



Краевое государственное казённое учреждение  
“Хабаровское управление автомобильных дорог”

---

## **СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ**

**УКРЕПЛЕНИЕ ГРУНТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
СТАБИЛИЗАТОРОВ ФЕРМЕНТНОГО ТИПА НА  
РЕГИОНАЛЬНЫХ ИЛИ МЕЖМУНИЦИПАЛЬНЫХ  
АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ХАБАРОВСКОГО КРАЯ**

*СТО 05-2012*

**ХАБАРОВСК 2012**

## **ПРЕДИСЛОВИЕ**

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании»

## **СВЕДЕНИЯ О СТАНДАРТЕ**

**1 РАЗРАБОТАН** ООО «ГОЛДЕНБЕРГ»

**2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ** Приказом КГКУ «Хабаровскуправтодор» от 06.02.2012г. № 33/2

**3 ВВЕДЁН ВПЕРВЫЕ**

**СОДЕРЖАНИЕ**

|  |    |
|--|----|
| Введение   | 4  |
| 1. Область применения  | 10 |
| 2. Нормативные ссылки  | 10 |
| 3. Термины и определения   | 11 |
| 4. Общие положения   | 15 |
| 5. Требования к материалам   | 17 |
| 6. Подбор составов смесей  | 22 |
| 7. Технология производства работ   | 24 |
| 8. Контроль качества производства работ  | 30 |
| 9. Требования безопасности   | 35 |
| 10. Требования охраны окружающей среды   | 37 |
| <br>   |    |
| Приложение А Характеристика техники, используемой для укрепления грунтов стабилизаторами ферментного типа                | 39 |
| Приложение Б (справочное) Санитарно-гигиенические нормативы (ПДК, ОБУВ) в атмосферном воздухе и воздухе рабочей зоны     | 43 |
| Приложение В (справочное) Физическая карта Хабаровского края, схематическая карта нормативных глубин промерзания грунтов | 44 |
| Библиография   | 46 |

**Стандарт организации***Дата введения 2012-02-15***ВВЕДЕНИЕ**

В настоящее время автодорожная сеть Российской Федерации составляет менее 100 км на 1 тыс. км<sup>2</sup> территории. Для сравнения, в Испании - 260, в Польше - 980, во Франции - 2420 км на 1 тыс. км<sup>2</sup>. Чтобы народное хозяйство РФ работало в нормальных условиях, необходимо иметь 500-600 км автомобильной дороги на 1 тыс. км<sup>2</sup> территории.

Рост объемов дорожно-строительных работ требует существенного улучшения организации и технологии строительства, а также его удешевления.

В последние годы в мировой практике дорожного строительства получили применение технологии стабилизации грунта ферментными стабилизаторами. Опыт применения стабилизаторов показал, что прочностные характеристики грунта после обработки стабилизаторами существенно возрастают и при увлажнении сохраняются, что достигается воздействием компонентов стабилизатора на мелкодисперсные грунтовые частицы. Наибольший положительный эффект достигается при обработке связных глинистых грунтов, содержащих в своем составе от 15 до 70 % частиц размером менее 0,05 мм. Характерной особенностью метода является применение растворов низкой концентрации, что положительно влияет на экономические показатели такого технического решения.

Обработка грунтов верхней части рабочего слоя земляного полотна осуществляется с целью повышения устойчивости земляного полотна и дорожной конструкции, в том числе за счет сохранения несущей способности грунта при увлажнении. При возведении или ремонте земляного полотна обработка грунтов стабилизатором позволяет перевести грунты из категории сильно- и среднепучинистых в слабопучинистые. Также эта технология позволяет использовать местный грунт для строительства конструктивных слоев дорожных одежд, без использования привозных материалов (щебень, песок, гравий, цемент).

Известно, что затраты труда и материальные ресурсы на разработку месторождений нерудных материалов, переработку, обогащение, приготовление полуфабрикатов и изделий составляют около 50 % от всех затрат на строительство автомобильной дороги. Так, на строительство одного километра дороги III технической категории по традиционной технологии требуется: песка - 4500 м<sup>3</sup>, щебня - 2500 м<sup>3</sup> битума - 100 т, минерального порошка - 120 т.

Применение укрепленного стабилизаторами местного грунта в дорожном строительстве значительно снижает стоимость работ, сокращает сроки строительства, позволяет экономить материалы промышленного производства, сокращает транспортные

расходы, увеличивает межремонтный срок службы дорог и обеспечивает строительству более широкий фронт работ.

## ПРИМЕНИМОСТЬ СТАБИЛИЗАТОРОВ ФЕРМЕНТНОГО ТИПА К СТРОИТЕЛЬСТВУ ДОРОГ НА ТЕРРИТОРИИ ХАБАРОВСКОГО КРАЯ

Особенностью применения стабилизаторов грунтов ферментного типа при строительстве дорог является снижение потребности в привозных материалах, таких как щебень, известь, битум и др., традиционно используемых в дорожном строительстве. Кроме того, темпы сооружения дорог при использовании указанных стабилизаторов значительно выше, чем при использовании иных методов. Этим объясняется существенный экономический эффект от использования данной технологии. Рассмотрение вопроса целесообразности применения ферментативных стабилизаторов включает оценку характера почв региона, а так же применимость данного метода к указанным почвам.

Ферментативные стабилизаторы грунта особенно эффективны в том случае, если они применяются к почвам, отвечающим определенным требованиям. Так, они мало эффективны для почв, не содержащих мелких глинистых частиц – песчаных и состоящих из обломков горных пород. Так же ферментативные стабилизаторы малоэффективны для торфа. Во всех иных случаях применение ферментативных стабилизаторов целесообразно и оправдано. Для грунтов, подобных песчаному или крупнообломочному требуется дополнительное обогащение глиной и иными материалами – только в этом случае возможно получить стабилизированный грунт для дорожного основания надлежащего качества.

### Общие физико-географические условия.

Территория Хабаровского края расположена в виде узкой полосы на восточной окраине Азии. На западе граница начинается от Амура и сильно извиваясь, идет в северном направлении сначала по западным отрогам Буреинского хребта, затем по западным отрогам хребта Турана, хребтов Эзоя и Ям-Алиня, по хребтам Джагды и Джуг - Дыр. Далее граница, пересекая Становой хребет, идет по верхнему бассейну рек Мая и Учур, на северо-западе – по хребтам Кет-Кап и Олега-Итабыт, на северо-востоке по хребту Сунтар-Хаят. На юге граница идет по горам Сихотэ-Алинь, рекам Уссури и Амур. Побережье омывается водами Охотского моря и Татарского пролива. Преобладающая часть территории имеет горный рельеф. Равнинные пространства занимают значительно меньшую часть и простираются главным образом вдоль бассейнов рек Амура, Тугура, Уды, Амгуни. Наибольшей по величине является Средне-Амурская равнина, имеющая в среднем абсолютную высоту около 50-70 м над ур. моря. Равнина тянется между склонами

Буреинского хребта и западными склонами Сихотэ-Алиня до г. Комсомольска. Она представляет низменное, сильно заболоченное пространство с многочисленными озерами и отдельными невысокими грядами, лишь местами встречаются возвышенности до 800 м. Равнина состоит из пойменной и более возвышенной надпойменной террас Амура. К северу от Комсомольска долина Амура представляет собой чередование суженных участков – перемычек (где река пересекает горные возвышенности) и котловин. Буреинский хребет, расположенный в западной части края, представляет собой обширное горное пространство. На севере к Буреинскому хребту примыкают горные цепи Дуси-Алиня и Ям-Алиня. К востоку от Буреинского хребта расположена обширная область, отличающаяся многообразным и сложным рельефом. Хребет Баджалский, простирающийся здесь в северо-восточном направлении, является водоразделом между бассейнами рек Амгуни, Урми и Горина. В истоках рек Горина и Урми имеется ряд орографически выраженных хребтов, выделить которые вследствие малой изученности территории невозможно. К юго-востоку от верхнего течения реки Кур расположен хребет Джана-Унахта – Як-Быяна, а севернее – хребет Мяочан. От нижнего течения Амура на юг параллельно побережью Японского моря протянулся хребет Сихотэ-Алинь, состоящий из ряда параллельных горных цепей. Высота гор в среднем колеблется от 700 до 1000 м. В северной части отдельные точки достигают 1300 м. На севере проходят окончания горных цепей Станового хребта, отделенных друг от друга долиной и низменностью р. Уды, впадающей в Удскую губу.

#### Основные климатические особенности

Климат Хабаровского края носит муссонный характер. Он создается под влиянием Азиатского континента и Тихого океана. Влияние материка проявляется главным образом зимой, когда над Азией устанавливается область высокого давления, а над океаном область низкого давления. В этот период над хабаровским краем преобладают северо-западные и северные воздушные потоки, направленные от материка к океану. Ветры, дующие с континента (зимний муссон), приносят холодный и сухой воздух, обуславливая суровую и малоснежную зиму с преобладанием ясной погоды. Летом над океаном давление повышено, а над материком понижено. В этот период на территорию Хабаровского края проникают с моря воздушные потоки южных и юго-восточных направлений (летний муссон), обуславливая на материке облачное и дождливое лето. Если в холодную часть года над бассейном Амура наблюдается быстрое смещение циклонов с запада или юго-запада, то по мере прогревания континента скорость смещения циклонов резко падает. Все чаще и чаще циклоны задерживаются над территорией Хабаровского края, превращаясь в высоки барические образования. Летние циклоны, не только морские, но и континентальные, характеризуются

большими запасами влаги. Климатические условия отдельных частей территории значительно изменяются как с севера на юг, так и в зависимости от близости моря, а также от особенностей рельефа. Благодаря большому разнообразию рельефа основные направления потоков искажаются, но муссонный характер климата сохраняется в целом по всем районам. Весна и осень являются переходными сезонами, когда подготавливается смена зимнего и летнего муссонов. Зима в крае продолжительная и суровая. Средние температуры самого холодного месяца колеблются от  $-22^{\circ}\text{C}$ ,  $-24^{\circ}\text{C}$  на юге до  $-26^{\circ}\text{C}$ ,  $-40^{\circ}\text{C}$  на севере. В отдельные годы на крайнем севере Хабаровского края понижение температур наблюдается до  $-55^{\circ}\text{C}$ ,  $-60^{\circ}\text{C}$ . В горных районах средние январские температуры достигают  $-30^{\circ}\text{C}$ ,  $-35^{\circ}\text{C}$ . Абсолютный минимум температуры  $-46^{\circ}\text{C}$ ,  $-50^{\circ}\text{C}$  на юге и  $-52^{\circ}\text{C}$ ,  $-57^{\circ}\text{C}$  на севере края. Он сильно зависит от местных условий. В замкнутых пониженных формах рельефа абсолютный минимум в зимние месяцы на  $5^{\circ}\text{C}$  -  $10^{\circ}\text{C}$  ниже, чем в горах, находящихся в тех же районах. В прибрежной полосе под влиянием умеряющего действия морей абсолютный минимум колеблется в пределах от  $-35^{\circ}\text{C}$ ,  $-40^{\circ}\text{C}$  на юге до  $-45^{\circ}\text{C}$  на севере. Наиболее холодные зимы наблюдаются при вторжениях холодных арктических масс с севера. Чаще всего в этих случаях над Сибирью возникают гребни, а в ложбине, ориентированной от бассейна Колымы на юг, образуется холодный высотный циклон. Теплые зимы наблюдаются, когда над Дальним Востоком господствует западный перенос. На территории края в течение всего года атмосферные осадки обуславливаются главным образом циркуляцией атмосферы, ее сезонными изменениями и прежде всего интенсивностью циклонической деятельности. Большое влияние на распространение количества атмосферных осадков оказывает география местности. Увеличение количества осадков на наветренных склонах гор связано с усиливающейся конвергенцией потоков при приближении фронтальных систем к горам и с вынужденным подъемом масс воздуха по склонам гор. Уменьшение осадков на подветренных склонах гор связано с общим уменьшением влагосодержания, так и с преобладанием нисходящих движений воздуха. На юге Хабаровского края и на восточных склонах Буреинского хребта осадков выпадает 600 – 800 мм. Наибольшее количество осадков наблюдается в районе хребта Сихотэ-Алиня – примерно 800 – 1000 мм. В прибрежной полосе края количество осадков уменьшается до 400 - 700 мм. В теплый период наибольшее количество осадков (700 – 800 мм) наблюдается на юго-восточных склонах хребтов Буреинского, Турана и западных склонах Сихотэ-Алиня. В долине р. Амура выпадает 500 – 600 мм. Наибольшее количество в южной и центральной частях Хабаровского края выпадает в августе, а на побережье Татарского пролива (южнее мыса Сюркум) – в сентябре. На крайнем севере наблюдается два максимума – в первой половине июля и в сентябре. В месяц максимума осадков количество их колеблется на севере края в пределах 50 – 115 мм, на остальной территории 100 – 150 мм, а в отдельных пунктах достигает 180 мм. Сильные и длительные дожди в теплый период, как правило, связаны с прохождением

циклонических возмущений, развивающихся на полярном фронте (в переходной зоне между воздушными массами умеренных и тропических широт). Изменение сумм осадков в месяцы холодного периода года меньше, чем в месяцы теплого периода. Изменчивость месячных сумм осадков из года в год довольно велика, особенно в теплый период. Непрерывная продолжительность выпадения осадков в отдельные годы меняется в значительных пределах: в летний период от 2 до 200 час. На юге края и от 4 до 327 час. на побережье. Общая продолжительность выпадения осадков за год колеблется по территории от 600 – 800 час. в равнинных районах до 1200 – 1400 час. в горах на побережье. Наименьшая продолжительность осадков наблюдается весной и осенью, когда ослабевает циклоническая деятельность. Наибольшая интенсивность осадков (3.0 – 4.5 мм/мин.) наблюдается в устье р. Уссури. Абсолютный максимум осадков за сутки в месяцы теплого периода года ослабевает (июль – сентябрь) колеблется в зависимости от условий циркуляции и физико-географических условий от 75 до 163 мм. Значительные осадки выпадают в Хабаровском крае при прохождении тайфунов по побережью.

#### Почвенный покров, характеристика грунтов.

Почвенный покров Хабаровского края молод, в связи с молодостью форм рельефа, а процессы выветривания не вошли в полную силу.

Принадлежность района к таежной зоне и сравнительное обилие осадков в теплый период года обуславливает господство подзолообразовательного процесса и отчасти глеевого (болотного).

В основном преобладают подзолистые почвы, песчаные, суглинистые, на которых распределены основные типы оленьих пастбищ района. На слабопониженных и ровных участках со слабым стоком воды - торфяники.

Район находится в зоне сплошной вечной мерзлоты. В условиях района развиты мощные почвы долин, залегающих на галечных отложениях. Мощность их колеблется от 30 до 80-ти сантиметров. В результате ежегодного заливания эти почвы переслаиваются и обогащаются наносами. На плоской поверхности плато, где смыв продуктов выветривания затруднен, почвенный слой достигает 70-80 сантиметров. В зависимости от подстилающей материнской породы, которая определяет механический состав, почвы плато или песчаные и супесчаные (на известняках) или суглинистые (на глинистых сланцах). В разрезе этих почв имеется элювиальный горизонт мощностью 5-10 сантиметров; ниже залегает подзолистый горизонт, иногда выраженный пятнами, потеками или прослойками до 2-х сантиметров толщины, но чаще мощностью до 6-8 сантиметров; под ним залегает уплотненный слой вымывания, интенсивно окрашенный в желто-бурые, серо-желтые и ржавые тона с большим количеством валунов,



гальки, обломков. По пологим склонам, террасам, в условиях затрудненного дренажа встречаются подзолистые почвы с признаками огленения, так называемые глееватоподзолистые. Они имеют слабозаторфованный элювиальный горизонт. Под подзолистым горизонтом залегает голубовато-сизоватый горизонт, обогащенный скелетом.

В условиях постоянного избыточного увлажнения, часто связанным с неглубоким залеганием вечной мерзлоты, образуются торфяно-глеевые почвы с торфяным горизонтом мощностью до 10-12 сантиметров. На торфяниках в долине реки Улкан, в конце июня начале июля, мерзлота находилась на уровне 20-30 сантиметров, а в торфоглеевых почвах (14 июля) на уровне 40 сантиметров.

В скелетных и легких по механическому составу почвах мерзлота не обнаружена и если есть, то видимо, залегает на большой глубине. Встречаются подбуры перегнойные, сапропелевые и болотные толщи, лугово-болотные почвы, горные бурые лесные мощные слабокаменистые тяжелосуглинистые почвы.

Этот анализ геологических особенностей Хабаровского края показывает распространенность почв, пригодных для стабилизации ферментативными препаратами.

В регионе представлены грунты различных генетических типов и минеральных составов, оптимально удовлетворяющие требованиям, предъявляемым к грунтам для укрепления стабилизаторами ферментного типа:

1. супеси пылеватые и тяжёлые пылеватые с числом пластичности  $I_{\text{о}}=1-7$ ;
2. суглинки лёгкие, пылеватые и тяжёлые с числом пластичности  $I_{\text{о}}=7-17$ ;
3. глины песчаные с числом пластичности  $I_{\text{о}}=17-22$ .

Для связывания материала нужны мелкодисперсные частицы грунта. Наличие мелкодисперсных частиц в данном случае означает наличие от 15 до 20% мелких связывающих частиц, проходящих сквозь сито с размером ячеек 0,07 мм. В случае недостаточного количества мелкодисперсных частиц в данном грунте достаточно добавление глины в верхний обрабатываемый слой грунта.

Однако, с учетом специфики стабилизаторов ферментного типа и широкого диапазона минерального состава различных типов глинистых пород, распространенных на территории Хабаровского края является необходимым изучение процессов, протекающих при введении добавок в полиминеральное сырье.

Комплекс погодно-климатических факторов позволяет отнести Хабаровский край ко II дорожно-климатической зоне. Поэтому особое внимание также следует обратить на использование данной технологии в условиях наличия вечной мерзлоты. В соответствии с ОДН 218.046. 01 ( п. 2.39), в районах распространения вечномерзлых грунтов дорожную одежду конструируют с учетом принципов регулирования мерзлотного состояния на основе

теплотехнических расчетов, выполняемых по специальным нормативно-техническим документам.

## **1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ**

Настоящий стандарт распространяется на технологию укрепления грунтов с использованием стабилизаторов грунта ферментного типа при устройстве верхней части рабочего слоя земляного полотна, при строительстве оснований дорог I-III технической категории, а также при строительстве грунтовых оснований аэродромных покрытий, внутрихозяйственных дорог, подъездных путей и дорог местного значения на территории Хабаровского края.

## **2. НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ**

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие нормативные документы:

- ГОСТ 12801-98 Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства. Методы испытаний.
- ГОСТ 12536-79 Грунты. Методы лабораторного определения зернового (гранулометрического) состава.
- ГОСТ 22733-2002 Грунты. Методы лабораторного определения максимальной плотности.
- ГОСТ 5180-84 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик.
- ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
- ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
- ГОСТ 12.4.010-75 Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты. Рукавицы специальные. Технические условия.
- ГОСТ 12.4.034-2001. Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Классификация и маркировка.
- ГОСТ 17.1.3.06-82. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране подземных вод.
- ГОСТ 17.1.3.07-82. Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков.
- ГОСТ 17.1.3.13-86. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод.

- ГОСТ 17.2.3.01-86 Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов.
- ГОСТ 17.4.3.02-85 Охрана природы. Почвы. Требования к охране плодородного слоя почвы при производстве земляных работ.
- ГОСТ 17.4.3.04-85 Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения.
- ГОСТ 8736-93 Песок для строительных работ. Технические условия.
- ГОСТ Р 51232-98 Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством.
- ГОСТ 23732-79 Вода для бетонов и растворов. Технические условия.
- ГОСТ 25100-95 Грунты. Классификация.
- ГОСТ 10060.1-95. Бетоны. Базовый метод определения морозостойкости.
- ГОСТ Р 12.4.218-99 Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная. Общие технические требования.

*Примечание* - При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов по соответствующим указателям, составленным на 1 января текущего года, и информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменён (изменён), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться заменённым (изменённым) документом. Если ссылочный документ отменён без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

### 3. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящем стандарте применяются следующие термины с соответствующими определениями:

**Верхняя часть земляного полотна (рабочий слой)** - часть полотна от низа дорожной одежды до 2/3 глубины промерзания, но не менее 1,5 м от поверхности покрытия.

**Влажность грунта** - отношение массы воды в объеме грунта к массе этого грунта, высушенного до постоянной массы.

**Водостойкость грунта** – способность грунта сохранять прочность при насыщении водой.

**Водопроницаемость грунта** – свойства грунта пропускать воду под давлением, определяется количеством воды (мл), которое пропускает материал в единицу времени (ч) через площадь (1 см<sup>2</sup>) при постоянном давлении.

**Гидрофобность** - свойство грунта не смачиваться водой

**Грунтосмесительные машины** - дорожные машины для устройства слоев дорожных конструкций из грунтов путем их измельчения и перемешивания с вяжущими или стабилизирующими материалами.

**Глины** - глинистые грунты с преобладающим содержанием глинистых частиц. Различают глины: гравелистые, содержащие 20-50 % окатанных зерен размером крупнее 2 мм; песчанистые с числом пластичности 17-27 и содержащие более 40 % зерен песка; пылеватые с числом пластичности 17-27; щебенистые, содержащие 20-50 % остроереберных зерен размером крупнее 2 мм.

**Граница текучести грунта** - верхняя граница пластичности, соответствующая переходу от пластичной к текучей консистенции грунта.

**Гранулометрический (зерновой) состав** - содержание по массе групп частиц грунта различной крупности по отношению к общей массе абсолютно сухого грунта.

**Грунт** - горные породы, залегающие преимущественно в пределах зоны выветривания земли и являющиеся объектом инженерно-строительной и хозяйственной деятельности; подразделяют на скальные и рыхлые (по классификации, принятой в строительных нормах и правилах, - нескальные). Скальные грунты - породы, залегающие в виде монолитного или трещиноватого массива; рыхлые - крупнообломочные, песчаные и глинистые породы.

**Грунт пылеватый** - песчаный или глинистый грунт, содержащий частицы пылеватой фракции (0,005-0,05 мм) в количестве, существенно влияющем на его свойства. Термин «пылеватый» используют как дополнение к основному наименованию грунта.

**Грунтовая смесь оптимальная** - смесь грунтов или естественные грунты, отличающиеся оптимальным набором характеристик: определенным содержанием песчаных зерен, пылеватых и глинистых частиц, плотностью, влажностью, границей текучести, пластичностью.

**Грунтовые частицы** - элементарные частицы грунтов. В зависимости от их крупности различают: песчаные размером 0,05-2 мм; пылеватые размером 0,001-0,05 мм; глинистые размером менее 0,001 мм.

**Грунты глинистые** - связные дисперсные грунты, содержащие более 25 % глинистых частиц с числом пластичности более 27. В зависимости от содержания песчаных частиц и числа пластичности эти грунты разделяют на три группы: супеси, суглинки и глины.

**Грунты крупнообломочные** - естественные нецементированные обломочные грунты: дресвяные с преобладанием неокатанных зерен (более 50 %) и гравийные с преобладанием (более 50 %) окатанных зерен размером крупнее 2 мм; галечниковые с преобладанием (более 50 %) окатанных зерен размером крупнее 10 мм; щебенистые с преобладанием (более 50 %) неокатанных остроереберных зерен размером крупнее 10 мм; валунные (глыбовые) с

преобладанием (более 50 %) окатанных зерен и каменистые с преобладанием неокатанных остригреберных зерен крупнее 200 мм.

**Грунты песчаные однородные** - пески, имеющие показатель максимальной неоднородности гранулометрического состава менее 4, а также мелкие пески, содержащие по массе не менее 90 % частиц фракции 0,10-0,25 мм.

**Грунты пучинистые** - грунты, которые при переходе из талого в мерзлое состояние увеличивается в объеме вследствие образования кристаллов льда (относительное морозное пучение превышает 1 %).

**Грунты укрепленные** - грунты, обработанные на дороге стабилизаторами грунта. Применяют для укрепления рабочего слоя земляного полотна, устройства дорожных оснований и покрытий.

**Дополнительные слои основания (морозозащитные, теплоизоляционные, дренарующие и др.)** - слои между основанием и верхом рабочего слоя земляного полотна, обеспечивающие морозоустойчивость и дренажное дорожной одежды и верхней части земляного полотна.

**Земляное полотно** - дорожное сооружение, служащее основанием для размещения конструктивных слоев дорожной одежды и других элементов дороги.

**Коэффициент уплотнения грунта** - отношение плотности скелета грунта в конструкции к максимальной плотности скелета того же грунта при стандартном уплотнении по ГОСТ 22733-2002.

**Основание** - часть дорожной одежды, обеспечивающая совместно с покрытием перераспределение и снижение давления на расположенные ниже дополнительные слои или грунт земляного полотна.

**Пески** - рыхлая осадочная обломочная горная порода (песчаный грунт) с преобладающим содержанием песчаных зерен размером до 5 мм, применяемая в качестве материала для строительных работ и как песчаный грунт для возведения земляного полотна или в качестве дренающего материала. Различают пески: гравелистый с содержанием зерен крупнее 2 мм в количестве более 25 %, но менее 50 %; крупный с содержанием зерен крупнее 0,5 мм в количестве более 50 %; средней крупности с содержанием зерен крупнее 0,1 мм в количестве более 75 %; пылеватый с содержанием зерен крупнее 0,1 мм в количестве менее 75 %, а крупнее 0,05 мм - более 75 %.

**Плотность грунта** - масса единицы объема грунта.

**Поверхностно-активные вещества (ПАВ)** - вещества, адсорбция которых из жидкости на поверхности раздела с другой фазой (жидкой, твердой или газообразной) приводит к значительному понижению поверхностного натяжения. В наиболее общем случае

адсорбирующиеся молекулы (ионы) ПАВ имеют дифильное строение, т. е. состоят из полярной группы и неполярного углеводородного радикала (дифильные молекулы).

**Покрытие** - верхняя часть дорожной одежды, воспринимающая усилия от колес автотранспортных средств и подвергающаяся непосредственному воздействию атмосферных факторов; покрытие должно обеспечивать необходимые эксплуатационные качества проезжей части; в покрытие входят также слой износа и слои с шероховатой поверхностью.

**Почва** - верхний слой земной коры, подвергшийся длительному воздействию температуры, атмосферных факторов, влаги, микроорганизмов и растительности и содержащий в верхних горизонтах гумус.

**Предел прочности на сжатие** - отношение вертикальной нагрузки на образец грунта, при которой происходит его разрушение, к площади поперечного сечения образца.

**Суглинки** - глинистые грунты с числом пластичности 7-17. В зависимости от содержания песчаных зерен суглинки разделяют: легкие с числом пластичности 7-12, содержащие более 40 % песчаных зерен; легкие пылеватые с числом пластичности 7-12, содержащие менее 40 % песчаных зерен; тяжелые с числом пластичности 12-17, содержащие более 40% песчаных зерен; тяжелые пылеватые с числом пластичности 12-17, содержащие менее 40% песчаных зерен. Также различают суглинки гравелистые, содержащие 20-50 % окатанных зерен крупнее 2 мм, и щебенистые, содержащие 20-50 % остросреберных неокатанных зерен крупнее 2 мм.

**Супеси** - глинистые грунты с числом пластичности 1-7. В зависимости от содержания песчаных зерен супеси разделяют: супеси легкие, содержащие песчаных зерен размером 2-0,25 мм более 50 %; легкие крупные, содержащие песчаных зерен более 50 %; пылеватые, содержащие песчаных зерен от 20 до 50 %; тяжелые пылеватые, содержащие песчаных зерен менее 20 %. Также различают супеси гравелистые, содержащие 20-50 % окатанных зерен крупнее 2 мм, и щебенистые, содержащие 20-50 % остросреберных неокатанных зерен крупнее 2 мм.

**Стабилизатор грунта ферментного типа** - многокомпонентная система на ферментной основе, которая, после введения в предварительно разрыхленный грунт в виде водного раствора, повышает водоустойчивость и прочностные характеристики уплотненного грунта.

**Стабилизированный грунт** - состояние грунта, характеризующееся окончанием деформаций уплотнения под определенной нагрузкой и отсутствием избыточного давления в поровой жидкости.

**Эффективность применения стабилизатора:** способствует **уплотнению** грунта – позволяет получить грунт с требуемой степенью уплотнения, при снижении необходимого внешнего давления; **стабилизирует грунт** – придает грунту повышенные эксплуатационные характеристики – увеличивает модуль упругости, снижает показатель текучести, способность к

морозному пучению, влагопроницаемость; **увеличивает несущую способность грунта** - придает грунту способность сохранять эксплуатационные характеристики при повышенном внешнем механическом воздействии.

#### 4. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

4.1 Применением стабилизаторов грунтов ферментного типа осуществляется с целью укрепления грунтов разных типов, наиболее распространенных на территории Хабаровского Края.

4.2 Грунты, укрепленные стабилизатором, используются для устройства дорожного основания, земляного полотна, обочин, откосов насыпей, а также в качестве покрытия автомобильных дорог с невысокой интенсивностью движения автотранспорта.

4.3 Благодаря упрочнению местных грунтов с помощью технологии стабилизации отпадает необходимость завоза дополнительных подстилающих материалов для дорожного основания.

4.4 Укрепление грунта с применением стабилизаторов грунтов ферментного типа позволяет создавать прочные, водоустойчивые конструкции, а также защищает дорожную одежду от деформаций, связанных с морозным пучением. В традиционном строительстве для этого применяют пористые морозостойкие материалы (песок, щебень, шлак и т.д.).

4.5 Применение технологии стабилизации грунтов позволяет избавиться от необходимости устройства дополнительных слоев основания, необходимых при наличии неблагоприятных погодных-климатических и грунтово-гидрологических условий. Совместно с покрытием и основанием обеспечивается морозоустойчивость и водонепроницаемость конструкции, что создает условия для уменьшения толщины вышележащих слоев из дорогостоящих материалов.

4.6 При возведении или ремонте земляного полотна из пучинистых грунтов обработка грунтов стабилизатором позволяет перевести грунты из категории сильно- и среднепучинистых в слабопучинистые.

4.8 Укрепление грунта осуществляют путем послойной укладки и механического уплотнения местного или привозного грунта, обработанного рабочим раствором стабилизатора. Слой укрепленного грунта в зависимости от толщины может рассматриваться как укрепленный рабочий слой земляного полотна, как стабилизированное грунтовое дорожное основание, а также как покрытие при строительстве дорог IV и низшей категории.

4.9 Обработка грунта стабилизаторами ферментного типа производится путем пропитки грунта водными растворами препаратов, вносимыми с применением

соответствующей дорожно-строительной техники. Оптимальная концентрация водных растворов ферментных препаратов 1:500.

4.10 При проектировании рабочего слоя земляного полотна с применением стабилизирующей добавки показатели расчетного значения модуля упругости грунта возрастают и принимаются на 25 % выше по сравнению с необработанными грунтами того же вида, при относительной влажности  $W/W_m$ , не более 0,6.

#### Нормативные значения модулей упругости грунтов

| Грунт                                 | Модуль упругости, при относительной влажности $W/W_m$ , МПа |      |      |
|---------------------------------------|---|------|------|
|                                       | 0,5   | 0,55 | 0,60 |
| Пески:                                |   |      |      |
| • крупные                             | 130   |      |      |
| • средней крупности                   | 120   |      |      |
| • мелкие                              | 100   |      |      |
| • однородные                          | 75  |      |      |
| • пылеватые                           | 96  | 90   | 84   |
| Супеси:                               |   |      |      |
| • легкая                              | 70  | 60   | 56   |
| • пылеватая, тяжелая пылеватая        | 108   | 90   | 72   |
| • легкая крупная                      | 65  |      |      |
| Суглинки:                             |   |      |      |
| • легкий, тяжелый                     | 108   | 90   | 72   |
| • легкий пылеватый, тяжелый пылеватый | 108   | 90   | 72   |
| Глины                                 | 108   | 90   | 72   |

**Примечание.** Классификация песков дана по ГОСТ 25100-95. Однородные выделяются по указаниям СНиП «Автомобильные дороги».

4.10.1 При расчете несущей способности дорожной одежды с применением грунтов укрепленных стабилизаторами ферментного типа в качестве покрытия дорожной одежды следует руководствоваться нормативными нагрузками предъявляемыми к дорогам с капитальным (облегченным) типами покрытия.

4.10.2 Модуль упругости грунта, стабилизированного с применением технологии последовательного уплотнения слоев толщиной 50 мм, после обработки раствором стабилизатора, достигает, в зависимости от природы грунта, не менее 700 МПа.



4.11 При неукоснительном соблюдении технологии строительства, межремонтный срок эксплуатации покрытия дорог, построенных с использованием стабилизаторов грунта ферментного типа, составляет 8 лет, а дорожного основания - до 25 лет при надлежащем содержании автомобильной дороги в целом.

## 5. ТРЕБОВАНИЯ К МАТЕРИАЛАМ

### 5.1 Требования к обрабатываемым грунтам и смесям

5.1.1 Для обработки стабилизаторами ферментного типа пригодны природные крупнообломочные, песчаные и разновидности глинистых грунтов с числом пластичности от 6 до 18 (Таблица 1). При этом содержание песчаных фракций (2,0-0,5 мм) в грунтах должно составлять не менее 20 %, а среднее количество частиц, проходящих через сито 200, должно составлять не менее 15-20% (рисунок).

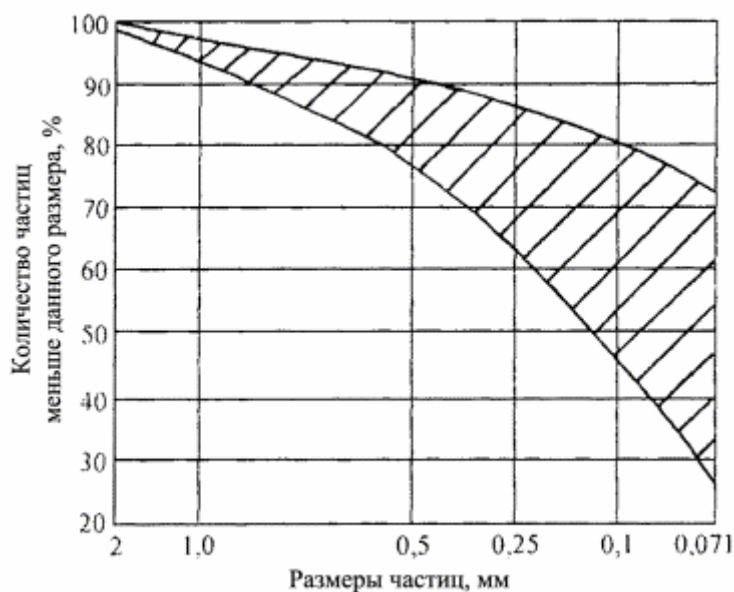


Рис. Кривые гранулометрического состава грунта

5.1.2 При использовании крупнообломочных или песчаных грунтов необходимо добавить грунт с повышенным содержанием глинистых частиц.

5.1.3 Пылеватые разновидности грунтов с числом пластичности более 10 следует обогащать песчаными или крупнообломочными фракциями в количестве 20-30 % от массы грунта. При этом содержание глинистых частиц (размер частиц <0,071 мм), определяемых набуханием, в составе обогащенного грунта должно быть не менее 5,0 %, среднее количество частиц, проходящих через сито 200, должно составлять не менее 15-20%.

5.1.4 Водородный показатель рН водной вытяжки грунтов, пригодных для обработки стабилизаторами, должен находиться в пределах  $4,5 < \text{pH} < 9,5$ .

## **5.2 Требования к стабилизатору грунта**

5.2.1 Стабилизаторы грунта ферментного типа являются комплексными небактериальными концентрированными многоферментными (мультиэнзимными) препаратами, получаемыми путем биотехнологической переработки сельскохозяйственной продукции.

5.2.2 Стабилизаторы по своим показателям и свойствам должны отвечать требованиям нормативной документации предприятия изготовителя:

- внешний вид – непрозрачная жидкость темно-коричневого цвета с легким запахом, допускается выпадение осадка.

- плотность - не ниже  $1,09 \text{ т/м}^3$ ;

- температура кипения - не выше  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ ;

## Характеристики применяемых грунтов и нормы расхода стабилизатора

Таблица 1

| Группа | Описание грунта  | Эффективность применения               | Количество частиц, проходящих через сита, % |     |      | Предел текучести, %    | Индекс пластичности | Расход, л/м <sup>3</sup> |
|--------|--|--|---|-----|------|------------------------|---------------------|--------------------------|
|        |  |  | 10#   | 40# | 200# |                        |                     |                          |
| 1      | Песчано-гравийный без содержания мелких частиц             | Не применим                            | -   | -   | -    | Показатель не применим | -                   | Не применим              |
|        | Гравий, включающий песок и мелкие частицы                  | Способствует уплотнению                | >50   | >30 | >15  |                        | >6                  | 0,009                    |
|        | Песок, включающий гравий и мелкие частицы                  | Способствует уплотнению                |   | >50 | >25  |                        | >6                  | 0,015                    |
| 2      | Песчано-гравийный с содержанием эластичных илистых частиц  | Способствует уплотнению, стабилизирует | -   | -   | >35  | >40                    | >10                 | 0,009                    |
|        | Песчано-гравийный с содержанием эластичных илистых частиц  | Способствует уплотнению, стабилизирует | -   | -   | >35  | <41                    | >10                 | 0,015                    |
|        | Песчано-гравийный с содержанием частиц глины               | Стабилизирует                          | -   | -   | >35  | >40                    | <11                 | 0,018                    |
|        | Песчано-гравийный высокой пластичности                     | Стабилизирует                          | -   | -   | >35  | <41                    | <11                 | 0,021                    |
| 3      | Тонкодисперсный песчаный                                   | Не применим                            | -   | <51 | >10  | Показатель не применим | Не пластичен        | Не применим              |
| 4      | Малоуплотняемый илистый, содержащий песок и мелкие частицы | Способствует уплотнению                | -   | -   | <36  | >40                    | >10                 | 0,03                     |
| 5      | Илистый, хорошо уплотняемый                                | Стабилизирует                          | -   | -   | <36  | <41                    | >10                 | 0,03                     |

|   |   |                                 |                       |   |     |      |             |       |
|---|---|---------------------------------|-----------------------|---|-----|------|-------------|-------|
| 6 | Мало- и среднеуплотняемые глины                                 | Стабилизирует                   | -                     | - | <36 | >40  | <11         | 0,036 |
| 7 | Хорошоуплотняемые глины   | Увеличивает несущую способность | -                     | - | <36 | <41  | <11         | 0,012 |
|   | Хорошоуплотняемые илестые глины                                 | Стабилизирует                   |                       |   | <36 | < 41 | <11         | 0,039 |
|   | Хорошо уплотняемые глины, способные к сильным изменениям объема | Стабилизирует                   |                       |   | <36 | <40  | <11         | 0,045 |
| 8 | Торф, богатые органикой грунты                                  | Не применим                     | Волокнистая структура |   | -   | -    | Не применим |       |

- коэффициент испарения – аналогично воде;
- срок годности – не менее 2 лет.

5.2.3 Условия хранения. Хранить при температуре 5-30 °С. Замораживание не оказывает вредного влияния на продукт. Во избежание утраты ферментативной активности исключить: нагревание продукта выше 60 °С, контакт с сильными кислотами и щелочами. Смешивание с другими веществами и материалами не ведет к образованию опасных продуктов. При хранении стабилизаторов ферментного типа не наблюдается выделения опасных для здоровья газов.

5.2.4 Стабилизаторы ферментного типа нетоксичны, экологически безопасны, пожаро- и взрывобезопасны.

5.2.5 Стабилизаторы должны соответствовать Единым санитарно-гигиеническим и эпидемиологическим требованиям к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю) Таможенного союза.

### **5.3 Требования к воде для приготовления рабочего раствора стабилизатора**

5.3.1 Вода, применяемая для приготовления рабочего раствора стабилизатора, должна соответствовать требованиям ГОСТ Р 51232 или ГОСТ 23732.

5.3.2 Вода для приготовления обработанных материалов и грунтов должна соответствовать требованиям ГОСТ 23732. Максимально допустимое содержание растворимых солей не должно превышать 10000 мг/л, в т.ч. ионов  $SO_4^{2-}$  - 2700 мг/л,  $Cl^-$  - 3500 мг/л. Не допускается применять болотные и сточные воды.

5.3.3 Влажность обрабатываемого грунта не должна превышать оптимальную, определенную при увлажнении грунта водным раствором стабилизатора, так как стабилизатор снижает поверхностное натяжение воды и уменьшает ориентировочно на 25 % количество воды, требуемое для достижения оптимальной влажности.

### **5.4 Рекомендуемые составы смесей для укрепления земляного полотна и строительства оснований**

5.4.1 При укреплении земляного полотна и строительстве оснований дорог - грунт (глинистый грунт, илистый грунт, песчано-гравийный грунт с содержанием частиц глины или илистых частиц), обработанный стабилизатором; ориентировочное соотношение стабилизатора и обрабатываемого грунта – 1:10000.

5.4.2 При строительстве дорог с использованием измельченного асфальтового лома, щебеночно-песчаных материалов, песчаных супесей, суглинков с пластичностью более 11 рекомендуется внесение неорганических вяжущих.

5.4.3 Составы смесей для укрепления земляного полотна и строительства оснований уточняются перед началом работ путем испытания образцов, изготовленных из грунтов и вяжущих, предназначенных для производства работ.

## **6. ПОДБОР СОСТАВОВ СМЕСЕЙ**

6.1 При проектировании составов смесей, для обработки стабилизаторами ферментного типа следует определять:

- гранулометрический состав и свойства исходных грунтов (число пластичности, для пучинистых грунтов – относительная деформация пучения);
- водородный показатель рН водной вытяжки исходного грунта;
- оптимальную влажность и максимальную плотность грунта;
- количество стабилизатора, необходимое для получения грунта с заданными свойствами;
- количество вяжущих (при использовании вяжущих при стабилизации различных смесей).

6.2 Влажность грунтов, обработанных водным раствором стабилизатора (в пропорции на 1 литр стабилизатора 500-1000 литров воды), должна соответствовать оптимальной величине. Для определения оптимальной влажности грунта изготавливают серию образцов из одной смеси с разным количеством водного раствора стабилизатора (т.е. грунт затворяют стабилизатором). Оптимальным количеством воды в смеси считают то, которое обеспечивает максимальную плотность образца, которую определяют по ГОСТ 22733.

6.3 По результатам измерений оценивают пригодность грунта для обработки стабилизатором. В случае несоответствия зернового состава и свойств грунтов требованиям 5.1 производится добавление глинистых, песчаных или крупнообломочных грунтов.

6.4 Ориентировочный расход стабилизатора для обработки различных грунтов и принимается в соответствии с таблицей 1. Окончательный расход стабилизатора уточняется на основе лабораторного подбора на конкретных грунтах и смесях.

Изготавливают не менее 3 проб грунта с добавлением различного количества стабилизатора (таблица 1), для которых определяют коэффициент гидрофобности и плотность. Для практического применения выбирают состав с максимальными значениями коэффициента гидрофобности и плотности.

6.5 Необходимое количество стабилизатора зависит от ширины и длины дороги, толщины дорожного основания и рассчитывается путем следующих операций:

- Определить ширину (W) обрабатываемого участка в метрах
- Определить длину (L) обрабатываемого участка в метрах
- Определить высоту (H) обрабатываемого участка в метрах
- Рассчитать объем (V) обрабатываемого участка в куб. метрах

$$V=W \times L \times H \quad (1)$$

- Рассчитать количество в литрах (Q) из расчета 1 литр стабилизатора на 33 куб. метра грунта.

$$Q=V/33 \quad (2)$$

6.6 Обработку грунта раствором стабилизатора проводят при влажности грунта на 2 % меньшей, чем оптимальная влажность грунта. Если исходная влажность выше рекомендуемой, то проводят предварительное осушение стандартными методами, если ниже – то либо предварительно увлажняют грунт до рекомендуемой влажности раствором стабилизатора в пропорции 1:10000, либо учитывают недостаток влаги при расчете количества необходимой воды при приготовлении рабочего раствора стабилизатора:

- Определить плотность грунта (P) в кг/куб. метр
- Лабораторным путем определить оптимальную влажность (RM) в весовых %
- Лабораторным путем определить реальную влажность (OM) в весовых %
- Количество весовых %, которые необходимо добавить (AM)

$$AM=OM-RM \quad (3)$$

- Количество воды в килограммах или литрах, которое необходимо добавить на 1 куб. метр грунта (WQ) равняется

$$WQ=P \times AM \quad (4)$$

- Общее количество воды в литрах (TWQ), которую нужно добавить в весь обрабатываемый грунт

$$TWQ= WQ \times V \quad (5)$$

- Рассчитать коэффициент (K) разбавления (сколько частей воды на одну часть стабилизатора)

$$K= TWQ/Q \quad (6)$$

6.7 Пропитку (целевую обработку) грунта рекомендуется производить водным раствором стабилизатора в пропорции 1:500.

6.8 При уплотнении обработанных стабилизаторами грунтов в зависимости от требуемого коэффициента уплотнения допустимы отклонения от оптимальной влажности (Таблица 2).

## Допустимая влажность грунтов при уплотнении

Таблица 2

| Грунты   | Допустимая влажность в долях от оптимальной при требуемом коэффициенте уплотнения грунта |          |      |      |
|--|--|----------|------|------|
|  | свыше 1,0  | 1,0-0,98 | 0,95 | 0,90 |
| Пески пылеватые; супеси легкие крупные                       | 0,98   | 1,01     | 1,20 | 1,20 |
| Супеси легкие и пылеватые                                    | 0,90   | 0,94     | 1,01 | 1,20 |
| Супеси тяжелые пылеватые; суглинки легкие и легкие пылеватые | 0,83   | 0,86     | 0,98 | 1,13 |
| Суглинки тяжелые и тяжелые пылеватые, глины                  | 0,75   | 0,79     | 0,90 | 0,85 |

6.9 Ориентировочный расход вяжущих для обработки различных смесей с применением стабилизатора принимается в соответствии с таблицей (ПРИЛОЖЕНИЕ А). Окончательный расход вяжущих определяется на основе лабораторного подбора для конкретных материалов.

## 7. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ

7.1 Строительство земляного полотна и дорожных оснований с использованием стабилизаторами ферментного типа предполагает проведение стандартных работ в соответствии со СНиП 2.05.02-85, СНиП 3.06.03-85 и оригинальной технологии стабилизации грунта. Согласно СНиП 2.05.02-85, рабочий слой на глубину 1,2 м от поверхности цементобетонных и на глубину 1 м асфальтобетонных покрытий во II дорожно-климатической зоне должен состоять из непучинистых или слабопучинистых грунтов. При использовании в пределах 2/3 глубины промерзания грунтов III - V категорий пучинистости величину морозного пучения следует определять расчетом по результатам испытаний. Применение стабилизаторов грунта ферментного типа позволяет перевести грунты из категории пучинистых в категорию непучинистых или слабопучинистых грунтов. Для этого производят обработку разрыхленного грунта раствором стабилизатора, однако, уплотняют слои толщиной до 300 мм. Грунты, обработанные таким образом, в незначительной мере подвержены морозному пучению. При устройстве дорожных одежд и покрытий с применением технологии последовательного уплотнения грунта слоями по 50 мм, обработанный грунт



выдерживают в течении 12 часов, в течении которых происходят физико-химические процессы, ведущие к изменению его структуры и увеличению несущей способности, модуль упругости увеличивается по сравнению с исходным значением для обрабатываемого грунта в 5-10 раз (не менее 700 МПа).

Высота снежного покрова в зимний период, см ( Хабаровский край)

Таблица 3

| 11 |   |    | 12 |    |    | 1  |    |    | 2  |    |    | 3  |    |    | 4 |   |   | Наибольшая за зиму |       |      |
|----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|---|---|--------------------|-------|------|
| 1  | 2 | 3  | 1  | 2  | 3  | 1  | 2  | 3  | 1  | 2  | 3  | 1  | 2  | 3  | 1 | 2 | 3 | Ср                 | Макс. | Мин. |
| 4  | 7 | 10 | 12 | 15 | 17 | 21 | 23 | 24 | 25 | 26 | 26 | 26 | 24 | 19 | 7 | 1 | - | 31                 | 69    | 4    |

Классификация грунтов по степени пучинистости при замерзании

Таблица 4

| Группы грунтов | Степень пучинистости | Относительное морозное пучение образца, % |
|----------------|----------------------|---|
| I              | Непучинистые         | 1 и менее                                 |
| II             | Слабопучинистые      | Свыше 1 до 4                              |
| III            | Пучинистые           | От 4 до 7                                 |
| IV             | Сильнопучинистые     | От 7 до 10                                |
| V              | Чрезмерно пучинистые | От 10                                     |

Группы грунтов по степени пучинистости

Таблица 5

| Грунт   | Группа |
|---|--------|
| Песок гравелистый, крупный и средней крупности с содержанием частиц мельче 0,05 мм до 2 %   | I      |
| Песок гравелистый, крупный и средней крупности с содержанием частиц мельче 0,05 мм до 15 % , мелкий с содержанием частиц мельче 0,05 мм до 15 % ; супесь легкая крупная | II     |

|   |     |
|---|-----|
| Супесь легкая; суглинок легкий и тяжелый; глины               | III |
| Песок пылеватый; супесь пылеватая; суглинок тяжелый пылеватый | IV  |
| Супесь тяжелая пылеватая; суглинок легкий пылеватый           | V   |

Территория Хабаровского края относится ко II дорожно – климатической зоне. Средняя высота снежного покрова на территории Хабаровского края 18-50 см. Высота снежного покрова у г. Хабаровска (38 см), максимальная - в Советско-Гаванском районе (91 см), минимальная - в Комсомольском районе (7 см), в Ульчском районе (5-7 см). При проектировании следует, согласно пп. 6.33 СНиП2.05.02-85 определять высоту насыпи для участков дорог, проходящих по открытой местности для соблюдения условия снегонезаносимости по формуле:

$$h=h_s+\Delta h,$$

где  $h$  - высота незаносимой насыпи, м;

$h_s$  - расчетная высота снегового покрова в месте, где возводится насыпь, с вероятностью превышения 5 %, м.

$\Delta h$ -возвышение бровки насыпи над расчетным уровнем снегового покрова, необходимое для ее независимости, м.

*Примечания:* В случаях, когда  $\Delta h$  оказывается меньше возвышения бровки насыпи над расчетным уровнем снегового покрова по условиям снегоочистки  $\Delta h_{sc}$  (см. ниже), в формулу (2) вместо  $\Delta h$  вводится  $\Delta h_{sc}$ .

Возвышение бровки насыпи над расчетным уровнем снегового покрова необходимо назначать, м, менее

1,2 - для дорог - I категории;

0,7 - для дорог - II категории;

0,6 - для дорог - III категории;

0,5 - для дорог - IV категории;

0,4 - для дорог - V категории.

## Величина морозного пучения

Таблица 5

| Грунт   | Среднее значение<br>относительного морозного<br>пучения при промерзании 1,5<br>м, % |
|---|---|
| Песок гравелистый, крупный и средней<br>крупности с содержанием частиц мельче 0,05<br>мм до 2 %   | <u>1</u><br>1   |
| Песок гравелистый, крупный и средней<br>крупности с содержанием частиц мельче 0,05<br>мм до 15 % и мелкий с содержанием частиц<br>мельче 0,05 мм до 2 % | <u>1</u><br>1-2   |
| Песок мелкий с содержанием частиц мельче<br>0,05 мм менее 15 % , супесь легкая крупная  | <u>1-2</u><br>2-4   |
| Песок пылеватый; супесь пылеватая; суглинок<br>тяжелый пылеватый  | <u>2-4</u><br>7-10  |
| Супесь легкая   | <u>1-2</u><br>4-7   |
| Супесь тяжелая пылеватая; суглинок легкий<br>пылеватый  | <u>4-7</u><br>10  |
| Суглинок и тяжелый; глины   | <u>2-4</u><br>4-7   |

## 7.1.1. Подготовительные работы:

- восстановление и закрепление трассы;
- расчистка дорожной полосы от леса, кустарника, пней, камней и др.;
- разбивка земляного полотна;
- снятие растительного слоя;
- мероприятия по водоотведению.

## 7.1.2. Земляные работы:

- отсыпка земляного полотна
- стабилизация рабочего слоя земляного полотна с применением препаратов ферментного типа.

ферментного типа.

## 7.1.3. Устройство дорожной одежды:

- строительство слоев основания (покрытия, для дорог IV и низшей категории) с применением грунтов, обработанных стабилизаторами ферментного типа и послойно уплотненных.

- устройство слоев покрытия (основания) из материалов обработанных органическими и неорганическими вяжущими (основания и покрытия для дорог I-III категории);

## 7.1.4. Благоустройство:

- укрепление обочин

- вертикальная планировка

- обустройство дороги

- рекультивация прилегающих территорий.

7.2 Для укрепления грунтов с применением стабилизаторов ферментного типа специального оборудования и техники не требуется, используется стандартное оборудование и техника для дорожно-строительных работ (ПРИЛОЖЕНИЕ Б):

- Автогрейдеры марки Н14;
- Автоцистерны (рабочий объем не менее 7650 л);
- Катки дорожные вибрационный кулачковый (15 тонн);
- Катки вальцевые (20 тонн);
- Пневматические дорожные катки (для окончательного уплотнения, 10 тонн).

7.3 На подготовительной стадии помимо стандартных необходимо проведение следующих мероприятий:

- Подтверждение наличия источников водоснабжения.
- Инструктаж персонала по мероприятиям, предпринимаемым в случае дождя. Заготовка укрывных материалов (полимерные пленочные материалы).

7.4 Перед началом работ по обработке слоя грунта водным раствором стабилизатора необходимо провести следующие мероприятия:

- определить естественную влажность грунта на месте производства работ. Если естественная влажность грунта выше оптимальной, необходимо выполнить работы по подсушиванию грунта с целью достижения естественной влажности ниже оптимальной на 2 %;
- в лабораторных условиях определить расход стабилизатора из расчета на

1 м<sup>3</sup> грунта естественной плотности, который обеспечивает достижения грунтом требуемых характеристик;

- определить количество воды, в котором необходимо растворить добавку стабилизатора с целью достижения грунтом оптимальной влажности. Для сухой, жаркой и ветреной погоды, следует принять влажность на 1-1,5 % выше оптимальной, принимая во внимание процессы испарения влаги во время перемешивания грунта с водным раствором стабилизатора;
- приготовить водный раствор стабилизатора путём смешивания и растворения требуемого количества концентрированного раствора стабилизатора в дополнительном объёме воды. Не допускается введения концентрированного раствора стабилизатора непосредственно в грунт без предварительного растворения в воде.

7.5 Водяные баки для рабочего раствора помещают наверху автоцистерны, при заполнении бака сначала заливают воду, а затем добавляют стабилизатор. В противном случае в баке образуется обильная пена. Количество стабилизатора и воды для приготовления рабочего раствора рассчитывают по пп.6.5, 6.6 настоящего стандарта.

7.6 Водный раствор стабилизатора должен быть использован в течение одного дня.

7.7 Работы по укреплению грунта с применением стабилизаторов ферментного типа следует проводить в сухую погоду. В случае осадков работы следует прекратить и не осуществлять их до наступления благоприятных погодных условий.

7.8 Применение стабилизаторов ферментного типа следует проводить при температуре не ниже 10°C. Не допускается использование стабилизаторов при температуре 0° по Цельсию и ниже.

7.9 Не допускается наличия крупных камней в обрабатываемых грунтах. Процентное содержание комков размером более 100 мм (П) не должно превышать 10 %.

7.10 Последовательность операций при укреплении грунта стабилизаторами ферментного типа при строительстве земляного полотна и дорожного основания:

7.10.1 Разрыхление грунта с помощью рыхлителей (рипперов) грейдера.

На подготовленной площади при помощи бульдозера, скрепера или грейдера снимается слой растительного грунта, за тем обрабатываемое основание вспахивается и взрыхляется (глубина вспахивания и взрыхления определяется требуемой конечной толщиной стабилизированного слоя).

7.10.2 Смешивание стабилизатора с водой и пропитка грунта раствором стабилизатора.

Процесс пропитки грунта рабочим раствором стабилизатора осуществляется с помощью автоцистерны, оснащенной распылителем, идущей перед грейдером распахивающим грунт.

7.10.3 Перемешивание грунта и создание насыпных гряд по обеим сторонам земляного полотна.

Производится при помощи автогрейдера, формируя несколько слоев минимально допустимой толщины. Слои распределяются по левой и правой стороне дороги (либо сбиваются дисковым культиватором). Обработанный стабилизатором грунт укладывается в 2-3 насыпные гряды по всей его длине дорожного участка (насыпные гряды должны быть узкими, насколько это возможно, а также защищенными от дождя).

7.10.4 Выдержка пропитанного стабилизатором грунта.

В насыпных грядах грунт выдерживается не менее 12 часов. Таким образом, осуществляется равномерное распределение влаги внутри каждой гряды, а также происходит аэрация обработанного грунта.

7.10.5 Дополнительное смачивание грунта в насыпных грядах.

После выдержки насыпные гряды по всей длине участка опрыскиваются водным раствором стабилизатора 1:10000.

7.10.6 Уплотнение уложенных слоев грунта

Автогрейдер распределяет обработанный грунт из гряд по увлажненной поверхности дорожного полотна слоями 50 мм толщиной (в неуплотненном состоянии). Также, при использовании стабилизаторов ферментного типа для снижения склонности грунта к морозному пучению, возможно применение грунтосмесительной машины и увеличение толщины уплотняемого слоя до 300 мм (в неуплотненном состоянии). После распределения грунта производится вибрационное уплотнение каждого устроенного слоя при помощи кулачкового катка (не менее 2-4 проходов по одному следу, скорость прохода катка должна составлять 3,5-6,5 м/мин), далее укатка производится при помощи гладковальцового катка (с максимальной рабочей скоростью 2-4 прохода по одному следу) коэффициент уплотнения  $K_u \geq 1$ . Повторение указанных действий производится до отметки 3/4 запланированной толщины выполняемого слоя. Устраивать вышележащие слои по стабилизированному слою следует после просыхания уплотненного слоя до влажности не более 0,2-0,3 от оптимальной.

Для придания окончательной формы верхнему слою используется пневматический каток (не менее 2-4 проходов по одному следу).

7.11 В зависимости от погодных условий время выдержки после уплотнения обработанной поверхности составляет 72 - 96 часов. По истечению этого времени, разрешается движение автомобильного транспорта и строительной техники.

## 8. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ

8.1 Контроль качества производства работ должен осуществляться в соответствии с требованиями СНиП 3.06.03-85, «Инструкции по применению грунтов, укрепленных вяжущими материалами, для устройства оснований и покрытий автомобильных дорог и аэродромов» СН 25-74, «Пособия по укреплению грунтов», М., Транспорт, 1991

8.2 При производстве работ контролируют:

*на стадии подготовительных работ:*

- гранулометрический состав и свойства исходных грунтов, пригодность их для обработки стабилизатором (в т.ч. содержание глинистых частиц и степень их размельчения);
- рН водной вытяжки применяемых грунтов;
- свойства проектируемой смеси (оптимальную влажность и максимальную плотность);
- коэффициент гидрофобности обработанного стабилизатором грунта (для определения количества стабилизатора для обработки грунта);
- концентрацию рабочего раствора стабилизатора;

*на стадии обработки грунтов раствором стабилизатора:*

- правильность дозирования стабилизатора и качество перемешивания;
- ширину и толщину валков из обработанного стабилизатором грунта;

*на стадии упрочнения обработанного стабилизатором грунта при помощи механических средств:*

- ширину и толщину устраиваемого стабилизированного слоя;
- влажность обработанного стабилизатором грунта перед уплотнением;

*на стадии приемки работ:*

- ровность поверхности стабилизированного слоя и его поперечный профиль;
- влажность и плотность стабилизированного слоя;
- коэффициент уплотнения грунта;
- водостойкость стабилизированного грунта;
- предел прочности на сжатие стабилизированного грунта;
- предел прочности на растяжение при изгибе стабилизированного грунта;
- коэффициент гидрофобности грунта;
- коэффициент морозостойкости стабилизированного грунта.

8.3 Показатели свойств стабилизированных грунтов должны удовлетворять требованиям, указанным в таблице 3.

#### Характеристики стабилизированных грунтов

Таблица 7

| Наименование показателей   | Физическая величина |
|--|---------------------|
| Коэффициент гидрофобности Кг, не менее   | 0,45                |
| Водостойкость В, % потери массы, не более  | 1,0                 |
| Предел прочности на сжатие водонасыщенных образцов (твердение 3 суток) при 20° С, МПа, не менее                | 272 мПа             |
| Предел прочности на растяжение при изгибе водонасыщенных образцов (твердение 3 суток) при 20° С, МПа, не менее | 74,7 мПа            |
| Коэффициент морозостойкости, не менее  | F 50                |

8.4 При испытании исходных грунтов не реже одного раза в смену определяют:

- число пластичности по ГОСТ 5180;
- степень размельчения путем отсева образцов на ситах с отверстиями 5 и 10 мм;
- влажность обрабатываемых грунтов перед их уплотнением;
- рН водной вытяжки из грунта.

8.5 Гранулометрический состав и свойства исходных грунтов определяют в соответствии с ГОСТ 12536-79.

8.6 Значение водородного показателя рН водной вытяжки грунтов определяют на приборе Алямовского либо потенциометрическим методом на приборах рН-340 или рН-121 по стандартным методикам.

8.7 Определение степени размельчения глинистого грунта производят путем просеивания средней пробы размельченного грунта массой 2-3 кг через сито с отверстиями 5 и 10 мм. На каждом из обрабатываемых участков производят 2-3 определения. Остатки грунта на ситах взвешивают и определяют их процентное содержание в массе пробы. Процентное содержание комков соответствующего размера вычисляют по формуле:

$$П = G_1 / G_2 * 100 \% \quad (7)$$

где:  $G_1$  - масса остатков на сите, г,

$G_2$  - масса первоначальной пробы, г.

8.8 Оптимальную влажность и максимальную плотность грунтов определяют по ГОСТ 22733. При этом грунт затворяется раствором стабилизатора. Влажность грунта или



готовой смеси определяют с помощью карбидного или нейтронного влагомера; методом высушивания в сушильном шкафу. Плотность обработанного грунта определяют с помощью гамма-плотногомера, методом "режущего кольца" или "лунки".

8.9 Для определения оптимальной влажности приготавливают смесь, увлажняют ее 2-3 % водного раствора стабилизатора (в пропорции на один литр стабилизатора 500-1000 литров воды), перемешивают и уплотняют в малом или большом приборах Союздорнии. Увеличивая влажность смеси каждый раз на 1-2 %, опыт повторяют до тех пор, пока плотность сухого грунта уплотненного образца не станет уменьшаться. По результатам опытов строят график, откладывая по оси ординат плотность сухого грунта (плотность скелета), а по оси абсцисс – влажность смеси. Абсцисса наивысшей точки кривой определяет оптимальную влажность, а ее ордината – максимальную плотность уплотненной смеси.

8.10 Изготовление образцов для определения оптимальной влажности производят на большом (ГОСТ 22733) или малом (ГОСТ 3344) приборах Союздорнии для стандартного уплотнения. На малом приборе уплотняют обработанные смеси, содержащие частицы размером меньше 5 мм, на большом - с частицами крупнее 5мм. Число ударов гири массой 2,5 кг, падающей с высоты 300 мм, в большом приборе должно составлять 120, а в малом 40.

8.11 Концентрацию рабочего раствора стабилизатора определяют по его плотности при помощи ареометра по тарировочным таблицам, полученным в результате лабораторного подбора состава смесей.

8.12 Правильность дозирования стабилизатора и качество перемешивания оценивают путем изготовления образцов из средних проб стабилизированного грунта, взятых до его уплотнения (пробы отбирают с 2-3 поперечников на дневную захватку), и испытания их на соответствие требованиям п 6.4 настоящего стандарта. Допустимые отклонения показателей свойств образцов, приготовленных из производственных смесей, не более  $\pm 25$  %.

8.13 При приемке произведенных работ проводятся полевые и лабораторные испытания укрепленного грунта.

8.14 Приемку укрепленного грунта производят партиями. В состав партии должен входить грунт, приготовленный в течение одной смены. Объем укрепленного грунта не должен превышать  $1000 \text{ м}^3$ .

8.15 Изготовитель должен контролировать каждую партию обработанного грунта по прочности на сжатие и на растяжение при изгибе и морозостойкость один раз для каждых  $20000 \text{ м}^3$  при подборе состава, а в дальнейшем не реже одного раза в квартал, а

также при изменении состава смеси или характеристик используемых материалов.

8.16 Потребитель имеет право производить контрольную проверку соответствия обработанного материала требованиям данного стандарта.

8.17 Контроль прочности обработанных грунтов (прочность на сжатие, прочность на растяжение при изгибе) осуществляют по ГОСТ 10180 после хранения образцов при температуре 18-20°C в течение нормируемого возраста при относительной влажности воздуха не менее 95 % со следующими дополнениями: готовят три образца на 250 м<sup>3</sup> готовой смеси; уплотнение производят на прессе с ориентировочной нагрузкой на образец в размере 10-15 МПа и времени выдерживания при этой нагрузке - 3 мин., или на приборе стандартного уплотнения.

8.18 Основные физико-механические показатели качества обработанных грунтов с максимальным размером зерен более 20 мм определяют на образцах-цилиндрах диаметром и высотой 100 мм, а из смесей с максимальным размером зерен менее 20 мм и грунтов на образцах – цилиндрах диаметром и высотой 50 мм. Для определения прочности образцов на растяжение при изгибе из грунта с максимальным размером зерен более 20 мм, изготавливают образцы-балочки размером 100x100x40 мм, а из грунта с размером частиц менее 20 мм – образцы-балочки размером 40x40x160 мм. Образцы-балочки изготавливают вибрированием с пригрузом 50 г/см<sup>2</sup> в течение 30-60 сек или путем прессования нагрузкой в 15 МПа. Образцы изготавливают из расчета 3 образца на каждый вид испытания. Допускается оценивать прочность на растяжение при изгибе (Ru) по прочности на раскалывание (Rp) по формуле Ru=Rp.

8.19 Для определения коэффициента гидрофобности из глинистого грунта в соответствии с требованиями СН 25-74 «Инструкция по применению грунтов, укрепленных вяжущими материалами, для устройства оснований и покрытий автомобильных дорог и аэродромов» изготавливают три образца-цилиндра диаметром и высотой 50 мм. Образцы высушивают до постоянной массы при температуре плюс 60-70 °С и капиллярно водонасыщают в течение 7 сут. После водонасыщения взвешивают и рассчитывают величину капиллярного водонасыщения по формуле

$$W_x = \frac{P_2 - P_1}{P_1} \cdot 100\% \quad (8)$$

где P<sub>1</sub> - масса высушенного образца до водонасыщения, г;

P<sub>2</sub> - масса образца после 7 сут водонасыщения, г.

За величину капиллярного водонасыщения принимают среднее арифметическое значение показателей водонасыщения трех образцов. Расхождения между результатами испытаний не должны превышать 5 %.

Аналогичным образом определяют капиллярное водонасыщение образцов, приготовленных из того же грунта, обработанного водным раствором, содержащим 0,5 % гидрофобизатора от массы грунта.

Коэффициент гидрофобности вычисляют по формуле

$$K_r = \frac{W_k - W_r}{W_k}, \quad (9)$$

где  $W_k$  - капиллярное водонасыщение контрольного грунта, %;

$W_r$  - то же, гидрофобизированного грунта.

8.20 Морозостойкость обработанных материалов определяют по ГОСТ 10060.1. Перед определением морозостойкости образцы после 28 суток нормального хранения выдерживают в воде в течение 48 часов, затем замораживают при температуре  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  в течение 12 часов с последующим оттаиванием в воде в течение 12 часов.

8.21 Показатель водостойкости определяют путем испытания образцов на циклы водонасыщения-высушивания. Испытания включают высушивание образцов до постоянной массы при температуре  $60\text{-}70\text{ }^{\circ}\text{C}$ , последующее взвешивание и водонасыщение при полном погружении в воду. После 24 ч водонасыщения образцы извлекают из воды и высушивают. Далее циклы повторяют в той же последовательности. За величину водостойкости принимают потерю массы образца в % после 5 циклов водонасыщения-высушивания.

$$B = \frac{S_1}{S_2} \cdot 100\% \quad (10)$$

где  $B$  - показатель водостойкости;

$S_1$  - масса высушенного до постоянной массы образца до испытаний;

$S_2$  - то же, после 5 циклов водонасыщения-высушивания.

8.22 Контроль качества уплотнения (коэффициент уплотнения) грунта осуществляют путем сравнения требуемой плотности с плотностью скелета грунта насыпи. Ориентировочно берется один образец на каждой захватке и с каждого слоя. Контроль плотности верхнего слоя следует производить не реже чем через 50 м. При неоднородных грунтах число образцов увеличивают.

8.2.23 При необходимости дополнительные показатели качества стабилизированных грунтов определяют по следующим стандартам:

- среднюю плотность – по ГОСТ 12730.1;
- водопоглощение – по ГОСТ 12730.3;
- растяжение при раскалывании – по ГОСТ 10180;
- модуль упругости – по ГОСТ 24452

## 9 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

9.1 При проведении работ по строительству автомобильных дорог следует руководствоваться требованиями СНиП 12-03-99, правилами техники безопасности, изложенными в инструкциях по эксплуатации соответствующих установок и машин.

9.2 Удельная активность естественных радионуклидов в используемых материалах не должно превышать требований ГОСТ 30108, указанных в таблице 4.

Удельная активность естественных радионуклидов  
в используемых материалах

Таблица 8

| Класс опасности материалов | Эффективная удельная активность, Бк/кг | Область применения  |
|----------------------------|--|---|
| 1                          | $A_{эфф}$ менее 370                    | Все виды строительства без ограничений  |
| 2                          | $A_{эфф}$ от 370 до 740                | Дорожное строительство в пределах населенных пунктов и зон перспективной застройки, строительство производственных сооружений |
| 3                          | $A_{эфф}$ от 740 до 1500               | Дорожное строительство вне населенных пунктов   |
| 4                          | $A_{эфф}$ от 1500 до 4000              | Вопрос об использовании материала решается по согласованию с Госсанэпидслужбой  |

9.3 Материалы, используемые при производстве смесей, должны иметь сертификаты предприятий-поставщиков по радионуклидному составу с указанием соответствия их требованиям ГОСТ 30108.

В случае отсутствия данных о содержании естественных радионуклидов, потребитель осуществляет силами специализированной лаборатории входной контроль качества материалов и проводит определение содержания естественных радионуклидов в указанных материалах.

9.4 ПДК загрязняющих веществ в воздухе рабочей зоны не должны превышать нормативов, предусмотренных ГОСТ 12.1.005 (ПРИЛОЖЕНИЕ Б).

9.5 Лабораторный контроль за содержанием вредных веществ, выделяемых в рабочую зону при производстве смесей должен производиться в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.014 службами предприятий или специализированными лабораториями по планам и графикам, согласованным с Госсанэпидемслужбами.

9.6 Персонал, занятый на производстве и применении смесей, должен быть специально проинструктирован, и проходить предварительные и периодические медицинские осмотры.

9.7 При проведении работ по обработке грунтов водным раствором стабилизатора необходимо обеспечение требований техники безопасности, предусмотренных ГОСТ 12.1.005, ГОСТ 12.1.007, ГН 2.2.5.687.

9.8 Лица, занятые в производстве и применении грунтов, обработанных стабилизатором, должны быть обеспечены средствами индивидуальной защиты, в том числе одеждой по ГОСТ Р 12.4.218, перчатками по ГОСТ 12.4.010. При попадании раствора стабилизатора на кожу их необходимо смыть теплой водой с мылом.

9.9 Стабилизаторы ферментного типа в соответствии с ГОСТ 12.1.007 относятся к 4 классу опасности (вещества малоопасные). Канцерогенных свойств у стабилизаторов ферментного типа не обнаружено.

9.10 Следует избегать попадания стабилизатора в глаза. Если продукт попал в глаза необходимо незамедлительно промыть их водой. Вдыхание паров продукта безопасно.

9.11 При попадании продукта в пищеварительный тракт может наблюдаться легкий слабительный эффект.

9.12 При приготовлении раствора стабилизатора, а также во время работы с ним на дороге рабочие должны находиться с наветренной стороны, а машины перемещаться так, чтобы водители и машинисты как можно меньше находились в подветренной зоне, содержащей пыль и капли раствора.

9.13 Растворы стабилизаторов следует готовить 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 рукавники).

9.14 Рабочие, занятые на работах со стабилизаторами, должны знать порядок очистки емкостей и транспорта от химических веществ. Не допускается прием пищи и курение на рабочих местах.

9.15 Обслуживающий персонал должен быть обеспечен необходимыми санитарно-бытовыми условиями. Специальных требований к личной гигиене не предъявляется.

9.16 Отработанные грунты и органоминеральные смеси транспортируют любым видом транспорта, предназначенным для перевозки грузов навалом.

9.17 Утилизация упаковки раствора стабилизатора производится только в специально отведенных местах методом сжигания.

## **10 ТРЕБОВАНИЯ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

10.1 При проведении работ по обработке грунтов водным раствором стабилизатора необходимо руководствоваться мерами защиты окружающей среды, предусмотренными ГОСТ 17.1.3.06, ГОСТ 17.1.3.07, ГОСТ 17.1.3.13, ГОСТ 17.2.3.01, ГОСТ 17.2.3.02, ГОСТ 17.4.3.02, ГОСТ 17.4.3.04.

10.2 Рабочий проект строительства с использованием стабилизатора должен включать разделы по охране окружающей среды и оценке воздействия на окружающую среду. Раздел по оценке воздействия на окружающую среду (ОВОС) разрабатывается в соответствии с «Положением об оценке воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в Российской Федерации», приложение к приказу Госкомэкологии России от 16.05.2000 г. № 372.

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
**(СПРАВОЧНОЕ)**

**Характеристика техники, используемой для укрепления грунтов стабилизаторами ферментного типа**

Машины для уплотнения грунтов

| Тип и марка машины             | Базовый трактор | Масса, т (без балласта и с балластом) | Параметры уплотнения |                | Мощность двигателя, кВт | Скорость движения, км/ч |
|--------------------------------|-----------------|---------------------------------------|----------------------|----------------|-------------------------|-------------------------|
|                                |                 |                                       | толщина слоя, м      | ширина слоя, м |                         |                         |
| Вибрационные катки:            |                 |                                       |                      |                |                         |                         |
| ДУ-70 (прицепной)              | МТЗ 80/82       | 5,7                                   | 0,30                 | 2,0            | -                       | 3...6                   |
| ДУ-74 (самоходный)             | Д-243           | 9,0                                   | 0,35                 | 1,7            | 55,2                    | До 7                    |
| ВГ-1202 (самоходный)           | Д-245           | 12,0                                  | 0,40                 | 2,25           | 73,5                    | >>5,6                   |
| ДУ-62А (самоходный)            | Д-440-11        | 13,0                                  | 0,45                 | 2,0            | 93,5                    | >>6,5                   |
| ДУ-58А (самоходный)            | Д-40-11         | 15,0                                  | 0,45                 | 2,0            | 93,5                    | >>6,5                   |
| ДУ-57-А (самоходный)           | -               | 8,8                                   | 0,35                 | 2,4            | 121                     | >>7,0                   |
| Д-603 (прицепной)              | Т-75            | 6,0                                   | До 0,2               | 1,8            | 36,7                    | >>3,0                   |
| Д-63(прицепной)                | Т-100           | 12,0                                  | 0,30                 | 1,8            | 88,2                    | >>3,0                   |
| Кулачковые катки:              |                 |                                       |                      |                |                         |                         |
| ДУ-70-1 (прицепной)            | Т-150К          | 6,3                                   | 0,25                 | 2,0            | 110,2                   | >>6,0                   |
| ДУ-26 (прицепной)              | Т-75            | 5,0 и 9,0                             | 0,20                 | 1,8            | 55,1                    | 4,5                     |
| ДУ-3А (прицепной)              | Т-100           | 12,3 и 30,0                           | 0,35                 | 2,8            | 73,5                    | >>15                    |
| ДУ-32А (прицепной)             | Т-100           | 9,0 и 18,0                            | 0,30                 | 2,6            | 73,5                    | >>4                     |
| Катки на пневматических шинах: |                 |                                       |                      |                |                         |                         |
| ДУ-30 (прицепной)              | Т-75            | 4,0 и 12,0                            | 0,27                 | 2,2            | 55,1                    | 5...8                   |
| ДУ-39А (прицепной)             | Т-100           | 6,28 и 25,0                           | 0,35                 | 2,53           | 73,5                    | 5...10                  |
| ДУ-16В (полуприцепной)         | МАЗ-529Е        | 7,3 и 25,9                            | 0,40                 | 2,62           | 220                     | 15...40                 |
| Д-599 (полуприцепной)          | БелАЗ-531       | 27,8 и 56,7                           | 0,43                 | 2,68           | -                       | 15...40                 |
| ДУ-65 (самоходный)             | Д-243           | 12,0                                  | 0,40                 | 1,7            | 55,2                    | До 8,0                  |

|   |        |                     |      |  |      |            |
|---|--------|---------------------|------|--|------|------------|
| Трамбующие машины:                      |        |                     |      |  |      |            |
| ДУ-12                                   | Т-100М | 6 (масса плиты 1,4) | 1,0  | 2,5<br>(площадь плиты 1,0 м <sup>2</sup> )     | 73,5 | 0,08...0,2 |
| Дизель-трамбующая, самоходная ЦНИИС-РМЗ | -      | 18,8                | 1,2  | 2,8<br>(площадь трамбовки 0,4 м <sup>2</sup> ) | -    | До 0,3     |
| ДУ-90 (вибромашины)                     | СП-6Д  | 0,23                | 0,35 | 0,55   | 4,4  | -          |

## Уплотняющие машины

| Наименование и тип машины                | Оптимальная толщина слоя в плотном теле, см |                           | Необходимое число проходов (ударов) |                       | Примерная производительность, м <sup>3</sup> /ч |                 |
|--|---|---------------------------|-------------------------------------|-----------------------|---|-----------------|
|  | связный грунт                               | несвязный грунт           | связный грунт                       | несвязный грунт       | связный грунт                                   | несвязный грунт |
| Кулачковый каток                         | <u>20...25</u><br>15...20                   | -                         | <u>6...8</u><br>8...12              | -                     | 130...170                                       | -               |
| Катки прицепные на пневматических шинах: |   |                           |                                     |                       |   |                 |
| 12-15 т                                  | <u>15...20</u><br>10...15                   | <u>20...25</u><br>15...20 | <u>6...8</u><br>8...12              | <u>4...6</u><br>6...8 | 60...90   | 140...200       |
| 25-30 т                                  | <u>30...35</u><br>20...25                   | <u>35...40</u><br>25...30 | <u>6...8</u><br>8...10              | <u>4...6</u><br>6...8 | 90...140  | 200...300       |
| 40-50 т                                  | <u>35...40</u><br>25...30                   | <u>45...50</u><br>35...45 | <u>6...8</u><br>8...10              | <u>4...6</u><br>6...8 | 140...200                                       | 250...300       |
| Трамбующая машина                        | <u>40...50</u><br>30...40                   | <u>50...60</u><br>40...50 | 1                                   | 1                     | 130...150                                       | 450...500       |



|  |                           |                             |                       |                       |         |           |
|--|---------------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|---------|-----------|
| Грамбующая плита<br>массой 2 т при высоте<br>падения 2 м | <u>80...90</u><br>70...80 | <u>100...110</u><br>80...90 | <u>4...6</u><br>6...8 | <u>2...4</u><br>4...6 | 30...80 | 45...100  |
| Вибрационные катки:                                      |                           |                             |                       |                       |         |           |
| 3 т  | -                         | 30...40<br>20...30          | -                     | 3...4                 | -       | 200...250 |
| 6 т  | -                         | 40...60<br>30...50          | -                     | 3...4                 | -       | 250...300 |

Примечание. В числителе данные, соответствующие требуемому коэффициенту уплотнения 0,95, в знаменателе коэффициенту уплотнения 0,98-1,0.

#### Дорожные машины для рыхления грунтов

| Показатели                               | Бульдозерно-рыхлительные агрегаты |                                     |                              |                             |                             |                        |
|--|-----------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------|
|  | Дп-15<br>Трехстой-<br>ковый       | ДП-5<br>одно-<br>Трехстой-<br>ковый | ДП-22С<br>Трехстой-<br>ковый | ДП-9С<br>Трехстой-<br>ковый | Б10.02<br>много-<br>зубовый | Т-330 одно-<br>зубовый |
| Базовый трактор                          | Т-130ЗГМ                          | Т-100МП                             | Т-180КС                      | ДЭТ-250М                    | Б10.02                      | Т-330                  |
| Мощность двигателя,<br>кВт               | 79                                | 79                                  | 135                          | 228                         | 132                         | 330                    |
| Максимальное<br>тяговое усилие, кН       | -                                 | -                                   | -                            | -                           | 100                         | 250                    |
| Производительность,<br>м <sup>3</sup> /ч | 1500                              | 1500                                | 1800                         | 2500                        | 1800                        | 3000                   |
| Отвал:                                   |                                   |                                     |                              |                             |                             |                        |
| ширина захвата, мм                       | 1900                              | 1460                                | 1560                         | 2100                        | 1560                        | 2200                   |
| угол установки<br>ножей в плане, град    | 90                                | 90                                  | 90                           | 90                          | 90                          | 90                     |
| Размер отвала                            | 3200'1200                         | 4430'1200                           | -                            | 4500'1550                   | -                           | 4500'1560              |

|   |     |     |     |     |     |           |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----------|
| (ширина`высота), мм                                     |     |     |     |     |     |           |
| Опускание рабочих органов ниже опорной поверхности, мм: |     |     |     |     |     |           |
| зубов рыхлителя   | 560 | 400 | 500 | 700 | 500 | 500...800 |
| бульдозерного отвала                                    | 370 | -   | 300 | 400 | 300 | 400...5   |

## Грейдеры и автогрейдеры

| Марка и тип машин             | Грейдеры                         |                                       | Автогрейдеры |         |         |         |         |         |         |         |
|-------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                               | Прицепной ДЗ-1 к трактору Т- 100 | Полуприцепной базовый трактор Т -150К | ДЗ-99-1-4    | ДЗ-31-1 | ДЗ-98В  | ДЗ-80   | ДЗ-180  | ДЗ-122Б | ДЗ-200  | ДЗ-98Н  |
| Мощность двигателя, кВт       | 74                               | 110                                   | 66           | 96      | 368     | 57,4    | 99      | 99      | 125     | 198     |
| Глубина резания, м            | 0,40                             |                                       | 0,25         | 0,25    | 0,50    | -       | -       | -       | -       | -       |
| Длина отвала, м               | 3,66                             | 3,74                                  | 3,10         | 3,70    | 3,70    | 3,04    | 3,74    | 3,74    | 3,86    | 4,27    |
| Высота отвала, м              | 0,50                             | 0,63                                  | 0,50         | 0,60    | 0,70    | 0,50    | 0,62    | 0,63    | 0,63    | 0,74    |
| Угол при зарезании, град.     | 28...70                          | -                                     | 30...70      | 30...70 | 30...80 | 30...70 | 30...70 | 30...70 | 30...70 | 30...70 |
| Угол срезаемого откоса, град. | до 70                            | 0...90                                | 40...90      | 40...90 | 40...70 | 0...90  | 0...90  | 0...90  | 0...90  | 0...90  |
| Боковой вынос, м              | -                                | 0,80                                  | -            | -       | -       | -       | 0,80    | 0,80    | 25      | 1,05    |

|                         |                   |      |      |      |      |                  |                  |                    |                  |                     |
|-------------------------|-------------------|------|------|------|------|------------------|------------------|--------------------|------------------|---------------------|
| Скорость движения, км/ч | -                 | -    | 38,1 | 37,7 | 34,4 | 30,0             | 40,0             | 43,0               | 30,0             | 47,0                |
| Габаритные размеры, м   | 7,8'2,54'<br>2,45 | -    | -    | -    | -    | 7,4'2,35'<br>2,7 | 9,8'2,5'<br>3,45 | 10,57'2,5'<br>3,55 | 10,9'2,5'<br>3,8 | 10,32'3,02'<br>3,95 |
| Масса, кг               | -                 | 5400 | -    | -    | -    | 8000             | 13560            | 14600              | 15000            |                     |

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**  
**(СПРАВОЧНОЕ)**

Санитарно-гигиенические нормативы (ПДК, ОБУВ) в атмосферном воздухе и  
воздухе рабочей зоны

| Наименование вещества  | ПДК, мг/м <sup>3</sup> (по ГОСТ 12.1.005, ГН 2.2.5.687-98) |      |      | ОБУВ, мг/м <sup>3</sup> | Класс опасности |
|--|--|------|------|-------------------------|-----------------|
|  | м.р.   | с.с. | р.з. |                         |                 |
| Пыль неорганическая с содержанием SiO <sub>2</sub> 70-20% (пыль щебня)   | 0,3  | 0,1  | 6    | -                       | 3               |
| Пыль неорганическая с содержанием SiO <sub>2</sub> выше 70% (пыль песка) | 0,15   | 0,05 | 1    | -                       | 3               |
| Пыль неорганическая с содержанием SiO <sub>2</sub> менее 20%             | 0,5  | 0,15 | 10   | -                       | 3               |
| Взвешенные вещества (не идентифицированная по составу пыль)              | 0,5  | 0,15 | 10   | -                       | 3               |



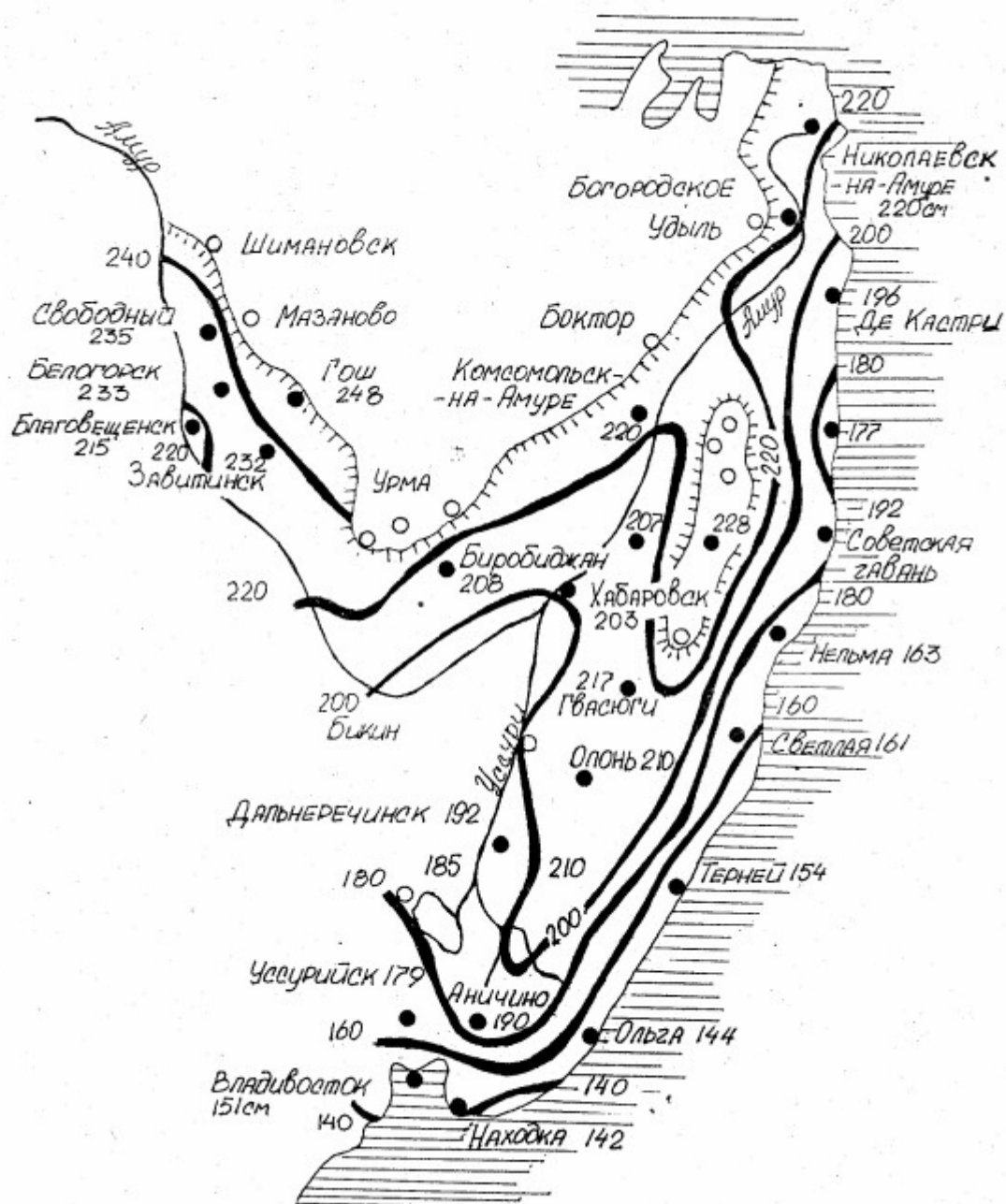


Рис. Схематическая карта нормативных глубин промерзания грунтов в южной части Дальнего Востока по изотерме  $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ : – южная граница островной мерзлоты; о – пункты с вечной мерзлотой

**БИБЛИОГРАФИЯ**

- Единые санитарно-гигиенические и эпидемиологические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю), утв. Решением комиссии Таможенного союза.
- СНиП 3.06.03-85 Автомобильные дороги.
- СНиП 2.05.02-85 Автомобильные дороги.
- «Правила охраны труда при строительстве, ремонте и содержании автомобильных дорог» в соответствии со СНиП III-4-80.
- ВСН 8-89 «Инструкция. Охрана окружающей среды при строительстве, ремонте и содержании автомобильных дорог».
- ГН 2.1.6.695-98 Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест.
- ГН 2.1.6.2309-07 Предельно-допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест.
- НРБ-99 СП 2.6.1.758-99 Нормы радиационной безопасности. Минздрав России. 1999
- ГН 2.2.5.1313–03 Предельно допустимые концентрации и ориентировочные безопасные уровни вредных веществ в воздухе рабочей зоны.
- ГН 2.2.5.687-98 Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.
- «Положение об оценке воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в Российской Федерации», приложение к приказу Госкомэкологии России от 16.05.2000 г. № 372.
- ОДН 218.046.01 Отраслевые дорожные нормы «Проектирование нежестких дорожных одежд»
- СН 25-74 «Инструкция по применению грунтов, укрепленных вяжущими материалами, для устройства оснований и покрытий автомобильных дорог и аэродромов».  
«Пособие по укреплению грунтов», М., Транспорт, 1991.