

Сокирский В.С.

УКРЕПЛЕНИЕ ГРУНТОСМЕСЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ СТАБИЛИЗИРУЮЩЕЙ ДОБАВКИ ДОРЗИН

Анотація. Наведено результати досліджень з використанням стабілізуючої добавки Дорзин-М, при укріпленні ґрунтосумішей.

Ключові слова: стабілізатор ґрунту, Дорзин, укріплення ґрунту, дорожні конструкції.

Аннотация. Приведено результаты исследований по использованию стабилизирующей добавки Дорзин-М, при укреплении ґрунтосмесей.

Ключевые слова: стабилизатор ґрунта, Дорзин, укрепление ґрунта, дорожные конструкции.

Annotation. The result of studies on the use stabilizing additive Dorzin-M, while strengthening of soil-mixes.

Key words: soil stabilizer, Dorzin, strengthening soil, road construction.

На підприємстві ООО «Днепровская асоціація-К» розроблена технологія по устроюванню основаній дорожніх одежд из місних ґрунтів, стабілізованих ферментним препаратом Дорзин и укріплених цементом.

Стабілізатор ґрунта Дорзин – ферментний препарат, синтезований в 2006 році, виробляється в Україні. Исходное сырье для синтеза – патока сахарної свеклы. Водний розчин Дорзина дозволяє знизити оптимальну вологість, и відповідно підвищити щільність и міцність укріплених ґрунтів. Существует две модифікації: Дорзин и Дорзин-М.

Фізико-хімічні характеристики Дорзина и Дорзина-М приведены в таблиці 1.

Таблица 1 - Физико-химические характеристики

Наименование показателя	Дорзин	Дорзин-М
1. Агрегатное состояние	Жидкость	
2. Внешний вид	Однородная тёмно-коричневая жидкость без механических включений	
3. Запах	Слабый, сладковато-карамельный	
4. Плотность при 20°C, кг/дм ³	1,10 - 1,30	
5. pH 50 % водного раствора	4,0 - 6,6	
6. Содержание сухих веществ %	52,5 - 55,5	
7. Растворимость в воде	полная	
8. Стабильность	Стабильный, не полимеризуется. Возможно образование осадка растворимого при перемешивании. Устойчив к резким колебания температуры (+0 - +50°C). Адаптирован к средам с высокой соленостью (более 4%) и разной кислотностью (pH 3,0-10).	
9. Стойкость при хранении	5 лет.	
10. Характеристика взрывопожароопасных свойств	Не горюч, не взрывоопасен	
11. Коэффициент поверхностного натяжения при 20°C и 1 % р-р препаратов в воде. При 20°C и 0,01% р-р в воде 10 ⁻³ н/м	23,2 29,8	20,3 26,9

На предприятии ООО «Днепровская ассоциация-К» разработана технология по устройству оснований дорожных одежд из местных грунтов, стабилизированных ферментным препаратом Дорзин и укрепленных цементом.

Стабилизатор грунта Дорзин – ферментный препарат, синтезированный в 2006 году, производится в Украине. Исходное сырье для синтеза – патока сахарной свеклы. Водный раствор Дорзина позволяет снизить оптимальную влажность, и соответственно повысить плотность и прочность укрепленных грунтов. Существует две модификации: Дорзин и Дорзин-М.

Таблица 2 - Физико-механические характеристики грунта Г1 и его смесей с отсевом

№ П. п	Параметры	Наименование грунта(смеси)		
		100%Г1	70%Г1+30% О	50%Г1+ 50%О
1	граница текучести грунта - W_T , %	28,8	24,0	20,5
2	граница раскатывания грунта - W_P , %	16,5	15,5	14,75
3	число пластичности - $I_p = W_T - W_P$	12,3	8,5	5,65
4	плотность насыпного грунта при влажности (X)% - $\rho_{нас}$	1,062 (4,5%)	1,330 (4,17%)	1,454 (3,1%)
5	плотность скелета насыпного грунта - $\rho_{ск.нас.}$	1,016	1,277	1,410
6	содержание песчаных частиц (2.0-0.05 мм) по массе	1,1	21,4	34,9
7	классификация грунта (смеси)	Суглинок тяжёлый пылеватый	Суглинок легкий пылеватый	Супесь песчанистая
8	коэффициент неоднородности грунта – C_u	2,6	5,7	7,14
9	оптимальная влажность с Водой - W_{opt} , %	14,1	10,5	9,87
10	плотность уплотнённого грунта на воде при - $W_{opt} \rho_{opt.вода}, г/см^3$	2,134	2,21	2,132
11	плотность скелета грунта на воде при опт.влажности - $\rho_{ск. opt.вода}, г/см^3$	1,870	2,00	2,018
12	оптимальная влажность грунта с Дорзин-М - W_{opt} , %	13,35	10,0	8,75
13	плотность уплотнённого грунта с Дорзин-М при W_{opt} - $\rho_{opt.ДЗМ}, г/см^3$	2,155	2,24	2,184
14	плотность скелета грунта с Дорзин-М, при опт.влажности - $\rho_{opt.ДЗМ}, г/см^3$	1,901	2,036	2,084
15	Относительное уменьшение оптимальной влажности с переходом на Дорзин-М, %	5,3	4,76	8,9

Дорзин в настоящее время выпускается в модификации Дорзин-М. Дорзин-М – эффективное поверхностно-активное вещество, коэффициент поверхностного натяжения водного раствора в 2,7 раза меньше чем у воды. Поэтому применение Дорзина-М позволяет снижать толщину водных пленок адсорбированных минеральными частицами, тем самым, снижать оптимальную влажность грунта, повышая его плотность и прочность. Стабилизатор грунта Дорзин-М сочетает в себе свойства поверхностно-активного вещества, катализатора, ускоряющего процессы гидратации и твердения цементного камня, и пластификатора, улучшающего уплотняемость грунтосмесей.

Для исследования был взят суглинистый грунт (лабораторный индекс – Г1). Физико-механические характеристики этого грунта представлены в таблице 2.

Гранулометрический анализ грунтовых смесей с добавкой гранитного отсева, показан на Рис. 1, на котором построены графики составленных смесей, и по ним определены коэффициенты неоднородности C_u .

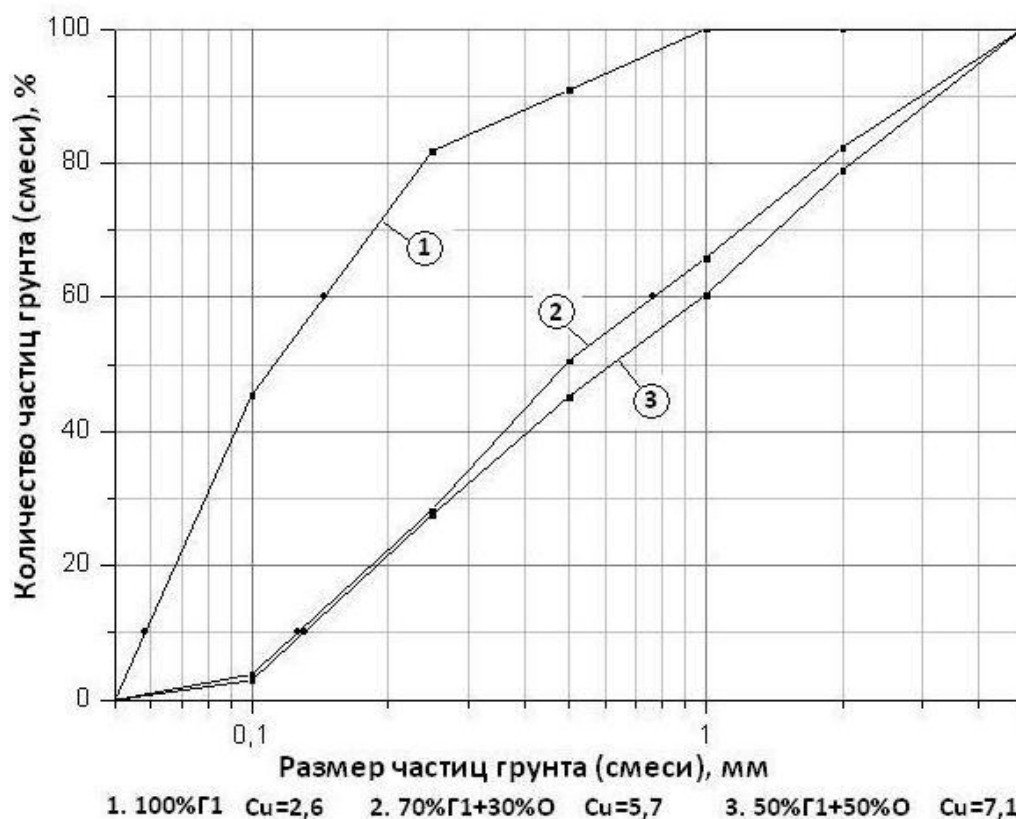


Рисунок 1

Для улучшения свойств суглинистого грунта, применили добавку гранитного отсева в количестве 30% и 50% от массы грунта. Гранулометрический состав этих грунтосмесей показан в таблице 3.

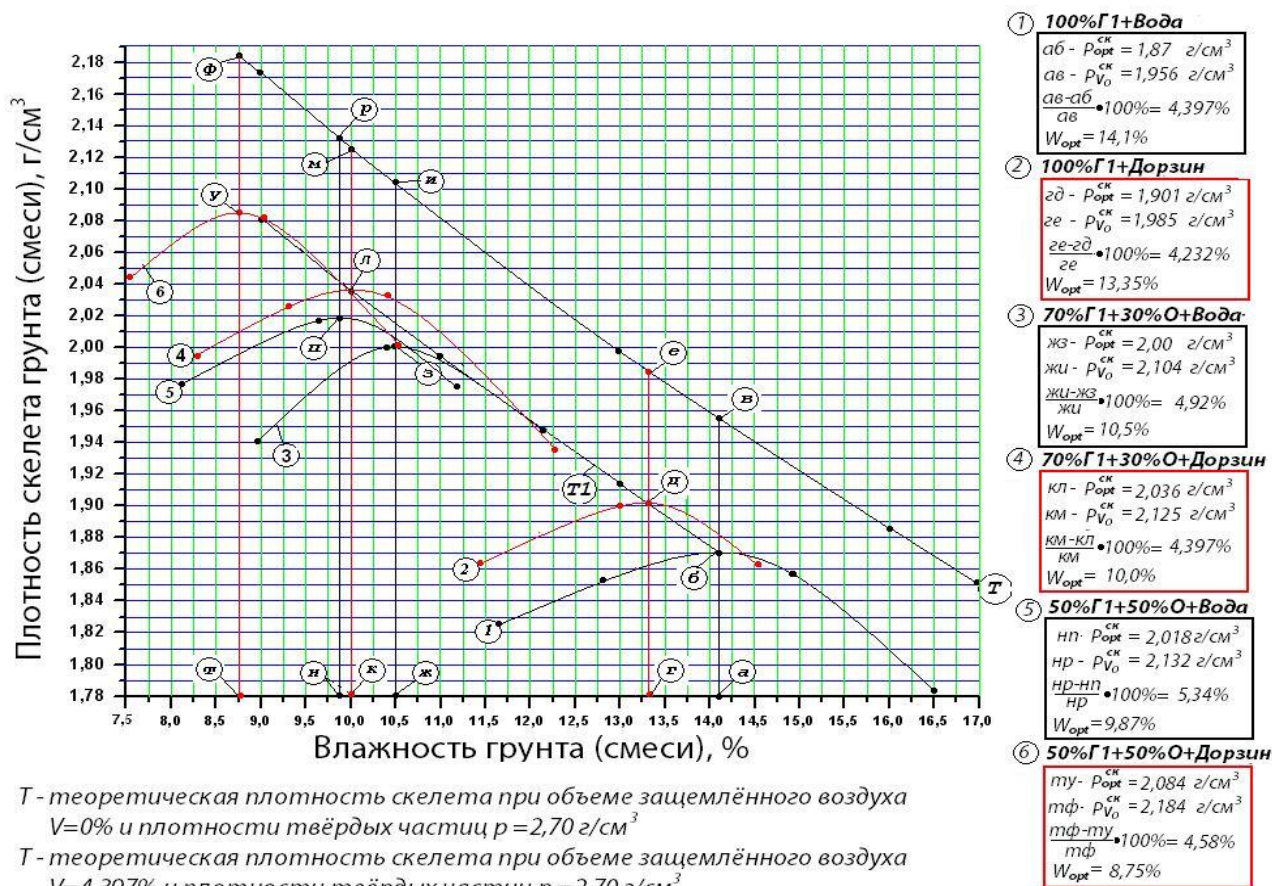
Таблица 3 -Ситовый анализ грунта Г1 и его смесей с отсевом

Лабораторный индекс образца	Значение	Фракция грунта, мм									
		00	5	2	1	0,5	0,25	0,1	0,05	полдон	сумм
100% Г1	Остаток, г	-	-	-	0	0,1	0,1	0,4	0,5	101,7	102,8
	Остаток, %	-	-	-	0	0,1	0,1	0,4	0,5	98,9	-
	Прошло, %	-	-	-	100,0	99,9	99,8	99,4	98,9	-	-
70%Г1+30%О	Остаток, г	0	1,5	4,6	4,3	4	5,8	6,3	1	71,7	99,2
	Остаток, %	0	1,5	4,6	4,3	4,0	5,8	6,4	1,0	72,3	-
	Прошло, %	100	98,5	93,9	89,5	85,5	79,6	73,3	72,3	-	-
50%Г1+50%О	Остаток, г	0	1,5	10,4	9,1	7,5	8,7	12,1	1,5	60,5	111,3
	Остаток, %	0	1,3	9,3	8,2	6,7	7,8	10,9	1,3	54,4	-
	Прошло, %	100	98,7	89,3	81,1	4,4	66,6	55,7	54,4	-	-

На Рис. 2 представлены результаты экспериментального определения оптимальной влажности и максимальной плотности, как чистого суглинка, так и его смесей с гранитным отсевом и добавкой Дорзин-М. Оптимальная влажность, плотность и содержание количества заземленного воздуха в уплотненных смесях, без добавки Дорзин-М, и с добавкой в количестве 0,002% от массы смеси.

Лабораторные образцы смесей изготовляли в малом приборе стандартного уплотнения СОЮЗДОРНИИ. Результаты испытаний уплотненных

грунтоцементных смесей с тремя и шестью процентами к массе грунта портландцемента М500, представлены в таблице 4.



T - теоретическая плотность скелета при объеме защемлённого воздуха $V=0\%$ и плотности твёрдых частиц $\rho=2,70 \text{ г/см}^3$
 T - теоретическая плотность скелета при объеме защемлённого воздуха $V=4,397\%$ и плотности твёрдых частиц $\rho=2,70 \text{ г/см}^3$

Рисунок 2

Таблица 4 - Результаты испытаний грунтосмесей различного состава

№ исследования	Состав смеси						Оптимальная влажность грунта (смеси), $W_{орп}$, %	Плотность уплотнённого грунта (смеси) при $W_{орп}$, $\rho_{орп}$, г/см ³	Плотность скелета грунта (смеси), при $W_{орп}$, г/см ³	Придел прочности на сжатие после выдержки 7/28 суток МПа	
	Наименование	Количество, %	Наименование	Количество, %	Наименование	Количество, %					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	100%Г1	100	-	-	-	-	14,10	2,134	1,870	0,812	
2	100%Г1	100	-	-	ДЗМ	0,002	13,35	2,155	1,901	1,066	
33	70%Г1+30%О	100	-	-	-	-	10,50	2,210	2,000	1,005	
44	70%Г1+30%О	100	-	-	ДЗМ	0,002	10,00	2,240	2,036	1,183	
55	50%Г1+50%О	100	-	-	-	-	9,87	2,132	1,940	0,594	
66	50%Г1+50%О	100	-	-	ДЗМ	0,002	8,75	2,184	2,008	1,03	

Конец табл. 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
77	97%Г1 +3%Ц	97	цемент	3	-	-	14,52	2,088	1,823	1,797	2,609
88	94%Г1 +6%Ц	94	цемент	6	-	-	14,94	2,043	1,777	3,711	6,305
99	97%Г1 +3%Ц	97	цемент	3	ДЗМ	0,002	13,75	2,093	1,840	2,239	3,325
10	94%Г1 +6%Ц	94	цемент	6	ДЗМ	0,002	14,50	2,113	1,845	4,711	7,949
11	(70%Г1+30%О)+3%Ц	97	цемент	3	-	-	10,80	2,135	1,927	3,036	4,736
12	(70%Г1+30%О)+6%Ц	94	цемент	6	-	-	11,10	2,124	1,912	5,137	8,665
13	(70%Г1+30%О)+3%Ц	97	цемент	3	ДЗМ	0,002	10,30	2,189	1,985	3,802	5,949
14	(70%Г1+30%О)+6%Ц	94	цемент	6	ДЗМ	0,002	10,70	2,173	1,963	6,584	10,228
15	(50%Г1+50%О)+3%Ц	97	цемент	3	-	-	10,20	2,175	1,974	3,371	5,447
16	(50%Г1+50%О)+6%Ц	94	цемент	6	-	-	10,50	2,191	1,983	5,964	9,015
17	(50%Г1+50%О)+3%Ц	97	цемент	3	ДЗМ	0,002	9,00	2,207	2,025	4,772	7,173
18	(50%Г1+50%О)+6%Ц	94	цемент	6	ДЗМ	0,002	9,30	2,194	2,007	6,802	10,558

ДЗМ – Дорзин-М, Г1 – суглинистый грунт ,О – гранитный отсев

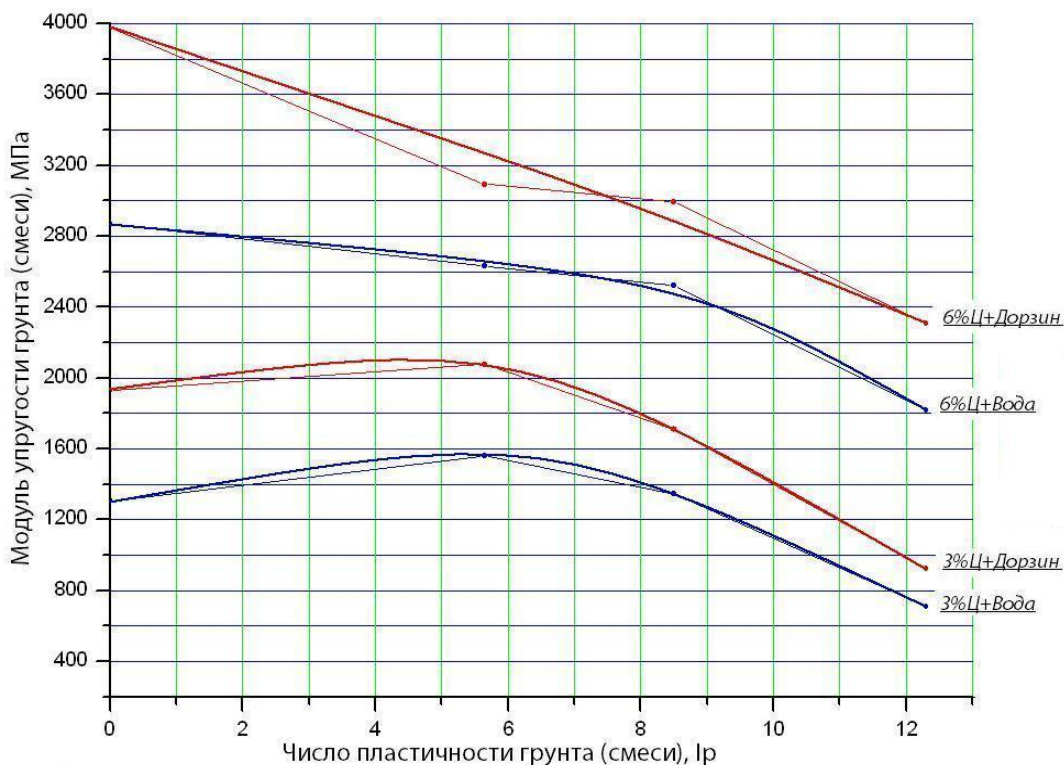


Рисунок 3 - Зависимость модуля упругости укрепленных цементом грунтосмесей, от числа пластичности

Анализ экспериментальных данных показал, что на формирование физико-механических характеристик грунтоцементных смесей заметное влияние оказывает число пластичности мелкодисперсной части, достигая максимальных значений прочности образцов в 28 суточном возрасте, при числе пластичности 5, что показано на Рис.3.

Коэффициент неоднородности также, влияет на прочность образцов грунтоцементных смесей и имеет линейную зависимость, с увеличением коэффициента неоднородности увеличивается и нагрузка разрушения (Рис.4).

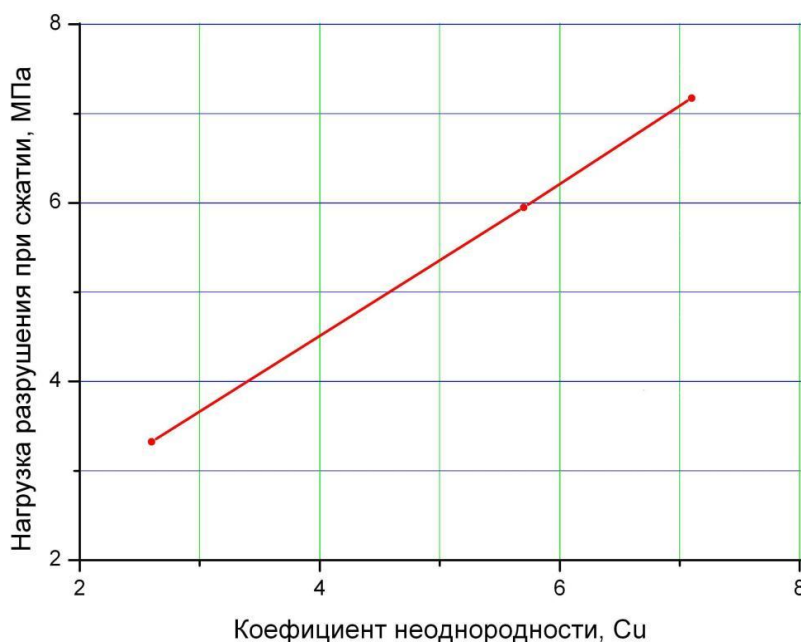


Рисунок 4 - Зависимость прочности укрепленных 3% цемента грунтосмесей от коэффициента неоднородности

Применение стабилизатора Дорзин-М, проявляя свои поверхностно-активные свойства, позволяет снизить оптимальную влажность грунтосмесей, тем самым увеличивает максимальную плотность, при одинаковом содержании заземленного воздуха в конечном материале. Что в свою очередь позволяет увеличить прочность материала, тем самым снизить необходимое количество цемента.

Вывод

Данный опыт показал, что прочность грунтоцементных смесей укрепленных стабилизатором Дорзин-М с меньшим количеством цемента эффективно использовать при строительстве оснований дорожных одежд, что позволит снизить стоимость дорожной конструкции, не снижая её качества, и избежать трещинообразования, связанное с применением больше 6% цемента.