

ARCHITECTURE, CONSTRUCTION AND DESIGN

Особливості застосування гранітного аспіраційного пилу в сухих ремонтних сумішах

Сятковський Олег Анатолійович¹

¹старший викладач кафедри технологій будівельних виробів і матеріалів;
Національний університет водного господарства та природокористування; Україна

Анотація. Досліджено особливості застосування гранітного аспіраційного пилу як структуропосилуючої добавки у поєднанні з активними мінеральними добавками (метакаолін, мікрокремнезем) у сухих будівельних ремонтних сумішах. Експериментально встановлено, що введення гранітного пилу спільно з активними мінеральними добавками покращує адгезійні властивості та знижує капілярне водопоглинання за рахунок ущільнення мікроструктури цементного каменю і утворення додаткових продуктів гідратації. Результати підтверджують перспективність застосування техногенних відходів для підвищення основних показників ремонтних сумішей.

Ключові слова: гранітний аспіраційний пил; метакаолін; мікрокремнезем; суха ремонтна суміш; адгезія; капілярне водопоглинання; структуроутворення.

Вступ. Широке застосування сухих будівельних ремонтних сумішей є принципово важливим в умовах збільшення обсягів ремонту та реконструкції конструкцій. Актуальним є використання відходів промисловості – зокрема гранітного аспіраційного пилу – у поєднанні з різними мінеральними добавками при формуванні складів цих сумішей. Визначальним фактором є обґрунтований вибір оптимальних складів для забезпечення високих показників якості [1, 2].

Стан питання. Максимальна ефективність застосування ремонтних СБС досягається при поєднанні високих показників фізико-механічних властивостей та експлуатаційних характеристик [1]. Поряд з традиційними матеріалами актуальним є використання відходів промисловості: зол виносу, мелених шлаків, аспіраційного гранітного пилу [2, 3]. У роботах Л.Й. Дворкіна, Р.Ф. Рунової зазначено, що додавання аспіраційного гранітного пилу зменшує пористість та посилює структуроутворення [2]. Разом з тим є потреба у дослідженнях впливу аспіраційного пилу у поєднанні з активними мінеральними добавками.

ARCHITECTURE, CONSTRUCTION AND DESIGN

Мета роботи – дослідити особливості та підтвердити ефективність застосування аспіраційного гранітного пилу у поєднанні з активними мінеральними добавками (метакаолін, мікрокремнезем) на показники адгезійної міцності та капілярного водопоглинання сухої будівельної ремонтної суміші.

Матеріали та методи. Склади підбирались з урахуванням вимог ДСТУ EN 1504-3:2022 [4] (табл. 1).

Таблиця 1

Нормовані показники ремонтних матеріалів (ДСТУ EN 1504-3:2022) [4]

№	Показник	Метод	Вимоги		
			R3	R2	R1
1	Адгезія, МПа	ДСТУ EN 1542	>1,5	≥0,8	–
2	Рст, МПа	ДСТУ EN 12190	≥25	≥15	≥10
3	Водопоглинання, кг·м ⁻² ·год ^{-0,5}	ДСТУ EN 13057	≤0,5	–	–

Використані матеріали: портландцемент ЦЕМ І 500-Н (Волинь-Цемент); кварцовий пісок (Мкр = 1,5); гранітний аспіраційний пил (Клесівський кар'єр «Технобуд», ρ = 2,82 г/см³, питома поверхня 500 м²/кг); метакаолін (Чернівці, ρ = 2,6 г/см³, 1500 м²/кг); мікрокремнезем (Італія, ρ = 2,2 г/см³, 2500 м²/кг); суперпластифікатор, ефір целюлози (ЕЦ), редиспергований полімерний порошок (РПП). Досліджено 4 склади (табл. 2).

Таблиця 2

Компонентний склад досліджуваних сумішей, %

№	Компонент	Склад 1	Склад 2	Склад 3	Склад 4
1	Цемент, %	38,0	38,0	38,0	38,0
2	Пісок (двофракційний), %	58,5	44,9	44,9	44,9
3	Гранітний аспіраційний пил, %	–	14,0	14,0	14,0
4	Метакаолін, %	–	–	4,0	–
5	Мікрокремнезем, %	–	–	–	4,0
6	Ефір целюлози, %	0,4	0,4	0,4	0,4
7	Пластифікатор, %	–	1,14	1,14	1,14
8	РПП, %	1,6	1,6	1,6	1,6

Визначення показників: адгезія – ДСТУ EN 1542:2022 [6] (метод відриву, диск S = 1962,5 мм², бетонні плити

ARCHITECTURE, CONSTRUCTION AND DESIGN

300×300×100 мм); міцність на стиск – ДСТУ EN 12190:2022 [7] (балочки 160×40×40 мм, 28 діб); капілярне водопоглинання – ДСТУ EN 13057:2022 [8] (зразки D = 100 мм, h = 30 мм, занурення 2 мм, 28 діб). По 3 зразки на кожний склад і показник.

Результати досліджень. Основні властивості сумішей наведено у табл. 3.

Таблиця 3

Властивості досліджуваних ремонтних сумішей

№	Склад	В/В	Середня густина, кг/м³	Адгезія (ДСТУ EN 1542), МПа	R _{ст28} (ДСТУ EN 12190), МПа	Водопоглинання (ДСТУ EN 13057), кг·м ⁻² ·год ^{-0,5}
1	1	0,68	2220	1,35	28,2	0,38
2	2	0,70	2090	1,38	28,0	0,37
3	3	0,73	2100	1,48	29,2	0,31
4	4	0,74	2100	1,51	30,1	0,29

Аналіз результатів (табл. 3) показує, що гранітний аспіраційний пил (склад 2) не погіршує показників порівняно з контрольним і забезпечує стійке структуроутворення. Введення метакаоліну (склад 3) підвищує адгезію до 1,48 МПа (+10 % до контролю) і знижує водопоглинання до 0,31 кг·м⁻²·год^{-0,5} (-18 %). Найкращий результат – склад 4 з мікрокремнеземом: адгезія 1,51 МПа (+12 %), водопоглинання 0,29 кг·м⁻²·год^{-0,5} (-24 %), R_{ст} = 30,1 МПа.

Покращення пояснюється здатністю активних мінеральних добавок утворювати додаткові С-С-Н і С-А-Н гідрати, що ущільнюють мікроструктуру й покращують контактну зону «розчин-основа». Всі склади відповідають класу R2 і вище за ДСТУ EN 1504-3:2022 (адгезія ≥ 0,8 МПа, водопоглинання ≤ 0,5 кг·м⁻²·год^{-0,5}).

Висновки.

- Гранітний аспіраційний пил у поєднанні з активними мінеральними добавками ефективно покращує властивості сухих ремонтних сумішей.
- Введення 4 % метакаоліну підвищує адгезію на 10 %, знижує водопоглинання на 18 %; введення 4 % мікрокремнезему – на 12 % і 24 % відповідно.
- Всі досліджені склади відповідають вимогам класу R2 і вище за ДСТУ EN 1504-3:2022.

ARCHITECTURE, CONSTRUCTION AND DESIGN

Список використаних джерел:

- [1] Рунова Р.Ф., Носовський Ю.Л. Технологія модифікованих будівельних розчинів. Київ: КНУБіА, 2007. 256 с.
- [2] Дворкін Л.Й., Дворкін О.Л., Пушкарьова К.К., Кочевих М.О., Мохорт М.А. Використання техногенних продуктів у будівництві. Рівне: НУВГП, 2009. 340 с.
- [3] Дворкін Л.Й., Житковський В.В., Марчук В.В. Ефективні сухі будівельні суміші та розчини на їх основі. Київ: Каравела, 2024. 348 с.
- [4] ДСТУ EN 1504-3:2022. Вироби і системи для захисту й ремонту бетонних конструкцій. Ч. 3. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2022.
- [5] ДСТУ Б В.2.7-126:2011. Суміші будівельні сухі модифіковані. Київ, 2011.
- [6] ДСТУ EN 1542:2022. Вимірювання міцності з'єднання відриванням. Київ, 2022.
- [7] ДСТУ EN 12190:2022. Визначення міцності ремонтного розчину на стиск. Київ, 2022.
- [8] ДСТУ EN 13057:2022. Визначення опору капілярному поглинанню. Київ, 2022.
- [9] Дворкін Л.Й. Добавки у бетонах та розчинах. Київ: Каравела, 2025. 205 с.
- [10] Гоц В.І. Бетони і будівельні розчини. Київ: КНУБА, 2003. 472 с.