

УДК 625.7/8

**ПРО МОЖЛИВІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ҐРУНТІВ
УКРІПЛЕНИХ ЦЕМЕНТОМ ІЗ ДОДАВАННЯМ ДОБАВОК
«PERMA-ZYME 11X», «SOILGRIP ES-10», «ROADCEM» ДЛЯ
БУДІВНИЦТВА ШАРІВ ДОРОЖНІХ ОДЯГІВ**

**ABOUT THE POSSIBILITY TO USE SOIL BASED CEMENTS
WITH PERMISSION ADDITIVES "PERMA-ZYME 11X",
"SOILGRIP ES-10", "ROADCEM" FOR BUILDING LAMPS OF
ROAD CLOTHING**

**Маліков В.В., к.т.н., доцент, Панасюк Я.І. к.т.н., доцент
(Луцький НТУ, м.Луцьк)**

**Malikov V.V. Ph.D., Associate Professor, Panasuk Y.I., Ph.D.,
Associate Professor (Lutsk National Technical University, Lutsk)**

У статті розглядається питання можливості використання цементоґрунтів в якості шарів дорожнього одягу із використанням хімічних додатків для покращення їх фізико-механічних властивостей.

The article considers the possibility of using local soils with the cements addition as road layers. To improve the physical and mechanical properties of cement-based mixes, chemical various additives foreign manufacturers are used.

In order to test cement-based mixes on local soils with the addition "Perma-Zyme 11X", "SoilGrip ES-10", "RoadCem" for the construction of road clothing on the basis of the construction laboratory of Lutsk NTU, it was planned to conduct a series of experiments that would be able to answer the questions, how does the amount and type of additives affect the physical and mechanical properties of the material.

The most beneficial variant of cement soil was the use RoadCem and SoilGrip ES-10 additives in the amount of more than 0.03%.

Ключові слова: хімічні додатки, "Perma-Zyme 11X", „RoadCem”, „SoilGrip ES-10”, межа міцності на стиск.

Keywords: chemical applications, "Perma-Zyme 11X", "RoadCem", "SoilGrip ES-10", compression strength limit

Удосконалення рецептур цементогрунтових матеріалів для конструкцій автомобільних доріг може надати можливість знайти оптимальний шлях у вирішенні питань збереження якості при зменшенні витрат. Поява нових хімічних добавок для модифікації цементних композицій потребує всебічного вивчення їх впливу на фізико-механічні властивості ґрунтових сумішей.

Метою досліджень було визначення фізико-механічних властивостей необхідних для застосування цементогрунтових сумішей в якості шарів дорожніх одягів.

Укріплення ґрунтів представляє собою технологічний процес направленої структуризації, який забезпечує можливість отримання достатньо міцних та водостійких матеріалів з заданими властивостями за рахунок реалізації оптимальних умов взаємодії в'язучих з ґрунтом.

Для дослідження властивостей укріпленого ґрунту застосовувались стандартні методи, прийняті для дослідження ґрунтів укріплених цементом, які представлені у нормативних документах [1-4].

В результаті робіт В.М. Безрука, І.Л. Гурячкова, А.Н. Токіна, Л.К. Добринського, Т.Ю. Любимової, А.А. Надежко, Н.М. Соколової, І.А. Плотнікової, А.А. Фрідман, І.П. Гаркавенка, Н.Ф. Сасько, О.В. Тюменцевої, С.Н. Дежиної, Р.А. Агапової [5-7] було показано, що ґрунти, укріплені цементом, представляють собою матеріал зі змішаним типом структур. В результаті гідратаційного тужавіння в'язучого з'являється кристалізаційна структура; між частинками ґрунту є коагуляційні зв'язки; крім того в не зруйнованих агрегатах ґрунту можуть зберігатись конденсаційні зв'язки, які утворилися раніше в природних умовах.

Направлено змінити властивості місцевих ґрунтів можливо за рахунок модифікації їх різними добавками. При конструюванні та виробництві дорожніх матеріалів під модифікацією розуміють зміну фізико-хімічної структури і властивостей матеріалу шляхом введення в його склад різних речовин. Ринок дорожньо-будівельних матеріалів пропонує різні добавки до цементогрунтових сумішей, призначених для будівництва шарів дорожніх одягів. Формування структури ґрунтів, укріплених неорганічним в'язучим матеріалом,

проходить не відразу після завершення технологічного процесу ущільнення ґрунту в шарі дорожнього одягу, а впродовж значного часу. Для цементогрунтів, зміна властивостей у часі в процесі формування матеріалу обумовлена процесами гідролізу та гідратації цементу.

З метою апробувати цементогрунтові суміші на місцевих ґрунтах із додаванням добавок «Perma-Zyme 11X», «SoilGrip ES-10», «RoadCem» для будівництва дорожніх одягів на базі будівельної лабораторії Луцького НТУ було заплановано проведення ряду дослідів, які б змогли відповісти на питання, як впливає кількість та вид добавок на фізико-механічні властивості матеріалу.

Визначення необхідної кількості вологості в експериментальних сумішах відбувалося за стандартною методикою за допомогою приладу СоюзДорНДІ. Вид ґрунту - супісок пилуватий таблиця .

Таблиця 1

Характеристики прийнятого ґрунту

Гранулометричний склад, %		
Діаметр частинок	5-2	0,024
	2-1	0,052
	1-0,5	0,246
	0,5-0,25	6,67
	0,25-0,071	59,70
	<0,071	33,30
Число пластичності		6
Границя текучості, %		23,5
Границя розкочування, %		17,5

Визначення механічних характеристик цементогрунту з добавкою "Perma-Zyme 11X". Мета випробування: визначення границі міцності при стиску після твердіння зразків з ґрунту, цементогрунту, ґрунту з добавкою "Perma-Zyme 11X", цементогрунту з добавкою "Perma-Zyme 11X" в ексикаторах протягом 28 діб. Портландцемент М 500 (ПАТ "Івано-Франківськцемент").

Таблиця 2

Результати визначення границі міцності при стиску

№ з/п	Найменування матеріалу	Границя міцності при стиску $R_{ст}^{28}$, МПа
1	2	3
1	Грунт	0,51
2	Грунт з добавкою "Perma-Zyme 11X"	0,522
3	Цементогрунт з добавкою "Perma-Zyme 11X"	2,153

Згідно з результатами виконаних досліджень при даній концентрації добавки "Perma-Zyme 11X" матеріали з її використанням показують нижчі показники границі міцності при стиску. Зразки з цементогрунту та цементогрунту з добавкою "Perma-Zyme 11X" за показником границі міцності при стиску відповідають марці М 20.

Виконано дослідження добавки для укріплення ґрунтів SoilGrip ES-10 в лабораторних умовах.

Було використано 2 види сумішей, в яких у якості ґрунту використовувався супісок (табл. 1). В якості в'язучого використовувався портландцемент Івано-Франківського цементного заводу марки М 400. Вода згідно ДСТУ Б В.2.7-273:2011. Добавка SoilGrip ES-10, за даними виробника, водний концентрат чорного кольору, розчин суміші кислот та поверхнево активних речовин.

Після визначення необхідної кількості води перша суміш складалася з 78,33 % супіску, 9,40 % портландцемент М 400 та 12,27 % води. Друга суміш складалася з 83,51 % супіску, 4,18 % портландцемент М 400, 12,28 % води та 0,03 % добавки SoilGrip ES-10, яку вводили у воду.

Для цих двох видів сумішей ми формували зразки циліндри 5x5 см при навантаженні 150 кг/см², які потім поміщали у гідравлічну ванну після чого визначали границю міцності при стиску на 7 та 28 добу згідно [1], [4].

Таблиця 3

№ з/п	Склад суміші	ρ , г/см ³	R _p 7 доба, МПа	R _{ст} 28 доба, МПа
1	Супісок – 78,33 %, вода – 12,27 % портландцемент М 400 – 9,40 %	1,61	0,39	4,29
2	Супісок – 83,51 %, вода – 12,28 %, портландцемент М 400 – 4,18 %, добавка SoilGrip ES-10 – 0,03 %	1,68	0,28	2,71

При введенні добавки SoilGrip ES-10 до ґрунтів укріплених цементом підвищується максимальна щільність сухого ґрунту порівняно з цими ж укріпленими ґрунтами без цементу на 2,5 %.

Результати виконаних експериментальних досліджень таблиця 4 показують, що в процесі тужавіння спостерігається зростання показників границі міцності при стиску цементоґрунту, як з добавкою «RoadCem», так і без неї.

Таблиця 4

№ з/п	Склад суміші	R _p 7 доба, МПа	R _{ст} 28 доба, МПа
1	Цементоґрунт	1,7	3,41
2	Цементоґрунт з додаванням 0,02 % Roadcem	1,96	3,66
3	Цементоґрунт з додаванням 0,04 % Roadcem	2,12	4,17

Збільшення швидкості структуроутворення цементоґрунту з додаванням «RoadCem», у порівнянні з цементоґрунтом без добавки, сприяє тому, що цементоґрунт з добавкою RoadCem характеризується дещо більшими значеннями показників границі міцності при стиску. Показник границі міцності при стиску зразків цементоґрунту у віці 28 діб з добавкою «RoadCem» у кількості 0,02 % та 0,04 % від маси сухого ґрунту, збільшується відповідно на 12 % та 18 %, порівняно з контрольними зразками цементоґрунту без досліджуваної добавки. Таке збільшення значень механічних

характеристик цементогрунту з додаванням добавки RoadCem може пояснюватись наступним. Застосування добавки RoadCem принципово змінює процес кристалізації. Як пояснює виробник вказаної добавки, механізм зв'язування змінюється від «склеювання» до «сплетіння» – при попаданні RoadCem в матеріалі починають формуватися голковидовжені, міцні кристалічні зв'язки. Крім того, ця добавка дозволяє зменшити товщину плівки води на частинках ґрунту, а також руйнує електростатичний потенціальний бар'єр в ґрунтовій конгломератній системі. Все це дозволяє отримувати укріплені ґрунтові суміші, при ущільненні яких включається механізм міжмолекулярної взаємодії частинок ґрунту за типом зв'язків Ван-дер-Вальса та прискореного формування кристалізаційних зв'язків без утворення чи значного зменшення сульфатних оболонок, присутність яких є основною причиною малої міцності ґрунтів укріплених мінеральними в'язучими.

За результатами досліджень цементогрунтових складів у 28 добовому віці будують результуючу діаграму міцностей на стиск рис. 1.

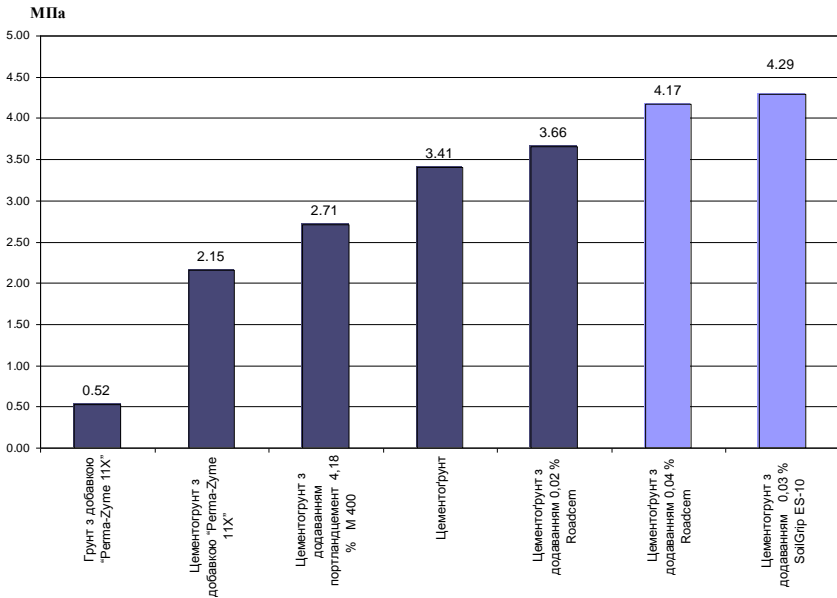


Рис. 1. Діаграма міцностей на стиск

Результати виконаних досліджень свідчать про те, що додавання добавки «RoadCem» та SoilGrip ES-10 до складу цементогрунту на основі легкого супіску позитивно позначається на зростанні показників його міцності як при випробуваннях при стиску, тобто ці значення відповідають вказаним маркам ґрунтів зміцнених цементом із додаванням хімічних добавок для застосування їх в якості шарів дорожніх одягів для автодоріг IV, V категорії у відповідності до [1].

1. Шари дорожнього одягу з кам'яних матеріалів, відходів промисловості і ґрунтів укріплених цементом. Проектування та будівництво: ГБН В.2.3-37641918-554:2013. – К:Укравтодор-2013. – 43 с.

2. Споруди транспорту. Влаштування шарів дорожніх одягів з ґрунтів, укріплених в'язучими матеріалами: ВБН В.2.3-218-541:2010. – К.: Укравтодор, 2010 – 39 с.

3. Смеси щебеночно-гравийно-песчаные и ґрунты, обработанные неорганическими вяжущими материалами, для дорожного и аэродромного строительства. Технические условия: ГОСТ 23558-94. – М., 1994. – 9 с.

4. Споруди транспорту. Дорожній одяг нежорсткого типу : ВБН В.2.3-218-186-2004. – К.: Укравтодор, 2004. – 176 с.

5. Безрук В.М. Теоретические принципы комплексных методов укрепления ґрунтов с введением добавок цемента или извести и поверхностно-активных веществ или хлористых солей / В.М. Безрук // Труды совещания по теоретическим основам технической мелиорации ґрунтов 1-4 февраля 1960г. – Издательство Московского университета, 1961. – С. 45-53.

6. Надежко А.А. Трещинообразование в цементогрунтовых покрытиях / А.А. Надежко // Труды СоюздорНИИ. - Балашиха, 1968. – вып. 25. – С. 181-203.

7. Гурячков И.Л. Укрепление ґрунтов цементом с добавками минерального порошка // Труды СоюздорНИИ: (новое в разработке комплексных методов укрепления ґрунтов при строительстве автомобильных дорог) : статьи / И.Л. Гурячков, М.Н. Соколова. – М. 1984. – С. 128-130.

8. Будівельні матеріали. Цементи загальнобудівельного призначення. Технічні умови: ДСТУ Б В.2.7-46-96. – Держкоммістобудування України К.: Держкоммістобудування України, 1996 – 15 с.

9. Будівельні матеріали. Вода для бетонів і розчинів. Технічні умови: ДСТУ Б В.2.7-273:2011 (ГОСТ 23732-79). – [Чинний від 2012-12-01]. – К.: Науково-дослідний інститут будівельних матеріалів і продукції, 2011 – 28 с.