МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ВСЕСОЮЗНЫЙ ДОРОЖНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
СОЮЗДОРНИИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ ОСНОВАНИЙ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЯЗНЫХ ГРУНТОВ, УКРЕПЛЕННЫХ МИНЕРАЛЬНЫМИ ИЛИ ОРГАНИЧЕСКИМИ ВЯЖУЩИМИ С ДОБАВКАМИ ПАВ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

Москва 1985

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ВСЕСОЮЗНЫЙ ДОРОЖНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
СОЮЗДОРНИИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ ОСНОВАНИЙ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЯЗНЫХ ГРУНТОВ, УКРЕПЛЕННЫХ МИНЕРАЛЬНЫМИ ИЛИ ОРГАНИЧЕСКИМИ ВЯЖУЩИМИ С ДОБАВКАМИ ПАВ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

Утверждены зам.директора Союздорнии
кандидатом технических наук Б.С.Марышевым

Одобрены Главным техническим управлением
Минтрансстроя (письмо №373-4д/2 от 7.05.85)

Москва 1985

УДК 625.731.7/9:(624.138.232.1:624.138.232.2)(083.131)

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ ОСНОВАНИЙ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЯЗНЫХ ГРУНТОВ, УКРЕПЛЕННЫХ МИНЕРАЛЬНЫМИ ИЛИ ОРГАНИЧЕСКИМИ ВЯЖУЩИМИ С ДОБАВКАМИ ПАВ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ. Союздорнии. М., 1985.

Разработаны новые методы комплексного укрепления связных грунтов с использованием минеральных или органических вяжущих с добавками ПАВ и промышленных отходов для строительства дорожных оснований в условиях 1-У дорожно-климатических зон.

Приведены требования к вяжущим, добавкам, исходным и укрепленным связным грунтам, даны составы смесей, особенности технологии производства работ и правила техники безопасности при работе с применяемыми вяжущими материалами.

Табл. 10.

© Государственный всесоюзный дорожный научно-исследовательский институт, 1985.

УДК 625.731.7/9:(624.138.232.1:623.138.232.2)(083.131)

ПРЕДИСЛОВИЕ

В "Методических рекомендациях по строительству оснований дорожных одежд с использованием связных грунтов, укрепленных минеральными или органическими вяжущими с добавками ПАВ и промышленных отходов" приведены новые способы комплексного укрепления связных грунтов с использованием традиционных вяжущих (цемента, каменноугольных дегтей и смол) в сочетании с добавками различных ПАВ и химических веществ, карбамидоформальдегидных смол и аминокомплексных соединений, составленных вяжущих из отходов промышленных производств, а также новый способ укрепления связных грунтов известковым молоком и усовершенствованная технология обработки указанных грунтов известью.

Разработаны и уточнены требования к укрепленным связным грунтам и исходным материалам.

Предложены рациональные составы смесей для строительства оснований и других слоев дорожных одежд в I–У дорожно-климатических зонах.

При разработке рекомендаций использованы авторские свидетельства № 487204, 546679, 876819, 360356, 804750, 834306, 481661, 469793, 655775, 863745.

Настоящие "Методические рекомендации" составили кандидаты технических наук Т.М.Луканина, И.Л.Гурячков, инж. Р.Г.Кочеткова (Союздорнии), инж. В.П.Агафонцева (Ленинградский филиал Союздорнии), кандидаты технических наук З.И.Негуляева, В.К.Петренко (Среднеазиатский филиал Союздорнии), инж. Н.С.Дежина (Омский филиал Союздорнии), кандидаты технических наук Е.В.Каганович (Казахский филиал Союздорнии), Н.Ф.Сасько, И.П.Гаркавенко (Госдорнии), А.В.Левченко (Пермский сельскохозяйственный институт), В.А.Кейльман, В.П.Матуа (РИСИ), канд.хим.наук И.С.Масленникова (ЛИЭИ), канд.техн.наук В.С.Прокопец (СибАДИ), докт.техн.наук М.Н.Першин (ЛИСИ).

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

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящие "Методические рекомендации" предназначены для опытно-производственной проверки в широких масштабах при проектировании и строительстве оснований и других конструктивных слоев дорожных одежд из связных грунтов в различных климатических условиях, в том числе Севера и Сибири, включая I дорожно-климатическую зону.

1.2. "Методические рекомендации" включают:

новые составы смесей с использованием связных грунтов и различных вяжущих материалов: традиционных (цемента, битума, извести, каменноугольных вяжущих в сочетании с добавками ПАВ и химических веществ) и составленных вяжущих из отходов различных промышленных производств;

новые способы укрепления переувлажненных связных грунтов, имеющих влажность до 0,8 от влажности на границе текучести;

новые способы и технологию укрепления связных грунтов известью.

1.3. Использование настоящих "Методических рекомендаций" обеспечит:

получение на основе связных грунтов укрепленных материалов повышенной прочности, водо- и морозостойкости, теплоизолирующей способности, отвечающих в ряде случаев требованиям суровых климатических условий Севера и Сибири;

удлинение строительного сезона за счет применения аминокомплексов;

увеличение видов связных грунтов, пригодных для укрепления (например, засоленных с повышенным по сравнению с нормативными требованиями содержанием легкорастворимых солей и др.);

расширение области применения укрепленных связных грунтов в основаниях дорог, сооружаемых в различных природно-климатических условиях, включая I дорожно-климатическую зону;

экономию цемента и битума на 25-40% по сравнению с установленной оптимальной нормой либо полную замену упомянутых традиционных вяжущих материалов.

1.4. Предлагаемые укрепленные связные грунты следует применять для устройства:

нижних слоев оснований и дополнительных слоев на дорогах I-IУ категорий в I-У дорожно-климатических зонах. При этом допускается укреплять супеси, суглинки и глины с числом пластичности не более 20;

верхних слоев оснований на дорогах II-IУ категорий в I-У дорожно-климатических зонах. При этом допускается укреплять различные супесчаные грунты. Под цементобетонные покрытия разрешается устраивать основания из укрепленных супесей и легких суглинков;

переходных и низших типов покрытий со слоями износа на дорогах IУ-У категорий и на первой стадии двустадийного строительства дорог III категории во II-У дорожно-климатических зонах. Для устройства этих типов покрытий во II дорожно-климатической зоне рекомендуется использовать супесчаные и легкие суглинистые грунты.

1.5. Связные грунты (суглинки тяжелые и тяжелые пылеватые, а также глины с числом пластичности не более 20), укрепленные известью либо аминокомплексными соединениями (АКС), либо исходными реагентами, используемыми для синтеза АКС, следует применять на дорогах всех категорий в нижних слоях оснований или дополнительных слоях в условиях II-III дорожно-климатических зон, либо в верхних слоях оснований в IУ-У дорожно-климатических зонах.

1.6. Укрепленные связные грунты, которые рекомен-

дуется использовать в нижних слоях оснований и дополнительных слоях на дорогах 1-1У категорий в 1-У дорожно-климатических зонах, должны удовлетворять требованиям ко II-III классам прочности, приведенным в табл.1 "Инструкции по применению грунтов, укрепленных вяжущими материалами, для устройства оснований и покрытий автомобильных дорог и аэродромов" СН 25-74 (Госстрой СССР. М., 1975).

В 3-м типе местности по условиям увлажнения укрепленные связные грунты должны удовлетворять требованиям, изложенным в табл.1 (II класс прочности) или табл.3 "Инструкции" СН 25-74, либо табл. 1 и пп.2.1-2.4 настоящих "Методических рекомендаций".

1.7. Укрепленные связные грунты, которые следует использовать в верхних слоях оснований на дорогах II-1У категорий в I-У дорожно-климатических зонах, должны удовлетворять требованиям к I или ко II классам прочности, приведенным в табл.1 "Инструкции" СН 25-74 или табл.1 настоящих "Методических рекомендаций".

Таблица 1

Физико-механические свойства укрепленных грунтов	Показатель свойств укрепленных грунтов по классам прочности		
	I	II	III
Предел прочности при сжатии водонасыщенных образцов при 20°С, МПа	4-2,5	2,5-1,5	1,5-1
Предел прочности на растяжение при изгибе водонасыщенных образцов при 20°С, МПа, не менее	1	0,6	0,4
Водонасыщение, % объема, не более	2	3	5
Коэффициент морозостойкости, не менее	0,8	0,75	0,6

Примечания: 1. Показатели физико-механических свойств даны для образцов, твердевших 28 сут.

2. Для условий У дорожно-климатической зоны показатели прочности могут быть снижены на 25%.

Для указанных категорий дорог, сооружаемых в IУ-У дорожно-климатических зонах, разрешается использовать укрепленные связные грунты, отвечающие требованиям табл.3 "Инструкции" СН 25-74.

Для оснований под цементобетонные покрытия рекомендуется применять укрепленные связные грунты, отвечающие требованиям к I-II классам прочности, изложенным в табл.1 "Инструкции" СН 25-74.

1.8. Укрепленные связные грунты, рекомендуемые для устройства переходных или низших типов покрытий со слоями износа на дорогах IУ-У категорий и на первой стадии двустадийного строительства дорог III категории во II-У дорожно-климатических зонах, должны удовлетворять требованиям к I классу прочности (см. табл.1 "Инструкции" СН 25-74 и табл.1 настоящих "Методических рекомендаций").

Для указанных категорий дорог, сооружаемых в IУ-У дорожно-климатических зонах, допускается использовать укрепленные связные грунты, отвечающие требованиям ко II классу прочности (см.упомянутые таблицы), а для переходных или низших типов покрытий - требованиям, изложенным в табл.3 "Инструкции" СН 25-74.

1.9. Толщину дорожных одежд и отдельных конструктивных слоев с использованием укрепленных связных грунтов следует рассчитывать в соответствии с положениями действующих нормативно-технических документов. Значения расчетных характеристик нужно принимать в зависимости от класса прочности и вида вяжущего в соответствии с требованиями "Инструкции по проектированию дорожных одежд нежесткого типа" ВСН 46-83.

2. ТРЕБОВАНИЯ К УКРЕПЛЕННЫМ СВЯЗНЫМ ГРУНТАМ

2.1. Связные грунты, укрепленные портландцемен - том в сочетании с добавками ПАВ, химических или других веществ, а также минеральными составленными вяжущими из отходов промышленного производства либо карбамидоформальдегидными смолами, должны удовлетворять требованиям, приведенным в табл. 1 "Инст - рукции" СН 25-74.

2.2. Связные грунты, укрепленные портландцемен - том или минеральными отходами промышленности в сочетании с органическими вяжущими или органическими отходами, либо карбамидоформальдегидными смолами с добавками нефти, должны удовлетворять требованиям, приведенным в табл. 1 настоящих "Методических рекомендаций".

2.3. Связные грунты, укрепленные жидкими битумами, каменноугольными вяжущими или различными ор - ганическими отходами промышленных производств в сочетании с добавками ПАВ или других веществ, долж - ны удовлетворять требованиям, изложенным в табл. 3 "Инструкции" СН 25-74.

2.4. Чтобы установить пригодность укрепленных грунтов для использования в условиях 1 дорожно-климатической зоны, образцы нужно испытывать на морозо - стойкость.

Для устройства верхнего слоя основания под сбор - ное или монолитное цементобетонное покрытие или под покрытия капитальных дорожных одежд нежесткого типа пригодны укрепленные грунты, образцы из которых выдерживают 50 циклов замораживания-оттаивания при полном водонасыщении, для устройства нижнего слоя основания под те же покрытия - 30 циклов при капиллярном водонасыщении. Температура замораживания - минус 22°С.

3. ТРЕБОВАНИЯ К УКРЕПЛЯЕМЫМ ГРУНТАМ

3.1. При устройстве оснований или других конструктивных слоев дорожных одежд из связных укрепленных грунтов можно применять супеси, суглинки, глины различного генезиса и химикоминералогического состава с числом пластичности не более 20.

3.2. Наиболее эффективны супесчаные грунты оптимального или близкого к оптимальному зерновому составу, а также суглинки легкие и легкие пылеватые.

3.3. Укреплять тяжелые суглинки и глины с числом пластичности от 17 до 20 можно после введения в них различных гранулометрических добавок: крупнозернистых песков, отходов камнедробления, гранулированных или отвальных доменных шлаков, дресвы и др.

3.4. Допускается применять связные грунты с числом пластичности не более 20 без улучшения зернового состава, если в качестве вяжущих используют известь или аминокомплексы, при влажности грунтов до 0,8 от влажности на границе текучести.

3.5. В дополнение к "Инструкции" СН 25-74 при укреплении грунтов известью содержание в них гумусовых веществ и величина pH грунта не регламентируются.

Заторфованные грунты и илы укреплять известью не допускается.

3.6. Каменноугольными дегтями и смолами, а также смолами тяжелыми улавливания (СТУ) без активных добавок можно укреплять супеси и суглинки всех разновидностей.

Если указанные вяжущие использовать совместно с известью (цементом) и добавками активных веществ, то можно эффективно укреплять связные грунты с числом пластичности от 4 до 20.

Кислые грунты ($pH < 5,5$), а также гумусовые го -

ризонты черноземов с содержанием гумусовых веществ более 6% укреплять каменноугольными вяжущими не следует.

3.7. Связные кислые грунты ($pH < 6$), в том числе с повышенной естественной влажностью, малопригод - ные для укрепления минеральными и другими вяжущими материалами, целесообразно укреплять карбамидо - формальдегидными смолами.

3.8. В южных районах страны при укреплении лессовидных связных грунтов (супесей, суглинков и глин с числом пластичности не более 20) предпочтение следует отдавать карбонатным разновидностям с содержанием карбонатов кальция более 2-3%. Содержание слюды в таких грунтах не должно превышать 1% массы грунта.

3.9. При строительстве дорог в условиях сухого и жаркого климата Средней Азии, а также в других районах с аналогичными природно-климатическими условиями в дополнение к "Инструкции" СН 25-74 допускается укреплять сильно- и избыточнозасоленные грунты при сульфатном и хлоридно-сульфатном засолении, а также грунты от слабо- до избыточнозасоленных при содер - жании соды не более 3,5%.

4. ТРЕБОВАНИЯ К ВЯЖУЩИМ, ПАВ И ПРОМЫШЛЕННЫМ ОТХОДАМ

4.1. Для укрепления связных грунтов рекомендуется использовать следующие вяжущие материалы:

портландцемент, шлакопортландцемент, пуццолановый портландцемент (ГОСТ 10178-76);

известь строительную 1, 2, 3-го сортов (ГОСТ 9179-77);

негашеную комовую, а также несортовую известь и промышленные известковые отходы, назначая количество извести по содержанию в ней активных $CaO + MgO$;

золы уноса сухого отбора, получаемые от сжига - ния каменных или антрацитовых углей (см. табл.6 и пп.2.20-2.23 "Инструкции" СН 25-74);

золы гидроудаления, не обладающие вяжущими свойствами ввиду малого содержания в них окиси кальция, следует применять вместе с известью и водорастворимыми активными добавками. При этом содержание органических примесей в золах допускается не более 15%, а в золах уноса, получаемых от сжигания антрацито - вых углей, - не более 25%. При большем содержании органических примесей в золе количество вводимой в смесь извести увеличивают на 20%:

жидкие битумы (ГОСТ 11955-82) и нефти (ТУ 39-01-07-526-79 "Нефть для дорожных работ", Минефтепром);

каменноугольные дегти марок Д-3, Д-4 и отогнан - ные каменноугольные смолы (ГОСТ 4641-80);

сырые каменноугольные смолы КМС (ОСТ 1462-80);

препарированные каменноугольные смолы (ТУ 14-6-161-78 "Смолы каменноугольные препариро - ванные для дорожного строительства", Минчермет);

смолы тяжелые улавливания СТУ-2, СТУ-3 (ТУ 14-6-131-82 "Смолы тяжелые улавливания из кислой смолки улавливания для дорожного строительства", Минчермет);

карбамидоформальдегидные смолы марки КФЖ (ГОСТ 14231-78);

эмульсию анионного типа среднераспадающуюся на талловом пеке, эмульгатор - жидкое стекло (0,7% массы воды), добавку ГЖ 136-41 (2% массы таллового пека).

4.2. Чтобы ускорить процессы структурообразова - ния, повысить морозостойкость, прочность и трещино - стойкость укрепленных цементом связных грунтов, рекомендуется вводить добавки ПАВ и других химичес -

ких веществ, в том числе промышленные отходы, перечень которых и требования к которым приведены в прил.1 настоящих "Методических рекомендаций".

4.3. В качестве добавок к связным грунтам, укрепляемым каменноугольными вяжущими, следует использовать известь или известковую пыль, цемент, золы уноса (см.п.4.1 настоящих "Методических рекомендаций"), а также кислую смолку, амин полимеризованный жидкий, серу элементарную техническую (см.прил.1 настоящих "Методических рекомендаций"), молотую горелую породу (прил.2 настоящих "Методических рекомендаций").

4.4. При укреплении жидкими битумами или нефтью связных грунтов с различным содержанием легкорастворимых солей в качестве ПАВ рекомендуется применять госсиполовую смолу (хлопковый гудрон) либо катионактивную добавку Э-1 (см.прил.1 настоящих "Методических рекомендаций").

4.5. В качестве заменителей кондиционных вяжущих (см.п.4.1 настоящих "Методических рекомендаций") рекомендуются для укрепления связных грунтов в условиях IУ-У дорожно-климатических зон составленные вяжущие из отходов промышленности. Перечень этих отходов и требования к ним приведены в прил.2 настоящих "Методических рекомендаций".

4.6. При укреплении переувлажненных связных грунтов с числом пластичности не более 20 следует использовать в качестве основного вяжущего аминокомплексные соединения (АКС) либо АКС в сочетании с цементом (см.прил.1 настоящих "Методических рекомендаций"), или исходные реагенты, применяемые для синтеза АКС (п.6.11 настоящих "Методических рекомендаций").

5. РЕКОМЕНДУЕМЫЕ СОСТАВЫ СМЕСЕЙ

5.1. Составы смесей из связных грунтов с использованием в качестве основного вяжущего цемента, битума, извести, каменноугольных смол или дегтей в сочетании с добавками различных ПАВ и промышленных отходов приведены в табл. 2-6 настоящих "Методических рекомендаций".

5.2. Составы смесей из связных грунтов с вяжущими - карбамидоформальдегидными смолами марки КФЖ в сочетании с добавкой нефти либо без добавок приведены в табл. 2 и 4 настоящих "Методических рекомендаций".

Смолу следует применять с добавкой отвердителя - хлористого аммония по ГОСТ 3773-72 (20% массы смолы) либо хлорного железа $Fe_2O_3 \cdot 6H_2O$ в товарном виде по ГОСТ 4147-74 (1,5-3% массы смолы). Количество смолы в смеси нужно рассчитывать на сухое вещество.

5.3. Составы смесей из связных грунтов с основными вяжущими - различными отходами промышленности приведены в табл. 6 настоящих "Методических рекомендаций".

5.4. Пригодность составов смесей, приведенных в табл. 2-7 настоящих "Методических рекомендаций" для устройства различных конструктивных слоев дорожных одежд устанавливают по показателям физико-механических свойств образцов из этих смесей в соответствии с требованиями, изложенными в пп. 2.1-2.4 настоящих "Методических рекомендаций".

Таблица 2

Укрепляемый грунт	Вяжущее (% массы смеси)
Супесь легкая, тяжелая, тяжелая пылеватая; суглинок легкий, легкий пылеватый (pH ≤ 7)	Цемент (12–14) Цемент (11–12) + ПЩ (0,5–1)
Супесь легкая (pH ≥ 7)	Цемент (10–11) Цемент (9–10) + ПЩ (0,5–1) Цемент (≥ 9) + СДБ (1)[x] + СНВ (0,5)[x] Цемент (≥ 9) + КОСЖК (3)[x]
Супесь тяжелая, тяжелая пылеватая; суглинок легкий, легкий пылеватый (pH > 7)	Цемент (9–12) Цемент (≥ 9) + ПЩ (1–2)
Супесь легкая (pH ≤ 7)	Смола карбамидоформальдегидная марки КФЖ (5–6) Смола (4–5) + нефть (2–4)
Супесь тяжелая, тяжелая пылеватая; суглинок легкий, легкий пылеватый (pH ≤ 7)	Смола (8–11) Смола (6–9) + нефть (1–2)

[x] % массы цемента.

Примечания: 1. Смеси рекомендованы для I дорожно-климатической зоны.

2. Число пластичности легкой супеси менее 3, остальных укрепляемых грунтов – не более 12.

3. Приведенное в таблице количество вяжущих необходимо уточнять на основании лабораторных испытаний.

4. Меньшее количество смолы – для супесей, большее – для суглинков.

Таблица 3

Укрепляемый грунт (число пластичности)	Количество цемента, % массы смеси	Добавка (% массы смеси)
Супесь легкая (< 3)	10-11	ГНД (1,0-2,0)[x] ВНГ (2,0)[x] СДБ (1,0-1,2)[x]
	9-10	ПЩ (0,5-1,0)
	8-9[xxx]	ПЩ (0,5-1,0) ГНД (1,5-2,0)[x] ВНГ (1,5-2,0)[x] СДБ + СНВ (1,0+0,5)[x] КОСЖК (3,0)[x] ПГ (0,08-0,15)
Супесь тяжелая, тяжелая пылеватая (3-7)	10-11	ВНГ (1,5-2,0)[x] СДБ (1,0-1,2)[x]
	9-10	ПЩ (0,5-1,0) ПГ (0,18-0,20)
	8-9[xxx]	ПЩ (1,0-2,0) ПГ (0,15-0,17)
Суглинок легкий, легкий пылеватый (7-12)	10-11	ВНГ (1,5-2,0)[x] СДБ (1,5-2,0)[x] СПД (0,02-0,50)[x] ТП+ЖС+ГЖ 136-41(5,0-10,0)[xx] ПГ (0,18-0,20) ГЖ 136-41 (0,05-0,80)[x]
	9-10	ПЩ (0,5-1) ПГ (0,18-0,2) ГЖ 136-41 (0,05-0,8)[x]
	8-9	ПЩ (1-2)[xxx] ПГ (0,15-0,17) ГЖ 136-41 (0,8-1)[x]
	7-8	АКС (1-2)[x] ПГ (0,14-0,16) ГЖ 136-41 (0,8-1)[x]

Продолжение табл. 3

Укрепляемый грунт (число пластичности)	Количество цемента, % массы смеси	Добавка (% массы смеси)
	6-7	СКС-65 ГП (2-3) СКПС-50 (2-3) АКС (1-2)[x] ГЖ 136-41 (1)[x]
Суглинок тяжелый, тяжелый пылеватый (12-17)	11-12	СДБ (2-3)[x] СПД (0,1-0,5)[x] ПГ (0,19-0,25) ГЖ 136-41 (0,8-1)[x]
	10-11	ПГ (0,16-0,2) ГЖ 136-41 (0,8-1)[x]
	9-10	АКС (1,5-2)[x] ПГ (0,16-0,2) ГЖ 136-41 (1)[x]
	8-9	СКС-65 ГП (2-3) СКПС-50 (2-3) АКС (1,5-2)[x] ПГ (0,16-0,2)

x) Количество добавок рассчитано в процентах массы цемента.

xx) См.п.4.1 настоящих "Методических рекомендаций"

xxx) Составы смесей. рекомендуемые для грунтов, имеющих щелочную реакцию среды.

Примечания: 1. Смеси предназначены для II-III дорожно-климатических зон.

2. Технические требования к добавкам, их характеристики и назначение см. в прил. 1.

3. Количество добавок СПД, ПГ дано в пересчете на сухой остаток.

4. При укреплении цементом без добавок супесей и легких суглинков минимальное его количество - 10-11% массы смеси, тяжелых и тяжелых пылеватых суглинков - 12-14%.

5. Допускается укреплять глины песчанистые и пылеватые 10-12% цемента с добавкой 2,5-3% АКС.

Таблица 4

Укрепляемый грунт (число пластичности)	Вяжущее (% массы смеси)
Супесь легкая и легкая пылеватая ($\lesssim 3$), тяжелая и тяжелая пылеватая (3-7)	КФЖ (6-8) КФЖ ($\geqslant 6$) + нефть (2-3)
Суглинок легкий и легкий пылеватый (7-12)	КФЖ ($\geqslant 10$) КФЖ (8-10) + нефть (2-3)
То же	Известь (6-8)
Суглинок тяжелый и тяжелый пылеватый (12-17)	КФЖ (10-12) КФЖ ($\geqslant 10$) + нефть (2-3)
То же	Известь (8-9)
Глина песчанистая и пылеватая (17-20)	Известь (12-14)
Все перечисленные виды грунтов, переувлажненные (до 0,8 от W_T)	Аминокомплексные соединения (1,5-2)
То же	Известь (9-14)

Примечания: 1. Смеси рекомендованы для II-III дорожно-климатических зон.

2. КФЖ рекомендуется для укрепления грунтов с pH$\leqslant$7.

Укрепляемый грунт (число пластичности)	Количество вяжущего и			
	цемента	извести	КМС	СТУ
	для			
	гидрофобизированного известе- или цементогрунта			
Супеси легкие (<3)	6-8	-	3-4	-
Супеси тяжелые и тяжелые пылеватые (3-7)	7-8	6-7	2-3	2,5-3,5
Суглинки легкие и легкие пылеватые (7-12)	7-8	7-8	3-4	3-4,5
Суглинки тяжелые и тяжелые пылеватые (12-17)	8-9	7-9	2,5-3,5	3-4,5
Глины песчанистые и пылеватые (17-20)	10-13	10-11	3,5-4,5	4,5-5,5

Примечания: 1. Смеси рекомендуются для III-1У

2. В качестве минерального вяжущего используют каменноугольную смолу (КМС) или смолу тяжелую

3. Количество извести указано в пересчете на со

4. Допускается в условиях II дорожно-климатичес известегрунт, улучшенный добавками полимеризованно или серы - 0,5-0,2% массы смеси (см.прил.1).

5. При укреплении супесей с числом пластичности вестью необходимо вводить дисперсные добавки (горе грунта, а также хлористый кальций в количестве 0,5-

6. При укреплении суглинистых грунтов допускается пыль (5-7% массы смеси) с добавкой кислой смолки

Таблица 5

добавки, % массы смеси					
цемента	извести	КМС	СТУ	КМС или СТУ	цемента или извести
получения					
комплексно-укрепленного грунта				смологрунта	
4-5	–	3-6	4-7	4-6	–
4-5	3-4	4-5	5-6	5-6	1,5-4
5-6	4-5	5-6	6-7	6-8	2-4
6-7	5-6	6-7	7-8	6-8	3-5
7-8	6-7	7-8	7-8	9-10	2,5-4,5

дорожно-климатических зон.

цемент или известь, в качестве органической добавки-улавливания (СТУ) (авт.свид. №469793).

держание активных $CaO + MgO$.

кой зоны применять гидрофобизированный цементо- или го амина (авт.свид. №487204) - 0,2-0,3% массы смеси

менее 4 каменноугольными вяжущими совместно с из- лую породу, золу уноса) в количестве 10-30% массы 1,5% массы смеси (авт. свид. №546679, 876819).

использовать отходы промышленности - известковую (0,5-2% массы смеси).

Таблица 6

Укрепляемый грунт	Состав вяжущего	Содержание компонентов вяжущего, % массы	Содержание вяжущего в смеси, % массы	Класс прочности укрепленного грунта (по СН 25-74)
Супесь, суглинок и глина с числом пластичности до 20, в том числе лессовые разновидности (грунты незасоленные)	Карбидный ил Зола уноса	20-30 80-70	12-18	1-III
	Карбидный ил Зола уноса Фосфогипс	15-30 80-60 5-10	12-18	1-III
	Цемент Зола уноса	15-25 85-75	8-12	1-III
	Карбидный ил Нефтеотходы или ПАВ	60-80 40-20	8-10	1-II
	Цемент Зола уноса Дефекат	15-25 60-40 25-35	10-14	1-II
	Карбидный ил Дефекат Нефтеотходы или ПАВ	20-30 65-50 15-20	10-12	1-II

Суглинок легкий и легкий пылеватый, супесь легкая	Цемент Дефекат	65–85 35–15	6–8	1–III
	Цемент Фосфогипс	75–85 25–15	6–8	1–III
	Бокситовый шлам Фосфогипс	20–80 80–20	15–25	1–II
	Бокситовый шлам Цементная пыль	30–80 70–20	15–25	1–II
	Зола уноса Цементная пыль	35–40 65–60	15–25	1
	Зола уноса Известь Цементная пыль	60–70 25–10 20–15	15–25	1

Примечания: 1. Смеси рекомендованы для 1У–У дорожно-климатических зон.

2. Характеристики промышленных отходов приведены в прил. 2.

3. В качестве нефтеотходов рекомендуется применять нефтяные и мазутные зачистки и нефтешламы (см.прил. 2), в качестве ПАВ – синтетические жирные кислоты СЖК и подмыльный щелок ПЩ (см.прил. 1).

Таблица 7

Засоление исходного грунта, % массы грунта	Количество вяжущего, % массы смеси		Добавка (% массы смеси)
	Битум или нефть	Цемент или известь	
0-0,5	6-8	-	-
	4-6	2-3	-
	4-6	2-3	Госсиполовая смола (3-5)
	4-6	2-3	Э-1[x] (0,001-0,005)
	4-6	-	Цементная пыль (7-10)
	-	4-5	$CaCl_2$[x] (0,5-1,0)
	-	-	Зола уноса (10-15)
	-	1-2	То же (10)
	-	1-2	Фосфогипс (10)
	-	-	Фосфогипс (9) + госсиполовая смола (0,5-4,5)
	-	-	Цементная пыль (10-15)
	-	1-2	То же (5-10)
0,5-2	4-6	2-3	-
	4-6	2-3	Госсиполовая смола (3-5)
	4-6	2-3	Э-1[x] (0,001-0,005)
	-	1-3	Цементная пыль (10)
	-	1-3	Зола уноса (10)
	-	2	-
	-	4-8	-
2-6	6	3	-
	6	3	Э-1[x] (0,001-0,003)

[x] Количество $CaCl_2$ рассчитано в процентах массы цемента, Э-1 - массы битума.

Примечания: 1. Смеси рекомендованы для У дорожно-климатической зоны.

2. Рекомендуется укреплять супеси и суглинки легкие и легкие пылеватые с числом пластичности до 12.

3. Меньшие расходы указаны для битума или цемента, большие - для нефти или извести.

4. Вяжущие и добавки для укрепления засоленных грунтов выбирают в зависимости от вида засоления и степени засоленности в соответствии с прил. 3.

6. ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ УКРЕПЛЕНИЯ СВЯЗНЫХ ГРУНТОВ И СООРУЖЕНИЯ ИЗ НИХ СЛОЕВ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД

6.1. Технологию укрепления связных грунтов различными вяжущими следует принимать в основном в соответствии с требованиями "Инструкции" СН 25-74.

6.2. При соблюдении требований "Инструкции" СН 25-74 необходимо также учитывать, что укреплять связные грунты с числом пластичности до 20 разными вяжущими материалами или отходами промышленности, особенно при устройстве нижних слоев оснований или при укреплении верхней части земляного по́лотна, экономически и технически целесообразно, применяя метод приготовления смеси непосредственно на дороге с использованием дорожных фрез или однопроходных грунтосмесительных машин.

6.3. При устройстве верхних слоев оснований или покрытий переходных и низших типов из укрепленных связных грунтов рекомендуется приготавливать смеси в карьере с использованием стационарных грунтосмесительных установок типа ДС-50А (грунты с числом пластичности до 3) или ДС-50Б (грунты с числом пластичности до 7).

В исключительных случаях в установках типа ДС-50А можно обрабатывать грунты с числом пластичности до 7, а в ДС-50Б - с числом пластичности до 10. В этом случае влажность грунтов должна составлять 30-50% оптимальной влажности грунта W_o.

6.4. При укреплении связных грунтов с числом пластичности от 17 до 20, а также при низком ($< 0{,}3$ от W_o) или избыточном (на 5-10% выше W_o) увлажнении грунтов рекомендуется перед обработкой фрезами или

однопроходными грунтосмесительными машинами рыхлить грунт навесными рыхлителями на базе автогрейдеров или бульдозеров с последующими планированием и прикаткой слоя.

6.5. При использовании в качестве ведущей однопроходной грунтосмесительной машины ДС-152 необходимо предварительное профилирование обрабатываемого слоя с точностью ±5 мм как в продольном, так и в поперечном направлении профилировщиком ДС-151.

При работе с этой машиной рекомендуется применять водорастворимые добавки или жидкие вяжущие материалы, не требующие подогрева, с вязкостью не более 25 с по ВЗ-4, имеющие слабую прилипаемость к металлу. Добавки и вяжущие вводят в грунт через распределительную систему машины в процессе перемешивания с грунтом.

6.6. При укреплении грунтов минеральными вяжущими или минеральными отходами производства в сочетании с другими веществами или без них последовательность технологических операций устанавливают следующим образом.

Сначала в грунт при естественной влажности вводят инертные (гранулометрические) или малоактивные сыпучие добавки и перемешивают до однородного состояния. Затем в полученную смесь вводят минеральное гидравлическое вяжущее (цемент или другое), перемешивают до однородного состояния, доувлажняют до оптимальной влажности, снова перемешивают и уплотняют до требуемой плотности.

6.7. При укреплении связных грунтов цементом в сочетании с добавками различных поверхностно-активных и других химических веществ, в том числе отходов промышленных производств, добавки вводят в смесь одновременно с цементом в виде водных растворов вместе с водой при доувлажнении смеси до оптимальной влаж-

ности через дозировочные устройства смесителей или распределительную систему фрезы (добавки ГНД, ВНГ, СДБ+СНВ, ПЩ, КОСЖК, СПД, СКС-65ГП, СКПС-50, ПГ) или в виде эмульсий (ГЖ 136-41, ТП+ЖС+ГЖ).

6.8. Чтобы ускорить растворение применяемых добавок, растворы следует приготавливать при перемешивании с помощью лопастных мешалок или работающих в замнутом цикле центробежных насосов. Воду при этом рекомендуется подогревать до 40-60°С.

Рабочие растворы добавок СДБ, СНВ, КОСЖК, ГНД и ВНГ следует готовить 5-10%-ной концентрации, эмульсии (ГЖ 136-41 и ТП+ЖС+ГЖ) - 50%-ной концентрации.

Подмыльный щелок (ПЩ) содержит примерно 95% воды и его следует вводить в смесь с водой увлажнения.

6.9. Смесь грунта с цементом и побочными продуктами коксохимического производства характеризуется более поздними сроками схватывания, чем цементогрунтовая смесь, однако уплотнять ее следует в тот же день не позднее чем через 7-8 ч после перемешивания грунта с укрепляющими реагентами и водой.

6.10. Смесь грунта, укрепленного известью или известковой пылью и побочными продуктами коксохимического производства, допускается выдерживать в неуплотненном состоянии соответственно 3 и 5 сут.

6.11. При укреплении связных грунтов цементом в сочетании с добавками АКС рекомендуется предварительно смешать цемент и добавку. Полученная смесь может храниться длительное (до двух лет) время без потери активности цемента.

В случае применения цемента с отходами сернокислых солей железа или меди с анилином, которые используются для синтеза аминокомплексных соединений, рекомендуется вносить их в грунт в такой последовательности: неорганическая соль, затем анилин и далее цемент.

6.12. При приготовлении смеси связного грунта с минеральными вяжущими и добавками органических вяжущих или органических отходов промышленных производств в грунт при естественной влажности вносят органические добавки, нагретые до 50-80°С, перемешивают до однородного состояния, после чего добавляют минеральное вяжущее (кроме извести), снова перемешивают, затем доувлажняют до оптимальной влажности, уменьшая оптимальное количество воды на количество введенной органической добавки, вновь перемешивают, а затем уплотняют до требуемой плотности.

6.13. При укреплении связных грунтов органическими вяжущими или органическими отходами производства в сочетании с сыпучими вяжущими или добавками ПАВ последовательность технологических операций устанавливают в зависимости от вида добавок.

6.14. Связные грунты с влажностью меньше оптимальной перемешивают с добавками сыпучих вяжущих без дополнительного увлажнения до однородного состояния, после чего вводят органическое вяжущее, предварительно нагретое до 50-80°С, и смесь вновь перемешивают до получения однородной и равномерной по цвету массы. Далее смесь увлажняют до оптимальной влажности с учетом количества введенного органического вяжущего, снова перемешивают до однородного состояния, а затем уплотняют до требуемой плотности.

6.15. При укреплении связных грунтов органическими вяжущими в сочетании с несколькими видами сыпучих добавок, требующих раздельного введения, предусматривают последовательное перемешивание связного грунта с каждой сыпучей добавкой до однородного состояния; при этом наиболее активную добавку вводят в последнюю очередь.

Если предусматривается введение небольших количеств цемента, то его дозируют после введения в грунт

органического вяжущего и перемешивания смеси до однородного состояния. После введения цемента смесь доувлажняют до оптимальной влажности, перемешивают и уплотняют до требуемой плотности.

6.16. При использовании в качестве добавок негашеной извести или негашеных известковых отходов связный грунт увлажняют перед перемешиванием его с известью до влажности, равной 0,7-0,8 от влажности на границе текучести грунта W_T. Если предусматривается применение сыпучих добавок, то их вносят до увлажнения грунта.

Одновременно с увлажнением грунт разрыхляют и перемешивают простейшими механизмами.

Известь вводят в грунт распределителем цемента или другими механизмами, обеспечивающими точное дозирование вяжущего, и перемешивают за два прохода фрезы по одному следу. После перемешивания смесь прикатывают и оставляют на 12-24 ч, при использовании порошкообразной извести - на 4-8 ч (меньший срок выдерживания рекомендован для переувлажненных грунтов и извести-пушонки).

Затем вводят органическое вяжущее. После перемешивания грунта с вяжущим определяют влажность смеси. При влажности меньше оптимальной смесь доувлажняют, затем снова перемешивают до однородного состояния, после чего уплотняют до требуемой плотности.

Если в смеси остается непогасившаяся известь или если смесь переувлажнена, то перед уплотнением необходимо дополнительное перемешивание (один-два прохода фрезы по одному следу).

6.17. При укреплении связных грунтов известью в условиях II-III дорожно-климатических зон следует руководствоваться п.6.16 настоящих "Методических рекомендаций". Введение органического вяжущего при этом не рекомендуется.

Укреплять грунты известью в засушливых районах IУ-У дорожно-климатических зон рекомендуется, применяя известь в виде известкового молока.

Вносить в грунт известковое молоко можно через дозировочное устройство фрезы с одновременным перемешиванием смеси за один-два прохода по одному следу, либо с помощью поливочно-моечных машин или автогудронаторов.

Известковое молоко разливают по всей площади участка за несколько проходов. Затем агрегат со сцепом из двух дисковых борон рыхлит и перемешивает увлажненный грунт, а окончательно грунт с известью перемешивается за один проход фрезы. Планируют и уплотняют слой через 1-2 ч после завершения перемешивания.

Известковое молоко из комовой негашеной и других видов извести можно приготавливать в специально приспособленной бетономешалке. Плотность (концентрация) известкового молока может изменяться в широких пределах, но не превышать 1,25 г/см^3, и при внесении полной нормы извести обеспечивать в конечном итоге влажность грунта не менее 0,7-0,8 от $W_т$.

Количество вывозимой на участок извести контролируют, замеряя денсиметром плотность известкового молока в цистерне каждой машины. Затем в зависимости от вместимости цистерны определяют вес гашеной извести.

Во избежание осаждения извести на дно емкости известковое молоко перемешивают сжатым воздухом, поступающим от компрессора машины, или путем циркуляции "емкость-насос-емкость", осуществляемой одновременно с выдачей известкового молока через распределительные сопла.

6.18. Укреплять переувлажненные глинистые грунты известью или аминокомплексными соединениями либо

исходными реагентами для их синтеза допускается при влажности обрабатываемого грунта не более 0,8 от $W_т$.

При укреплении переувлажненных глинистых грунтов рекомендуется использовать машины и механизмы повышенной проходимости. Распределять известь следует прицепными скреперами с тягачом на гусеничном ходу. Смешивать грунт с известью можно простейшими механизмами. При использовании укрепленных переувлажненных грунтов в конструктивных слоях дорожной одежды окончательно перемешивать грунт с известью следует дорожными фрезами.

Укреплять переувлажненные грунты необходимо в сухую погоду, периодически (через 0,5-1 ч) перемешивая этот грунт. Планировать и уплотнять готовый слой следует через 1-2 ч после завершения окончательного перемешивания.

6.19. Укреплять связные грунты карбамидоформальдегидными смолами надлежит в передвижных или стационарных грунтосмесительных установках ДС-50А или ДС-50Б либо однопроходными грунтосмесительными машинами.

Работы методом смешения на дороге с использованием машин с многократными проходами (дорожных фрез, автогрейдеров) не рекомендуются.

6.20. В отличие от традиционных вяжущих - битума или цемента - карбамидоформальдегидные смолы применяют с отвердителями, например аммонием хлористым или железом хлорным.

Смолу и отвердитель вводят в грунт одновременно или последовательно: вначале смолу, затем отвердитель, или наоборот (при применении хлористого кристаллического аммония).

6.21. При укреплении связных грунтов составленными вяжущими из отходов промышленных производств (см.табл.6) некоторые реагенты, например карбидный

ил, фосфогипс, дефекат, предпочтительнее вводить в грунт в виде водной суспензии.

6.22. При укреплении связных грунтов минеральными вяжущими или минеральными отходами промышленности в сочетании с добавками других веществ или без них за слоем укрепленного грунта осуществляют уход, который начинают сразу же после окончания процесса уплотнения и заключительного профилирования слоя и продолжают непрерывно в течение всего срока, установленного проектом, с учетом климатических условий района строительства.

6.23. Для ухода за слоем грунта, укрепленного минеральными вяжущими или отходами промышленности, применяют светлые пленкообразующие материалы или битумные и дегтевые вяжущие. При температуре воздуха не выше 20°С допускается использовать быстро- и среднераспадающиеся битумные эмульсии 25-30%-ной концентрации.

Розлив пленкообразующих материалов по слою укрепленного грунта осуществляют из автогудронатора либо другим механизированным способом из расчета 0,6-0,8 л на 1 м^2.

При отсутствии пленкообразующих материалов уплотненный слой грунта, укрепленного минеральными вяжущими, засыпают песком толщиной 5-6 см и периодически увлажняют до 0,6-0,7 от $W_т$. Без россыпи песка полив укрепленного грунта не допускается.

6.24. При использовании укрепленных грунтов для устройства переходных и низших типов покрытий обязательна подгрунтовка и укладка защитного слоя. С целью создать оптимальные условия для формирования структуры материала защитный слой устраивают не позднее, чем через 2-4 сут после выполнения подгрунтовки.

7. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

7.1. При производстве работ по укреплению связных грунтов неорганическими и органическими вяжущими материалами и отходами различных промышленных производств (см.п.4.1 и прил.2 настоящих "Методических рекомендаций") необходимо руководствоваться "Правилами техники безопасности при строительстве, ремонте и содержании автомобильных дорог" (М.: Транспорт, 1979) и указаниями СНиП III-4-80; при работе с добавками поверхностно-активных и химических веществ "Руководством по применению химических добавок в бетоне" НИИЖБ Госстроя (М., 1981).

7.2. Работы с каменноугольными вяжущими при строительстве дорог вне населенных пунктов следует выполнять в соответствии с требованиями техники безопасности, изложенными в "Руководстве по применению каменноугольных вяжущих в дорожном строительстве" Минавтодора РСФСР (М.: Транспорт, 1979).

7.3. Лица, работающие с известью, карбамидофор-мальдегидными смолами, аминокомплексными соединениями и составленными вяжущими из отходов промышленных производств, должны иметь спецодежду из пылезащитной ткани, резиновые сапоги, брезентовые рукавицы, респираторы и противопыльные защитные очки или щитки.

7.4. При работах с отходами нефтяной промышленности запрещается пользоваться открытым огнем.

7.5. При наливе, сливе и отборе проб отходов промышленности органического происхождения необходимы спецодежда и индивидуальные средства защиты в соответствии с типовыми отраслевыми нормами, утвержденными Государственным комитетом Совета Министров СССР по труду и социальным вопросам и Президиумом ВЦСПС.

Приложение 1

Перечень поверхностно-активных и других активных веществ, в том числе отходов промышленности, и требования к ним

Наименование вещества (условное обозначение)	Характеристика добавки	Документ	Назначение добавки
Кислый гудрон, нейтрализованный аммиаком (ГНД)	Отходы сульфирования нефтяного минерального масла	ТУ 38-3016-78 "Гудрон нейтрализованный ГНД", ПО "Омскнефтеоргсинтез" Авт.свид. №863745	Повышение водо- и морозостойкости при укреплении щелочных (ГНД) или кислых (ВНГ) грунтов цементом
Кислый гудрон, нейтрализованный едким натром (ВНГ)	То же	ТУ 38-401-221-78 "Водный раствор нейтрализованного гудрона ВНГ", ПО "Омскнефтеоргсинтез"	То же
Сульфитно-дрожжевая бражка (СДБ)	Отход деревообрабатывающей промышленности	ОСТ 81-79-74 "Концентраты сульфитно-дрожжевой бражки", Минбумпром	Повышение плотности и морозостойкости цементогрунта
Смола нейтрализованная воздухововлекающая (СНВ)	Продукт лесохимической промышленности. Омыленный абиетат натрия	ТУ 81-05-7-74 "Смола нейтрализованная воздухововлекающая СНВ", Минбумпром	Повышение морозостойкости (совместно с СДБ) цементогрунта на основе легкой супеси с щелочной реакцией среды

Кубовый остаток производства синтетических жирных кислот (КОСЖК)	Кислотное число не менее 115 мг·КОН/г, pH = 10, нерастворим в воде, требуется омыление раствором NaOH	ОСТ 38.01182-80 "Остаток кубовый производства СЖК"	Повышение морозостойкости цементогрунта на основе легкой супеси с щелочной реакцией среды
Подмыльные щелоки (ПЩ)	Отход синтетических моющих средств, содержание поваренной соли не более 15%, содержание воды до 95%	ТУ-18 РСФСР 780-18 "Пластификатор для строительных растворов", Минпищепром	Повышение водо- и морозостойкости цементогрунта
Синтетические жирные кислоты (СЖК)	Отходы производства себациновой кислоты	ГОСТ 23259-78	Ускорение процессов формирования и улучшение структурно-механических свойств грунтов, укрепленных вяжущими на основе отходов промышленности
Дивинилстирольный латекс (СКС-65 ГП)	Водорастворим	ГОСТ 10564-75 Авт.свид.№481661	Увеличение деформативности, повышение прочности, морозо- и трещиностойкости цементогрунта; сокращение периода влажного ухода до двух дней
Пипериленстирольный латекс (СКПС-50 марки Б)	Водорастворим	ТУ 38-403139-81 "Пипериленстирольный латекс", Миннефтехимпром	То же

Продолжение прил. 1

Наименование вещества (условное обозначение)	Характеристика добавки	Документ	Назначение добавки
Синтетическая поверхностно-активная добавка (СПД)	Побочный продукт нефтехимической промышленности, водорастворим	ТУ 38 101253-77 "Синтетическая поверхностно-активная добавка", Миннефтехимпром	Повышение прочности, морозо- и трещиностойкости цементогрунта
Жидкость гидрофобизирующая 136-41 (ГЖ 136-41)	Полимер этилгидросилоксана	ГОСТ 10834-76	Повышение прочности и морозостойкости цементогрунта
Кислая смолка	Отход сатураторных отделений улавливания коксохимических заводов, с содержанием воды не более 3,4%; водорастворимых соединений не более 16%, вязкостью C_{50}^{10} = 5÷20 с; кислотность не более 1,8%	-	Повышение водо- и морозостойкости грунтов, укрепленных цементом, известью, известковой пылью
Амин полимеризованный жирного ряда	Не содержит водорастворимых веществ и щелочей; температура вспышки 172°С, застывания - 28-30°С	Авт.свид. № 487204	Повышение прочности, водо- и морозостойкости грунтов, укрепленных цементом или известью совместно с каменноугольной смолой

Сера элементарная техническая	Истинная плотность $(1,96-2,07)\cdot10^3$ кг/м^3; температура плавления – 112,8–119,3°С	ГОСТ 127-76	Повышение прочности, водо-, морозо- и термостойкости грунтов, укрепленных цементом или известью совместно с каменноугольной смолой
Госсиполовая смола (хлопковый гудрон)	Вязкость C_{10}^5 = = 100÷200 с, кислотное число – 55–65 мг KOH/г, число омыления – 120–140 мг·KOH/г	ГОСТ 18-114-73	Повышение водостойкости грунтов, укрепленных цементом или фосфогипсом
Катионактивная добавка (Э-1)	Молекулярный вес 440, содержание активной части – 74,2%, кислотность 9,4 мг·KOH/г	Авт.свид. № 360356	Добавка при укреплении грунтов органическими вяжущими
Глицериновый гудрон (ПГ)	Отход производства глицерина, растворим в воде, не токсичен	ТУ 18-2/49-83 "Поверхностно-активная композиция на основе глицеринового гудрона", Главупросжирмасло Авт.свид. №655775, 804750	Повышение морозостойкости цементогрунта, обеспечение ряда технологических преимуществ при приготовлении цементогрунтовой смеси
Аминокомплексные соединения (АКС)	Получают из отходов производства сульфата меди (или железа) и отходов анилина, нерастворимы в воде, органических растворителях, нетоксичны, не гигроскопичны, pH = 7	Авт.свид. №834306	Химическое связывание воды, содержащейся в грунте

Приложение 2

Перечень отходов промышленности и их характеристики

Наименование отхода	Характеристика отхода
Неорганические промышленные отходы	
Фильтрпрессная грязь - дефекат[x)]	Отходы сахарного производства. Содержание глинистых частиц не более 15%, гумуса - не более 3%
Шлак[x)]	Отход сталелитейного производства
Доломитовая пыль[x)]	Отход металлургической промышленности
Смесь извести-пушонки, CaO и др.[x)]	Отход производства хлорной извести
Белитовая мука[x)]	Отход алюминиевой промышленности
Карбидный ил	Отход производства ацетилена на заводах синтетических продуктов (ГОСТ 9179-77), содержание активных CaO+MgO - не менее 60%, удельная поверхность - более 3000 $см^2/г$
Фосфогипс (двугидрат сульфата кальция)	Отход производства фосфорной кислоты и концентрированных фосфатных удобрений. Удельная поверхность не менее 3000 $см^2/г$, содержание гигроскопической воды (сверх кристаллизационной) не более 20%, двуводного гипса в сухом веществе не менее 80%

Бокситовый шлам (молотый)	Отход алюминиевого производства. Тонкость помола шлама должна соответствовать остатку на сите 008 не более 15%
Цементная пыль	Отход производства портландцементного клинкера. Содержание CaO не менее 4%, удельная поверхность не менее 3000 $см^2/г$
Горелая порода молотая	Удельная поверхность 3000-6000 $см^2/г$, модуль качества[xx] более 0,3; содержание углистых примесей не более 5%
	Органические отходы
Нефтяные и мазутные зачистки	Смеси нефти и нефтепродуктов либо мазутов первичной и вторичной переработки, собираемые при зачистке резервуаров (ГОСТ 21046-81)
Нефтешламы	Смеси нефтепродуктов и продуктов отгона нефти, собираемые при очистке сточных технологических вод (ГОСТ 21046-81), стоимость 0,5 руб за 1 т, производство в год - 1,5 млн.т

[x] Известковый отход; содержание активных $CaO+MgO$ не менее 40%.

[xx] Модуль качества $M_к = \frac{Al_2O_3 + Fe_2O_3 + CaO + MgO}{SiO_2 + TiO_2 + п.п.п.}$.

Приложение 3

Пригодность засоленных грунтов для укрепления вяжущими материалами

Грунт	Суммарное содержание легкорастворимых солей, % массы грунта	Содержание, %		Пригодность для укрепления
		соды	гипса	
Незасоленный и слабозасоленный	0-0,5	-	-	Нельзя укреплять сырой нефтью без добавок
Среднезасоленный	0,5-2	$\leqslant 0,5$	< 30	Нельзя укреплять жидким битумом без добавок
Сильнозасоленный	2-5	$\leqslant 1,0$	< 30	Нельзя укреплять жидким битумом без добавок и нефтью с минеральными добавками
Избыточно-засоленный	5-6	$\leqslant 3,5$	< 30	Рекомендуется укреплять жидким битумом или нефтью с добавками цемента или извести и Э-1

Примечание. Засоление всех грунтов - сульфатное, хлоридно-сульфатное и содовое.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие 3
1. Общие положения 4
2. Требования к укрепленным связным грунтам 8
3. Требования к укрепляемым грунтам . . . 9
4. Требования к вяжущим, ПАВ и промышленным отходам 10
5. Рекомендуемые составы смесей 13
6. Особенности технологии укрепления связных грунтов и сооружения из них слоев дорожных одежд 23
7. Техника безопасности 31
Приложение 1. Перечень поверхностно-активных и других активных веществ, в том числе отходов промышленности, и требования к ним 32
Приложение 2. Перечень отходов промышленности и их характеристики 36
Приложение 3. Пригодность засоленных грунтов для укрепления вяжущими материалами . . . 38

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ ОСНОВАНИЙ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЯЗНЫХ ГРУНТОВ, УКРЕПЛЕННЫХ МИНЕРАЛЬНЫМИ ИЛИ ОРГАНИЧЕСКИМИ ВЯЖУЩИМИ С ДОБАВКАМИ ПАВ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

Ответственный за выпуск инж. Е.И.Эппель

Редактор Н.В.Теплоухова
Технический редактор А.В.Евстигнеева
Корректор М.Я.Жукова

Подписано к печати 14.02.85. Л 60160. Формат 60x84/16.
Печать офсетная. Бумага офсетная № 1. Уч.-изд.л. 2,0
Печ.л. 2,2. Тираж 1850. Заказ 59-5. Цена 30 коп.

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

gost.e-ecolog.ru