

В. С. Терлига, Х. С. Соболев, Ю. Л. Новицький, С. Ю. Терлига*
Національний університет "Львівська політехніка",
кафедра автомобільних шляхів,
* Товариство з обмеженою відповідальністю "Ферозіт"

ДОСЛІДЖЕННЯ СУХИХ БУДІВЕЛЬНИХ СУМІШЕЙ ДЛЯ ПРОМИСЛОВИХ ПІДЛОГ

© Терлига В. С., Соболев Х. С., Новицький Ю. Л., Терлига С. Ю., 2015

Розроблено рецептури сухих будівельних сумішей для промислових підлог. Основними показниками такого матеріалу є достатня розтічність розчинової суміші протягом певного проміжку часу, необхідного для її вкладання, висока початкова міцність, мінімальна деформативність затверділого матеріалу. Показано технологію влаштування промислових підлог у приміщеннях з підвищеним навантаженням. Досліджено кварцовий пісок різного гранулометричного складу на фізико-механічні властивості сухої будівельної суміші для промислових підлог. Встановлено вплив хімічних добавок-модифікаторів на реологічні властивості розчинової суміші та міцнісні характеристики розчину. Проведено випробування розроблених сухих будівельних сумішей відповідно до стандарту ДСТУ Б В.2.7-126:2011. Досліджено фазовий склад та мікроструктуру розчину на основі сухої будівельної суміші та встановлено, що у розчині наявні основні цементні гідратні фази.

Ключові слова: суха будівельна суміш, розтічність, фізико-механічні характеристики, мікроструктура, хімічні добавки-модифікатори, промислова підлога, розчин, гранулометрія, фазовий склад.

In this paper prescriptions of dry building mixes for industrial floors were developed. Main indicators for such material are enough spreadability of fresh mixture during certain period of time, needed for its enclosing, high early strength, minimal deformation of hardened material. Technology of industrial floors construction in buildings with high loading is showed. Investigation of quartz sand with different granulometry on physical and mechanical properties of dry building mix for industrial floors is conducted. Influence of chemical admixtures on rheological properties of fresh mixture and strength indicators of mortar is defined. Testing of developed dry building mixes according to norm DSTU B V.2.7-126:2011 was made. Phase composition and microstructure of mortar on the basis of dry building mix were investigated and presence of main cement hydrated phases in mortar was established.

Key words: dry building mix, spreadability, physical-mechanical properties, microstructure, chemical admixtures, industrial floor, mortar, granulometry, phase composition

Вступ

Конструкція сучасних промислових підлог представлена багатьма шарами, враховуючи гідро-, звуко-, теплоізоляцію, однак типовою є конструкція із так званих стяжок тапокриття. Саме ці шари виготовляються із розчинів, що отримуються за технологією сухих будівельних сумішей, оскільки забезпечують самонівелювання, тобто утримання абсолютно горизонтальної поверхні та низки інших спеціальних властивостей за рахунок запропонованого складу [1, 2], що визначає показники загальнотехнічних властивостей – міцність, стиральність, атмосферо- та корозійну стійкість.

Досить часто ремонту потребують підлоги старих споруд промислового призначення (виробничі цехи, ангари, склади), де використання традиційного бетону є недоцільним через малі об'єми, важкодоступні місця, потребу у наданні особливих характеристик суміші. Саме у таких випадках раціонально використовувати сухі будівельні суміші, що застосовують для виготовлення промислових підлог – чітко підібраний гранулометричний склад, а також застосування сучасних

добавок-модифікаторів дає змогу отримати суміш зі заданими властивостями та розчин з покращеними фізико-механічними показниками. Особливість СБС для промислових підлог пояснюється необхідністю одночасного забезпечення високої пластичності розчинової суміші протягом певного проміжку часу, необхідного для її вкладання, високої початкової міцності, мінімальної деформативності затверділого матеріалу. Розчинові суміші повинні швидко набирати міцність, забезпечуючи можливість технологічного пересування в короткі терміни, а мінімальні навантаження – через 72 год, для виняткових випадків, потрібно забезпечити через 3 і 24 години.

Аналіз останніх досліджень

Для покращення міцнісних характеристик промислових підлог можливе додавання до портландцементу комплексної добавки, що вміщує активний алюмосилікат у вигляді термообробленого каоліну (метакаолін) та прискорювач гідратації у вигляді сульфату натрію. Автори Р. Ф. Рунова та В. В. Троян підтвердили, що саме за участю цих речовин забезпечуються умови синтезу еtringіту на ранніх стадіях тверднення [4, 5]. Одним з основних позитивних результатів такої в'язучої системи є забезпечення значного послаблення деформаційних процесів. Протягом 30 діб: максимальна усадка становить 0,7 мм/м, тобто в 2 рази менша, ніж регламентована стандартом. Технологічна міцність (необхідність виконання робіт на об'єкті) забезпечується розчином через 24 год. До особливостей такого розчину треба зарахувати підвищену корозійну стійкість у таких агресивних середовищах, як розчини сульфату магнію, їдкого натру, рослинної олії. Така властивість зумовлена впливом пуцоланового ефекту з боку метакаоліну, який зв'язує гідроксид кальцію в тверднучому розчині.

Окрему групу розробок рецептури розчинів для підлог становлять ті, в яких досліджена роль полімерної фібри. Так, дослідженнями Є. К. Карапузова та В. Г. Сохи запропоновано полімерцементні розчини для високоміцних промислових підлог [3]. Показано, що додавання фібри (поліпропіленове або поліамідне волокно) разом з полімерним компонентом, у вигляді модифікуючого комплексу, підвищує міцність на стиск та згин на 15–22 %. Співвідношення компонентів у такому комплексі становить: 0,05–0,12 масових частин полімерної фібри і 1,5–3,5 масових частин добавки. Кращі результати отримані за одночасного введення в рецептуру тонкодисперсного доломітового наповнювача, що загалом сприяє підвищенню ранньої міцності розчину на 30–35 %. Найважливішим результатом такої рецептури є відсутність тріщиноутворення в тонкому шарі розчину.

Постановка мети і задач досліджень

Метою роботи є розроблення та дослідження сухих будівельних сумішей для промислових підлог, з використанням мінеральних та хімічних добавок, оптимізація їхнього складу та визначення будівельно-технічних властивостей.

Методика досліджень

Сухі будівельні суміші для промислових підлог одержували на основі портландцементу ПЦ І-500-Н виробництва ПАТ “Івано-Франківськцемент”, що характеризується високим вмістом C_3S і, відповідно, високою ранньою міцністю.

Як мінеральні компоненти використано піски різних родовищ Львівської області – Жовківський, Миколаївський та Бібрецький.

Для модифікування сухих будівельних сумішей використано пластифікатор на основі полікарбоксилату (ПКС) та базальтові і поліпропіленові (ВАП) армувальні волокна.

Властивості промислової підлоги досліджували згідно з чинними стандартами та загальноприйнятими методиками.

Результати досліджень

Покриття на основі сухих будівельних сумішей виконуються по нових і старих мінеральних основах: бетону, цементно-піщаних стяжках, мозаїчних плитах і ін. Технологія виготовлення промислових підлог полягає у підготовці бетонної основи (оброблення швів та тріщин), яка покривається ґрунтовкою, після чого влаштовується наливна підлога та топінг. Останнім етапом виробництва є нарізка швів (рис. 1).

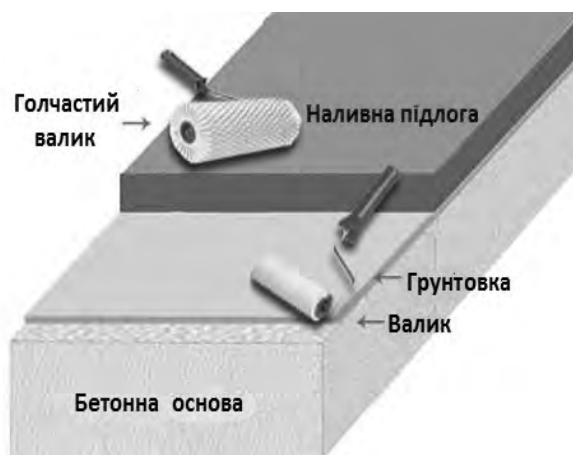


Рис. 1. Технологія влаштування промислових підлог

Основним компонентом, що впливає на міцність промислової підлоги є в'язуча речовина. Проте значний вплив на формування мезоструктури розчину на основі сухої будівельної суміші має характер заповнювача (крупність, форма частинок тощо). Тому з метою визначення оптимального заповнювача у складі сухої суміші проведено дослідження трьох видів кварцового піску Львівської обл.: Жовківського, Миколаївського та Бібрецького родовищ. Дослідження показали, що найбільшим модулем крупності характеризується Жовківський кварцовий пісок (Скварявське родовище) – 2,21, крива розсіву якого частково потрапляє в область допустимих значень (рис. 2).

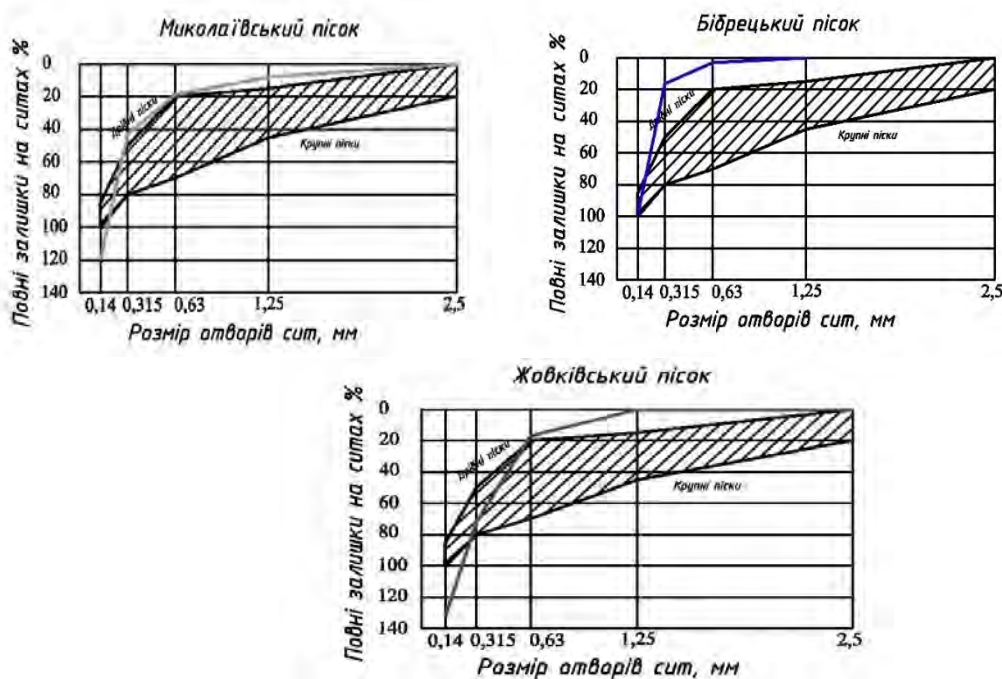


Рис. 2. Криві розсіву пісків різних родовищ Львівської області

Згідно з ДСТУ Б В.2.7-126:2011 самонівелювальна промислова підлога типу ПО 2 повинна характеризуватись розтічністю не менше ніж 17 см, тому розроблені склади досліджувались за приблизно однакової рухомості. Встановлено, що найбільша міцність розчину за стиску, як у ранні, так і пізні терміни тверднення, 31 МПа та 52,5 МПа, відповідно через 3 та 28 діб тверднення досягається в разі використання Миколаївського кварцового піску (табл. 1). Проте розтічність такої суміші 17 см є дещо меншою порівняно зі складом на основі Жовківського піску 19 см. Границя міцності розчину покриття ПО 2 на розтяг за згину через 28 діб тверднення повинна становити не менше ніж 5 МПа. Усі склади забезпечують таку вимогу, проте найбільша міцність 11,2 МПа досягається у разі використання Жовківського кварцового піску.

Вплив кварцового піску різних родовищ на властивості промислової підлоги

| № складу | Вміст компонентів, мас.% | | | | В/Т | Розтічність, см | Границя міцності при стиску, МПа 3 доба | Границя міцності при стиску, МПа 7 доба | Границя міцності при стиску, МПа 28 доба |
|----------|--------------------------|-------------|------------|-----|------|-----------------|--|--|---|
| | Кварцовий пісок | | | ПЦІ | | | | | |
| | Миколаївський | Жовківський | Бібрецький | | | | | | |
| 1 | 50 | – | – | 50 | 0,21 | 17 | 31,0 | 40 | 52,5 |
| 2 | – | 50 | – | 50 | 0,17 | 19 | 30,9 | 39,9 | 47,4 |
| 3 | – | – | 50 | 50 | 0,19 | 16 | 28,9 | 32,9 | 39,6 |

Значний вплив на структурування цементного каменю має характер модифікування суміші, а саме тип використаних дрібнодисперсних компонентів і пластифікувальних та армувальних добавок, використання яких у складі систем для промислових підлог потребує додаткових досліджень. Використання поліпропіленових волокон (ВАП) довжиною 6 мм призводить до зростання міцності на розтяг у разі вигину та в разі стиску на 25 та 3 % відповідно. Введення до складу суміші базальтових волокон довжиною 15 мм спричиняє зростання міцності, як на розтяг при вигині, так і при стиску на 16 та 15 % відповідно (табл. 2). Використання базальтових волокон меншої довжини є недоцільним, оскільки це не покращує фізико-механічних характеристик розчину.

Таблиця 2

Вплив пластифікатора та армувальних волокон на фізико-механічні характеристики промислової підлоги

| № складу | Вміст компонентів, мас.% | | | | | | Границя міцності в разі стиску, МПа 28 доба | Границя міцності на розтяг у разі вигину, МПа 28 доба |
|----------|--------------------------|-----------------|------|---------------------------|----------------------------|------------|--|--|
| | ПЦ | Кварцовий пісок | ПКС | Волокно базальтове – 5 мм | Волокно базальтове – 15 мм | ВАП – 6 мм | | |
| 1 | 35 | 50 | 0,05 | 0,2 | – | – | 39,1 | 12,3 |
| 2 | 35 | 50 | 0,05 | – | 0,2 | – | 45,2 | 14,2 |
| 3 | 35 | 50 | 0,05 | – | – | 0,2 | 40,1 | 15,3 |
| 4 | 35 | 50 | 0,05 | – | – | – | 39,2 | 12,2 |

З метою встановлення проходження процесів гідратації під час тверднення системи проведено дослідження за допомогою рентгенофазового та електронно-мікроскопічного аналізів.

Встановлено, що на дифрактограмах досліджуваних зразків через три доби тверднення спостерігаються лінії гідроксиду кальцію ($d/n = 0,490, 0,262, 0,190$ нм), незначні лінії карбонату кальцію ($d/n = 0,303, 0,249, 0,228$ нм) та лінії еtringіту ($d/n = 0,490, 0,262, 0,190$ нм) (рис. 3, а). З часом тверднення лінії гідроксиду кальцію та еtringіту зростають (рис. 3, б).

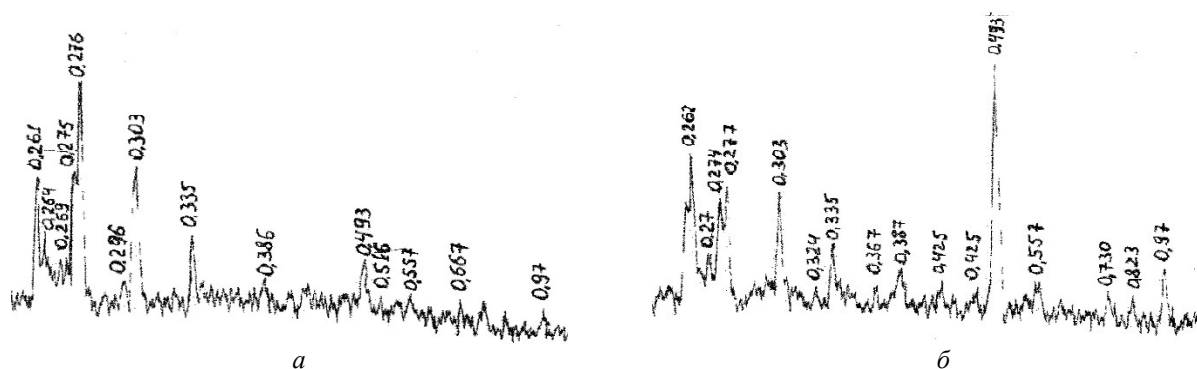


Рис. 3. Дифрактограма цементного розчину на основі модифікованої сухої будівельної суміші через 3 (а) та 28 (б) днів тверднення

Використання методу електронної мікроскопії доповнює дані про формування структури розчину на основі сухої будівельної суміші. Через 28 діб тверднення на мікрофотографії спостерігаються гексагональні пластини $\text{Ca}(\text{OH})_2$, що корелює з результатами рентенофазового аналізу (рис. 4, а). Також на мікрофотографіях цементного каменю спостерігається базальтове волокно, яке сприяє ефективному дисперсному армуванню системи (рис. 4, б).

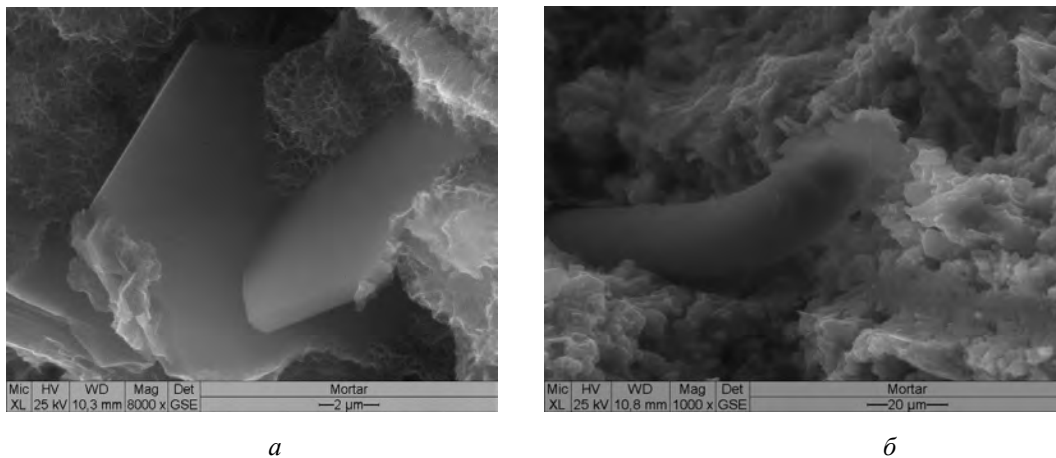


Рис. 4. Мікрофотографії цементного розчину на основі модифікованої сухої будівельної суміші через 28 діб тверднення

Висновки

Під час проведення робіт з ремонту підлог у промислових приміщеннях (цехи, склади) доцільно застосовувати матеріали, що виготовлені за технологією сухого змішування, які характеризуються стабільністю складу та використанням сучасних хімічних модифікаторів. Оптимальним є використання у таких системах дрібного заповнювача з найбільшим модулем крупності у поєднанні з добавками-модифікаторами (пластифікатор, армувальні волокна), що сприяє формуванню щільної довговічної структури таких матеріалів.

1. Рунова Р. Ф. *Технологія модифікованих будівельних розчинів* : підручник. / Р. Ф. Рунова, Ю. Л. Носовський – К., 2007. – 256 с. 2. Захарченко П. В. *Сучасні композиційні будівельно-оздоблювальні матеріали* / П. В. Захарченко, Е. М. Долгий, Ю. О. Галаган, О. М. Гаврик та ін. – К. : КНУБА, 2005. – 512 с. 3. Карапузов Є. К. *Матеріали і технології в сучасному будівництві* : підручник / Є. К. Карапузов, В. Г. Соха, Т. Є. Остапченко. – К. : Вища освіта, 2004. – 416 с. 4. Рунова Р. Ф. *Строительные растворы для устройства полов* / Р. Ф. Рунова, Ю. Л. Носовский // *Строительные материалы и изделия*. 2003, № 6(20). – С. 13–15. 5. Рунова Р. Ф. *Ремонтні суміші для підлог підвищеної корозійної стійкості* / Р. Ф. Рунова, В. В. Троян // *Строительство, материаловедение, машиностроение* : сб. научн. тр. – Вып. 35, ч. 2. – Дніпропетровськ : ПГАСА, 2005. – С. 175–181.