МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ВСЕСОЮЗНЫЙ ДОРОЖНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
(СОЮЗДОРНИИ)

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО УКРЕПЛЕНИЮ ГРУНТОВ И ОТХОДОВ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ВЯЖУЩИМИ ДЛЯ УСТРОЙСТВА ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Москва 1979

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ВСЕСОЮЗНЫЙ ДОРОЖНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
(СОЮЗДОРНИИ)

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО УКРЕПЛЕНИЮ ГРУНТОВ И ОТХОДОВ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ВЯЖУЩИМИ ДЛЯ УСТРОЙСТВА ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Одобрены Минтрансстроем

Москва 1979

УДК 625.731.1:624.138.23(075.5)

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УКРЕПЛЕНИЮ ГРУНТОВ И ОТХОДОВ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ВЯЖУЩИМИ ДЛЯ УСТРОЙСТВА ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ. Союздорнии. М., 1979.

Разработаны методы повышения прочности и устойчивости земляного полотна автомобильных дорог, основанные на укреплении верхних слоев земляного полотна, отсыпаемого из грунтов, подверженных пучинообразованию.

Приведены требования к вяжущим, добавкам, исходным и укрепленным материалам, даны составы смесей и технология производства работ.

Показаны примеры выбора толщин слоев из укрепленных материалов, эквивалентных по прочности песчаным морозозащитным слоям, рекомендуемым в проектных решениях.

Табл.2.

© Союздорнии, 1979г.

УДК 625.731.1:624.138.23(075.5)

Предисловие

"Методические рекомендации по укреплению грунтов и отходов промышленности вяжущими для устройства верхней части земляного полотна автомобильных дорог" разработаны Союздорнии при участии его Ленинградского и Среднеазиатского филиалов на основе исследований по укреплению вяжущими (с добавками и без добавок) связных, в том числе пылеватых грунтов, золошлаковых смесей или мелких одноразмерных песков, используемых для устройства верхней части земляного полотна.

Результаты исследований прошли опытно-производственную проверку при строительстве автомобильных дорог трестами "Каздорстрой" и "Средаздорстрой".

В настоящих "Методических рекомендациях" приведены требования к обработанным вяжущими материалам, предназначенным для устройства верхних слоев земляного полотна автомобильных дорог во II–У дорожно-климатических зонах. Представлены эффективные составы смесей для использования в верхних слоях земляного полотна с учетом физико-химических особенностей и минералогического состава укрепленных грунтов и отходов промышленности.

"Методические рекомендации" составили кандидаты технических наук И.Л.Гурячков, Т.М.Луканина, Р.А.Агапова, А.А.Фридман, А.С.Дудкин, Ю.М.Васильев, инженеры В.Н.Петренко и З.П.Негуляева.

Замечания и пожелания просьба направлять по адресу: 143900 Московская обл., г.Балашиха-6, Союздорнии.

Общие положения

1. "Методические рекомендации по укреплению грунтов и отходов промышленности вяжущими для устройства верхней части земляного полотна автомобильных дорог" развивают и уточняют требования "Инструкции по применению грунтов, укрепленных вяжущими материалами, для устройства оснований и покрытий автомобильных дорог и аэродромов" СН 25-74 (М., Стройиздат, 1975). Настоящие "Методические рекомендации" позволяют использовать в верхней части земляного полотна, применяя методы укрепления, как грунты, предрасположенные к значительному влагонакоплению и морозному пучению и потому недостаточно устойчивые, так и находящиеся в несвязном сухом сыпучем состоянии. Следует отметить, что неукрепленные грунты, особенно песчаные, не обеспечивают проезд построечного транспорта и требуют дополнительных затрат на устройство слоев из привозных материалов с целью создать необходимые условия для укладки вышележащих слоев дорожных одежд.

Положениями настоящих "Методических рекомендаций" можно пользоваться при условии, что земляное полотно отвечает требованиям нормативных документов на сооружение земляного полотна автомобильных дорог.

2. В целях повышения прочности и обеспечения устойчивости земляного полотна во времени предлагается укреплять его верхние слои небольшими добавками вяжущих, в том числе в сочетании с незначительными дозами других веществ.

3. Выбор состава смесей для укрепления грунтов, указанных в пункте 10 настоящих "Методических рекомендаций", должен осуществляться с учетом их дисперсности, минералогического состава, физико-химических свойств, которые, как правило, характеризуются в особо сложных условиях II-III дорожно-климатических

зон кислой средой (pH 4–6,5), наличием органических соединений, высокой емкостью поглощения, присущим связным разновидностям грунтов, что существенно влияет на возникновение, развитие и упрочнение водо- и морозостойких структур твердения, образующихся при гидролизе и гидратации минеральных вяжущих материалов.

4. Наряду с указанными выше грунтами для устройства верхних слоев земляного полотна (при соответствующем технико-экономическом обосновании) следует использовать обработанные вяжущими отходы промышленности, в первую очередь различные (по виду сжигаемого топлива) золошлаковые материалы из отвалов тепловых электростанций, а также отходы производственных объединений "Фосфорит", представленные в виде мелких песков с большим содержанием кварцевых зерен.

При этом наиболее рационально указанные отходы промышленности обрабатывать цементом, золами уноса ТЭС, используемыми в качестве самостоятельного вяжущего или активного компонента смешанного вяжущего в сочетании с цементом или известью.

Такие материалы, особенно обработанные золами и золошлаками ТЭС, отвечают требованиям по морозостойкости и прочности и отличаются улучшенными теплоизоляционными свойствами, обеспечивающими снижение глубины промерзания грунтов земляного полотна. За счет этого открывается возможность уменьшить толщины слоев дорожных одежд не только по сравнению с традиционными конструкциями, но и с конструкциями, устроенными на земляном полотне, верхние слои которого укреплены.

5. Укрепленные вяжущими грунты верхней части земляного полотна подстилают нижние слои дорожных одежд, поэтому для более равномерного распределения напряжений в конструкциях дорожных одежд модули уп-

ругости и прочность несущих конструктивных слоев должны убывать по глубине конструкций.

В связи с этим обработанные вяжущими материалы должны отвечать требованиям III класса прочности согласно табл.1 "Инструкции" СН 25-74 - при укреплении грунтов минеральными вяжущими или приведенным ниже требованиям при укреплении органическими вяжущими (битумной эмульсией или жидким битумом с Э-1). Испытывали образцы в 7-суточном возрасте, сохраняя их в течение каждых суток 8 час при 50°С и 16 час - при 20°С.

Физико-механические свойства укрепленных грунтов

Предел прочности при сжатии при 20°С неводонасыщенных образцов, кгс/см^2, не менее	4
То же, водонасыщенных образцов, кгс/см^2	3
Предел прочности при сжатии при 50°С, кгс/см^2, не менее	2
Капиллярное водонасыщение, % объема, не более	8
Коэффициент морозостойкости, не менее	0,6

Модули упругости укрепленных слоев принимают: 2000-2500 кгс/см^2 - при использовании минеральных вяжущих; 1500-3000 кгс/см^2 - при использовании органических вяжущих или промышленных отходов.

6. Толщину укрепленных верхних слоев земляного полотна назначают из условия сохранения прочности всей дорожной одежды на основе требований "Инструкции по проектированию дорожных одежд нежесткого типа" ВСН 46-72 (М., "Транспорт", 1973). При расчете учитывают модули упругости укрепленного материала, грунта, песка и другие показатели.

Дорожную конструкцию проверяют также и на морозоустойчивость.

Если конструкция дорожной одежды не отвечает

требованиям по морозоустойчивости, то верхний слой земляного полотна укрепляют с расчетом, что он будет выполнять также функции морозозащитного слоя.

При этом вышележащие слои оснований дорожной одежды необходимо устраивать из монолитных водо- и морозостойких обработанных вяжущими материалов.

7. Морозозащитные песчаные слои могут быть эффективно заменены слоями из укрепленных грунтов земляного полотна, толщина которых примерно в два раза меньше, чем морозозащитных, при эквивалентности всех остальных показателей (см.приложение 1 настоящих "Методических рекомендаций").

Установлено, что земляное полотно промерзает под укрепленным слоем на меньшую глубину, чем под морозозащитным слоем из привозного грунта (см.приложение 2 настоящих "Методических рекомендаций").

8. При выполнении указаний настоящих "Методических рекомендаций" можно:

расширить область использования методов и технологии укрепления грунтов в целях повышения прочности и устойчивости земляного полотна путем обработки его верхних слоев вяжущими веществами;

максимально сократить перевозку песка или песчано-гравийных смесей, каменных материалов, используемых для устройства морозозащитных верхних слоев земляного полотна или для сооружения дополнительных технологических слоев дорожных одежд;

снизить стоимость, трудоемкость строительства и увеличить производительность труда;

обеспечить проезд построечного транспорта без устройства дополнительных технологических слоев дорожных одежд.

9. Подбор составов смесей для устройства верхних слоев земляного полотна из грунтов или промышленных отходов, обработанных вяжущими, и испытания полученных материалов осуществляют в соответствии с

требованиями, приведенными в приложениях 3 и 4 "Инструкции" СН 25-74.

Пригодность грунтов, вяжущих, добавок, промышленных отходов устанавливают в соответствии с требованиями, приведенными в пп.10-14, а пригодность укрепленных грунтов - п.5 настоящих "Методических рекомендаций".

Требования к материалам и рекомендуемые составы смесей

Грунты и промышленные отходы

10. В верхних слоях земляного полотна автомобильных дорог для обработки вяжущими используют следующие грунты и промышленные отходы:

пылеватые песчаные, супесчаные и суглинистые грунты (легкие и тяжелые разновидности), склонные к значительному льдонакоплению при замерзании в увлажненном состоянии (II-III дорожно-климатические зоны);

мелкие одноразмерные пески (II-У дорожно-климатические зоны, особенно в районах с засушливым климатом);

золошлаковые смеси ТЭС;

мелкие пески, являющиеся отходами производственных объединений "Фосфорит".

11. Укрепляемые грунты и отходы производственных объединений "Фосфорит" по содержанию вредных соединений (гумус, легкорастворимые соли и др.) должны удовлетворять требованиям "Инструкции" СН 25-74; золошлаковые смеси - требованиям "Методических рекомендаций по использованию золошлаковых смесей ТЭС для устройства укрепленных оснований и морозозащитных дорожных одежд" (Союздорнии.М., 1977).

12. Для укрепления грунтов верхних слоев земляного полотна с учетом положений п.3 настоящих "Методических рекомендаций" используют следующие вяжущие вещества:

портландцемент и шлакопортландцемент, удовлетворяющие требованиям ГОСТ 10178-76 "Портландцемент, шлакопортландцемент, пуццолановый портландцемент и их разновидности";

золы уноса ТЭС, используемые в качестве самостоятельного вяжущего и соответствующие данным табл.5 "Технических указаний по использованию зол уноса и золошлаковых смесей от сжигания различных видов твердого топлива для сооружения земляного полотна и устройства дорожных оснований и покрытий автомобильных дорог" ВСН 185-75 (Оргтрансстрой.М.,1975);

жидкие битумы класса МГ 25/40, 40/70, 70 / 130, удовлетворяющие требованиям ГОСТ 11955-74 "Битумы нефтяные дорожные жидкие";

битумные эмульсии анионные медленнораспадающиеся, отвечающие требованиям ГОСТ 18659-73 "Эмульсии дорожные битумные". Допускается применять среднераспадающиеся битумные эмульсии. Рабочая концентрация эмульсии, при которой обеспечивается равномерное перемешивание ее с песком, составляет для медленнораспадающихся эмульсий 30-50%, для среднераспадающихся - 30-40%.

13. Кроме перечисленных вяжущих, для укрепления верхней части земляного полотна, отсыпанного из песка, применяют эмульсии из нефтяного гудрона и госсиполовые смолы.

Для приготовления эмульсий используют анионные эмульгаторы, а именно сульфитно-дрожжевую бражку (СДБ) или госсиполовую смолу. Количество эмульгатора назначают такое же, как при получении обычных

битумных эмульсий. Температура нефтяного гудрона, поступающего в диспергатор, должна быть 80–100°С, температура водного раствора эмульгатора 70–90°С. Эмульсии из нефтяного гудрона также должны удовлетворять требованиям ГОСТ 18659–73.

14. Госсиполовые смолы, являющиеся отходами масложирокомбинатов, с вязкостью $С^{5}_{60}$ не менее 100сек, должны удовлетворять требованиям ОСТ 18-114-73. Указанные отходы промышленности весьма эффективно используют в виде эмульсии, особенно в условиях жаркого засушливого климата.

15. При укреплении верхних слоев земляного полотна вяжущими (в зависимости от вида укрепляемого грунта и вяжущего) применяют следующие добавки:

неорганические (известь, каустическая или кальцинированная сода, хлористый кальций), удовлетворяющие требованиям действующих технических условий или ГОСТов, – при укреплении минеральными вяжущими, как правило, грунтов II–III дорожно-климатических зон, предрасположенных к значительному влагонакоплению и льдообразованию. В этом случае применяют также пластифицирующую, придающую укрепленному грунту повышенную морозостойкость, добавку СДБ;

органические (как правило, катионактивные добавки серии "Э") – при укреплении жидким битумом мелких одноразмерных, в том числе барханных песков в условиях жаркого засушливого климата.

16. Количества вяжущих и добавок, необходимые для укрепления верхнего слоя земляного полотна, зависят от вида грунтов или промышленных отходов:

песчаные и супесчаные пылеватые грунты различных видов укрепляют 5–6% портландцемента или шлакопортландцемента в сочетании с 0,5% хлористого кальция или каустической либо кальцинированной соды (% массы сухого грунта), или с добавкой 0,5% СДБ (% массы вяжущего);

суглинистые пылеватые грунты (легкие и тяжелые) укрепляют 6-7% портландцемента или шлакопортландцемента в сочетании с 1,5% извести или 1-1,5% хлористого кальция либо каустической или кальцинированной соды. При укреплении тяжелых видов суглинистых грунтов используют добавку извести совместно с 0,5% хлористого кальция, соды (каустической или кальцинированной), а также 1-1,5% СБД. При укреплении гумусированных грунтов не рекомендуется использовать добавки каустической или кальцинированной соды;

мелкие одноразмерные пески укрепляют битумными эмульсиями или эмульсиями, приготовленными с использованием нефтяного гудрона или госсиполовой смолы, из расчета на эмульгированное вяжущее, - 4-6% массы грунта; 3-4% жидкого битума с добавкой 0,03-0,15% препарата Э-1 или 0,05-0,1% госсиполовой смолы (% массы вяжущего); 3-5% госсиполовой смолы;

золошлаковые смеси укрепляют минеральными вяжущими (портландцементом, известью, золами уноса, самостоятельно твердеющими) в установленных количествах (см.п.2.4 "Методических рекомендаций по использованию золошлаковых смесей ТЭС для устройства укрепленных оснований и морозозащитных дорожных одежд").

Технология производства работ

17. Грунты и промышленные отходы в верхних слоях земляного полотна укрепляют, как правило, методом приготовления смеси непосредственно на дороге, с использованием одно- или многопроходных грунтосмесительных машин. В случае обработки вяжущими легких разновидностей грунтов применяют профилировщики-распределители высокопроизводительного комплекта ДС-100.

18. Технология производства работ при укреплении грунтов в верхних слоях земляного полотна практически не отличается (особенно при использовании минеральных вяжущих материалов) от технологии, рекомендуемой "Инструкцией" СН 25-74.

Отличия в технологии связаны главным образом с использованием мелких одноразмерных песков, укрепленных органическими вяжущими.

19. Работы по укреплению мелких песчаных одноразмерных грунтов органическими вяжущими без добавок или с добавками указанных в п.16 активных веществ рекомендуется проводить при сухой устойчивой погоде с температурой воздуха не ниже 5°С.

При использовании битумных и других эмульсий, а также жидких битумов с добавкой Э-1 смеси приготавливают, как правило, многопроходной грунтосмесительной машиной типа фрезы Д-530 в соответствии с правилами, приведенными в "Методических рекомендациях по расширению применения мелких песков и малопрочных каменных материалов в конструкциях дорожных одежд во II и У дорожно-климатических зонах" (Союздорнии.М., 1975).

20. При укреплении мелких одноразмерных песков госсиполовой смолой с вязкостью 80-100 сек смеси приготавливают многопроходными машинами таким образом, чтобы в момент введения в грунт температура вяжущего достигала 80-100°С. Грунт перемешивают с вяжущим до однородного состояния. Затем смесь увлажняют; количество воды должно быть меньше потребного для достижения оптимальной влажности на величину, равную дозе вносимой смолы. Далее смесь снова перемешивают грунтосмесителем до однородного состояния, после чего профилируют и уплотняют до плотности не менее 0,98 максимальной стандартной, определенной согласно указаниям приложения 3 "Инструкции" СН 25-74. По уплотненному слою разрешается сразу открывать движение построечного транспорта.

21. При использовании госсиполовой смолы с вязкостью более 100 сек теплые смеси приготавливают, как правило, в стационарных условиях. Минеральный материал при поступлении в мешалку должен иметь температуру 70–80°С. Госсиполовую смолу рекомендуется нагревать до температуры не выше 100°С. Температура готовой смеси не должна превышать 80°С.

22. Смеси, приготавливаемые в стационарных установках, не оборудованных дозаторами для воды, допускается доувлажнять на дороге путем розлива воды из поливо-моечной машины с дальнейшим перемешиванием смеси до однородного состояния.

23. Контроль за качеством производства работ осуществляют в соответствии с требованиями, изложенными в разд. 3 "Инструкции" СН 25-74.

Приложение 1

Толщины слоев из грунтов, укрепленных вяжущими, эквивалентных по прочности песчаным слоям с E = 1000 кгс/см^2

Номер по пор.	Модуль упругости грунтов, кгс/см^2		Общий модуль конструкции $E_{общ}$, кгс/см^2		Толщина слоя h, см	
	исходных $E_{гр}$	укрепленных вяжущими E_1	песок+грунт	укрепленный грунт+грунт	песчаного (по типовым проектным решениям)	из укрепленных грунтов
1	2	3	4	5	6	7
1	210	2000	645	650	60	30
		2500	645	650	60	25
		3000	645	645	60	22
2	210	2000	600	600	50	27
		2500	600	600	50	24
		3000	600	600	50	19
3	210	2000	575	580	45	25
		2500	575	575	45	22
		3000	575	570	45	18
4	240	2000	570	570	40	22
		2500	570	575	40	19
		3000	570	570	40	17
5	240	2000	510	520	30	18
		2500	510	500	30	15
		3000	510	510	30	14
6	240	2000	460	460	25	16
		2500	460	475	25	14
		3000	460	450	25	12

Номер по пор.	Модуль упругости грунтов, кгс/см^2		Общий модуль конструкции $E_{общ}$, кгс/см^2		Толщина слоя h, см	
	исходных $E_{гр}$	укрепленных вяжущими $E_{т}$	песок+грунт	укрепленный грунт+грунт	песчаного (по типовым проектным решениям)	из укрепленных грунтов
7	240	2000	420	430	20	14
		2500	420	412	20	12
		3000	420	420	20	10
8	280	2000	620	620	40	22
		2500	620	625	40	19
		3000	620	615	40	16
9	280	2000	550	560	30	19
		2500	550	550	30	17
		3000	550	570	30	15
10	280	2000	470	480	20	14
		2500	470	475	20	13
		3000	470	480	20	12
11	280	2000	420	440	15	12
		2500	420	425	15	10
		3000	420	420	15	8
12	340	2000	610	620	30	17
		2500	610	615	30	15
		3000	610	615	30	14
13	340	2000	530	520	20	13
		2500	530	540	20	12
		3000	530	540	20	11
14	370	2000	630	630	30	16
		2500	630	650	30	15
		3000	630	645	30	14

1	2	3	4	5	6	7
15	370	2000	570	560	20	13
		2500	570	575	20	12
		3000	570	570	20	11
16	370	2000	520	530	15	12
		2500	520	550	15	11
		3000	520	525	15	10
17	390	2000	650	640	30	15
		2500	650	637	30	14
		3000	650	660	30	13
18	390	2000	580	610	20	13
		2500	580	575	20	12
		3000	580	600	20	11
19	420	2000	680	670	30	14
		2500	680	675	30	13
		3000	680	675	30	12
20	420	2000	560	560	15	10
		2500	560	575	15	9
		3000	560	570	15	8
21	500	2000	680	680	20	11
		2500	680	675	20	10
		3000	680	675	20	9
22	600	2000	740	740	20	9
		2500	740	750	20	8
		3000	740	750	20	7

Примечание. Связные, в том числе и пылеватые грунты, а также пылеватые пески, характеризуемые как чрезмернопучинистые, очень пучинистые и пучинистые – с № 1 по № 20, золошлаковые смеси ТЭС – № 21,22.

Приложение 2

Уменьшение глубины промерзания при замене песчаных слоев слоями из обработанных вяжущими материалов

Номер по пор.	Номер страницы[x]	Номер листа[x]	Толщина слоя, м		Глубина промерзания, м, при слое	
			песчаного	из обработанных вяжущими материалов	песчаном	из обработанных вяжущими материалов
1	25	5	0,60	0,30	1,25	1,15
2	29	9	0,60	0,30	1,25	1,10
3	34	14	0,60	0,30	1,34	1,10
4	36	16	0,60	0,30	1,22	0,90
5	44	24	0,60	0,30	1,22	1,01
6	48	28	0,60	0,30	1,22	0,92
7	56	36	0,60	0,30	1,21	0,11
8	58	38	0,60	0,30	1,27	1,14
9	42	22	0,45	0,25	1,23	1,14
10	63	43	0,50	0,28	1,33	1,23
11[xx]	25	5	0,60	0,30	1,35	1,20

x) Альбом проектно-технических решений. Союздорпроект. М., 1976.

xx) Подстилающие грунты - глины.

Содержание

	Стр.
Предисловие	3
Общие положения	4
Требования к материалам и рекомендуемые составы смесей	8
Грунты и промышленные отходы	8
Вяжущие вещества, добавки, рекомендуемые составы смесей	9
Технология производства работ	11
Приложения	15

Ответственный за выпуск
инж. Е.И.Эппель

Редактор Н.В.Теплоухова
Технический редактор А.В.Евстигнеева
Корректор Т.М.Бирюшова

Подписано к печати 20/IX 1979г. Формат 60x84/16
Л 70938
Заказ 138-9 Тираж 750 0,8 уч.-изд.л. Цена 15 коп.
1,0 печ.л.

Участок оперативной полиграфии Союздорнии
143900 Московская обл., Балашиха-6, ш.Энтузиастов, 79

gost.e-ecolog.ru