизации наполнителей композиционных строительных материалов / Соломатов В.И., Дворкин Л.И., Чудновский С. М. // Изв. вузов: Строительство и архитектура. – 1987. - N1 - С. 60 - 63.
6. 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.