

*О.П. Новицький, аспірант
Сумський національний аграрний університет
О.С. Солонін, студент групи 401- БТ*

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

ВПЛИВ ПЛАСТИФІКУЮЧИХ ДОБАВОК НА МІЦНІСТЬ ГРУНТОЦЕМЕНТУ

Наведено дослідження впливу пластифікуючих добавок на міцність ґрунтоцементних зразків. Розглянуто методика та хід експерименту, результати випробувань зразків на згин та стискання.

Ключові слова: ґрунтоцемент, пластифікуючі добавки, випробування міцності на стискання та згин.

*А.П. Новицкий, аспирант
Сумской национальной аграрный университет
А.С. Солонин, студент группы 401- БТ*

Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка

ВЛИЯНИЕ ПЛАСТИФИЦИРУЮЩИХ ДОБАВОК НА ПРОЧНОСТЬ ГРУНТОЦЕМЕНТА

Приведены исследования влияния пластифицирующих добавок на прочность ґрунтоцементных образцов. Рассмотрены методика и ход эксперимента, результаты испытаний образцов на изгиб и сжатие.

Ключевые слова: ґрунтоцемент, пластифицирующие добавки, испытания прочности на сжатие и изгиб.

*O.P. Novitskiy, graduate
Sumy National Agrarian University
O.S. Solonin, student*

Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University

INFLUENCE OF PLASTICIZING ADDITIONS FOR STRENGTH OF SOIL-CEMENT

Investigation of influence of plasticizing additions for strength of soil-cement samples. The methodology and the course of the experiment are the test results of samples of bending and compression.

Keywords: soil-cement, plasticizing additions, tests for compressive strength and bending

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими практичними завданнями. Знизити вартість влаштування фундаментів можливо шляхом використання місцевого матеріалу, тобто ґрунтів, які залягають в основі об'єкта будівництва [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання цієї проблеми. Сьогодні успішно впроваджено в будівництво бурозмішувальний метод виготовлення ґрунтоцементу. За допомогою спеціального обладнання ґрунт без його виймання зі свердловини руйнується у певному об'ємі загального масиву основи. При цьому в розпушений ґрунт розчинонасосом нагнітається цементний розчин під тиском 0,2 – 0,5 МПа, який робочим органом ретельно перемішується з ґрунтом. Після

тужавіння суміші в основі утворюється міцний ґрунтоцементний елемент (ГЦЕ) циліндричної форми заданих діаметру і довжини. Такі елементи можливо влаштувати у водонасиченому ґрунті, тобто нижче рівня ґрунтових вод [2, 3].

Технологічність, економічність, невеликі енергоємність і матеріаломісткість – це основні показники, які обґрунтовують актуальність досліджень використання ГЦЕ при влаштуванні фундаментів [1].

Виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми, яким присвячується стаття. Недоліком бурозмішувальної технології є необхідність використання великої кількості води, яка потрібна для доведення ґрунту, який переміщується із цементом, до напіврідкого стану. У свою чергу зайва вода негативно впливає на міцність матеріалу ГЦЕ.

Отже, для вирішення цієї проблеми були проведені випробування впливу пластифікуючих добавок на ґрунтоцемент. Результати випробувань актуальні для вирішення визначених недоліків.

Виклад основного матеріалу досліджень. Показники міцності ґрунтоцементу залежать від таких факторів:

- вміст цементу та його якість;
- літологічні ознаки ґрунту, тобто його придатність для використання;
- термін та умови тужавіння цементу.

Для проведення випробування було вирішено використати два види цементу ПЦ-500-1-Н та ПЦ-400 П/Б-Ш. Цемент було перевірено на відповідність вимогам ДСТУ Б В.2.7-187:2009 [4]. В результаті характеристики міцності зразків, що випробовувалися, повністю відповідали маркам цементу.

Пластифікуючі добавки, що використовувалися для підвищення міцності ґрунтоцементу, було перевірено на відповідність ТУ У В.2.7-24.6-35365973-001:2008 [5]. Аналіз та експеримент проводився з використанням двох видів добавок: пластифікатора для фундаментів Coral MasterBazze та суперпластифікатора Coral MasterSilk.

У ВСН-40-88 „Проектирование и устройство фундаментов из цементогрунта для малоэтажных сельских зданий“ [7] наведено вимоги до ґрунту для визначення ступеня його придатності.

Ґрунт, що використовувався для досліджень, було відібрано на будівельному майданчику 10-поверхового житлового будинку по вул. Новомістенській, 23 (м. Суми) з глибини 2,3 м.

Джерелом для визначення деяких характеристик ґрунту був технічний звіт з інженерно-геологічних вишукувань з об'єкта „Будівництво 10-поверхового житлового будинку по вул. Новомістенській, 23 у м. Суми“, виконаний Сумською філією УкрНДПНТВ. Згідно з технічним звітом ґрунт є суглинком лесовим палевим, високопористим, твердим просадочним.

Фізико-механічні розрахункові властивості ґрунтів:

- питома вага $\gamma_{II}=14,29$ кН/м³;
- питоме зчеплення $c_{II}=9$ кПа ;
- кут внутрішнього тертя $\varphi_{II}=25^\circ$;
- модуль загальної деформації $E=15,7$ МПа;
- коефіцієнт фільтрації $k_f=0,35$ м/добу.

У сертифікованих лабораторіях Полтавського національного технічного університету ім. Юрія Кондратюка було проведено детальний аналіз та визначення необхідних характеристик ґрунту. Результати наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Результати аналізу придатності ґрунту

№ з/п	Найменування показника	Вимоги ВСН-40-88	Результат випробувань
1	% глинисті частки (<0,005 мм)	5-30	19,27
2	% пилуваті частки (0,005-0,05 мм)	15-90	33,73
3	% піщані частки (0,05-2,0 мм)	не більше 75	47
4	число пластичності (I_p)	0,02-0,17	0,078
5	водневий показник (рН)	більше 6	8,88
6	вміст водорозчинних солей, %	не більше 3	2,10
7	вміст сірнокислотних водорозчинних солей, %	не більше 2	1,60
8	відносний вміст органічних домішок	не більше 0,06	0,02

За результатами проведеного аналізу можна зробити висновок, що вибраний для використання в експериментах ґрунт повністю придатний для виготовлення ґрунтоцементу та відповідає всім нормативним вимогам.

Визначення міцності ґрунтоцементу підбраного складу проводилося на зразках-балочках розмірами 40x40x160 мм. Усього було виготовлено 10 різних комбінацій складів ґрунтоцементу (рис. 1).



Рисунок 1 – Ґрунтоцементні зразки-балочки

Як в'яжучі було взято цементи ПЦ-500-Н-1 та ПЦ-400-П/Б-Ш, для кожного із цементів було виготовлено зразки без додавання добавки та з додаванням 0,6% добавки згідно з рекомендаціями виробника і збільшеною вдвічі кількістю добавки [6,8].

Для створення умов процесу бурозмішування в лабораторії враховували, що ґрунт, який використовувався для випробувань у природних умовах, залягав на глибині 2,3 м. Тому було визначено навантаження на одиницю площі, яке впливає на шар ґрунтоцементу від вище розташованого матеріалу. Для створення такого ж навантаження на одиницю площі зразків-балочок під час формування встановлювався вантаж масою 81 кг.

Для визначення міцності ґрунтоцементу була пристосована методика, яка використовується для випробувань цементних зразків. [8] Під час розроблення методики було враховано всі особливості матеріалу та технології його виготовлення, тому вібрацію було замінено навантаженням зразків. Схеми випробувань наведено на рисунках 2 та 3 відповідно [8].

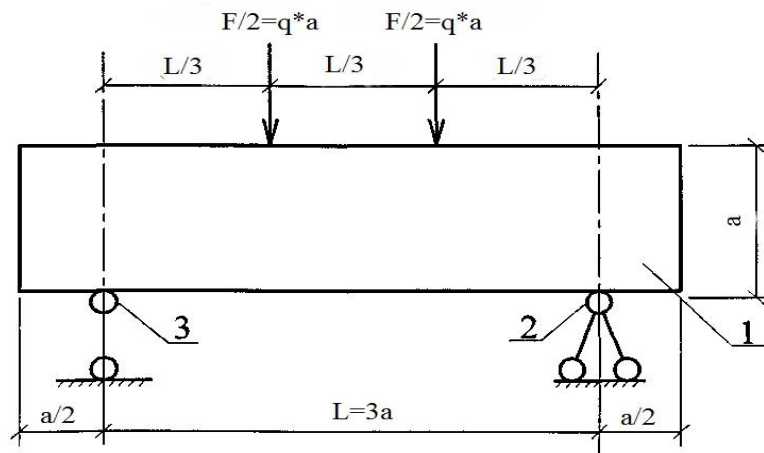


Рисунок 2 – Схема випробувань на згин:
 1 – зразок-призма; 2 – нерухома опора; 3 – рухома опора

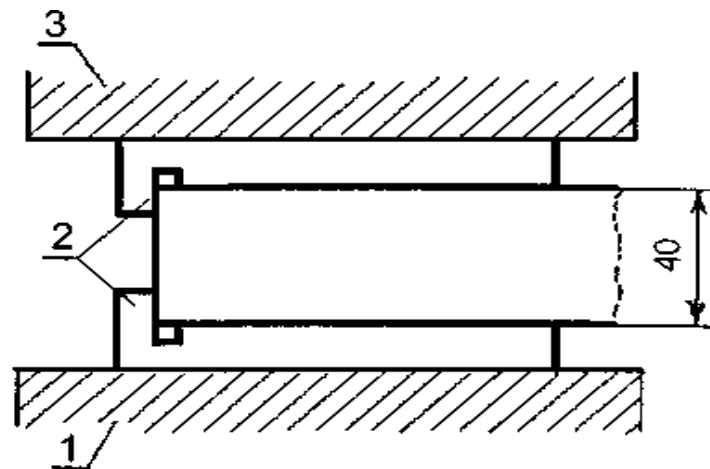


Рисунок 3 – Схема випробувань на стискання: 1 – нижня плита преса;
 2 – пластинки; 3 – верхня плита преса

Випробування балочок проходили на згин (рис. 4) та стискання (рис. 5) для зразків із терміном твердіння 28, 56 та 90 діб.

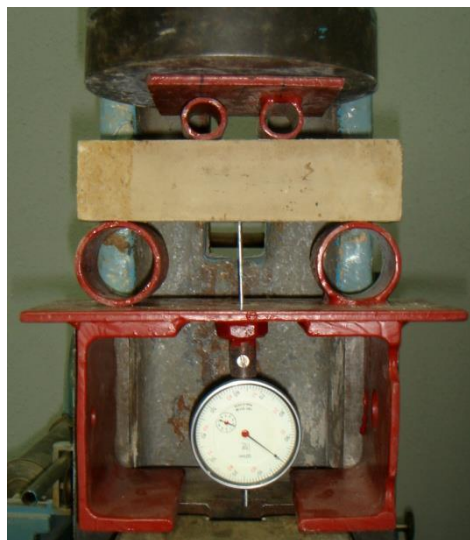


Рисунок 4 – Випробування балочок на згин

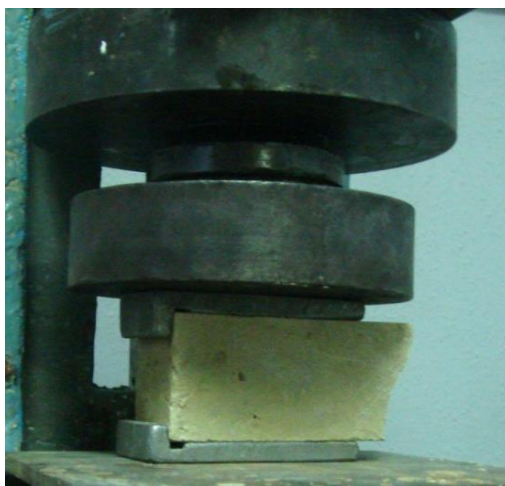


Рисунок – 5 Визначення міцності на стискання

Вихідні дані ґрунтоцементу на основі ПЦ-500-1-Н наведено в таблиці 1, а для ПЦ-400-П/Б-Ш – в таблиці 2.

Таблиця 2 – Міцність ґрунтоцементу на згин та стискання для цементу ПЦ-500-1-Н

ПЦ-500-Н-1		без добавки	Coral Master Basse		Coral Master Silk	
			0,6 %	1,2 %	0,6 %	1,2 %
Стискання, R_{gc} , МПа	28 діб	6.40	6.10	5.08	6.40	6.28
	56 діб	6.74	7.59	6.86	6.74	8.40
	90 діб	7.32	7.61	7.04	7.32	9.85
Згин, R_{gct} , МПа	28 діб	0.37	0.41	0.31	0.37	0.38
	56 діб	0.43	0.39	0.38	0.43	0.54
	90 діб	0.45	0.34	0.39	0.45	0.66

Таблиця 3 – Міцність ґрунтоцементу на згин та стискання для цементу ПЦ-400-П/Б-Ш

ПЦ-400-П/Б-Ш		без добавки	Coral Master Basse		Coral Master Silk	
			0,6 %	1,2 %	0,6 %	1,2 %
Стискання, R_{gc} , МПа	28 діб	5.37	5.45	5.28	5.56	6.14
	56 діб	6.65	6.82	6.26	6.65	6.91
	90 діб	6.99	7.38	6.54	6.76	6.99
Згин, R_{gct} , МПа	28 діб	0.38	0.39	0.31	0.38	0.37
	56 діб	0.53	0.57	0.40	0.53	0.66
	90 діб	0.51	0.21	0.35	0.51	0.41

Залежності характеристик міцності від вмісту пластифікатора зображено для ПЦ-500-1-Н на рисунку 6, для ПЦ-400-П/Б-Ш – на рисунку 7.

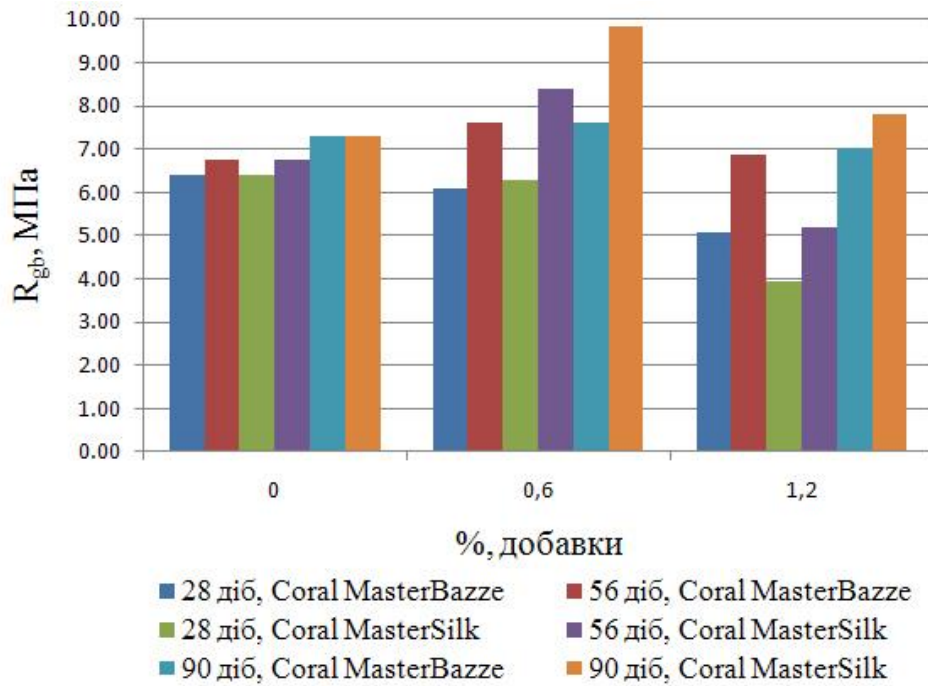


Рисунок 6 – Залежність міцності ґрунтоцементних зразків на стискання від кількості та типу добавки в різні терміни твердіння для цементу ПЦ-500-1-Н

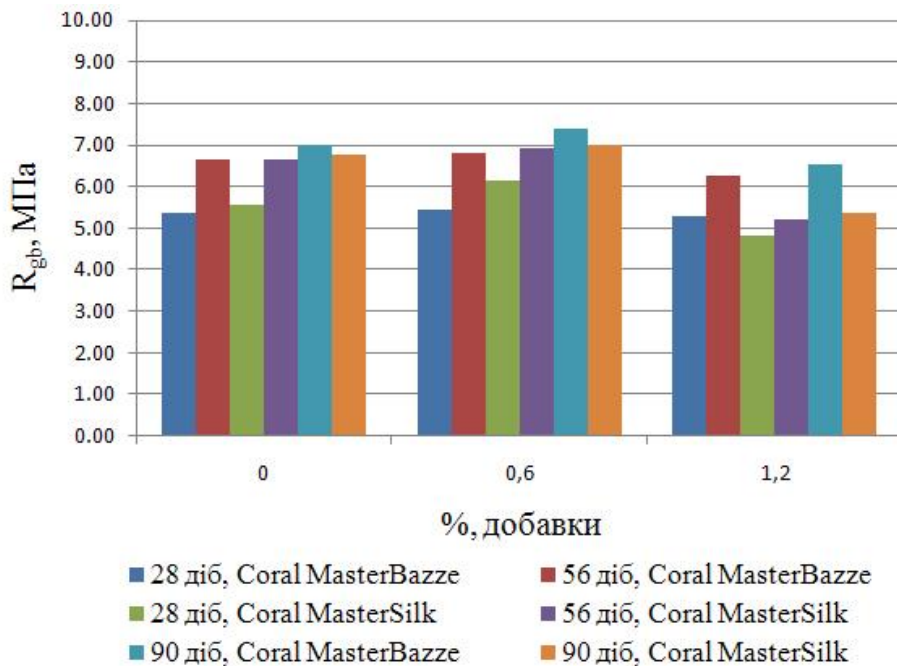


Рисунок 7 – Залежність міцності ґрунтоцементних зразків на стискання від кількості та типу добавки в різні терміни твердіння для цементу ПЦ-400-II/Б-III

В результаті було отримано залежності міцності ґрунтоцементних зразків від витрати добавок в різні терміни твердіння. Одержані результати показали, що на міцність у перші 28 діб добавки не проявили значного впливу.

За 56 діб міцність на стискання зразків із добавкою Coral MasterBazze більша в середньому на 12,7 % порівняно зі зразками без добавки, а міцність зразків із добавкою Coral MasterSilk більша на 24,6 %. При цьому міцність на згин збільшилася на 25,0 %.

За 90 діб міцність на стискання зразків із добавкою Coral MasterBazze більша в середньому на 4,02 % порівняно зі зразками без добавки, а міцність зразків із добавкою Coral MasterSilk більша на 34,6 %. При цьому міцність на згин збільшилася на 45,6 %.

Висновки. Після аналізу отриманих результатів та врахування похибок можна зробити такі висновки:

1) найбільший вплив на міцність ґрунтоцементу має добавка суперпластифікатора;

2) суперпластифікуюча добавка Coral MasterSilk підвищила міцність ґрунтоцементу на стискання на 34,6 %, на згин – 45,6 %, для зразків із терміном твердіння 90 діб;

3) оптимальна кількість добавки Coral MasterSilk 0,6 % від маси цементу в перерахунку на суху речовину.

Зважаючи на вищесказане, можна стверджувати про ефективність та раціональність використання пластифікуючих добавок при виготовленні ґрунтоцементу.

Література

1. Економія енергоресурсів при влаштуванні ґрунтоцементних паль як фундаментів будівель і споруд / М.Л. Зоценко, М.О. Коришунів, Р.В. Петраш, С.С. Петраш // *Економіка і регіон: наук. вісник.* – Полтава : ПолтНТУ, 2007. – №2 (13). – С. 51 – 54.

2. Зоценко, М.Л. *Ґрунтоцементні основи та фундаменти* / М. Л. Зоценко // *Будівельні конструкції.* – 2011. – №75 кн. 1 – С. 447 – 457

3. Токин, А. Н. *Фундаменти из цементогрунта* / А.Н. Токин – Москва: Стройиздат, 1984. – 182 с.

4. ДСТУ Б В.2.7-187:2009 *Цементи. Методи визначення міцності на згин і на стиск.* – К., 2010. – 22 с.

5. ТУ У В.2.7-24.6-35365973-001:2008 *Добавки комплексні для бетонів, будівельних розчинів та цементів «Coral» різних марок, суперпластифікатор «С-3»*

6. Чернышев, Ю. П. *Пластичный бетон* / Ю.П. Чернышев, Л.А. Козлова – Донецк: Донбас, 1987 – 64 с.

7. ВСН-40-88. *Проектирование и устройство фундаментов из цементогрунта для малоэтажных сельских зданий* – К., 1989. – 13 с.

8. ДСТУ Б В.2.7-239:2009 (EN 1015-11:1999, NEQ) *Будівельні матеріали. Розчини будівельні. Методи випробувань.* – К., 2010. – 25 с.

Надійшла до редакції 12.10.2012

© О.П. Новицький, О.С. Солонін