МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА СССР

ТЕХНИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ПО КОМПЛЕКСНЫМ МЕТОДАМ УКРЕПЛЕНИЯ ГРУНТОВ ЦЕМЕНТОМ С ПРИМЕНЕНИЕМ ДОБАВОК ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ ПРИ УСТРОЙСТВЕ ДОРОЖНЫХ И АЭРОДРОМНЫХ ОСНОВАНИЙ И ПОКРЫТИЙ

ВСН 158-69

МИНТРАНССТРОЙ СССР

МОСКВА 1969

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА СССР

ТЕХНИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ПО КОМПЛЕКСНЫМ МЕТОДАМ УКРЕПЛЕНИЯ ГРУНТОВ ЦЕМЕНТОМ С ПРИМЕНЕНИЕМ ДОБАВОК ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ ПРИ УСТРОЙСТВЕ ДОРОЖНЫХ И АЭРОДРОМНЫХ ОСНОВАНИЙ И ПОКРЫТИЙ

ВСН 158-69

Минтрансстрой СССР

Утверждены
Техническим управлением Министерства транспортного строительства 22 июля 1969 г. Приказ № 35

ОРГТРАНССТРОЙ
Москва 1969

УДК 624.138.232.1:625.73

ОПЕЧАТКИ

Страница	Строка	Напечатано	Следует читать
24	8-9 сверху	последовательности	производительности
28	19 снизу	бурового	бурого

Зак. 4455. Тир. 1500.

Редакторы ***О. А. Ильина и В. А. Крылова***

Ответственный за выпуск ***И. Л. Гурячков***

ПРЕДИСЛОВИЕ

«Технические указания по комплексным методам укрепления грунтов цементом с применением добавок химических веществ при устройстве дорожных и аэродромных оснований и покрытий» разработаны СоюздорНИИ на основе исследований, опытных работ, а также обобщения отечественного и зарубежного опыта строительства оснований и покрытий.

Настоящие «Технические указания» являются дальнейшим развитием «Указаний по применению в дорожном и аэродромном строительстве грунтов, укрепленных вяжущими материалами» СН 25-64 в части комплексных методов укрепления разнообразных грунтов цементом и добавками химических веществ, а также в части технологии устройства из таких укрепленных грунтов конструктивных слоев дорожных одежд (оснований и покрытий) во II—V дорожно-климатических зонах.

«Технические указания» разработали д-р геол.-минерал. наук проф. В. М. Безрук, инженеры И. Л. Гурячков, Л. Д. Тимофеева и О. В. Тюменцева при участии Р. А. Агаповой.

Замечания и предложения по настоящим «Техническим указаниям» просьба направлять по адресу: Московская обл., Балашиха-6, СоюздорНИИ.

Директор СоюздорНИИ доктор технических наук ***В. Михайлов***

Министерство транспортного строительства СССР	Ведомственные строительные нормы	ВСН 158-69 Минтрансстрой Вновь
	Технические указания по комплексным методам укрепления грунтов цементом с применением добавок химических веществ при устройстве дорожных и аэродромных оснований и покрытий	

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящие «Технические указания» дополняют и развивают действующие «Указания по применению в дорожном и аэродромном строительстве грунтов, укрепленных вяжущими материалами» СН 25-64 в части методов укрепления и технологии устройства конструктивных слоев дорожных и аэродромных одежд (оснований и покрытий) во II—V дорожно-климатических зонах из грунтов, укрепленных цементом и добавками химических веществ.

В данных «Технических указаниях» рассматриваются следующие методы укрепления разнообразных грунтов цементом и добавками химических веществ в зависимости от свойств грунтов, степени их увлажнения и других факторов:

а) укрепление глинистых грунтов (супеси, суглинки и глины) в условиях положительных температур и влажности грунтов не более оптимальной;

б) укрепление тех же разновидностей грунтов в условиях положительных температур и влажности грунтов, превышающей оптимальную;

в) укрепление песчаных грунтов (пески гравелистые, крупные, средние, мелкие и пылеватые) в условиях положительных температур и влажности грунтов не более оптимальной;

Внесены Государственным всесоюзным дорожным научно-исследовательским институтом СоюздорНИИ	Утверждены Техническим управлением Министерства транспортного строительства СССР. Приказ № 35 от 22 июля 1969 г.	Срок введения в действие— с 1 ноября 1969 г.

г) укрепление тех же разновидностей грунтов в условиях положительных температур и влажности грунтов, превышающей оптимальную;

д) укрепление глинистых грунтов (супеси, суглинки) в условиях отрицательных температур и влажности грунтов не более оптимальной, а также указанных грунтов в условиях отрицательных температур и влажности их, превышающей оптимальную.

Крупнообломочные и песчаные грунты при отрицательных температурах следует укреплять цементом в соответствии с требованиями «Указаний» СП 25-64.

1.2. Настоящие «Технические указания» предусматривают использование ряда активных добавок химических веществ и проведение комплекса технологических мероприятий, которые обеспечивают:

а) расширение видов грунтов, пригодных для эффективного их укрепления цементом (например, кислых грунтов подзолистого типа, гумусированных, засоленных и др.);

б) удлинение строительного сезона за счет проведения работ при отрицательных и пониженных положительных температурах и укрепления переувлажненных грунтов,

в) увеличение производительности труда благодаря интенсификации отдельных технологических процессов (размельчения, перемешивания, уплотнения);

г) экономию цемента (для отдельных разновидностей грунта) в среднем на 3—4% от установленной оптимальной нормы вяжущего для обрабатываемого грунта;

д) более высокий коэффициент использования грунтосмесительных и других машин и оборудования.

1.3. При комплексных методах укрепления грунтов следует применять передовую технику и технологию с использованием специализированных отрядов грунтосмесительных машин с ведущими машинами: грунтосмесителем Д-391, дорожной фрезой Д-530 или стационарными смесительными установками С-543, С-780, Д-709, обеспечивающими получение цементогрунтовой смеси требуемого качества.

1.4. Работы должен проводить технический персонал, имеющий опыт по устройству оснований или покрытий из грунтов, укрепленных цементом. Это особенно важно при укреплении глинистых грунтов цементом и добавками химических веществ при отрицательных температурах.

1.5. Добавки химических веществ, их сочетание и количество выбирают с учетом свойств обрабатываемых грунтов и условий их применения в зависимости от климатических фак-

торов и конструктивных особенностей дорожчых одежд. При этом следует руководствоваться рекомендациями, изложенными в приложении 1 настоящих «Технических указаний», а также технико-экономическими сравнительными расчетами и возможностью получения этих материалов для конкретных строительных объектов

1 6 Основания и покрытия из грунтов, укрепленных цементом и добавками химических веществ, устраивают во II—V дорожно-климатических зонах при положительных и отрицательных температурах.

При отрицательных и пониженных положительных температурах работы во II—IV дорожно-климатических зонах можно выполнять поздней осенью или ранней весной при температуре до —10°С При более низкой температуре работы не производятся.

В V дорожно-климатической зоне основания и покрытия из укрепленных грунтов устраивают круглогодично.

1.7. Обработка переувлажненных грунтов цементом и другими добавками допускается в условиях положительных и отрицательных температур при избыточной влажности грунта, не превышающей оптимальную более чем на 6% При этом влажность обрабатываемого грунта не должна быть более 0,8F (где F—влажность границы текучести грунта)

1.8. Пригодность грунтов для укрепления их цементом и добавками химических веществ и составы цементогрунтовых смесей устанавливают по табл. 2 «Указаний» СН 25-64 и лабораторными испытаниями, проводимыми по методике, изложенной в приложении II тех же «Указаний» СН 25-64

При этом дополнительно определяют прочность на растяжение при изгибе (табл. 1 и приложение 3 настоящих «Технических указаний»).

Химические добавки и их дозировку выбирают с учетом свойств обрабатываемых грунтов и химических реагентов для получения требуемой прочности, водо- и морозостойкости цементогрунта

Ориентировочное количество некоторых добавок химических веществ (% от веса цементогрунтовой смеси) составляет:

а) извести—1—3;

б) легкорастворимых солей ($CaCl_2$, Na_2SO_4, Na_2CO_3 и др.) или каустической соды ($NaOH$)—0,5—1,5;

в) пиридиновых остатков—0,01—0,05;

г) сырых, в том числе и высокосмолистых нефтей или жидких битумов,—2—3.

Таблица 1

Прочность образцов на растяжение при изгибе для грунтов, укрепленных цементом или цементом с применением добавок различных химических веществ

Показатели прочности	Показатели в зависимости от принятого класса прочности по Указаниям СН 25-64		
	1500	1000	500
	Классы прочности		
	I	II	III
Предел прочности на растяжение при изгибе водонасыщенных образцов в возрасте 28 суток, *кг/см²*, не менее	12	8	Не нормируется
То же после испытания на замораживание—оттаивание, *кг/см²*, не менее	8	6	Не нормируется

Примечание Эти показатели прочности и методику их определения (приложение 3) используют для цементогрунтов и цементогрунтов с добавками неорганических химических веществ.

1.9. Конструктивные слои дорожных одежд из грунтов, укрепленных цементом и добавками химических веществ при положительных и отрицательных температурах, разрешается устраивать только на грунтах земляного полотна с влажностью выше оптимальной не более чем на 2%.

При этом верхнюю часть земляного полотна необходимо уплотнять в соответствии с требованиями табл. 17 СНиП II-Д.5-62 и табл. 6 «Инструкции по сооружению земляного полотна автомобильных дорог» ВСН 97-63.

1.10. Поверхностные слои грунтов земляного полотна, имеющие влажность выше оптимальной более чем на 2%, следует осушать на глубину 15—20 *см* водосвязывающими химическими добавками, распределяя их на проезжей части в количестве 3—4% по весу смеси, перемешивая, профилируя и уплотняя до плотности не менее 0,98 от максимальной стандартной плотности, согласно «Указаниям» СН 25-64.

Наиболее универсальная добавка для осушения земляного полотна—молотая негашеная или молотая негашеная гидрофобная известь.

1.11. Осушение поверхностных слоев земляного полотна необходимо проводить во II—V дорожно-климатических зо-

нах, а также при устройстве выемок из переувлажненных грунтов при обязательном устройстве дренажей или же изолирующих водонепроницаемых или капилляропрерывающих прослоек, предохраняющих верхнюю часть земляного полотна от увлажнения снизу, в соответствии с требованиями §§ 18—20 «Инструкции» ВСН 97-63.

1.12. Переувлажненные слои земляного полотна, обработанные известью или другими водосвязывающими добавками, следует рассматривать как конструктивные слои дорожных одежд, обеспечивающие для сооружаемых дорожных конструкций в целом более высокую прочность и устойчивость их во времени.

1.13. При производстве работ в условиях положительных температур для предохранения от излишнего переувлажнения земляного полотна, возведенного из суглинков или глин, необходимо создавать поперечный профиль земляного полотна с уклоном 50—70‰. Перед обработкой грунтов цементом излишек грунта по ширине проезжей части срезают ножом автогрейдера и перемещают на обочину, после чего земляному полотну придают требуемый по проекту поперечный профиль

1.14. Расчетный модуль деформации грунтов земляного полотна и подстилающих конструктивных слоев дорожных одежд из грунтов, укрепленных цементом с химическими добавками в сухих местах, при глубине залегания грунтовых вод более 5 *м* может быть повышен до 15—20% для II дорожно-климатической зоны, до 30—40%—для III—IV дорожно-климатических зон и до 50%—для V зоны по отношению к значениям модуля деформации грунта, принятым в соответствии с «Инструкцией по назначению конструкций дорожных одежд нежесткого типа» ВСН 46-60.

1.15. При устройстве конструктивных слоев дорожных одежд из грунтов, укрепленных цементом и добавками химических веществ, необходимо применять для обработки только однородные грунты, характеризующиеся постоянным гранулометрическим и химико-минералогическим составом.

1.16. Грунты, разрабатываемые в притрассовых резервах или выемках для укрепления, должны быть тщательно обследованы, определены условия их залегания и свойства. При неоднородных грунтах необходимо составить детальные схемы последовательности разработки притрассовых резервов или выемок. Указанные мероприятия должны предусматриваться на стадии рабочего проектирования.

Полученные результаты служат основой для внесения соответствующих коррективов в технологию производства работ.

1 17. При устройстве конструктивных слоев дорожных одежд из грунтов, укрепленных цементом и добавками химических веществ, на земляном полотне из засоленных грунтов следует верхнюю часть земляного полотна отсыпать из грунтов слабо- или среднезасоленных (классифицируемых по табл 8 «Инструкции» ВСН 97-63), пригодных для укрепления цементом Это предотвратит проникание солей земляного полотна в укрепленный слой дорожной одежды Но необходимо учитывать, что при расположении уровня грунтовых вод вблизи от поверхности (выше 1—1,5 *м*) поверхностный слой земляного полотна следует укреплять молотой негашеной или негашеной гидрофобной известью в количестве 2—4% по весу смеси Укрепление известью предотвратит избыточное увлажнение и дальнейшее засоление верхних слоев земляного полотна и подстилающих конструктивных слоев дорожной одежды из цементогрунта Укрепленные известью верхние слои земляного полотна следует также рассматривать (см п 1 12) как конструктивные слои дорожных одежд

1.18. При устройстве конструктивных слоев дорожных одежд из суглинков и глин, укрепляемых цементом в сочетании с добавками химических веществ, обрабатываемый грунт должен завозиться на подготовленное, спрофилированное и уплотненное земляное полотно не ранее чем за одну и, в крайнем случае, за две смены до его обработки цементом. Затем слой такого грунта профилируют и уплотняют до плотности 0,80—0,85 от максимальной стандартной плотности Движение автомобильного транспорта по подготовленному слою запрещается.

Такой порядок производства работ существенно облегчает последующее размельчение грунта и способствует получению требуемого агрегатного состава грунта

1 19 При проведении работ в сухой и жаркий период при температурах более 20°С верхнюю часть земляного полотна и слой обрабатываемого грунта обязательно увлажняют до влажности 0,80—0,90 от оптимальной

1.20 При сооружении земляного полотна из песчаных и супесчаных грунтов во II—V дорожно-климатических зонах грунт отсыпают и уплотняют послойно до верхней отметки цементогрунтового основания, если оно устраивается в один слой. В этом случае грунты обрабатывают грунтосмесительными машинами непосредственно на дороге, и движение автомобильного транспорта по земляному полотну до начала работ не ограничивают Перед обработкой грунта цементом ис-

правляют поперечный и продольный профили 3—4 круговыми проходами автогрейдера с последующей прикаткой поверхности проезжей части.

2. УКРЕПЛЕНИЕ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ ЦЕМЕНТОМ И ДОБАВКАМИ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ ПРИ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Конструктивные требования

2 1. Конструктивные слои дорожных одежд из цементогрунтов с добавками химических веществ при строительстве автомобильных дорог II—V категорий устраивают в различных дорожно-климатических зонах с учетом грунтовых и климатических условий.

Во II дорожно-климатической зоне такие цементогрунты используют в качестве:

а) верхнего и нижнего слоев оснований под усовершенствованные капитальные покрытия при укреплении супесчаных грунтов или для нижнего слоя основания при укреплении суглинков и глин;

б) верхнего и нижнего слоев оснований под усовершенствованные облегченные покрытия при укреплении супесчаных и суглинистых грунтов или для нижнего слоя основания при укреплении глин;

в) переходных и низших типов покрытий при укреплении супесей, суглинков и глин.

2 2. В III—IV дорожно-климатических зонах цементогрунты применяют в качестве:

а) верхнего слоя основания под усовершенствованные капитальные покрытия при укреплении супесчаных и суглинистых грунтов или для нижнего слоя основания при укреплении супесей, суглинков и глин;

б) верхнего или нижнего слоев оснований под усовершенствованные облегченные покрытия или для переходных и низших типов покрытий при укреплении глинистых грунтов (супесей, суглинков, глин).

2.3. При проектировании конструкций дорожных одежд со слоями из грунтов, укрепленных цементом и добавками химических веществ, следует руководствоваться СНиП II-Д.5-62, «Инструкцией» ВСН 46-60, а также «Указаниями» СН 25-64.

Конструктивные слои назначают в соответствии с требованиями пп. 2 1, 2 2 и табл. 2 настоящих «Технических указаний».

Таблица 2

Конструкции дорожных одежд со слоями из грунтов, укрепленных цементом и добавками химических веществ

Тип покрытия	Конструктивный слой	Обрабатываемые грунты по дорожно-климатическим зонам	
		II	III—IV
Цементобетонные (монолитные, сборные)	Основание или подстилающий слой	Супеси, суглинки, глины	Супеси, суглинки, глины
Асфальтобетонные, укладываемые в горячем и теплом состоянии, а также покрытия из прочных щебеночных материалов подобранного состава, обработанные в смесителе вязкими битумами или дегтями, укладываемые в два слоя	Верхний слой основания	Супеси	Супеси и суглинки
	Нижний слой основания	Супеси, суглинки, глины	Супеси, суглинки, глины
Облегченные покрытия из щебеночных и гравийных материалов, обработанных вяжущими в один или два слоя, а также из холодного асфальтобетона или песчаных, супесчаных и легкосуглинистых грунтов, укрепленных битумной эмульсией с добавкой цемента или извести	Верхний слой основания	Супеси и суглинки	То же
	Нижний слой основания	Супеси, суглинки, глины	То же
Покрытия переходные и низшие из грунтов и местных слабых минеральных материалов, обработанных жидкими органическими вяжущими или битумной эмульсией с добавками или без добавок извести или цемента	Верхний слой основания или покрытия со слоем износа	То же	То же

Расчетные модули деформаций цементогрунтов принимают в зависимости от предела прочности при сжатии и растяжении при изгибе цементогрунтовых образцов, приготовленных в лаборатории, а также в зависимости от физико-механических свойств цементогрунтов (табл. 1 настоящих «Технических указаний» и табл. 2 «Указаний» СН 25-64).

2.4. Конструктивные слои оснований дорожных одежд из глинистых грунтов, укрепленных цементом и добавками химических веществ, устраивают шире других конструктивных слоев дорожной одежды на 0,5—0,75 *м* с каждой стороны. Это мероприятие обеспечивает более высокую прочность покрытия по краям проезжей части, а также способствует существенному предохранению верхних слоев земляного полотна от избыточного увлажнения.

Требования к материалам

Грунты

2.5. Следующие глинистые грунты укрепляют цементом с добавкой химических веществ при положительных температурах:

а) во II дорожно-климатической зоне—супеси, суглинки, глины, имеющие число пластичности не более 23, pH не ниже 4, количество гумуса не более 2% по весу грунта;

б) в III—IV дорожно-климатических зонах—грунты, удовлетворяющие указанным выше требованиям, учитывая, что количество гумуса в черноземах и каштановых почвах не должно превышать 6%, а количество легкорастворимых солей—не более 3% при сульфатном и 5%—при хлоридном засолениях. При этом обрабатываемые грунты могут быть следующих генетических типов: подзолистые, дерновые, дерново-подзолистые, полуболотные, серые лесные почвы, черноземы (выщелоченные, типичные, обыкновенные, южные), каштановые почвы, а также солонцы и солончаки различного типа засоления.

2.6. В качестве грунтов, подвергаемых комплексному укреплению, также рекомендуется использовать различные почвообразующие породы, представленные.

а) во II дорожно-климатической зоне—моренными отложениями в виде красно-бурых моренных суглинков и глин, супесей, суглинков и глин с включениями гравийных частиц размером не более 50 *мм*, покровных и лёссовидных суглинков и глин и других видов глинистых грунтов различного генезиса (п. 2 5);

б) в III—IV дорожно-климатических зонах—лессами, лёссовидными суглинками и глинами, моренными глинистыми грунтами, солонцеватыми грунтами и другими видами пород.

2.7. При производстве работ во II—III дорожно-климатических зонах на участках дорог, где в качестве укрепляемого грунта применяют моренные отложения (супеси, суглинки и глины), грунт земляного полотна отсыпают послойно, профилируя и уплотняя только под нижнюю отметку цементогрунтового основания. После этого поверхность земляного полотна профилируют и уплотняют до требуемой плотности. Затем на подготовленное земляное полотно завозят грунт, необходимый для укрепления.

Моренные отложения (суглинки, глины) с включениями частиц гравия размером более 50 *мм* не подлежат укреплению.

2.8. При укреплении моренных отложений, представленных супесчаными грунтами с включениями частиц гравия размером более 50 *мм*, необходимо организовать в притрассовых резервах отгрохотку крупных фракций указанного размера из объема грунта, предназначенного для укрепления цементом.

Отгрохоченные крупнообломочные фракции в дальнейшем подвергают дроблению и используют как каменный материал в случае соответствия их прочности и чистоты установленным требованиям. Это предохранит от поломки рабочие органы грунтосмесительных машин, повысит качество приготавливаемых смесей и обеспечит рациональное использование крупных обломков пород как каменного материала.

Цементы

2.9. Для укрепления разнообразных грунтов комплексными методами в различных дорожно-климатических зонах применяют портландцементы, удовлетворяющие требованиям ГОСТ 10178—62 «Портландцемент, шлакопортландцемент, пуццолановый портландцемент и их разновидности» и «Указаний» СН 25-64.

В III—V дорожно-климатических зонах в качестве основного вяжущего материала при укреплении грунтов применяют также шлакопортландцемент марок 400 и выше, учитывая, что при укреплении грунтов в III дорожно-климатической зоне шлакопортландцемент используют только в сочетании с различными добавками неорганических химических веществ (п. 2.11).

В IV—V дорожно-климатических зонах шлакопортландцемент применяют в соответствии с «Указаниями» СН 25-64.

Химические вещества

2.10. Рекомендуемые для комплексного укрепления грунтов добавки химических веществ оказывают на грунты различное влияние, в зависимости от характера и степени протекающих при этом химических и физико-химических взаимодействий между активной глинисто-коллоидной частью грунта и вводимыми добавками.

Поэтому рекомендуемые для практического применения добавки химических веществ в зависимости от их свойств разделяют на две различные группы:

а) добавки неорганических химических веществ, способствующие преобразованию коллоидно-химической природы грунта и созданию оптимальных условий для формирования прочной структуры цементогрунта;

б) добавки органических химических веществ, обеспечивающие повышенную гидрофобность и деформативность цементогрунта и понижающие его влагоемкость.

Вид добавок неорганических или органических химических веществ устанавливают в зависимости от свойств обрабатываемых грунтов и других факторов в соответствии с рекомендациями, указанными в приложении 1.

2.11. С целью обеспечить высокое качество производства работ при укреплении разнообразных грунтов цементом и добавками химических веществ добавки (приложение 1) должны удовлетворять требованиям государственных стандартов:

Неорганические вещества:

известь—ГОСТ 9179—59 «Известь строительная»;

сода каустическая NaOH—ГОСТ 2263—59 «Натрий едкий технический (сода каустическая)»,

сода кальцинированная Na_2CO_3—ТУМХП 1240-46 «Сода кальцинированная природная», сорт II;

сульфат натрия Na_2SO_4—ГОСТ 6318—68 «Сульфат натрия»;

железо хлорное $FeCl_3$—ГОСТ 11159—65 «Железо хлорное», сорт II;

железо сернокислое $FeSO_4$—ВТУ УХКП 52-60 «Железо сернокислое окисное (раствор)»;

магний сернокислый $MgSO_4$—РТУ 56-61,

калий углекислый K_2CO_3—ГОСТ 10690—63 «Калий углекислый технический (поташ)»;

кальций хлористый $CaCl_2$—ГОСТ 450—58 «Кальций хлористый технический»;

натрий двууглекислый $NaHCO_3$—ГОСТ 2156—68 «Натрий двууглекислый (бикарбонат)»;

гипс строительный $CaSO_4 \cdot 0{,}5H_2O$—ГОСТ 125—57* «Гипс строительный»;

жидкое стекло $Na_2O \cdot nSiO_2$—СТУ 43-731-65 «Стекло жидкое натровое» ТУ МХП 1607-47;

соль поваренная NaCl—СТУ 43-717-65 «Соль поваренная техническая»;

золы уноса, полученные после сжигания бурого угля или торфа в тонкомолотом состоянии на тепловых электростанциях. Золы должны содержать не менее 10% активной окиси кальция CaO; количество частиц размером менее 0,071 *мм* должно быть не меньше 75%, а количество частиц несгоревшей части топлива (органических веществ) в золе не должно превышать 10% от ее веса;

самораспадающиеся дисперсные шлаки должны удовлетворять следующим требованиям:

модуль основности должен быть более или равен 1;

модуль активности—более или равен 0.25.

Содержание CaO должно быть 40% и более, содержание серы в пересчете на SO_3— не более 5%. Количество частиц крупнее 2 *мм*—не более 2%, а частиц размером менее 0,071 *мм*—не меньше 70%.

Органические вещества:

жидкие битумы—ГОСТ 11955—66 «Битумы нефтяные дорожные жидкие, улучшенные», марки СГ-15/25, СГ-25/40 или МГ-25/40 и действующий ГОСТ 1972—52;

сырые, в том числе высокосмолистые, нефти должны удовлетворять следующим требованиям: удельный вес при 20°C должен быть 0,80—0,90 $г/см^3$, содержание фракций до 200°C 15—30% по весу, содержание парафина до 3%, асфальтенов 1—3%, селикагелевых смол 5—15%, молекулярный вес 200—220;

пиридиновые остатки, представляющие собой поверхностно-активные вещества, хорошо растворимые в воде и являющиеся отходом производства метил-этил-пиридина

2.12. Добавки химических веществ (п 2.11) при укреплении глинистых грунтов цементом необходимо выбирать в соответствии с пп. 1.5, 2.10, учитывая при этом также свойства обрабатываемого грунта (гранулометрический состав, кислотность, наличие гумуса или карбонатов, преобладание того или иного катиона в поглощающем комплексе грунта). Нужно также учитывать свойства и особенности применяемых химических реагентов, поскольку они по-разному влияют на конечную прочность грунта, укрепленного цементом.

При выборе и назначении добавок учитывают также влажность обрабатываемого грунта, которая может быть различной (оптимальной или меньшей, либо превышающей оптимальную).

2.13. Во II дорожно-климатической зоне при влажности грунта, равной оптимальной и менее, в качестве добавок применяют следующие химические вещества:

а) известь—молотую негашеную, гидрофобную негашеную CaO или гашеную—гидратную известь $Ca(OH)_2$. Известь—наиболее универсальная добавка при укреплении цементом различных разновидностей кислых глинистых грунтов (супесей, суглинков, глин);

б) каустическую соду NaOH, кальцинированную соду Na_2CO_3, двууглекислый натрий $NaHCO_3$ или добавки сульфата натрия Na_2SO_4 при укреплении цементом кислых супесчаных и суглинистых грунтов;

в) совмещенные добавки извести и каустической соды или легкорастворимых солей Na_2SO_4; $CaCl_2$ при укреплении цементом кислых глинистых грунтов (тяжелых суглинков и глин);

г) цемент (портландцементы, шлакопортландцементы) взамен извести или легкорастворимых солей, указанных выше в п. 2.13, используемых для нейтрализации кислотности и улучшения коллоидно-химических свойств грунта. Цемент рекомендуется добавлять при обработке супесчаных и суглинистых грунтов в количестве 2—3% от веса смеси. При последующем внесении основной добавки цемента его количество может быть уменьшено на величину первой добавки;

д) золы уноса или самораспадающиеся дисперсные шлаки без добавок или с добавками солей $CaCl_2$; $NaHCO_3$; Na_2CO_3; Na_2SO_4 либо каустической соды NaOH. Укрепляют кислые супесчаные или суглинистые грунты.

2.14. При укреплении глинистых грунтов цементом во II дорожно-климатической зоне для получения повышенной морозостойкости и деформативности обрабатываемого грунта применяют (в соответствии с п. 2.10) также добавки органических поверхностно-активных и других химических веществ. При влажности укрепляемых глинистых грунтов, равной или менее оптимальной, используют добавки органических химических веществ (п. 2.12).

В зависимости от свойств грунтов и других факторов применяют добавки следующих органических химических веществ:

а) сырые, в том числе высокосмолистые, нефти или жидкие битумы (п 2 11) при укреплении цементом кислых супесчаных грунтов подзолистого типа,

б) пиридиновые остатки при укреплении цементом кислых глинистых грунтов, которые могут быть представлены супесями, суглинками или глинами, отвечающими требованиям, изложенным в п 2 5, 2 6,

в) битумные эмульсии или битумо-известковые пасты для укрепления супесчаных и легкосуглинистых грунтов в соответствии с требованиями «Технических указаний по устройству покрытий и оснований из грунтов, укрепленных битумными эмульсиями» ВСН 140-68

2 15 В III—IV дорожно-климатических зонах при влажности грунта, равной оптимальной и менее, в качестве добавок применяют следующие химические вещества

а) известь (гашеную или молотую негашеную) или хлористый кальций $CaCl_2$, либо сернокислый натрий Na_2SO_4 при укреплении цементом кислых гумусированных глинистых грунтов (супеси, суглинки),

б) известь гашеную или молотую негашеную в сочетании с добавками хлористого кальция или сернокислого натрия, либо хлорного или сернокислого железа $FeCl_3$, $FeSO_4$ при укреплении цементом гумусированных кислых глинистых грунтов (супеси, суглинки, глины),

в) хлорное железо или хлористый кальций, сернокислое железо или сернокислый натрий при укреплении цементом гумусированных глинистых грунтов (супеси, суглинки, глины), характеризующиеся наличием нейтральной или слабощелочной среды с $pH \geqslant 6{,}8$,

г) полуводный гипс $CaSO_4\ 0{,}5H_2O$ или известь в виде самостоятельных добавок или в сочетании с хлористым кальцием или сернокислым натрием, либо сернокислым железом при укреплении цементом гумусированных глинистых грунтов (супеси, суглинки, глины) с $pH \geqslant 6{,}8$, а также глинистых грунтов, имеющих признаки солонцеватости, либо глинистых грунтов, содержащих повышенные количества легкорастворимых солей 2—3% при сульфатном и 4—5% при хлоридном засолениях;

д) золы уноса или основные самораспадающиеся дисперсные шлаки с добавками или без добавок $CaCl_2$, Na_2SO_4 и др при укреплении цементом различных разновидностей гумусированных (кислых, нейтральных или щелочных) и засоленных видов глинистых грунтов, представленных супесями, суглинками и глинами;

е) жидкое стекло (метасиликат натрия $Na_2O \cdot nSiO_2$) с добавкой или без добавки извести или хлористого кальция при укреплении цементом негумусированных незасоленных и засоленных глинистых грунтов (супеси, суглинки, глины).

2.16. При укреплении глинистых грунтов цементом в III—IV дорожно-климатических зонах наряду с указанными выше добавками применяют добавки органических химических веществ (п. 2.11), учитывая, что добавки сырых, в том числе и высокосмолистых, нефтей или жидких битумов используют при укреплении цементом супесчаных и легкосуглинистых грунтов, в том числе гумусированных и засоленных грунтов.

Пиридиновые остатки добавляют при укреплении гумусированных и негумусированных (нейтральных или щелочных) глинистых грунтов, представленных супесями, суглинками и глинами.

2.17. Во II—IV дорожно-климатических зонах при укреплении цементом глинистых грунтов с влажностью, превышающей оптимальную, с целью обеспечить нормальные условия твердения цементогрунта применяют добавки, связывающие избыточную воду в обрабатываемых грунтах.

В качестве водосвязывающих добавок берут: известь молотую негашеную или негашеную гидрофобную, гидратную, полуводный гипс либо сернокислые соли железа или магния. Наиболее универсальна водосвязывающая добавка (молотая негашеная и негашеная гидрофобная известь), которая при избыточном увлажнении грунта химически не только связывает часть воды, но и способствует изменению консистенции грунта, повышает величину его оптимальной влажности, что позволяет получить нормальные условия для проведения работ. При этом ориентировочно считают, что введение 2—3% молотой негашеной извести в грунт связывает 5—6% воды, находящейся в грунте.

В ряде случаев введение водосвязывающих добавок при укреплении переувлажненных глинистых грунтов цементом обеспечивает существенную экономию цемента, которая может составлять 3—4% по сравнению с установленной оптимальной нормой расхода вяжущего для данного типа грунта.

Водосвязывающие добавки выбирают в зависимости от свойств грунтов в соответствии с п. 2.12 и приложением 1, учитывая при этом также возможность получения их для данного строительного объекта.

Технология производства работ

В условиях оптимальной и менее оптимальной влажности грунтов

2.18. Для обеспечения высокой производительности и качества работ при укреплении грунтов цементом и добавками химических веществ (п. 1.3) на строительных объектах необходимо создавать линейные специализированные отряды машин с использованием в качестве ведущих машин грунтосмесительных машин Д-391 или дорожных фрез Д-530 (табл. 3 и 4).

Таблица 3

Состав отряда машин для укрепления грунтов цементом и добавками химических веществ при ведущей машине дорожной фрезе Д-530

Машины	Количество машин в отряде при укреплении грунтов	
	цементом и отдельными химическими веществами	цементом с добавкой извести и других химических веществ
Дорожная фреза Д-530	2	2
Распределитель цемента Д-343Б	1	1
Автоцементовоз С-853 или (С-571)	2—3	3—4
Поливо-моечная машина ПМ-130 (для воды и водных растворов химических веществ) . . .	2—3	3—4
Автогрейдер Д-598	1	1
Самоходный каток на пневмошинах Д-627 или Д-551 либо прицепной каток ДСК-1 с тягачом на пневмоколесах . . .	1	1
Передвижной склад цемента (при дальности возки свыше 25 *км*) емкостью, *Т* . . .	25—50	25—50

Примечание. При укреплении цементом переувлажненных грунтов состав отряда назначают тот же, что и при укреплении грунтов цементом с добавкой извести и других химических веществ, исключая при этом из комплекта поливо-моечные машины.

2.19. В местах залегания песчаных и супесчаных грунтов (супеси легкие крупные, супеси легкие) или в карьерах с отходами камнедробления цементогрунтовую смесь желательно готовить на месте с использованием установки типов С-543,

С-780 или Д-709. Такой способ производства работ обеспечивает получение смеси более высокого качества, чем при работе с дорожной фрезой. Смесь экономически целесообразно приготовлять в установке при дальности возки ее на расстояние в среднем не более 8 *км*.

Таблица 4

Состав отряда машин для укрепления грунтов цементом и добавками химических веществ при ведущей машине—грунтосмесителе Д-391

Машины	Количество машин в отряде при укреплении грунтов	
	цементом и отдельными химическими веществами	цементом с добавкой извести и других химических веществ
Грунтосмесительная машина Д-391	1	1
Автоцементовоз С-853 или (С-571)	3—4	4—5
Дорожная фреза Д-530	—	1
Распределитель цемента Д-343Б	—	1
Поливо-моечная машина ПМ-130 (для воды и водных растворов химических веществ)	3—4	4
Автогрейдер Д-598	1	1
Самоходный каток на пневмошинах Д-627 или Д-551 либо прицепной каток ДСК-1 с тягачом на пневмоколесах	1	1
Передвижной склад цемента (при дальности возки свыше 25 *км*) емкостью, *Т*	25—50	25—50

Примечание. При укреплении цементом переувлажненных грунтов состав отряда назначают тот же, что и при укреплении грунтов цементом с добавкой извести и других химических веществ, исключая при этом из комплекта поливо-моечные машины.

2.20. При значительных объемах работ и укладке цементогрунта в два слоя работы следует проводить двумя отрядами машин. Для устройства нижнего слоя используют отряд с ведущей машиной Д-391 либо Д-530, при этом смесь готовят смешением на дороге, а для устройства верхнего слоя—отряд со смесительной установкой С-543, С-780 или Д-709 в притрассовом карьере. Смесь в последнем случае укладывают распределителем щебня Д-337 или бетоноукладочными машинами Д-345, Д-375, Д-376.

2.21. Технологическую последовательность рабочих процессов при укреплении грунтов цементом с отдельными добавками химических веществ с использованием того или иного отряда машин (см. табл. 3 и 4) необходимо выполнять в соответствии с «Указаниями» СН 25-64.

В приложении 2 (табл. 1 и 2) даны примерные технологические схемы производства работ с использованием однопроходной грунтосмесительной машины Д-391 или дорожной фрезы Д-530

2.22 Технологическую последовательность рабочих процессов при укреплении грунтов цементом с применением совмещенных добавок химических веществ (извести и легкорастворимых солей) с использованием отряда с ведущей машиной — грунтосмесителем Д-391 (см табл. 4) выполняют в следующем порядке:

а) на подготовленное земляное полотно, отсыпанное до требуемой отметки, уплотненное до плотности 0,98—1,0 от максимальной стандартной плотности и спрофилированное под требуемый поперечный профиль, вывозят грунт, необходимый для укрепления, за одну-две смены до начала работ. Слой грунта, подлежащий укреплению, профилируют автогрейдером и прикатывают катком на пневмошинах до плотности 0,80—0,85 от максимальной стандартной плотности в соответствии с п. 1 18;

б) по готовому слою распределителем цемента Д-343Б распределяют известь в необходимых количествах. Затем фрезой Д-530 грунт предварительно размельчают и одновременно перемешивают с известью за 2—3 прохода по одному месту на второй и четвертой скоростях.

При этом учитывают, что для взаимодействия добавки извести с грунтом необходимо, чтобы влажность смеси была в пределах 0,4—0,6 F. При естественной влажности менее 0,4F грунт увлажняют Влажную смесь перемешивают фрезой Д-530, разравнивают автогрейдером и оставляют для протекания реакций обмена не менее чем на 12 *ч*;

в) затем грунтосмесительная машина Д-391, работая вместе с цементовозом, выполняет остальные основные технологические операции по дозированию цемента и перемешиванию его с грунтом, введению в грунт добавок легкорастворимых химических веществ, окончательному перемешиванию смеси.

Добавки легкорастворимых химических веществ вводят в грунт в виде раствора при доувлажнении смеси до оптимальной влажности через дозировочное устройство для вязко-жидких материалов, имеющихся на машинах Д-391;

г) готовую цементогрунтовую смесь профилируют автогрейдером и затем тщательно уплотняют пневмокатком до плотности 0,98—1,0 от максимальной стандартной плотности. Примерная технологическая схема приведена в табл. 3 приложения 2

2 23. При применении отряда с ведущей машиной—фрезой Д-530 технологическая последовательность процессов, указанных в п. 2.22, «а» и «б», сохраняется. Затем работы осуществляют в следующем порядке:

а) фрезой Д-530 размельчают грунт за 2—3 прохода по одному месту на второй и третьей скоростях. Затем распределителем цемента Д-343Б вводят в смесь оптимальные, установленные для обрабатываемого вида грунта, добавки цемента

Смесь перемешивают фрезой Д-530 за 3—4 прохода по одному месту на второй и третьей скоростях. При этом на втором и третьем проходах фрезы Д-530 по одному месту вводят в грунт добавки легкорастворимых химических веществ в виде раствора при увлажнении смеси до оптимальной влажности через распределительную систему фрезы Д-530. После перемешивания фрезой Д-530 оптимально-увлажненной смеси выполняют последовательно все технологические операции, указанные в п. 2 22 «г».

2 24. При проведении работ по укреплению глинистых грунтов цементом и добавками пиридиновых остатков необходимо учитывать, что указанные добавки вводят в грунт так же, как и добавки легкорастворимых солей в виде раствора при доувлажнении смеси до оптимальной влажности, определенной в лаборатории стандартным методом. Раствор вводят через дозировочные устройства грунтосмесительных машин Д-391 или дорожной фрезы Д-530. Количество добавок пиридиновых остатков назначают в соответствии с п. 1.8, а концентрацию раствора устанавливают с учетом оптимальной и фактической влажности цементогрунтовой смеси. Состав отряда машин при укреплении грунтов цементом и добавками пиридиновых остатков назначают по табл 3 и 4. Примерная технологическая схема производства работ по комплексному укреплению глинистых грунтов цементом и добавками пиридиновых остатков приведена в табл. 4 приложения 2.

2.25. При укреплении глинистых супесчаных грунтов цементом и добавками сырой нефти или жидких битумов необходимо учитывать, что данные добавки органических химических веществ также распределяют в грунт через дозировочные устройства ведущих грунтосмесительных машин. При этом в

процессе производства работ отрядом с ведущей машиной—грунтосмесителем Д-391 в состав отряда включают дополнительно дорожную фрезу Д-530 В указанном случае работы осуществляют в следующем порядке

а) в подготовленный для укрепления грунт при его естественной влажности вводят добавку нефти или жидкого битума через распределительную систему фрезы Д-530 с одновременным перемешиванием грунта с добавками за 1—2 прохода фрезы Д-530 по одному месту на второй и третьей скоростях,

б) затем грунт профилируют автогрейдером и уплотняют катком на пневмошинах до плотности 0,80—0,85 от максимальной стандартной плотности,

в) после этого грунтосмесителем Д 391 на первой и второй скоростях вводят цемент, воду при увлажнении смеси до оптимальной влажности, перемешивают компоненты смеси Затем готовую цементогрунтовую смесь профилируют и уплотняют таким же образом, как и при укреплении грунтов одним цементом в соответствии с «Указаниями» СН 25-64

2 26 При проведении работ, изложенных в п 2 25, но с применением отряда с ведущей машиной—дорожной фрезой Д 530 технологическая последовательность процессов, указанных в п 2 25, «а» и «б», сохраняется Затем распределителем цемента Д-343Б в грунт вводят заданную добавку цемента, после чего смесь перемешивают фрезой Д-530 за 3—4 прохода по одному месту на второй и третьей скоростях

При этом на втором и третьем проходах фрезы Д-530 по одному месту увлажняют смесь водой до оптимальной влажности через распределительную систему фрезы Д 530 После перемешивания оптимально-увлажненной смеси фрезой Д-530 профилируют и уплотняют смесь в соответствии с «Указаниями» СН 25 64

Состав отряда машин при укреплении глинистых (супесчаных) грунтов цементом и добавками сырои нефти или жидких битумов назначают по табл 5 настоящих «Технических указаний»

2 27 При производстве работ отрядами машин необходимо бесперебойно снабжать цементом, известью и другими химическими добавками и водой грунтосмесительные машины и стационарные установки с учетом расхода и особенностей применяемых вяжущих веществ и химических добавок

Добавки извести, цемента и других сыпучих активных гидравлических материалов транспортируют к месту проведения работ цементовозами С-853 или С-571 или машинами других марок, растворы химических веществ необходимой концентра

ции— поливо-моечными машинами ПМ-130, ПМ-20, КПМ-1 или машинами других марок Добавки сырой, в том числе и высокосмолистой, нефти или добавки жидких битумов транспортируют к месту производства работ автогудронаторами Д-640 или машинами других марок

2 28. Количество транспортных машин и передвижных складов цемента и емкостей для хранения материалов в объеме работ на одну-две смены назначают с учетом последовательности отрядов и расходов всех материалов в одну смену.

Растворы химических веществ указанных добавок готовят на базах хранения или получают их в порядке централизованных поставок.

Методика приготовления растворов и хранения добавок химических веществ изложена в приложении 4 настоящих «Технических указаний».

2 29 Для обеспечения требуемого качества производства работ необходимо создавать при каждом отряде полевые лаборатории, которые подбирают состав смесей и контролируют производство работ на всех стадиях устройства слоя цементогрунта

2 30 Завершающей стадией производства работ, обеспечивающей в конечном итоге получение цементогрунтов заданных прочностных и других показателей, является своевременный и длительный уход за уплотненным слоем цементогрунта.

Длительное сохранение оптимальной влажности в слое цементогрунта обеспечивают

а) нанесением защитной пленки битумной эмульсии либо этиленового лака с присыпкой песка слоем 1—2 *см*,

б) засыпкой песком слоем 3—5 *см* поверхности цементогрунта с периодическим увлажнением песка в течение 20—25 суток

В дальнейшем при устройстве покрытия слой рыхлого песка удаляют на обочины

В условиях влажности грунтов, превышающей оптимальную

2 31 Технологическую последовательность рабочих процессов при укреплении глинистых грунтов цементом и добавками химических веществ при влажности обрабатываемых грунтов, превышающей оптимальную, выполняют специализированные отряды с ведущими машинами—грунтосмесителем Д-391 или дорожной фрезой Д-530 (п. 1 3)

2.32. Переувлажненные глинистые грунты укрепляют цементом с добавками химических веществ на подготовленном

земляном полотне, отсыпанном в соответствии с требованиями СНиП II-Д.5-62 и «Инструкции» ВСН 97-63.

При этом влажность грунтов, необходимых для укрепления, при разработке их в притрассовых резервах или выемках должна удовлетворять требованиям § 34 «Инструкции» ВСН 97-63, а влажность грунта, вывезенного на земляное полотно, непосредственно перед его обработкой цементом и химическими добавками, не должна превышать оптимальную влажность более чем на 6%, в соответствии с требованиями п 1 7 настоящих «Технических указаний»

2 33 Работы по укреплению переувлажненных грунтов цементом и добавками химических веществ при влажности, превышающей оптимальную, выполняют в такой последовательности:

а) слой грунта, подлежащий укреплению, профилируют автогрейдером, затем распределителем цемента Д-343Б вводят в грунт в необходимых количествах водосвязывающие добавки (п. 2.17). Затем грунт с водосвязывающими добавками перемешивают за 2—3 прохода по одному месту на второй и третьей скоростях дорожной фрезой Д-530, профилируют автогрейдером и уплотняют пневмокатком до плотности 0,80—0,85 от максимальной стандартной плотности;

б) последующие операции, включающие распределение цемента, перемешивание его со смесью грунта и водосвязывающими добавками, профилирование и уплотнение смеси, а также уход за готовым цементогрунтовым слоем проводят не раньше чем через 3 *ч* после завершения операций, указанных в п 2.33, «а»;

в) затем грунтосмесителем Д-391 или дорожной фрезой Д-530 выполняют технологические операции в соответствии с «Указаниями» СН 25-64, учитывая при этом, что в данном случае не увлажняют смесь до оптимальной влажности

Состав отряда машин при укреплении переувлажненных глинистых грунтов цементом назначают по табл. 3 и 4, исключая из комплекта поливо-моечные машины

2.34. При укреплении глинистых грунтов (пп. 2.13, 2.14), находящихся в переувлажненном состоянии, наряду с водосвязывающими добавками распределяют добавки легкорастворимых солей (например, хлористого кальция и др.). Добавки легкорастворимых солей распределяют в порошкообразном, кристаллическом или гранулированном состоянии в количествах, установленных на основании подбора составов смесей в лаборатории в соответствии с приложением II «Указаний» СН 25-64

Добавки легкорастворимых солей рассыпают распределителями удобрений по поверхности спрофилированной смеси грунта и водосвязывающих добавок непосредственно перед распределением цемента. После этого распределяют цемент, перемешивают его со смесью грунта и водосвязывающими и другими добавками, профилируют и уплотняют смесь, а также производят прочие технологические операции в соответствии с «Указаниями» СН 25-64.

Состав отряда машин при укреплении переувлажненных глинистых грунтов цементом и водосвязывающими и другими добавками химических веществ назначают по п. 4.19. Примерная технологическая схема приведена в табл. 5 приложения 2

3. УКРЕПЛЕНИЕ ПЕСЧАНЫХ ГРУНТОВ ЦЕМЕНТОМ И ДОБАВКАМИ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ ПРИ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Конструктивные требования

3.1. Песчаные грунты, укрепленные цементом и добавками химических веществ, характеризуются относительно высокой прочностью и морозостойкостью, а также повышенной деформативностью. Поэтому при назначении конструктивных слоев из таких цементогрунтов в конструкции дорожных одежд необходимо руководствоваться требованиями табл. 1 «Указаний» СН 25-64 и табл. 1 «Технических указаний» ВСН 140-68, дополнительно учитывая требования пп 3 2—3.4

3.2. При устройстве конструктивных слоев дорожных одежд на дорогах II—III категорий с капитальными или облегченными покрытиями с двухслойным основанием из песчаного грунта, укрепленного цементом и добавками химических веществ, в качестве верхнего слоя основания более целесообразно устраивать конструктивный слой из песчаного грунта, укрепленного цементом и добавками органических химических веществ (п. 3 6), учитывая, что указанные добавки должны быть местными дорожно-строительными материалами.

Нижний слой основания в этом случае устраивают из песчаного грунта, укрепленного либо одним цементом, либо цементом и добавками неорганических химических веществ (п. 3.6). Учитывая местные условия проведения работ, в нижние слои основания укладывают разнообразные глинистые грунты, укрепленные цементом или цементом и добавками химических веществ.

Глинистые грунты (п. 2 20) обрабатывают на месте отрядом с ведущей машиной—грунтосмесителем Д-391 или дорожной фрезой Д-530, а песчаные грунты— в стационарных смесительных установках С-543, С-780 или Д-709 с последующей вывозкой и укладкой готовой цементогрунтовой смеси на дороге.

3 3. При строительстве дорог IV—V категорий песчаные грунты, укрепленные цементом и добавками химических веществ, используют в качестве переходных покрытий с обязательным устройством защитного слоя износа, считая, что целесообразнее устраивать переходные покрытия из песчаных грунтов, укрепленных цементом и добавками органических химических веществ, причем применяемые добавки должны быть также в соответствии с п. 3 2 местными дорожно-строительными материалами Такой тип покрытия устраивают на земляном полотне, отсыпанном из несцементированных обломочных грунтов (крупнообломочных либо песчаных). Толщину слоя покрытия переходного типа устанавливают в соответствии с расчетом конструкций дорожных одежд нежесткого типа

Если земляное полотно отсыпано из глинистых грунтов, то также в соответствии с расчетом конструкции дорожной одежды либо укрепляют верхнюю часть земляного полотна цементом и добавками химических веществ в соответствии с разработанными в настоящих «Технических указаниях» методами укрепления глинистых грунтов, либо предусматривают другой слой основания из глинистых местных грунтов, укрепленных цементом или цементом и добавками химических веществ, или из песчаных грунтов, укрепленных цементом или комплексными методами.

3 4 Песчаные грунты, укрепленные цементом и добавками местных органических химических веществ, могут быть использованы также в качестве нижних слоев оснований при устройстве конструкций дорожных одежд под усовершенствованные типы покрытий при условии стадийного строительства автомобильных дорог. Слою такого основания обеспечивают требуемую на первой стадии эксплуатации автомобильной дороги прочность и деформативность и устраивают на нем защитный слой износа. Это позволит в дальнейшем усилить дорожную одежду до требуемой прочности, установленной в соответствии с предполагаемым ростом интенсивности и состава движения без перестройки и существенной реконструкции автомобильной дороги

Требования к материалам

Грунты

3.5. Конструктивные слои дорожных одежд устраивают из песков гравелистых, крупных, средней крупности, мелких и пылеватых, укрепленных цементом и добавками химических веществ. При этом песчаные грунты должны удовлетворять следующим требованиям: pH не ниже 4,5, количество легкорастворимых солей не более 3% при сульфатном и не более 5% по весу грунта при хлоридном засолениях.

Кроме песчаных разновидностей грунтов, разрешается обрабатывать цементом и добавками органических и неорганических химических веществ супесчаные грунты с числом пластичности 1—3, соблюдая при этом конструктивные и другие требования, указанные для песчаных грунтов в пп. 3.1—3.4

Химические вещества

3.6. При укреплении песчаных грунтов цементом применяют добавки неорганических или органических химических веществ, которые помимо физико-химического и химического взаимодействия с поверхностью частиц грунта способствуют также заполнению пор грунта.

К добавкам неорганических химических веществ указанного выше действия относятся золы уноса или золо-шлаковые смеси бурового или каменного угля или торфа, применяемые в зависимости от их активности и других свойств в качестве самостоятельных или совмещенных добавок с добавками легкорастворимых солей в соответствии с приложением 1.

К добавкам органических химических веществ относятся сырые, в том числе и высокосмолистые, нефти, а также жидкие битумы, использование которых также зависит от их свойств и особенностей, а также указанных выше других факторов.

3.7. При укреплении песчаных грунтов цементом с добавками зол уноса или золо-шлаковых смесей образуется прочная структура цементогрунта кристаллизационного типа, благодаря физико-химическому и химическому взаимодействию активных компонентов зол уноса или золо-шлаковых смесей с продуктами гидролиза и гидратации цемента. При этом происходит также заполнение более крупных пор, характерное для песчаных грунтов.

3.8. При укреплении песчаных грунтов цементом с добавкой сырой нефти, в том числе и высокосмолистой нефти, или

жидких битумов образуется прочная и одновременно более деформативная структура цементогрунта за счет лучшей уплотняемости песчаных грунтов с указанными добавками органических химических веществ, а также благодаря приданию укрепляемым грунтам гидрофобности и прерывистой капиллярности вследствие частичного заполнения пор

3 9 Добавки химических веществ (п 3 6) для укрепления песчаных грунтов цементом должны удовлетворять следующим требованиям

а) золы уноса, получаемые при сжигании бурого или каменного угля или торфа в тонкоизмельченном состоянии, должны удовлетворять требованиям п 2 11

Золо-шлаковые смеси, получаемые также при сжигании указанных выше видов топлива, должны содержать: свободной окиси кальция не менее 2% и SiO_2 более 30%, потеря при прокаливании, характеризующая содержание несгоревших органических веществ, должна быть не менее 10%, содержание частиц размером менее 0,071 *мм* должно быть не менее 40—50% по весу добавки;

б) сырые, в том числе и высокосмолистые, нефти и жидкие битумы должны удовлетворять требованиям п 2 11

3 10 При укреплении песчаных грунтов цементом и добавками химических веществ добавки выбирают в соответствии с приложением 1, учитывая при этом также гранулометрический состав песчаных грунтов, степень их засоленности, pH и другие факторы

3 11 При назначении количества добавок неорганических химических веществ учитывают их активность и другие свойства При укреплении песчаных грунтов цементом с применением зол уноса или золо-шлаковой смеси с активной окисью кальция менее 10% количество добавок назначают в пределах 15—30%, а добавки цемента—в количестве 4—6% по весу смеси

При укреплении песчаных грунтов золами уноса с активной окисью кальция более 10% количество вводимых добавок должно составлять 15—20%, при этом рекомендуется вводить добавки различных легкорастворимых химических веществ ($CaCl_2$, Na_2CO_3, $NaHCO_3$, $NaOH$, Na_2SO_4), существенно повышающих степень прочности и морозостойкости песчаных цементогрунтов

3 12 Добавки зол уноса или золо-шлаковые смеси с различной активностью применяют также при укреплении цементом переувлажненных песчаных грунтов

Степень увлажнения песчаных грунтов не должна превышать оптимальную влажность более чем на 6% (п. 1.7). В этих случаях берут золы уноса с активной окисью кальция более 10% (п. 3.11), используя их как водосвязывающие добавки, распределяя при этом добавки легкорастворимых солей в обрабатываемые грунты в сыпучем порошкообразном или гранулированном, или кристаллическом состоянии. Золошлаковые смеси применяют в сухом виде

3.13. Введение указанных выше добавок в количестве 15—30% по весу смеси в переувлажненные песчаные грунты увеличивает оптимальную влажность смеси на 4—5%, что создает нормальные условия для проведения работ на обрабатываемом участке.

При этом оптимальная добавка цемента может быть снижена на 3—4% без изменения требуемой прочности и морозостойкости цементогрунта.

3.14. При укреплении песчаных грунтов цементом количество добавок органических химических веществ назначают подбором составов смесей и испытаниями образцов согласно «Указаниям» СН 25-64.

Добавки нефти или жидкого битума вводят в песчаный грунт, предварительно увлажненный до влажности 0,3—0,4F. Песок с добавками перемешивают, затем вносят цемент, смесь снова перемешивают, добавляют недостающее до оптимальной влажности количество воды и осуществляют дальнейшие технологические операции в соответствии с «Указаниями» СН 25-64

Оптимальный расход добавок органических химических веществ определяют стандартным методом, при этом учитывают, что расход добавок органических химических веществ должен отвечать требованиям п. 1.8.

3.15. Добавки органических химических веществ, в том числе и добавки сырой нефти, не только способствуют эффективному укреплению песчаных грунтов цементом в нормальных условиях, но и дают также возможность укреплять цементом даже одномерные песчаные грунты, находящиеся в переувлажненном состоянии.

В этом случае добавки сырой нефти способствуют увеличению оптимальной влажности смесей, созданию в обрабатываемых песчаных грунтах прерывистой капиллярности, что и обеспечивает относительно нормальные условия для протекания процессов твердения продуктов гидролиза и гидратации цемента.

Технология производства работ

3.16. Технологическую последовательность рабочих процессов при укреплении песчаных грунтов цементом и добавками химических веществ выполняют специализированные отряды с ведущими машинами—грунтосмесителем Д-391 или дорожной фрезой Д-530 при приготовлении смеси непосредственно на дороге и стационарными смесительными установками С-543, С-780 или Д-709 в притрассовом резерве или карьере, где установлены залежи песчаных грунтов. Приготовленную таким способом смесь вывозят на дорогу и укладывают в соответствии с требованиями «Указаний» СН 25-64.

3.17. Метод приготовления цементогрунтовых смесей из песчаных грунтов в стационарных смесительных установках (п. 2.19)—наиболее перспективный, особенно в отношении получения цементогрунтовой смеси требуемого качества, но экономически эффективен при дальности возки смеси не более 8 *км*. Поэтому в других случаях наиболее целесообразно приготовлять цементогрунтовую смесь непосредственно на дороге с помощью грунтосмесительных машин, которые также обеспечивают при требуемом качестве производства работ получение из песчаных грунтов, укрепленных цементом, полноценного дорожно-строительного материала, обладающего высокой прочностью, погодоустойчивостью (водо- и морозостойкостью) и долговечностью.

3.18. Технологическую последовательность отдельных производственных операций при укреплении песчаных грунтов цементом с применением отрядов грунтосмесительных машин выполняют в соответствии с «Указаниями» СН 25-64. Однако при укреплении песчаных грунтов цементом и добавками химических веществ рабочий процесс при укреплении песчаных грунтов только одним цементом дополняется обязательными технологическими операциями, включающими подвозку добавок химических веществ, введение их в грунт, перемешивание их с грунтом и другие операции (п. 3.19).

3.19. При укреплении песчаных грунтов цементом и добавками химических веществ, например, добавками зол уноса при применении отряда с ведущей машиной—дорожной фрезой Д-530, технологическая последовательность будет такой:

а) на хорошо подготовленное земляное полотно, отсыпанное в соответствии с требованиями СНиП II-Д.5-62 и «Инструкции» ВСН 97-63, вывозят транспортными или землеройными машинами песчаный грунт, необходимый для укрепления. Грунт профилируют автогрейдером и уплотняют катком на

пневмошинах до плотности 0,80—0,85 от максимальной стандартной плотности;

б) по слою спрофилированного грунта распределяют в необходимых количествах золы уноса распределителем цемента Д-343Б с трактором ДТ-54;

в) перемешивают золы уноса и песчаный грунт фрезой Д-530 на второй и третьей скоростях за 1—2 прохода по одному месту;

г) смесь профилируют автогрейдером и уплотняют катком на пневмошинах до плотности 0,80—0,85 от максимальной стандартной плотности;

д) далее распределителем цемента Д-343Б дозируют цемент в обработанную смесь песком и золой уноса, после чего смесь перемешивают с цементом, увлажняют до оптимальной влажности через распределительную систему фрезы Д-530, снова перемешивают за 2—3 прохода по одному месту фрезы Д-530 на второй и третьей скоростях;

е) профилируют, уплотняют и ухаживают за готовым цементогрунтовым слоем в соответствии с «Указаниями» СН 25-64.

3.20. При проведении работ отрядом с ведущей машиной—грунтосмесителем Д-391 последовательность операций, указанных в п. 3.19, «а», «б», «в», «г», сохраняется. Затем выполняют технологические операции по дозированию цемента, перемешиванию, увлажнению и снова перемешиванию всего за 1 проход грунтосмесителя Д-391 на второй и третьей скоростях.

Последующие работы ведут в соответствии с «Указаниями» СН 25-64. В случае укрепления песчаных грунтов цементом и добавками зол уноса с добавками легкорастворимых солей последние вводят в смесь в виде раствора через дозировочные устройства грунтосмесительных машин при доувлажнении смеси до оптимальной влажности, после чего выполняют другие технологические операции в соответствии с п. 2.22, «в», «г».

Состав отряда машин по укреплению песчаных грунтов цементом и добавками зол уноса принимают такой же, как и при укреплении грунтов цементом и добавками извести и других химических веществ (см. табл. 3 и 4). Учитывая, что золы уноса с производственных предприятий, где они образуются в качестве отходов основного производства, вывозят цементовозами, количество их в отряде увеличивают на две-три машины.

При укреплении песчаных грунтов цементом и добавками

золо-шлаковых смесей последние к месту производства работ транспортируют автомобилями-самосвалами ЗИЛ-555 или машинами других марок из золоотвалов, где золо-шлаковые смеси разрабатываются экскаватором. Примерная технологическая схема проведения работ по укреплению песчаных грунтов цементом и добавками зол уноса дана в табл 6 приложения 2.

Таблица 5

Состав отряда машин для укрепления песчаных (или супесчаных) грунтов цементом и добавками органических химических веществ при приготовлении смеси на дороге

Машины	Количество машин в отряде при ведущей машине	
	фрезе Д-530	грунтосмесителе Д-391
Грунтосмеситель Д-391	—	1
Дорожная фреза Д-530	2	1
Автогудронатор Д-640	2	1—2
Поливо-моечная машина ПМ-130	2—3	2
Автоцементовоз С-853	2—3	2—3
Автогрейдер Д-598	1	1
Самоходный каток на пневмошинах Д-627 или Д-551 либо прицепной каток ДСК-1 с тягачом на пневмоколесах	1	1
Передвижная емкость для вяжущего (при дальности возки свыше 25 *км*), *Т* . .	50—75	50—75

Таблица 6

Состав отряда машин для укрепления песчаных (или супесчаных) грунтов цементом и добавками органических химических веществ при приготовлении смеси в карьере

Машины	Количество машин в отряде для приготовления смеси	
	смесителем С-543, С-780	смесителем Д-709
Смесительная установка С-543, С-780 .	1	—
Смесительная установка Д-709	—	1
Поливо-моечная машина ПМ-130	2	3—4
Автогудронатор Д-640	1—2	2—3

Продолжение табл. 6

Машины	Количество машин в отряде для приготовления смеси	
	смесителем С-543, С-780	смесителем Д-709
Автоцементовоз С-853	2	3—4
Распределитель Д-337	1	1
Каток на пневмошинах Д-627 или Д 551 либо прицепной каток ДСК-1 с тягачом на пневмоколесах	1	1
Автогрейдер Д-598	1	1

3.21. При укреплении песчаных грунтов цементом и добавками органических химических веществ (ч. 3.6) технологию производства работ принимают в соответствии с пп. 2.25 и 2.26, учитывая, что работы можно выполнять как ведущей машиной—грунтосмесителем Д-391, так и ведущей машиной—дорожной фрезой Д-530. Состав отряда машин назначают по табл. 5. Примерная технологическая схема производства работ дана в табл. 7 приложения 2.

3.22. При устройстве конструктивных слоев дорожных одежд из цементогрунтовых смесей, приготовленных из песчаных грунтов, укрепленных цементом и добавками органических химических веществ, в стационарных смесительных установках С-543, С-780 или Д-709, основные технологические операции по приготовлению цементогрунтовой смеси и укладке ее непосредственно на дороге выполняют в соответствии с «Указаниями» СН 25-64.

Состав отряда машин назначают по табл. 6. Примерная технологическая схема производства работ приведена в табл. 8 приложения 2.

3.23. При укреплении песчаных грунтов цементом и добавками химических веществ заключительными технологическими операциями являются производственные процессы, связанные с уходом за готовым конструктивным слоем дорожной одежды из цементогрунта (п. 2.30). При этом на цементогрунтах из песчаного грунта, укрепленного цементом и добавками органических химических веществ, можно устраивать верхний слой основания или покрытие и открывать движение построечного транспорта на третий день с момента его укладки.

4. УКРЕПЛЕНИЕ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ ЦЕМЕНТОМ И ДОБАВКАМИ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ ПРИ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Конструктивные требования

4.1. Глинистые грунты, укрепленные цементом и добавками химических веществ при отрицательных температурах, применяют в различных конструктивных слоях дорожных одежд при строительстве автомобильных дорог II—V категорий с учетом грунтовых, климатических и других факторов.

Во II дорожно-климатической зоне такие цементогрунты применяют в качестве:

а) верхнего и нижнего слоев основания под усовершенствованные капитальные или облегченные типы покрытий при укреплении супесчаных грунтов или для нижнего слоя основания также при укреплении легкосуглинистых грунтов;

б) переходных и низших покрытий при укреплении супесчаных грунтов.

В III—IV дорожно-климатических зонах такие цементогрунты применяют в качестве верхнего и нижнего слоев оснований под усовершенствованные капитальные или облегченные типы покрытия или переходных и низших типов покрытий при укреплении супесчаных и легкосуглинистых грунтов.

В V дорожно-климатической зоне такие цементогрунты применяют в качестве:

а) верхнего и нижнего слоев оснований под усовершенствованные капитальные или облегченные покрытия при укреплении супесчаных и легкосуглинистых грунтов, а для нижнего слоя основания также и при укреплении тяжелосуглинистых грунтов;

б) переходных и низших типов покрытий при укреплении супесчаных, легко- и тяжелосуглинистых грунтов.

4.2. При проектировании конструкций дорожных одежд с конструктивными слоями из глинистых грунтов, укрепленных цементом и добавками химических веществ, устраиваемых при отрицательных температурах, необходимо руководствоваться пп. 2.3 и 2.4 настоящих «Технических указаний», а конструкции дорожных одежд назначать по табл. 7.

Таблица 7

Конструкции дорожных одежд с применением слоев из грунтов, укрепленных цементом и добавками химических веществ при отрицательных температурах

Тип покрытия	Конструктивный слой	Обрабатываемые грунты по дорожно-климатическим зонам		
		II	III—IV	V
Цементобетонные (монолитные, сборные)	Основание или подстилающий слой	Супеси	Супеси, легкие суглинки	Супеси, легкие суглинки
Асфальтобетонные, укладываемые в горячем и теплом состоянии, а также покрытия из прочных щебеночных материалов подобранного состава, обработанные в смесителе вязкими битумами или дегтями, укладываемые в два слоя	Верхний слой основания	"	То же	То же
	Нижний слой основания	Супеси, легкие суглинки	"	Супеси, легкие и тяжелые суглинки
Облегченные покрытия из щебеночных и гравийных материалов, обработанных вяжущими, в один или два слоя, а также из холодного асфальтобетона или песчаных, супесчаных и легкосуглинистых грунтов, укрепленных битумной эмульсией с добавкой цемента или извести	Верхний слой основания	Супеси	"	Супеси, легкие суглинки
	Нижний слой основания	Супеси, легкие суглинки	"	Супеси, легкие и тяжелые суглинки
Переходные и низшие покрытия из грунтов и местных слабых минеральных материалов, обработанных жидкими органическими вяжущими или битумной эмульсией с добавками или без добавок извести или цемента	Верхний слой основания или покрытие со слоем износа	Супеси	"	То же

Требования к материалам

Грунты

4.3. Для укрепления глинистых грунтов цементом и добавками химических веществ при отрицательных температурах (до —10°С) пригодны грунты:

а) супесчаные и легкосуглинистые при укреплении их осенью или весной во II—IV дорожно-климатических зонах;

б) супесчаные, легко- и тяжелосуглинистые при укреплении их осенью, весной или зимой в V дорожно-климатической зоне.

Для укрепления глинистых грунтов цементом и добавками химических веществ с последующим твердением при отрицательных температурах пригодны супесчаные, легко- и тяжелосуглинистые грунты.

4.4. Глинистые грунты (п. 4.3) могут быть различных генетических типов (пп. 2.5 и 2.6), но pH грунта не должен быть ниже 5. Требования к содержанию гумусовых веществ и засоленности должны соответствовать п. 2.5.

Химические вещества

4.5. При укреплении глинистых грунтов цементом и добавками химических веществ при отрицательных температурах необходимо применять добавки химических веществ, понижающих температуру замерзания жидкой фазы смесей и способствующих нормальному протеканию процессов твердения цементогрунта.

При этом условия проведения работ и влажность обрабатываемых грунтов могут быть различными:

работы могут осуществляться при отрицательных температурах и влажности грунтов менее оптимальной;

при тех же температурах, но влажности грунтов более оптимальной;

при температурах от 0° до +2°С и переувлажненных грунтах с последующим твердением цементогрунтов при отрицательных температурах и т. д.

Для получения требуемых прочностных показателей цементогрунтов добавки химических веществ делят на две группы:

а) добавки химических веществ, понижающие температуру замерзания жидкой фазы смесей, обеспечивающие протекание процессов твердения цементогрунта при отрицательных температурах (до —10°С);

б) добавки химических веществ, обеспечивающие связы-

вание избыточной влажности обрабатываемых цементом глинистых грунтов. При этом влажность грунтов не должна превышать оптимальную более чем на 6% (п. 1.7).

4.6. В качестве добавок химических веществ, понижающих температуру замерзания жидкой фазы смесей, применяют следующие соли: хлористый кальций $CaCl_2$, хлористый натрий NaCl или их смесь, а также углекислый калий K_2CO_3.

Таблица 8

Температура замерзания солевых растворов в зависимости от их удельного веса

Удельный вес раствора при +15°С	Температура замерзания раствора, °С			Содержание безводных солей в 1 *л* раствора, *кг*		
	$CaCl_2$	NaCl	K_2CO_3	$CaCl_2$	NaCl	K_2CO_3
1,01	—0,6	—0,9	—1,9	0,013	0,015	0,05
1,06	—3,7	—5,4	—3,2	0,075	0,088	0,010
1,08	—5,2	—7,5	—	0,102	0,119	—
1,10	—7,1	—9,8	—6,0	0,125	0,149	0,17
1,13	—10,2	—13,6	—11,15	0,165	0,198	0,19
1,14	—11,4	—15,1	—	0,180	0,214	—
1,17	—15,7	—21,2	—	0,221	0,263	—

Таблица 9

Концентрация растворов солей, вводимых в цементогрунтовую смесь

Температура воздуха, °С	Концентрация растворов солей
0 ÷ —5	2% $CaCl_2$+3% NaCl
—5 — —7	3% $CaCl_2$+4% NaCl
—7 ÷ —10	3% $CaCl_2$+7% NaCl

Количество добавок солей назначают по табл. 8 в зависимости от предполагаемой отрицательной температуры в период проведения работ и последующего твердения цементогрунта.

При применении смешанных растворов солей $CaCl_2$+NaCl их количество назначают по табл. 9.

4.7. В качестве водосвязывающих добавок химических веществ используют следующие химические вещества: молотую негашеную или негашеную гидрофобную известь CaO, гидратную известь $Ca(OH)_2$, полуводный гипс $CaSO_4 \cdot 0{,}5\,H_2O$ либо сернокислые соли железа или магния $FeSO_4$, $MgSO_4$. Водосвязывающие добавки химических веществ выбирают по приложечию 1 настоящих «Технических указаний».

4.8. Применяемые добавки химических веществ (пп. 4.6 и 4.7) при укреплении цементом глинистых грунтов при отрицательных температурах должны удовлетворять требованиям ГОСТов (п. 2.11), а их количество не должно превышать: 1—1,5%—для понижения температуры замерзания жидкой фазы смеси и 3—4%—для связывания избыточной влажности обрабатываемых грунтов.

Окончательное количество добавок химических веществ необходимо устанавливать только на основе результатов лабораторных исследований, в соответствии с приложением II «Указаний» СН 25-64.

4.9. При укреплении глинистых грунтов цементом при отрицательных температурах и влажности грунтов менее оптимальной применяют добавки химических веществ (п. 4.6). В зависимости от свойств обрабатываемых грунтов (их химико-минералогического состава, pH среды, засоленности и др.) дополнительно вводят добавки (см. приложение 1) других химических веществ, улучшающие структурно-механические свойства цементогрунта.

4.10. При укреплении глинистых грунтов цементом при отрицательных температурах и влажности грунтов более оптимальной для нормальных условий твердения цементогрунта, наряду с добавками химических веществ, понижающих температуру замерзания жидкой фазы смесей, применяют водосвязывающие добавки химических веществ в виде молотой негашеной или негашеной гидрофобной извести CaO, гидратной извести $Ca(OH)_2$, полуводного гипса $CaSO_4 \cdot 0{,}5\,H_2O$ либо сернокислых солей железа или магния $FeSO_4$, $MgSO_4$. Эти добавки химических веществ распределяют в грунт перед введением добавок химических веществ, понижающих температуру замерзания жидкой фазы смесей.

4.11. При укреплении цементом переувлажненных глинистых грунтов осенью при пониженных положительных температурах от 0° до +2°С и последующем твердении цементо-

грунта при отрицательных температурах (до —10°С) выполняют мероприятия, указанные в п. 4.10

При проведении работ весной при пониженных положительных температурах и повышенной влажности грунтов дополнительно вводить добавки солей не следует, так как водосвязывающие добавки сами способствуют твердению цементогрунта в начальный период при пониженных положительных температурах, и последующее твердение цементогрунта будет происходить при положительных температурах. Необходимые водосвязывающие химические вещества назначают также по приложению 1 настоящих «Технических указаний».

Технология производства работ

4.12. Глинистые грунты укрепляют цементом и добавками химических веществ при отрицательных температурах на участках дорог, где полностью закончено устройство земляного полотна, обеспечены надлежащий водоотвод и требуемая плотность грунтов земляного полотна (под слоем обрабатываемого грунта) в соответствии с требованиями СНиП II-Д.5-62 и «Инструкции» ВСН 97-63, до наступления отрицательных температур.

4.13. Грунт, предназначенный для обработки цементом, нужно вывозить заблаговременно на участки (до наступления отрицательных температур), планировать его и уплотнять до плотности 0,80—0,85 от максимальной стандартной плотности (п. 1.18).

Движение транспорта по этому слою запрещается

4.14. Работы по укреплению глинистых грунтов цементом и добавками химических веществ при отрицательных температурах должны проводить специализированные отряды грунтосмесительных машин с комплексной механизацией всех технологических операций (п 1.3). Состав отряда машин для указанных работ принимают такой же, как и при укреплении грунтов цементом и добавками отдельных химических веществ по табл. 3 и 4. Сменную захватку назначают с учетом производительности ведущих грунтосмесительных машин, но не более 100—120 *м*

4.15. Технологию производства работ с применением грунтосмесительных машин (Д-391 или дорожной фрезы Д-530) выполняют в соответствии с «Указаниями» СН 25-64. Добавки химических веществ вводят в грунт в виде растворов при оптимальном увлажнении смеси через дозировочные устройства грунтосмесительных машин

4 16. Готовую цементогрунтовую смесь раскладывают автогрейдером и тщательно уплотняют до максимальной стандартной плотности пневмокатками. Уплотнение слоя должно быть закончено не позднее 2—3 *ч* после введения добавок химических веществ. Примерная технологическая схема производства работ при отрицательных температурах приведена в табл. 9 приложения 2.

4.17. С целью сохранить оптимальную влажность в слое цементогрунта и обеспечить протекание в нем процессов твердения ухаживают за уплотненным слоем цементогрунта (п. 2.30), распределяя слой песка толщиной 5—8 *см* в соответствии с п. 4.9.

Движение транспорта по слою грунта при отрицательных температурах разрешается не ранее чем через 20—25 суток. В период оттепелей и весеннего оттаивания движение транспорта запрещается.

4.18. Весной участки, построенные в неблагоприятных природных условиях, подлежат тщательному осмотру. Перед осмотром участки очищают автогрейдером от песчаного слоя, затем устанавливают повреждения и быстро их исправляют, после этого устраивают верхние слои основания или покрытия.

4.19. Глинистые грунты укрепляют цементом и добавками химических веществ при отрицательных температурах и повышенной влажности обрабатываемых грунтов специализированные отряды грунтосмесительных машин.

Состав отряда назначают по табл. 10. При выполнении работ отрядом с ведущей машиной—грунтосмесителем Д-391 в комплект дополнительно включают распределитель цемента Д-343Б для введения водосвязывающих добавок и дорожную фрезу Д-530 для последующего перемешивания грунта с водосвязывающими добавками.

Водосвязывающие добавки вводят перед внесением в грунт химических реагентов, обеспечивающих понижение температуры замерзания жидкой фазы смесей ($CaCl_2$, NaCl, K_2CO_3)

4 20. Для обеспечения оптимальной влажности смеси химические вещества, понижающие температуру замерзания жидкой фазы смесей, вводят в грунт в сухом порошкообразном, гранулированном или кристаллическом состоянии с помощью сельскохозяйственных машин—распределителей удобрений, которые равномерно распределяют в грунте химические добавки. Количество добавок назначают в пределах 0,5—1,5% по весу смеси (п. 1.8).

Таблица 10

Состав отряда машин для укрепления грунтов цементом и добавками химических веществ при отрицательных температурах и повышенной влажности грунтов

Машины	Количество машин в отряде при ведущей машине	
	фрезе Д-530	грунтосмесителе Д-391
Грунтосмеситель Д-391	—	1
Дорожная фреза Д-530	2	1
Распределитель цемента Д-343Б	1	1
Автоцементовоз С-853	3—4	3—4
Автогрейдер Д-598	1	1
Распределитель удобрений (для внесения сыпучих химических веществ)	1	1
Самоходный каток на пневмошинах Д-627 или Д-551 либо прицепной каток ДСК-1 с тягачом на пневмоколесах . .	1	1
Передвижная емкость для вяжущего (при дальности возки свыше 25 *км*), *Т*	50—75	50—75

4.21. Водосвязывающие добавки химических веществ (п. 4.7) вводят в грунт за 2—4 *ч* до введения цемента и других химических веществ (п. 4.6).

После распределения водосвязывающих добавок грунт перемешивают и одновременно размельчают дорожной фрезой Д-530 за 2—3 прохода фрезы по одному месту на второй и третьей скоростях. Затем смесь разравнивают автогрейдером и после этого вводят химические вещества, обеспечивающие понижение температуры замерзания жидкой фазы смесей.

Смесь снова перемешивают и разравнивают, после чего вводят необходимое количество цемента через распределительное устройство грунтосмесителя Д-391 (или распределителем цемента Д-343Б при ведущей машине—дорожной фрезе Д-530). Последующие операции выполняют в том же порядке, как указано в пп. 4.16—4.18. Примерная технологическая схема проведения работ дана в табл. 10 приложения 2.

4.22. При укреплении глинистых грунтов цементом и добавками химических веществ при отрицательных температу-

рах и повышенной влажности обрабатываемых грунтов с целью обеспечить нормальную работу автомобильного транспорта необходимо подготовить съезды с земляного полотна и пути подъезда к нему заранее, летом, с тем, чтобы в период проведения работ не затруднять подвоз строительных и других материалов к месту устройства того или иного конструктивного слоя дорожной одежды из цементогрунта

4 23 Работы по укреплению переувлажненных грунтов при отрицательных температурах (до —10°С) следует выполнять при условии, что переувлажненный грунт не промерз, а цементогрунт будет твердеть при этих отрицательных температурах В период, когда переувлажненный грунт промерз и наступили устойчивые отрицательные температуры, работы не производятся

4 24 Технология проведения работ по строительству конструктивных слоев дорожных одежд из цементогрунтов при пониженных положительных температурах и повышенной влажности грунтов в осенний период та же, что и при работах в условиях отрицательной температуры и повышенной влажности грунтов (пп 4 19—4 21, табл 10 приложения 2).

Технологическую последовательность рабочих процессов в весенний период выполняют в соответствии с пп. 2 33 и 2.34 настоящих «Технических указаний».

5. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

5 1 При производстве работ по укреплению грунтов цементом с добавками химических веществ необходимо соблюдать общие правила техники безопасности, принятые на дорожных работах, а также некоторые дополнительные правила, учитывающие специфику добавок.

5 2. Для обеспечения мер безопасности при работе с химическими веществами необходимо иметь в виду, что некоторые из применяемых веществ вредны для организма человека. Наиболее вредны каустическая сода NaOH, известь гашеная $Ca(OH)_2$ и негашеная CaO, пиридиновые остатки Эти добавки вызывают ожоги и кожные заболевания, а также оказывают вредное действие на дыхательные пути и слизистые оболочки Углекислый натрий Na_2CO_3, углекислый калий (поташ) K_2CO_3, хлорное железо $FeCl_3$, сульфат железа $FeSO_4$, сульфат магния $MgSO_4$, хлористый кальций $CaCl_2$ менее токсичны.

5.3. Рабочие, страдающие кожными заболеваниями или за-

болеваниями дыхательных путей, к работе по укреплению грунтов цементом с химическими добавками не допускаются

Если у лиц, занятых на этих работах, обнаружено значительное раздражение кожи или дыхательных путей, их нужно немедленно переводить на другую работу до полного выздоровления

5 4 Лица, работающие с цементом, известью и химическими добавками, должны иметь плотно прилегающую спецодежду из пылезащитной ткани (комбинезон, шлем, капюшон), резиновые сапоги, брезентовые рукавицы респираторы, противопыльные очки и резиновые перчатки

5 5 Погрузку и разгрузку извести, цемента и незатаренных химических веществ необходимо механизировать Цемент и известь необходимо транспортировать в цементовозах, грузить в баки распределительных или смесительных машин пневматическим способом (через специальные рукава) с герметизацией горловины, предупреждающей распыление

5 6 Незатаренные химические вещества погружают и выгружают на автомобильном транспорте с наветренной стороны

5 7 К погрузке и выгрузке химических веществ допускаются рабочие, обеспеченные пыленепроницаемой спецодеждой с противопыльными очками, респираторами, брезентовыми рукавицами

К погрузочно разгрузочным работам не допускаются подростки, беременные женщины и кормящие матери

5 8 Цемент и химические добавки вносят в грунт через распределительные устройства грунтосмесительных машин, которые должны быть герметизированы Все механизмы, через которые проходят сыпучие материалы (известь, цемент), особенно гибкие шарниры, должны быть покрыты брезентовыми кожухами

5 9 Добавки извести и цемента с грунтом должны перемешивать машины, снабженные хорошо подогнанными кожухами на рабочих органах Снимать и поднимать кожухи во время работы запрещается

5 10 Рабочие, обслуживающие цементовозы, распределители цемента, фрезы, при распределении цемента и извести должны находиться с наветренной стороны и иметь плотно прилегающую спецодежду, противопыльные очки, респираторы, брезентовые рукавицы

5 11 Химические вещества, применяемые при комплексном укреплении грунтов ($NaOH$, Na_2CO_3, K_2CO_3, $MgSO_4$, $FeSO_4$, $CaCl_2$, Na_2SO_4, пиридиновые остатки), вводят в грунт в виде

растворов через распределительные системы грунтосмесительных машин

5 12 Растворы следует приготовлять в открытых емкостях, оборудованных механическими мешалками, загрузочными приспособлениями и насосами для перекачки

Емкости для перемешивания должны иметь ограждения (решетки, заборы), исключающие возможность несчастных случаев, а также выбрасывание брызг и пены, которые могли бы попасть на работающих Рабочие, занятые на этой операции, должны быть обеспечены надлежащей спецодеждой (комбинезон, прорезиненный фартук с нагрудником, резиновые перчатки и сапоги, прорезиненные нарукавники)

5 13 Пиридиновые остатки и их раствор транспортируют в герметически закрытых емкостях (автоцистернах).

5 14 Рабочие, занятые с химическими веществами, должны знать порядок очистки емкостей и транспорта от химических веществ Оставшиеся химические вещества и смывные воды должны собираться в специально отведенных местах. Ямы для остатков химических веществ, растворов, промывных вод необходимо устраивать в 200 *м* от жилья, животноводческих ферм, колодцев, водоемов

Место расположения указанных ям согласовывают с органами санитарно-эпидемиологической службы

5 15 При попадании на кожу и в глаза CaO, $Ca(OH)_2$, Na_2CO_3, NaOH, KOH, Na_2SO_4, $CaCl_2$ пораженный участок необходимо промыть водой, а затем слабым раствором кислоты (уксусной, соляной, лимонной и т д) При попадании $FeCl_3$, $FeSO_4$ пораженный участок сначала промывают водой, а затем слабым раствором щелочи

Во всех случаях после оказания первой помощи пострадавшего необходимо срочно направить в медпункт

НАЗНАЧЕНИЕ ДОБАВОК РАЗЛИЧНЫХ ВЕЩЕСТВ ПРИ

Добавки различных веществ, применяемых при комплексном укреплении грунтов цементом	Для расширения видов укрепляемых							
	кислых				гумусированных, нейтральных и кислых			
	пески	супеси	суглинки	глины	пески	супеси	суглинки	глины
А. Добавки неорганических веществ								
Известь гашеная	+	+	+	+	—	+	+	+
Известь молотая негашеная или молотая гидрофобная	+	+	+	+	—	+	+	+
Известь гашеная или молотая негашеная+едкий натрий	+	+	+	+	—	—	—	—
Известь гашеная или молотая негашеная+хлористый кальций . .	—	—	—	—	—	+	+	+
Известь+хлористый кальций+ +хлорное железо	—	—	—	—	—	+	+	+
Известь+сернокислый натрий либо сернокислый магний или сернокислое железо	—	—	—	—	—	+	+	+
Едкий натрий или двууглекислый или углекислый натрий	—	+	+	+	—	—	—	—
Сернокислый натрий	—	—	—	—	+	+	+	—
Гипс	—	—	—	—	—	—	—	—
Углекислый калий	—	—	—	—	—	—	—	—
Хлористый кальций	—	—	+	+	+	+	+	+
Хлористый натрий	—	—	—	—	—	—	—	—
Хлористый кальций+хлористый натрий	—	—	—	—	—	—	—	—
Жидкое стекло (метасиликат натрия) с добавкой или без добавки извести или хлористого кальция . .	—	—	—	—	—	—	—	—

КОМПЛЕКСНОМ УКРЕПЛЕНИИ ГРУНТОВ ЦЕМЕНТОМ

Назначение добавок

грунтов				Для улучшения структурно-механических свойств цементогрунта (повышение морозо- и водоустойчивости)				Для удлинения строительного сезона при укреплении					
засоленных								переувлажненных грунтов			грунтов при отрицательной температуре		
пески	супеси	суглинки	глины	пески	супеси	суглинки	глины	пески	супеси	суглинки	пески	супеси	суглинки
+	+	+	+	—	+	+	+	—	—	—	—	—	—
+	+	+	+	—	+	+	+	+	+	+	—	—	—
—	—	—	—	—	+	+	+	—	—	—	—	—	—
—	+	+	+	—	+	+	+	—	—	—	+	+	+
—	+	+	+	—	+	+	+	—	—	—	—	—	—
—	+	+	+	—	+	+	+	+	+	+	—	—	—
—	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	+	+	—	—	—	—	+	+	+	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+
+	+	+	+	—	+	+	+	—	—	—	+	+	+
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+
—	+	+	+	—	+	+	+	—	—	—	—	—	—

Добавки различных веществ, применяемых при комплексном укреплении грунтов цементом	Для расширения видов укрепляемых							
	кислых				гумусированных, нейтральных и кислых			
	пески	супеси	суглинки	глины	пески	супеси	суглинки	глины
Золы уноса ТЭЦ, получаемые при сжигании бурых углей или торфа, или основные самораспадающиеся (дисперсные) шлаки с добавками $CaCl_2$, Na_2CO_3, NaOH, Na_2SO_4 либо других солей	+	+	+	+	—	+	+	+
Золы уноса ТЭЦ, получаемые при сжигании бурых углей или торфа, или основные самораспадающиеся (дисперсные) шлаки без добавления солей	+	+	+	—	—	+	+	—
Б. Добавки органических веществ								
Высокосмолистые нефти или жидкие битумы	+	+	+	—	—	—	—	—
Пиридиновые остатки или остатки при производстве синтетического каучука	—	+	+	+	—	+	+	+
Битумные эмульсии или битумно-известковые пасты	+	+	—	—	—	+	—	—
Кремнийорганические соединения (ГКЖ-94 и др.), полиэкриламид или другие гидрофобизирующие грунт активные добавки химических веществ	+	+	+	—	—	+	+	—

Примечания. 1. Комплексные методы укрепления грунтов це в „Технических указаниях" ВСН 140-68.

2. Методы укрепления грунтов цементом и добавками кремнийор дии опытной проверки и разработки.

3. Перечисленные комплексные методы могут сочетаться с введен велистых в суглинки и глины и суглинистых в песчаные).

При оптимальном гранулометрическом составе грунта эффект а дозировка их уменьшается.

4. Знаком „плюс" отмечено применение рекомендуемых добавок,

Назначение добавок для грунтов														
засоленных				Для улучшения структурно-механических свойств цементогрунта (повышение морозо- и водоустойчивости)				Для удлинения строительного сезона при укреплении переувлажненных грунтов			грунтов при отрицательной температуре		
пески	супеси	суглинки	глины	пески	супеси	суглинки	глины	пески	супеси	суглинки	пески	супеси	суглинки
+	+	+	+	+	+	+	+	—	—	—	—	—	—
+	+	+	—	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—
+	+	+	+	+	+	+	—	+	+	—	—	—	—
—	—	—	—	—	+	+	+	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—

ментом и битумными эмульсиями или битумно-известковыми пастами даны
ганических или других гидрофобизирующих грунт веществ находятся в ста-
нием в грунт соответствующих гранулометрических добавок (песчаных и гра-
ивность воздействия добавок химических веществ существенно возрастает,
знаком „минус"—когда данные добавки не рекомендуются.

Приложение 2

ПРИМЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА ДОРОЖНЫХ ОСНОВАНИЙ ИЛИ ПОКРЫТИЙ ИЗ ГЛИНИСТЫХ И ПЕСЧАНЫХ ГРУНТОВ, УКРЕПЛЕННЫХ ЦЕМЕНТОМ И ДОБАВКАМИ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ ПРИ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА № 1

Таблица 1

Устройство однослойного дорожного основания или покрытия толщиной 16 см из суглинистого грунта, укрепленного цементом и добавками химических веществ, с помощью фрезы Д-530 на тракторе С-100 при влажности обрабатываемого грунта не более оптимальной

№ технологических операций	№ захваток	Технологическая последовательность рабочих процессов	Единица измерения	Количество на 1 *км*	Принятая производительность в смену
1	1	Разработка грунта второй группы в притрассовом резерве скрепером Д-458, работающим в сцепе с трактором ДТ-54, с подвозкой грунта на земляное полотно на среднее расстояние 200 *м*. Потребность грунта на 1 *км*: $1000 \times 8 \times 0{,}16 \times 1{,}1 \times 1{,}03 = 1450$ *м*³	*м*³	1450	200
2	1	Распределение грунта автогрейдером Д-598 по всей ширине основания за 6 круговых проходов при скорости движения 3 *км/ч* и длине участка 150 *м*	*км*	1	0,83
3	1	Прикатка слоя грунта, предназначенного для укрепления, до плотности 0,80—0,85 от максимальной стандартной плотности самоходным пневмокатком Д-627	»	1	1,04
4	2	Размельчение грунта фрезой Д-530 на тракторе С-100 за 2—3 прохода по одному месту и 4 прохода по ширине основания на второй и третьей скоростях	»	1	0,15
5	2	Введение цемента в грунт распределителем цемента Д-343Б с трактором ДТ-54 за 4 прохода по ширине основания при дозировке цемента 37,5 *кг/м*²	*т*	300	77

Продолжение табл. 1

№ технологических операций	№ захваток	Технологическая последовательность рабочих процессов	Единица измерения	Количество на 1 км	Принятая производительность в смену
5а	2	Подвозка цемента цементовозами С-853 на среднее расстояние 20 км из расчета добавки цемента 12% по весу смеси. Потребность цемента на 1 км: $8 \times 0{,}16 \times 1000 \times 2 \times 0{,}12 = 300$ т . . .	т	300	37
6	3	Перемешивание цемента с грунтом за 1 проход фрезы Д-530 по одному месту на второй и третьей скоростях с последующим увлажнением смеси и введением добавок химических веществ в виде раствора через распределительную систему фрезы и перемешивание увлажненной смеси еще за 2 прохода по одному месту на второй и третьей скоростях	км	1	0,15
6а	3	Подвозка воды и раствора химических веществ для увлажнения грунта до оптимальной влажности с одновременным введением в грунт добавок химических веществ поливо-моечными машинами ПМ-130 из расчета увлажнения грунта на 6% на среднее расстояние 10 км. Потребность воды или раствора на 1 км: $8 \times 1000 \times 0{,}16 \times 2 \times 0{,}06 = 150$ т	т	150	26
7	3	Разравнивание и профилирование смеси автогрейдером Д-598 за 8 круговых проходов по ширине основания при скорости движения 3 км/ч и длине участка 150 м	км	1	0,62
8	3	Уплотнение слоя укрепленного грунта катком Д-627 за 18 проходов по одному месту или за 72 прохода по ширине основания при выполнении первых двух проходов на первой скорости, средних—на второй и последних трех—на третьей	„	1	0,47

Продолжение табл. 1

№ технологических операций	№ захваток	Технологическая последовательность рабочих процессов	Единица измерения	Количество на 1 км	Принятая производительность в смену
9	3	Розлив битумной эмульсии по готовому слою в количестве 0,9—1,0 л/м² автогудронатором Д-640. Потребность эмульсии на 1 км составляет 7,2—8,0 тыс. л	тыс. л	7,2—8	15

Потребность в машино-сменах на 1 км

Дорожная фреза Д-530	13,2
Автоцементовоз С-853	8,1
Поливо-моечная машина ПМ-130	5,8
Распределитель цемента Д-343Б	3,9
Автогрейдер Д-598	2,8
Самоходный пневмокаток Д-627	3,3
Скрепер Д-458	7,2
Автогудронатор Д-640	0,5

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА № 2

Таблица 2

Устройство однослойного дорожного основания или покрытия толщиной 16 см из суглинистого грунта, укрепленного цементом и добавками химических веществ с помощью грунтосмесителя Д-391, при влажности обрабатываемого грунта не более оптимальной

№ технологических операций	№ захваток	Технологическая последовательность рабочих процессов	Единица измерения	Количество на 1 *км*	Принятая производительность в смену
1	1	Разработка грунта второй группы в притрассовом резерве скрепером Д-458, работающим в сцепе с трактором ДТ-54, с подвозкой грунта на земляное полотно на среднее расстояние 200 *м*. Потребность грунта на 1 *км*: $1000 \times 8 \times 0{,}16, \times 1{,}1 \times 1{,}03 = 1450$ *м*³	*м*³	1450	200
2	1	Распределение грунта автогрейдером Д-598 по всей ширине основания за 6 круговых проходов при скорости движения 3 *км/ч* и длине участка 200 *м*	*км*	1	0,93
3	1	Прикатка слоя грунта, предназначенного для укрепления, до плотности 0,80—0,85 от максимальной стандартной плотности самоходным катком Д-627	„	1	0,98
4	2	Размельчение грунта, дозирование цемента, введение добавок химических веществ в виде раствора при доувлажнении смеси до оптимальной влажности, перемешивание компонентов смеси грунтосмесительной машиной Д-391 за 4 прохода по ширине основания на первой и второй скоростях	„	1	0,2
4а	2	Подвозка цемента цементовозами С-853 на среднее расстояние 20 *км* из расчета добавки цемента 12% по весу смеси. Потребность цемента на 1 *км*: $8 \times 1000 \times 0{,}16 \times 2 \times 0{,}12 = 300$ *т*	*т*	300	27
4б	2	Подвозка воды и раствора химических веществ для увлажнения грунта до оптимальной влажности с одновременным введением в грунт добавок химических веществ поливо-моечными машинами ПМ-130 из расчета увлажнения грунта на 6% при			

Продолжение табл. 2

№ технологических операций	№ захваток	Технологическая последовательность рабочих процессов	Единица измерения	Количество на 1 км	Принятая производительность в смену
		транспортировании на среднее расстояние 10 км и заполнением водой и раствором бака грунтосмесителя. Потребность воды или раствора на 1 км: $8 \times 1000 \times 0{,}16 \times 2 \times 0{,}06 = 150$ т	т	150	26
5	2	Разравнивание и профилирование смеси автогрейдером Д-598 за 8 круговых проходов по ширине основания при скорости движения 3 км/ч и длине участка 200 м	км	1	0,7
6	2	Уплотнение слоя уплотненного грунта катком Д-627 за 18 проходов по одному месту или за 72 прохода по ширине основания. При выполнении первых двух проходов на первой скорости, средних—на второй и последних трех—на третьей	»	1	0,34
7	2	Розлив битумной эмульсии по готовому слою в количестве 0,9—1 л/м² автогудронатором Д-640. Потребность эмульсии на 1 км составляет 7,2—8,0 тыс. л. Дальность возки битума составляет 20 км	тыс. л	7,2—8	15

Потребность в машино-сменах на 1 км

Грунтосмесительная машина Д-391 5
Автоцементовоз С-853 11
Поливо-моечная машина ПМ-130 6
Автогрейдер Д-598 2,5
Самоходный пневмокаток Д-627 4
Скрепер Д-458 7,2
Автогудронатор Д-640 0,5

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА № 3

Таблица 3

Устройство однослойного дорожного основания или покрытия толщиной 16 см из суглинистого грунта, укрепленного цементом и добавками извести и других химических веществ, с помощью грунтосмесителя Д-391 при влажности обрабатываемого грунта не более оптимальной

№ технологических операций	№ захваток	Технологическая последовательность рабочих процессов	Единица измерения	Количество на 1 *км*	Принятая производительность в смену
1	1	Разработка грунта второй группы в притрассовом резерве скрепером Д-458, работающим в сцепе с трактором ДТ-54, с подвозкой грунта на земляное полотно на среднее расстояние 200 *м*. Потребность грунта на 1 *км*: $1000 \times 8 \times 0{,}16 \times 1{,}1 \times 1{,}03 = 1450$ *м*³	*м*³	1450	200
2	1	Распределение грунта автогрейдером Д-598 по всей ширине основания за 6 круговых проходов при скорости движения 3 *км/ч* и длине участка 200 *м*	*км*	1	0,93
3	1	Прикатка слоя грунта, предназначенного для укрепления, до плотности 0,80—0,85 от максимальной стандартной плотности самоходным пневмокатком Д-627	»	1	0,98
4	2	Введение извести в грунт распределителем цемента Д-343Б с трактором ДТ-54 за 4 прохода по ширине основания при дозировке извести 6,35 *кг/м*²	*т*	51	60
4а	2	Подвозка извести цементовозами С-853 на среднее расстояние 20 *км* в количестве 2% от веса грунта. Потребность извести на 1 *км*: $8 \times 1000 \times 0{,}16 \times 2 \times 0{,}02 = 51$ *т*	»	51	37
5	2	Перемешивание извести с грунтом и одновременное размельчение грунта за 4 прохода фрезы Д-530 по ширине основания и за 2 прохода по одному месту на второй и четвертой скоростях	*км*	1	0,2

Продолжение табл. 3

№ технологических операций	№ захваток	Технологическая последовательность рабочих процессов	Единица измерения	Количество на 1 км	Принятая производительность в смену
6	2	Профилирование смеси автогрейдером Д-598 за 5—6 круговых проходов по ширине основания	км	1	0,93
7	3	Окончательное размельчение грунта, дозирование цемента, введение добавок химических веществ в виде раствора при доувлажнении смеси до оптимальной влажности, перемешивание компонентов смеси грунтосмесительной машиной Д-391 за 4 прохода по ширине основания на второй скорости	„	1	0,32
7а	3	Подвозка цемента цементовозами С-853 на среднее расстояние 20 км из расчета добавки цемента 12% по весу смеси. Потребность цемента на 1 км: $8 \times 1000 \times 0{,}16 \times 2 \times 0{,}12 = 300$ т . . .	т	300	27
7б	3	Подвозка воды и раствора химических веществ для увлажнения грунта до оптимальной влажности с одновременным введением в грунт добавок химических веществ поливо-моечными машинами ПМ-130 из расчета увлажнения грунта на 4% при транспортировании на среднее расстояние 10 км и заполнением водой и раствором бака грунтосмесителя. Потребность воды или раствора на 1 км: $8 \times 1000 \times 0{,}16 \times 2 \times 0{,}04 = 102$ т	„	102	26
8	3	Разравнивание и профилирование смеси автогрейдером Д-598 за 8 круговых проходов по ширине основания при скорости движения 3 км/ч и длине участка 200 м	км	1	0,7
9	3	Уплотнение слоя укрепленного участка грунта катком Д-627 за 18 проходов по одному месту или за 72 прохода по ширине основания при выполнении первых двух проходов на первой скорости, средних—на второй и последних трех—на третьей	„	1	0,34

Продолжение табл. 3

№ технологических операций	№ захваток	Технологическая последовательность рабочих процессов	Единица измерения	Количество на 1 *км*	Принятая производительность в смену
10	3	Розлив битумной эмульсии по готовому слою в количестве 0,9—1 *л/м²* автогудронатором Д-640. Потребность эмульсии на 1 *км* составляет 7,2—8 тыс. *л*	тыс. *л*	7,2—8	15

Потребность в машино-сменах на 1 км

Грунтосмесительная машина Д-391	3,1
Автоцементовоз С-853	12,3
Поливо-моечная машина ПМ-130	4
Распределитель цемента Д-343Б	0,85
Автогрейдер Д-426	2,54
Самоходный пневмокаток Д-627	4
Скрепер Д-458	7,2
Автогудронатор Д-640	0,5

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА № 4

Таблица 4

Устройство однослойного дорожного основания или покрытия толщиной 16 см из суглинистого грунта, укрепленного цементом и добавками пиридиновых остатков, с помощью грунтосмесителя Д-391 при влажности обрабатываемого грунта не более оптимальной

№ технологических операций	№ захваток	Технологическая последовательность рабочих процессов	Единица измерения	Количество на 1 *км*	Принятая производительность в смену
1 2 3 4 4а	1 1 1 2 2	Технологические операции № 1, 2, 3, 4 и 4а изложены в технологической схеме № 2			
4б	2	Подвозка раствора пиридиновых остатков автоцистерной АЦ-4-150 на среднее расстояние 10 *км* из расчета добавки пиридина соответственно 0,01 или 0,05%. Потребность пиридиновых остатков на 1 *км* составит: 1000 × 8 × 2 × 0,16 × (0,0001; 0,0005)	*т*	1,28 0,256	24
		Потребность воды на 1 *км* при доувлажнении смеси до оптимальной влажности соответственно на 6% составит: 1000 × 8 × × 0,16 × 0,6 × 2 = 150 *т* при подвозке воды поливо-моечными машинами ПМ-130 на среднее расстояние 10 *км*	»	150	27
5	2	Разравнивание и профилирование смеси автогрейдером Д-598 за 8 круговых проходов по ширине основания при скорости движения 3 *км/ч* и длине участка 200 *м*	*км*	1	0,7
6	2	Уплотнение слоя укрепленного грунта катком Д-627 за 18 проходов по одному месту или за 72 прохода по ширине основания	»	1	0,34
7	2	Розлив битумной эмульсии по готовому слою в количестве 0,9—1 *л/м²* автогудронатором Д-640	тыс. *л*	7,2—8	15

Примечание Потребность в машино-сменах для выполнения данных работ принимают по технологической схеме № 2, добавляя одну автоцистерну АЦ-4-150 для перевозки концентрированного раствора пиридиновых остатков.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА № 5

Таблица 5

Устройство однослойного дорожного основания или покрытия толщиной 16 см из суглинистого грунта, укрепленного цементом и добавками извести и других химических веществ, с помощью фрезы Д-530 на тракторе С-100 при влажности обрабатываемого грунта, превышающей оптимальную

№ технологических операций	№ захваток	Технологическая последовательность рабочих процессов	Единица измерения	Количество на 1 *км*	Принятая производительность в смену
1	1	Разработка грунта второй группы в притрассовом резерве скрепером Д-458, работающим в сцепе с трактором ДТ-54, с подвозкой грунта на земляное полотно на среднее расстояние 200 *м*. Потребность грунта на 1 *км*: $1000 \times 8 \times 0{,}16 \times 1{,}1 \times 1{,}03 = 1450$ *м*³	*м*³	1450	200
2	1	Распределение грунта автогрейдером Д-598 по всей ширине основания за 6 круговых проходов при скорости движения 3 *км/ч* и длине участка 150 *м*	*км*	1	0,83
3	1	Прикатка слоя грунта, предназначенного для укрепления, до плотности 0,80—0,85 от максимальной стандартной плотности самоходным пневмокатком Д-627	»	1	1,04
4	2	Введение извести или других водосвязывающих добавок в грунт распределителем цемента Д-343Б с трактором ДТ-54 за 4 прохода по ширине основания при дозировке извести 9,5 *кг/м*²	*т*	77	68
4а	2	Подвозка извести или других водосвязывающих добавок цементовозами С-853 на среднее расстояние 20 *км* в количестве 3% от веса грунта. Потребность извести на 1 *км*: $8 \times 1000 \times 0{,}16 \times 2 \times 0{,}03 = 77$ *т*	»	77	37
5	2	Перемешивание извести с грунтом и одновременное размельчение грунта за 4 прохода фрезы Д-530 по ширине основания и за 2—3 прохода по одному месту на второй и третьей скоростях	*км*	1	0,15

Продолжение табл. 5

№ технологических операций	№ захваток	Технологическая последовательность рабочих процессов	Единица измерения	Количество на 1 км	Принятая производительность в смену
6	2	Профилирование смеси автогрейдером Д-598 за 5—6 круговых проходов по ширине основания	км	1	0,83
7	3	Введение химических добавок в грунт распределителем удобрений при дозировке добавок 1,6; 3,2; 4,8 кг/м²	т	13 26 39	68
7а	3	Подвозка автомобилями ЗИЛ-130 или ЗИЛ-150 химических добавок в количестве 0,5—1,5% от веса грунта на среднее расстояние 20 км. Потребность химических добавок на 1 км: 8 × 1000 × 0,16 × 2 × (0,005; 0,01; 0,015)	»	13 26 39	15,6
8	3	Перемешивание химических добавок с грунтом за 4 прохода фрезы Д-530 по ширине основания и за один проход по одному месту на третьей и четвертой скоростях	км	1	0,38
9	3	Профилирование смеси автогрейдером Д-598 за 5—6 проходов по ширине основания	»	1	0,83
10	4	Введение цемента в грунт распределителем цемента Д-343Б с трактором ДТ-54 за 4 прохода по ширине основания при дозировке цемента 37,5 кг/м²	т	300	77
10а	4	Подвозка цемента цементовозами С-853 на среднее расстояние 20 км из расчета добавки цемента 12% по весу смеси. Потребность цемента на 1 км 8 × 1000 × 0,16 × 2 × 0,12 = 300 т.	»	300	37
12	4	Перемешивание цемента с компонентами смеси за 2 прохода фрезы Д-530 по одному месту на третьей и четвертой скоростях	км	1	0,22

Продолжение табл. 5

№ технологических операций	№ захваток	Технологическая последовательность рабочих процессов	Единица измерения	Количество на 1 км	Принятая производительность в смену
13	4	Разравнивание и профилирование смеси автогрейдером Д-598 за 8 круговых проходов по ширине основания при скорости движения 3 км/ч и длине участка 150 м	км	1	0,62
14	4	Уплотнение слоя укрепленного грунта катком Д-627 за 18 проходов по одному месту или за 72 прохода по ширине основания при выполнении первых двух проходов на первой скорости, средних—на второй и последних—на третьей	»	1	0,47
15	4	Розлив битумной эмульсии по готовому слою в количестве 0,9—1 л/м² автогудронатором Д-640. Потребность эмульсии на 1 км составляет 7,2—8 тыс. л	тыс. л	7,2—8	15

Потребность в машино-сменах на 1 км

Дорожная фреза Д-530	13,7
Автоцементовоз С-853	10,2
Распределитель цемента Д-343Б	5
Автогрейдер Д-426	5,2
Самоходный пневмокаток Д-627	3,1
Распределитель удобрений	0,2—0,6
Автогудронатор Д-640	0,5
Скрепер Д-458	7,2

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА № 6

Таблица 6

Устройство однослойного дорожного основания или покрытия толщиной 16 см из песчаного грунта, укрепленного цементом и добавками зол уноса, с помощью дорожной фрезы Д-530 при влажности обрабатываемого грунта не более оптимальной

№ технологических операций	№ захваток	Технологическая последовательность рабочих процессов	Единица измерения	Количество на 1 км	Принятая производительность в смену
1	1	Разработка песчаного грунта в притрассовом резерве или карьере экскаватором Э-650 с подачей грунта на земляное полотно автосамосвалами ЗИЛ-555 на среднее расстояние 2 км. Потребность грунта на 1 км: 1000 × 8 × 0,16 × 1,2 = 1530 м³ . .	м³	1530	350
2	1	Распределение грунта автогрейдером Д-598 по всей ширине основания за 6 круговых проходов при скорости движения 3 км/ч и длине участка 200 м	км	1	0,93
3	1	Прикатка слоя грунта, предназначенного для укрепления, до плотности 0,80—0,85 от максимальной стандартной плотности самоходным пневмокатком Д-627	»	1	0,98
4	2	Введение зол уноса в грунт распределителем цемента Д-343Б с трактором ДТ-54 за 4 прохода по ширине основания при дозировке зол уноса 46 кг/м²	т	370	77
4а	2	Подвозка зол уноса цементовозами С-853 на среднее расстояние 30 км из расчета величины добавки 15% по весу смеси. Потребность золы уноса на 1 км: 8 × 0,16 × 1000 × 2 × 0,15 = 370 т	»	370	32
5	2	Перемешивание зол уноса с грунтом за 4 прохода фрезы Д-530 по ширине основания и за 1—2 прохода по одному месту на второй и третьей скоростях	км	1	0,2
6	2	Профилирование смеси автогрейдером Д-598 за 5—6 круговых проходов по ширине основания	»	1	0,93

Продолжение табл. 6

№ технологических операций	№ захваток	Технологическая последовательность рабочих процессов	Единица измерения	Количество на 1 км	Принятая производительность в смену
7	2	Прикатка слоя грунта до плотности 0,80—0,85 от максимальной стандартной плотности самоходным пневмокатком Д-627 . .	км	1	0,98
8	3	Введение цемента в грунт распределителем цемента Д-343Б с трактором ДТ-54 за 4 прохода по ширине основания при дозировке цемента 12,5 кг/м²	т	100	77
8а	3	Подвозка цемента цементовозами С-853 на среднее расстояние 20 км из расчета добавки цемента 4% по весу смеси. Потребность цемента на 1 км: 8 × 1000 × 0,16 × 2 × 0,04 = 100 т	»	100	37
9	3	Перемешивание цемента со смесью грунта и золы уноса за один проход фрезы Д-530 по одному месту на второй и третьей скоростях с последующим увлажнением смеси до оптимальной влажности через распределительную систему фрезы и перемешивание увлажненной смеси еще за два прохода по одному месту на второй и третьей скоростях	км	1	0,2
9а	3	Подвозка воды для увлажнения смеси до оптимальной влажности поливо-моечными машинами ПМ-130 из расчета увлажнения смеси на 6% при дальности возки воды 10 км. Потребность воды на 1 км: 8 × 1000 × 0,16 × 2 × 0,06 = 150 т	т	150	26
10	3	Разравнивание и профилирование смеси автогрейдером Д-598 за 8 круговых проходов по ширине основания при скорости движения 3 км/ч и длине участка 200 м	км	1	0,7
11	4	Уплотнение слоя укрепленного грунта катком Д-627 за 18 проходов по одному месту или за 72 прохода по ширине основания при выполнении первых двух проходов на первой скорости, средних—на второй и последних трех—на третьей	км	1	0,34

Продолжение табл. 6

№ технологических операций	№ захваток	Технологическая последовательность рабочих процессов	Единица измерения	Количество на 1 км	Принятая производительность в смену
12	3	Розлив битумной эмульсии по готовому слою в количестве 0,9—1 л/м² автогудронатором Д-640. Потребность битумной эмульсии составляет на 1 км 7,2—8 тыс. л	тыс. л	7,2—8	15

Потребность в машино-сменах на 1 км

Дорожная фреза Д-530 10
Автоцементовоз С-853 14
Поливо-моечная машина ПМ-130 5,8
Распределитель цемента Д-343Б 6,3
Автогрейдер Д-598 2,8
Самоходный пневмокаток Д-627 4
Экскаватор Э-650 4,3
Автогудронатор Д-640 0,5
Автосамосвал ЗИЛ-555 (для вывозки песка) 15

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА № 7

Таблица 7

Устройство однослойного дорожного основания или покрытия толщиной 16 см из песчаного (или супесчаного) грунта, укрепленного цементом и добавками сырой нефти или жидких битумов, с помощью грунтосмесителя Д-391 при влажности обрабатываемого грунта не более оптимальной

№ технологических операций	№ захваток	Технологическая последовательность рабочих процессов	Единица измерения	Количество на 1 *км*	Принятая производительность в смену
1	1	Разработка песчаного грунта в притрассовом резерве или карьере экскаватором Э-650 с подачей грунта на земляное полотно автосамосвалами ЗИЛ-555 на среднее расстояние 2 *км*. Потребность грунта на 1 *км*: $1000 \times 8 \times 0{,}16 \times 1{,}2 = 1530$ *м*³ . . .	*м*³	1530	350
2	1	Распределение грунта автогрейдером Д-598 по всей ширине основания за 6 круговых проходов при скорости движения 3 *км/ч* и длине участка 200 *м*	*км*	1	0,93
3	1	Прикатка слоя грунта, предназначенного для укрепления, до плотности 0,80—0,85 от максимальной стандартной плотности самоходным пневмокатком Д-627	»	1	0,98
4	2	Введение в грунт добавки нефти или жидких битумов через распределительную систему фрезы Д-530 с одновременным перемешиванием грунта с добавками за 1—2 прохода по одному месту на второй и третьей скоростях	»	1	0,2
4а	2	Подвозка нефти или жидких битумов автогудронатором Д-640 на среднее расстояние 10 *км* из расчета добавки органических химических веществ 2—3% по весу смеси. Потребность добавок на 1 *км*: $8 \times 0{,}16 \times 1000 \times 2 \times (0{,}02;\ 0{,}03) = 52—78$ *т*	*т*	52—78	15
5	2	Профилирование смеси автогрейдером Д-598 за 5—6 круговых проходов по ширине основания	*км*	1	0,93

Продолжение табл. 7

№ технологических операций	№ захваток	Технологическая последовательность рабочих процессов	Единица измерения	Количество на 1 км	Принятая производительность в смену
6	2	Прикатка слоя грунта до плотности 0,80—0,85 от максимальной стандартной плотности самоходным пневмокатком Д-627 . .	км	1	0,98
7	3	Дозирование цемента, доувлажнение смеси до оптимальной влажности, перемешивание компонентов смеси грунтосмесительной машиной Д-391 за 4 прохода по ширине основания на первой и второй скоростях	„	1	0,2
7а	3	Подвозка цемента цементовозами С-853 на среднее расстояние 20 км из расчета добавки цемента 8% по весу смеси. Потребность цемента на 1 км $8 \times 1000 \times 0{,}16 \times 2 \times 0{,}08 = 200$ т . .	т	200	27
7б	3	Подвозка воды для увлажнения смеси до оптимальной влажности поливо-моечными машинами ПМ-130 из расчета увлажнения смеси на 6% при транспортировании воды на среднее расстояние 10 км и заполнения водой бака грунтосмесителя. Потребность воды на 1 км $8 \times 0{,}16 \times 1000 \times 2 \times 0{,}06 = 150$ т	„	150	26
8	3	Разравнивание и профилирование смеси автогрейдером Д-598 за 8 круговых проходов по ширине основания при скорости движения 3 км/ч и длине участка 200 м	км	1	0,7
9	3	Уплотнение слоя укрепленного грунта катком Д-627 за 18 проходов по одному месту или за 72 прохода по ширине основания при выполнении первых двух проходов на первой скорости, средних—на второй и последних трех—на третьей	„	1	0,34

Продолжение табл. 7

№ технологических операций	№ захваток	Технологическая последовательность рабочих процессов	Единица измерения	Количество на 1 км	Принятая произ одительность в смену
10	3	Розлив битумной эмульсии по готовому слою в количестве 0,9—1 л/м² автогудронатором Д-640 Потребность эмульсии на 1 км составляет 7,2—8 тыс. л	тыс л	7,2—8	15

Потребность в машино-сменах на 1 км

Грунтосмеситель Д-391	5
Дорожная фреза Д-530	5
Автоцементовоз С-853	8
Автогудронатор Д-640	5,7
Автогрейдер Д-598	3,3
Самоходный пневмокаток Д-627	5
Поливо-моечная машина ПМ-130	5,8
Экскаватор Э-650	4,3
Автосамосвал ЗИЛ-555 (для вывозки песка)	15

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА № 8

Таблица 8

Устройство однослойного дорожного основания или покрытия толщиной 16 см из песчаного (или супесчаного) грунта, укрепленного цементом и добавками сырой нефти или жидких битумов, при приготовлении смеси в стационарной смесительной установке С-543, С-780 с ведущей машиной—распределителем Д-337

№ технологических операций	№ захваток	Технологическая последовательность рабочих процессов	Единица измерения	Количество на 1 км	Принятая производительность в смену
1—3	—	Разработка песчаного или супесчаного грунта в карьере с перемещением его к приемному бункеру бульдозером Д-492 на тракторе С-100 на среднее расстояние 50 м, с последующей подачей грунта транспортером Т-45 в установку С-543, С-780. Расход грунта на 1 км: $8 \times 0{,}16 \times 1000 \times 1{,}1 \times 1{,}03 = 1450$ м³	м³	1450	300
4—6	—	Подвозка воды поливо-моечными машинами ПМ-130 на среднее расстояние 10 км, перекачивание ее в емкость с последующей подачей в установку С-543, С-780. Расход воды на 1 км при увлажнении грунта на 6%: $1000 \times 8 \times 0{,}16 \times 2 \times 0{,}06 = 150$ т . .	т	150	26
6—8	—	Подвозка нефти или жидких битумов автогудронатором Д-640 на среднее расстояние 10 км из расчета добавки органических химических веществ 2—3% по весу смеси. Перекачивание добавок в емкость с последующей подачей ее в установку С-543, С-780. Расход добавок на 1 км $8 \times 1000 \times 0{,}16 \times 2 \times (0{,}02; 0{,}03) = 52—78$ т	„	52—78	15
8—10	—	Подвозка цемента цементовозами С-853 на среднее расстояние 20 км из расчета добавки цемента 8% по весу смеси. Потребность цемента на 1 км. $8 \times 1000 \times 0{,}16 \times 2 \times 0{,}08 = 200$ т . . .	„	200	27
11	—	Приготовление цементогрунтовой смеси в установке С-543, С-780. Расход цементогрунтовой смеси на 1 км $1000 \times 8 \times 0{,}16 \times 2 = 2560$ т	„	2560	360
12	—	Загрузка автосамосвалов ЗИЛ-555 готовой цементогрунтовой смесью и транспортировка ее на среднее расстояние 2 км с последующей выгрузкой ее в бункер распределителя Д-337	„	2560	100

Продолжение табл. 8

№ технологических операций	№ захваток	Технологическая последовательность рабочих процессов	Единица измерения	Количество на 1 км	Принятая производительность в смену
13	1	Распределение и уплотнение смеси распределителем Д-337 . .	*т*	2560	500
14	1	Окончательная укатка слоя укрепленного грунта самоходным катком на пневмошинах Д-627 за 6 проходов по одному месту или за 24 прохода по ширине основания	*км*	1	0,78
15	2	Окончательное профилирование готового цементогрунтового слоя автогрейдером Д-598 за 5—6 круговых проходов при скорости движения 3 *км/ч*	»	1	0,93
16	2	Розлив битумной эмульсии по готовому слою в количестве 0,9—1 *л/м²* автогудронатором Д-640. Потребность эмульсии на 1 *км* составляет 7,2—8 тыс. *л*	тыс. *л*	7,2—8	15

Потребность в машино-сменах на 1 км

Бульдозер Д-492 с трактором С-100	4,8
Поливо-моечная машина ПМ-130	5,8
Автогудронатор Д-640	3,5—5,2
Автоцементовоз С-853	7,5
Бетономешалка С-543	7,1
Транспортеры Т-45	7,1
Шнековые транспортеры	7,1
Автосамосвал ЗИЛ-555	25,6
Распределитель Д-337	5
Каток на пневмошинах Д-627	1,3
Автогрейдер Д-598	1

ПРИМЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА ДОРОЖНЫХ ОСНОВАНИЙ ИЛИ ПОКРЫТИЙ ИЗ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ, УКРЕПЛЕННЫХ ЦЕМЕНТОМ И ДОБАВКАМИ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ ПРИ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА № 9

Таблица 9

Устройство однослойного дорожного основания или покрытия толщиной 16 см из суглинистого грунта, укрепленного цементом и добавками химических веществ, с ведущей машиной—грунтосмесителем Д-391 при отрицательных температурах и влажности грунта не более оптимальной

№ процессов	№ захваток	Технологическая последовательность рабочих процессов	Единица измерения	Количество на 1 *км*	Принятая производительность в смену
1	1	Размельчение грунта, дозирование цемента, введение добавок химических веществ в виде раствора, перемешивание компонентов смеси грунтосмесительной машиной Д-391 за 1 проход по одному месту или за 3 прохода по ширине основания	*км*	1	0,15
1а	1	Подвозка цемента цементовозом С-853 или С-571 на среднее расстояние 20 *км* из расчета добавки цемента в количестве 12% от веса грунта. Потребность цемента на 1 *км*: $1000 \times 0{,}16 \times 7 \times 2 \times (0{,}10;\ 0{,}12)$	*т*	270	21
1б	1	Подвозка раствора химических добавок ($CaCl_2$, или NaCl, или K_2CO_3) в количестве 8% для увлажнения грунтов до оптимальной влажности поливо-моечными машинами ПМ-20 или ПМ-10 на среднее расстояние 10 *км* с введением при этом добавок химических веществ, заполнением раствором бака грунтосмесителя. Потребность воды или раствора на 1 *км*. $1000 \times 7 \times 0{,}16 \times 2 \times 0{,}08$	"	180	27
2		Разравнивание и профилирование слоя укрепленного грунта автогрейдером Д-598 за 10 проходов по ширине основания . . .	*км*	1	0,5

Продолжение табл. 9

№ процессов	№ захваток	Технологическая последовательность рабочих процессов	Единица измерения	Количество на 1 *км*	Принятая производительность в смену
3	1	Уплотнение слоя укрепленного грунта самоходным пневмокатком Д-627 за 16—18 проходов катка по одному следу при выполнении первых двух проходов на первой скорости, следующих—на второй и последующих трех—на третьей скорости	*км*	1	0,41
4	1	Уход за готовым слоем основания· вывозка песка автосамосвалами и распределение его по основанию слоем 5—8 *см* автогрейдером. Потребность песка на 1 *км*: 1000 × 7 × (0,05; 0,08) × × 1,7	*т*	60—90	30

Потребность в машино-сменах на 1 км

Грунтосмесительная машина Д-391	6,6
Автоцементовоз С-853 или С-571	13
Поливо-моечная машина ПМ-2 или ПМ-10	6,7
Автогрейдер Д-598 или Д-446	2
Самоходный пневмокаток Д-627	2,4
Автосамосвалы ЗИЛ-555 для вывозки песка	2—3

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА № 10

Таблица 10

Устройство однослойного дорожного основания или покрытия толщиной 16 см из суглинистого грунта, укрепленного цементом и добавками химических веществ, с помощью однопроходной грунтосмесительной машины Д-391 при отрицательных температурах и повышенной влажности грунтов

№ процессов	№ захваток	Технологическая последовательность рабочих процессов	Единица измерения	Количество на 1 км	Принятая производительность в смену
1	1	Введение извести в грунт распределителем цемента Д-343Б с трактором ДТ-54 за 3 прохода по ширине основания при дозировке извести 9,5 кг/м²	т	63	14
1а	1	Подвозка извести или других водосвязывающих добавок цементовозами С-853 или С-571 на среднее расстояние 20 км в количестве 3% от веса грунта. Потребность извести на 1 км 1000 × × 7 × 0,16 × 2 × 0,003	„	63	39
2	1	Перемешивание извести с грунтом и одновременное размельчение грунта за 3 прохода фрезы Д-530 с трактором С-100 по ширине основания и за 2—3 прохода по одному месту	км	1	0,26
3	1	Профилирование смеси автогрейдером Д-598 за 5—6 проходов по ширине основания	„	1	0,75
4	2	Введение химических добавок в грунт распределителем удобрений при дозировке добавки 1,6, 3, 4,6 кг/м²	т	11, 22, 33,5	100
4а	2	Подвозка автомобилями ЗИЛ-150 химических добавок $CaCl_2$, NaCl или K_2CO_3, понижающих температуру замерзания жидкой фазы смесей, в количестве 0,5—1,5% от веса грунта. Потребность			

Продолжение табл 10

№ процессов	№ захваток	Технологическая последовательность рабочих процессов	Единица измерения	Количество на 1 км	Принятая производительность в смену
		химических добавок составляет на 1 км 1000 × 7 × 0,16 × 2 × × (0,005; 0,01; 0,015)	»	11; 22; 33,5	30
5	2	Перемешивание химических добавок с грунтом за 3 прохода фрезы Д-530 с трактором С-100 по ширине основания и за 2 прохода по одному месту	км	1	0,26
6	2	Профилирование смеси автогрейдером Д-598 за 5—6 проходов по ширине основания	»	1	0,75
7	3	Окончательное размельчение грунта, дозирование цемента, перемешивание компонентов смеси грунтосмесительной машиной Д-391 за 1 проход по одному месту или за 3 прохода по ширине основания	»	1	0,15
7а	3	Подвозка цемента цементовозами С-571 или С-853 на среднее расстояние 20 км из расчета добавки цемента в количестве 12% от веса грунта. Потребность цемента на 1 км: 1000 × 7 × 0,16 × × 2 × (0,12)	т	270	21
8	3	Разравнивание и профилирование слоя укрепленного грунта автогрейдером Д-598 за 10 проходов по ширине основания . . .	км	1	0,5
9	3	Уплотнение слоя укрепленного грунта самоходным пневмокатком Д-627 за 16—18 проходов катка по одному следу при выполнении первых двух проходов на первой скорости, следующих— на второй и последних трех—на третьей	»	1	0,41

Продолжение табл 10

№ процессов	№ захваток	Технологическая последовательность рабочих процессов	Единица измерения	Количество на 1 *км*	Принятая производительность в смену
10	3	Уход за готовым слоем основания: подвозка песка самосвалами и распределение его по основанию слоем 5—8 *см* автогрейдером. Потребность песка на 1 *км*: 1000 × 7 × (0,05; 0,08) × 1,7	*т*	60 90	30

Потребность в машино-сменах на 1 км

Грунтосмесительная машина Д-391	6,6
Распределитель цемента Д-343Б	4,5
Автоцементовоз С-853 или С-571	15
Фреза Д-530	4
Распределитель удобрений для внесения химических добавок	0,1—0,3
Автогрейдер Д-598 или Д-446	3,6
Самоходный пневмокаток Д-627	2,4
Автосамосвалы ЗИЛ-555 для подвозки песка	2—3

МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЯ ГРУНТОВ, УКРЕПЛЕННЫХ ЦЕМЕНТОМ

1. Приготовление образцов для определения предела прочности на растяжение при изгибе

Предел прочности на растяжение при изгибе определяют на образцах—балочках размером 4×4×25 *см*, при содержании в грунте крупнообломочных частиц (до 10 *мм* в диаметре) размеры балочек увеличивают до 5×5×30 *см*.

Образцы готовят прессованием в жестких металлических формах с двусторонними вкладышами (рис. 1). Стенки формы и вкладыши перед

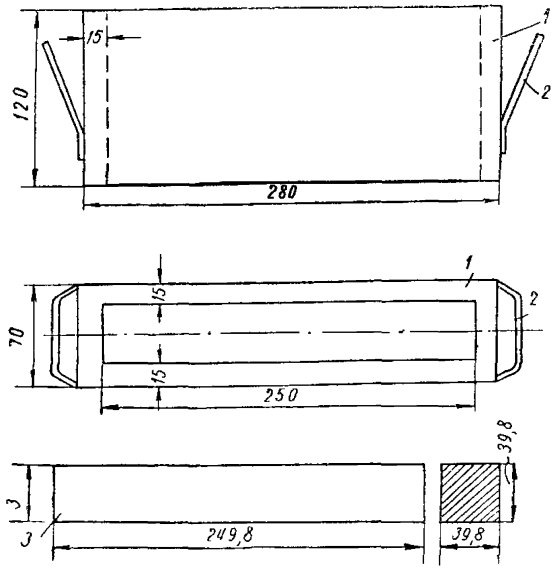

Рис. 1. Форма для изготовления балочек:
1—корпус; *2*—ручки; *3*—вкладыш (2 шт.)

укладыванием смеси смазывают керосином или машинным маслом. Увлажненную до оптимальной влажности и тщательно перемешанную смесь грунта, вяжущего и добавок насыпают в форму, в которую вложен нижний вкладыш, смесь разравнивают, частично уплотняют шпателем, после чего укладывают верхний вкладыш. Форму со смесью ставят на пресс и уплотняют.

Величину нагрузки и длительность ее действия подбирают так, чтобы плотность образцов была максимальной, достигаемой при оптимальной влажности на приборе стандартного уплотнения. Ориентировочно нагрузка составляет 100—150 *кГ/см*^{2}, а время выдерживания под нагрузкой—3 *мин*. После уплотнения форму с образцом устанавливают на подставку, и образец под прессом выдавливают из формы.

Образцы можно уплотнять и трамбованием.

Навеску смеси для приготовления балочки находят по формуле

$$P = \delta_{ск} V \left(1 + \frac{W}{100}\right),$$

где $\delta_{ск}$—объемный вес скелета смеси, $г/см^3$;

W—оптимальная влажность, %;

V—объем балочки, $см^3$.

После изготовления и вплоть до испытаний образцы должны твердеть в камере влажного хранения, в эксикаторе над водой или во влажных опилках для предотвращения испарения заданной при уплотнении воды.

2. Определение предела прочности на растяжение при изгибе

Предел прочности на растяжение при изгибе определяют на образцах в водонасыщенном состоянии после твердения их в течение 28 суток во влажных условиях, в случае необходимости испытания проводят и в более поздние сроки после твердения образцов.

Образцы насыщают в спокойной воде в течение двух суток, причем в первые сутки образцы погружают в воду на $^1/_3$ высоты, а во вторые сутки полностью заливают водой. Для предотвращения высыхания образцов во время капиллярного водонасыщения последнее проводят в ванне с водяным затвором.

Образцы на изгиб испытывают, как правило, на гидравлических прессах. Прессы для испытания образцов-балочек на изгиб должны быть оборудованы дополнительными приспособлениями специальными столами, мостами или траверсами, несущими на себе валковые опоры для балочек, при этом одна из опор должна быть подвижной Радиус закругления опорных поверхностей валков должен быть в пределах 10—15 *мм*.

Испытуемый образец помещают на две опоры, расстояние между которыми равно 20 *см* (рис. 2). Образец на опоры кладут той гранью, которая при уплотнении была вертикальной. Поверхность балочки должна плотно прилегать к опорам по всей ширине

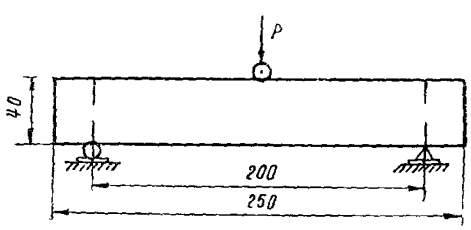

Рис 2. Схема испытания балочек на изгиб

Образец нагружают по середине пролета по всей ширине балочки через подкладку под верхнюю подушку пресса при скорости свободного хода поршня 3 *мм/мин* до разрушения Величину предела прочности при растяжении при изгибе вычисляют по формуле

$$R_{изг} = \frac{3\,Pl}{2\,bh^2},$$

где P—разрушающая нагрузка, *кГ*,
l—расстояние между опорами, *см*;
b—ширина балочки, *см*,
h—высота балочки, *см*.

Предел прочности на растяжение при изгибе определяют для трех параллельных образцов После разрушения образцов отбирают среднюю пробу для определения влажности путем высушивания пробы при 105°С до постоянного веса На половинках балочек можно находить предел прочности при сжатии.

3. Испытания на морозостойкость

(Определение предела прочности на растяжение при изгибе после прохождения заданного числа циклов замораживания—оттаивания)

Для испытания образцы после твердения в течение 28 суток во влажных условиях насыщают водой, как указывалось выше, и замораживают в камере при температуре —20°С в течение 4 *ч* После этого образцы оттаивают в течение 4 *ч*, погружая в воду комнатной температуры. Такой цикл замораживания—оттаивания повторяют несколько раз в зависимости от климатических условий и назначения конструктивного слоя цементогрунта в дорожной одежде (табл 4 приложения II «Указаний» СН 25-64)

После окончания испытаний на морозостойкость определяют предел прочности на растяжение при изгибе, как указано выше.

Морозостойкость образцов оценивают отношением, которое должно составлять не менее 0,7.

После разрушения образцов определяют влажность, как описано выше.

МЕТОДИКА ПРИГОТОВЛЕНИЯ РАСТВОРОВ И ХРАНЕНИЕ ДОБАВОК ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Применяемые при комплексном укреплении грунтов цементом различные химические вещества, представленные в основном солями или основаниями легкорастворимых веществ, вводят в обрабатываемые грунты с естественной влажностью менее оптимальной при их обработке цементом в виде раствора различной концентрации

При добавках химических веществ в порошкообразном или сыпучем состоянии растворы химических веществ следует приготовлять в открытых емкостях, оборудованных механическими мешалками, загрузочными приспособлениями и насосами для перекачки растворов

Растворы химических веществ наиболее целесообразно готовить с концентрацией, близкой к максимальной, т. е близкой к перенасыщенным растворам при температуре в летних условиях +20°С. При работах в условиях пониженных положительных или отрицательных температур концентрация растворов должна быть в соответствии с п. 4 6 настоящих «Технических указаний»

Растворимость применяемых при комплексном укреплении грунтов химических веществ приведена в таблице

Растворимость некоторых химических веществ в воде при +20°С

Химическое вещество (безводное)	Растворимость, %
$CaCl_2$	42,7
$FeCl_3$	47,9
$FeSO_4$	21
$MgSO_4$	26,2
K_2CO_3	52,8
Na_2CO_3	17,8
NaCl	26,4
NaOH	52,2
Na_2SO_4	16,1

При приготовлении растворов необходимой концентрации расчет ведут на безводное химическое вещество

Например, чтобы приготовить раствор хлористого кальция 30%-ной концентрации, необходимо в 1 *л* воды растворить 300 *г* безводного химического вещества

Растворы готовят следующим образом

Химическое вещество транспортерами или другим способом подается в порошкообразном, гранулированном или кристаллическом состоянии в растворный узел, где перемешивается принудительным способом с водой.

Для повышения скорости растворения рекомендуется подогревать воду до температуры 30 ÷ 50°С.

После приготовления раствора обязательно проверяют его концентрацию. Приготовленные растворы химических веществ следует хранить в металлической таре или деревянных чанах.

Затаренные химические вещества хранят на складе, а сухие химические вещества, поступающие на стройку без тары (навалом),—в закрытом помещении.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие 3

1. Общие положения 4

2. Укрепление глинистых грунтов цементом и добавками химических веществ при положительных температурах 10

3. Укрепление песчаных грунтов цементом и добавками химических веществ при положительных температурах 26

4. Укрепление глинистых грунтов цементом и добавками химических веществ при отрицательных температурах 35

5. Техника безопасности 43

Приложения:

1. Назначение добавок различных веществ при комплексном укреплении грунтов цементом 46

2. Примерные технологические схемы устройства дорожных оснований или покрытий из глинистых и песчаных грунтов, укрепленных цементом и добавками химических веществ при положительных и отрицательных температурах 50

3. Методы испытания грунтов, укрепленных цементом. 75

4. Методика приготовления растворов и хранение добавок химических веществ 78

Техн. редактор *А. Б. Орлов*

Подписано к печати 20 августа 1969 г. *Объем* 5 печ. л. 4,39 авт. л.
4 84 уч.-изд. л. Зак. 4455. Тир. 1500. Л 34581. Бесплатно

Типография института «Оргтрансстрой» Министерства транспортного строительства СССР, г. Вельск Арханг. обл.

gost.e-ecolog.ru