МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ВСЕСОЮЗНЫЙ ДОРОЖНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
СОЮЗДОРНИИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО УКРЕПЛЕНИЮ ГРУНТОВ И ДРУГИХ МАТЕРИАЛОВ МЕДЛЕННОТВЕРДЕЮЩИМИ ВЯЖУЩИМИ ПРИ ПОНИЖЕННЫХ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫХ И ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Москва 1985

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ВСЕСОЮЗНЫЙ ДОРОЖНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
СОЮЗДОРНИИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО УКРЕПЛЕНИЮ ГРУНТОВ И ДРУГИХ МАТЕРИАЛОВ МЕДЛЕННОТВЕРДЕЮЩИМИ ВЯЖУЩИМИ ПРИ ПОНИЖЕННЫХ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫХ И ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Утверждены зам.директора Союздорнии
канд.техн.наук Б.С.Марышевым

Одобрены Главным техническим управлением Минтрансстроя СССР
(решение № 373-4д от 13.12.83)

Москва 1985

УДК 624.138.232

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УКРЕПЛЕНИЮ ГРУНТОВ И ДРУГИХ МАТЕРИАЛОВ МЕДЛЕННОТВЕРДЕЮЩИМИ ВЯЖУЩИМИ ПРИ ПОНИЖЕННЫХ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫХ И ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ. Союздорнии. М., 1985.

Приведены требования к грунтам и каменным материалам, медленнотвердеющим вяжущим и укрепленным материалам.

Указан ориентировочный расход вяжущего для получения требуемых расчетных характеристик укрепленного материала.

Изложена технология устройства слоев дорожных одежд при температуре воздуха до минус 15°С. В основу предложенных способов положен метод раннего замораживания, позволяющий в максимальной степени повысить темпы строительства при отрицательных температурах. Технология разработана на основе теоретических и экспериментальных исследований, результатов строительства опытных участков во II–У дорожно-климатических зонах и наблюдений за их службой.

Предназначены для проектных и строительных организаций.

Табл.4.

© Государственный всесоюзный дорожный научно-исследовательский институт, 1985

УДК 624.138.232

ПРЕДИСЛОВИЕ

Продление строительного сезона за счет проведения дорожно-строительных работ при пониженных положительных и отрицательных температурах имеет большое народнохозяйственное значение.

Как показывают исследования, наибольший эффект при продлении строительного сезона дает применение метода раннего замораживания, основанного на замораживании цементоминеральных материалов до начала их схватывания. Практически реализовать этот метод можно, используя вместо цемента медленнотвердеющие вяжущие, не имеющие выраженного срока схватывания: сланцевые золы уноса; малоактивные золы уноса, активированные известью; бокситовые и нефелиновые шламы; тонкомолотые фосфорные шлаки, активированные известью или цементной пылью, т.е. вяжущие, полученные из отходов промышленности.

Отходы промышленности - крупный резерв пополнения дорожно-строительных материалов, позволяющий экономить портландцемент и способствующий охране окружающей среды.

На основе проведенных Омским, Казахским и Ленинградским филиалами Союздорнии исследований и опытных работ составлены "Методические рекомендации по укреплению грунтов и других материалов медленнотвердеющими вяжущими при пониженных положительных и отрицательных температурах".

Настоящие "Методические рекомендации" разработали канд.техн.наук Б.В.Белоусов, инженеры В.М.Бескровный и А.А.Лыткин (Омский филиал Союздорнии), кандидаты технических наук Б.А.Асматулаев (Казахский филиал Союздорнии) и М.Г.Мельникова (Ленинградский филиал Союздорнии).

Замечания и предложения по данной работе просьба направлять по адресу: 143900, Московская обл., г. Балаши - ха-6, Союздорнии или 644080, Омск-80, проспект Мира, 3, Омский филиал Союздорнии.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящие "Методические рекомендации по укреплению грунтов и других материалов медленнотвердеющими вяжущими при пониженных положительных и отрицательных температурах" разработаны в развитие и дополнение "Инструкции по применению грунтов, укрепленных вяжущими материалами, для устройства оснований и покрытий автомобильных дорог и аэродромов" СН 25-74 (М.: Стройиздат, 1975) в вопросах, касающихся укрепления грунтов минеральными вяжущими материалами.

1.2. "Методические рекомендации" предназначены для использования во II-У дорожно-климатических зонах в условиях отрицательных (не ниже минус 15°С) и пониженных положительных температур (не выше 5°С) при устройстве дорожных оснований и покрытий из грунтов и каменных материалов, укрепленных медленнотвердеющими вяжущими.

Рассмотрены также вопросы применения отвального нефелинового и бокситового шламов в чистом виде для устройства оснований и покрытий автомобильных дорог.

1.3. В качестве медленнотвердеющих можно использовать вяжущие, не имеющие выраженного срока схватывания и твердеющие в нормальных условиях в течение 6 мес и более.

1.4. Основания и покрытия из грунтов и других материалов, укрепленных медленнотвердеющими вяжущими, при пониженных положительных температурах следует строить в соответствии с требованиями СН 25-74 к устройству слоев дорожных одежд из грунтов, укрепленных минеральными вяжущими при положительных температурах.

1.5. При отрицательных температурах основания и покрытия из крупнообломочных и песчаных грунтов, укрепленных медленнотвердеющим вяжущим, нужно устраивать из смесей, приготовленных в установке, а основания и покрытия из суглинистых и супесчаных грунтов, укрепленных

сланцевой золой уноса, из щебня, укрепленного в верхней части бокситовым или нефелиновым шламом, и из отвального шлама в чистом виде – из смесей, приготовленных на месте производства работ.

1.6. Длину сменной захватки следует назначать в пределах 150–300 м в зависимости от начальной температуры вывозимой смеси, температуры воздуха, скорости ветра, дальности транспортировки, обеспеченности транспортом и дорожно-строительными механизмами, толщины укладываемого слоя и уточнять в процессе производства работ.

1.7. Строительство оснований или покрытий рекомендуется вести в две смены, а в третью смену производить профилактический ремонт и обслуживание машин и механизмов.

1.8. Строить дорожные основания и покрытия при пониженных положительных и отрицательных температурах воздуха можно при наличии проектов производства работ или технологических карт.

1.9. При составлении проекта производства работ начало и конец периода с пониженными положительными и отрицательными температурами следует определять по данным метеорологических станций района строительства.

1.10. Земляное полотно, подготовленное для устройства основания при отрицательных или при пониженных положительных температурах, должно быть серповидного профиля и удовлетворять требованиям соответствующих глав СНиП III-40-78 (М.: Стройиздат, 1979).

1.11. С целью устранить преждевременное смерзание и облегчить уплотнение укрепленного материала при отрицательных температурах в смесь можно добавлять противоморозные добавки.

1.12. В качестве противоморозных добавок могут выступать хлористый кальций и хлористый натрий (как совместно, так и отдельно), а также естественные рассолы местных соленых озер. При технико-экономическом обо-

сновании и при условии, что полученный укрепленный материал будет отвечать требованиям по прочности, не исключается возможность применения других соединений.

1.13. Конструировать дорожную одежду со слоями из материалов, укрепленных медленнотвердеющими вяжущими, следует в соответствии с "Инструкцией по проектированию дорожных одежд нежесткого типа" ВСН 46-83 Минтрансстроя и альбомами типовых конструкций дорожных одежд Союздорпроекта, назначая расчетные характеристики согласно пп.2.27 и 2.28 настоящих "Методических рекомендаций" в зависимости от видов укрепляемого материала и вяжущих.

Материалы, укрепленные медленнотвердеющими вяжущими, а также отвальный нефелиновый и бокситовый шламы в чистом виде следует применять для устройства слоев оснований на дорогах I-III категорий и покрытий на дорогах IУ-У категорий.

На покрытиях из материалов, укрепленных медленнотвердеющими вяжущими, или из отвального нефелинового или бокситового шлама в чистом виде необходимо устраивать слой износа в виде двойной поверхностной обработки. Слой износа нужно устраивать после полного оттаивания покрытия согласно правилам производства работ, изложенным в пп.10.18 и 10.19 СНиП III-40-78.

2. ТРЕБОВАНИЯ К МАТЕРИАЛАМ

Грунты и каменные материалы

2.1. Укреплять медленнотвердеющими вяжущими при пониженных положительных и отрицательных температурах можно все виды крупнообломочных, песчаных, супесчаных грунтов и суглинистые грунты с числом пластичности не более 12. Укрепляемые грунты должны удовлетворять требованиям СН 25-74.

2.2. Щебень для устройства оснований и покрытий, обработанных в верхней части нефелиновым или боксито - вым шламом, должен иметь размер зерен 40–70 или 20 - 40 мм и удовлетворять требованиям СНиП III–40–78 к материалам для щебеночных оснований, устраиваемых способом заклинки.

2.3. Чтобы избежать загрязнения, щебеночные, гравийные и песчаные материалы следует хранить в штабелях на открытых выровненных чистых площадках с твердым покрытием.

Во избежание смерзания влажность песка, щебня и гравия при хранении в штабеле не должна превышать 3–4%. Применение смерзшегося песка допускается только после отсева комьев крупнее 10 мм.

Медленнотвердеющие вяжущие

2.4. Для укрепления грунтов и каменных материалов в качестве медленнотвердеющих вяжущих следует использовать тонкомолотый фосфорный гранулированный шлак, активированный известью или цементной пылью, малоактивные золы уноса от сжигания углей, активированные известью, сланцевые золы уноса, нефелиновый и бокситовый шламы.

2.5. Тонкомолотый фосфорный гранулированный шлак обладает скрытой гидравлической активностью, для проявления которой нужно добавлять известь или цементную пыль.

2.6. Фосфорные гранулированные шлаки применяют непосредственно после грануляции и заранее заготовленные независимо от срока хранения. Фосфорный гранулированный шлак, предназначенный для приготовления вяжущего, должен отвечать требованиям ГОСТ 3476–74.

2.7. Активированный фосфорный шлак, получаемый совместным помолом фосфорного гранулированного шлака и добавок извести или цементной пыли, должен удовлетворять требованиям ВСН 22–78 Минавтодора КазССР "Шла-

ки активированные фосфорные гранулированные для дорожного строительства".

2.8. Малоактивные золы уноса – отход тепловых электростанций от сжигания каменного угля – должны содержать следующие компоненты:

	%
SiO_2	40–65
Al_2O_3	16–28
Fe_2O_3	2,5–16
CaO	2–11

2.9. Можно использовать малоактивные золы уноса сухого отбора и гидроудаления независимо от срока хранения. Обязательны добавки извести (в пересчете на активные $CaO+MgO$): 15–20% массы получаемого вяжущего при использовании зол сухого отбора, 20–25% – зол гидроудаления.

2.10. Малоактивные золы уноса следует смешивать с комовой негашеной известью при совместном помоле, а с известью-пушонкой или молотой негашеной известью – в смесительных установках принудительного действия при приготовлении золоминеральных смесей.

2.11. Сланцевая зола уноса должна отвечать требованиям "Технических указаний по использованию зол уноса и золошлаковых смесей от сжигания различных видов твердого топлива для сооружения земляного полотна и устройства дорожных оснований и покрытий автомобильных дорог" ВСН 185–75 Минтрансстроя.

2.12. Удельная поверхность сланцевой золы уноса, предназначаемой для устройства слоев оснований дорожных одежд или морозозащитных слоев, должна быть не менее 3000 $см^2/г$, для укрепления верхней части земляного полотна – не менее 1200 $см^2/г$.

2.13. Нефелиновый и бокситовый шламы представляют собой твердый остаток от выщелачивания глиноземосодержащего спека при производстве глинозема из нефелиновых или бокситовых руд. Указанные шламы должны отве-

чать требованиям ТУ 48-2853-3/0-83 Министерства цветной металлургии СССР на отвальный красный шлам для дорожного строительства.

2.14. Можно использовать шламы как текущего производства, так и из отвалов или штабелей, независимо от срока хранения.

2.15. Хранить нефелиновый и бокситовый шламы для сохранения его влажности и положительных температур следует в специальных ямах вместимостью 7-15 тыс.м^3, стенки и дно которых имеют твердое покрытие, исключающее загрязнение шлама. Допускается также хранить шламы в штабелях на открытых площадках с твердым покрытием.

2.16. Цементная пыль, применяемая для активации фосфорного гранулированного шлака, не должна содержать комков и посторонних примесей. Хранить и транспортировать цементную пыль следует так же, как и цемент. В цементной пыли должно быть не менее 4% щелочных окислов и не менее 4% свободной извести.

2.17. Рекомендуемая оптимальная добавка цементной пыли для активации фосфорных шлаков - 8-10% массы.

2.18. Известь, используемая для активации фосфорных гранулированных шлаков и малоактивных зол уноса, должна содержать активных $CaO+MgO$ не менее 70%.

При технико-экономическом обосновании можно применять известь с меньшим содержанием активных $CaO+MgO$ или известьсодержащие отходы промышленности (например, отходы сахарной промышленности и др.), увеличивая их количество в соответствии с фактической их активностью и одновременным снижением на эту же величину количества тонкодисперсной части укрепленного материала.

2.19. Оптимальная добавка извести при активации фосфорных гранулированных шлаков - 9-10% массы. При активации малоактивных зол уноса оптимальную добавку следует определять по методике, изложенной в "Технических указаниях по строительству слоев дорожных одежд из местных материалов, укрепленных вяжущим на основе малоактивных зол уноса" ВСН 24-78 Минавтодора КазССР.

2.20 Хранить порошкообразные вяжущие, известь и цементную пыль необходимо на складах, оборудованных механизированной приемкой материалов из железнодорожных вагонов или цементовозов и подачей их в дозаторное отделение завода.

Противоморозные добавки

2.21. При строительстве дорог в условиях отрицательных температур рекомендуется вводить в смесь хлористый натрий, хлористый кальций или их совместно в качестве противоморозных добавок. Указанные добавки должны отвечать требованиям соответствующих ГОСТов и технических условий.

Допускается также использовать как противоморозные добавки естественные рассолы, содержащие указанные соли в сочетании с $MgCl_2$. Общее количество солей не должно превышать 1,5% массы сухой смеси.

2.22. Количество вводимых в смесь хлористых солей следует принимать по табл.1 в зависимости от температуры воздуха и вида медленнотвердеющего вяжущего.

Таблица 1

Вяжущее вещество	Противоморозная добавка	Количество добавки, % массы воды, содержащейся в смеси, при отрицательной температуре воздуха, °С			
		0–5	5–7	7–10	10–15
На основе фосфорного шлака и малоактивных зол уноса	$CaCl_2$ или $NaCl$	<5	5–7	7–10	10–15
	$CaCl_2 + NaCl$	2+3	3+4	3+7	6+9
Сланцевая зола уноса	$CaCl_2 + NaCl$	5,5+5,5	7+7	8,5+8,5	–
Бокситовый и нефелиновый шламы	$CaCl_2$	–	<5	5–10	10–15

2.23. В зависимости от условий и дальности транспортирования смесей с учетом сохранения ими удобоуплотняемости и с целью получить материал заданных свойств количество вводимых солей следует корректировать.

Укрепленные материалы

2.24. Физико-механические свойства укрепленных материалов должны удовлетворять требованиям СН 25-74, предъявляемым к материалам, укрепленным минеральными вяжущими.

2.25. Ориентировочные значения расчетного модуля упругости E и сопротивления растяжению при изгибе $R_{изг}$ материалов, укрепленных медленнотвердеющими вяжущими, приведены в табл.2.

2.26. Толщину слоев дорожной одежды, устроенных из шламов, следует определять, принимая следующие расчетные значения модуля упругости и сопротивления растяжению при изгибе:

для нефелинового шлама $E = 600 \div 800$ МПа, $R_{изг} = 1{,}5 \div 2$ МПа;

для бокситового шлама $E = 500 \div 700$ МПа, $R_{изг} = 1 \div 1{,}5$ МПа.

3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СОСТАВОВ СМЕСЕЙ

3.1. Составы смесей из укрепленных материалов для строительства дорожных оснований в зимних условиях следует подбирать так же, как и для строительства в обычных условиях в соответствии с СН 25-74.

3.2. Подбор составов смесей включает следующие операции: отбор проб материалов; установление соответствия их свойств действующим стандартам и нормативным документам; определение оптимального содержания воды, затем концентрации рабочего раствора солей и оптимального количества вяжущего.

Таблица 2

Материал конструктивного слоя	Значения E и $R_{изг}$, МПа, при расходе вяжущего, % массы сухой смеси				
	5–10	10–15	15–20	20–25	25–30
Щебеночно-песчаные, гравийно-песчаные и другие местные материалы, укрепленные					
молотым фосфорным шлаком, активированным цементной пылью	250–400 / 0,8–1	400–600 / 1–1,5	600–800 / 1,5–2,5	–	–
молотым фосфорным шлаком, активированным известью	–	250–400 / 0,8–1	400–600 / 1–1,5	600–800 / 1,5–2,5	–
малоактивной золой уноса, активированной известью	–	250–400 / 0,8–1	400–600 / 1–1,5	600–800 / 1,5–2	–
нефелиновым шламом	–	–	150–300 / 0,1	300–500 / 0,2	500–800 / 0,4
бокситовым шламом	–	–	100–250 / 0,1	250–450 / 0,2	450–700 / 0,4
Щебень, укрепленный					
в верхней части нефелиновым шламом	–	–	450–500 / –	500–650 / –	–
бокситовым шламом	–	–	350–400 / –	400–550 / –	–

Продолжение табл. 2

Материал конструктивного слоя	Значения E и $R_{изг}$, МПа, при расходе вяжущего, % массы сухой смеси				
	5–10	10–15	15–20	20–25	25–30
Пески разной крупности, укрепленные					
молотым фосфорным шлаком, активированным цементной пылью	–	250–350 / 0,3–0,6	350–400 / 0,6–1	400–600 / 1–1,5	–
молотым фосфорным шлаком, активированным известью	–	–	250–350 / 0,3–0,6	350–400 / 0,6–1	400–600 / 1–1,5
малоактивной золой уноса, активированной известью	–	–	250–350 / 0,3–0,6	350–400 / 0,6–1	400–600 / 1
нефелиновым шламом	–	–	–	80–250 / 0,1	250–450 / 0,2
бокситовым шламом	–	–	–	–	80–250 / 0,1

Примечание. Над чертой значение E, под чертой – $R_{изг}$.

3.3. Оптимальное содержание воды следует определять с учетом влажности исходных материалов и пластифицирующих свойств солевых растворов.

3.4. Рабочий раствор солей следует определять, руководствуясь прил.1 настоящих "Методических рекомендаций.

3.5. Ориентировочное содержание вяжущего в смесях нужно устанавливать в зависимости от вида укрепляемого материала и назначения укрепленного материала в конструкции дорожной одежды или от его расчетных характеристик (см.табл.2 и 3).

Таблица 3

Укрепляемый грунт	Расход сланцевой золы уноса, % массы грунта, для	
	основания или морозозащитного слоя	верхнего слоя земляного полотна
Крупнообломочная смесь	⩾20	⩾10
Непылеватые песок и супесь	15–20	12–15
Пылеватые песок и супесь	20–30	10–15
Легкий суглинок	15–25	10–20

Примечание. При использовании золы уноса с удельной поверхностью 2000–1200 $см^2/г$ (для укрепления верхнего слоя земляного полотна) количество её увеличивается в 1,3 раза.

3.6. Количество нефелинового и бокситового шламов для обработки верхней части щебеночного основания или покрытия необходимо назначать в зависимости от требуемой толщины укрепленного (монолитного) слоя и уточнять опытным путем в начале работы. Ориентировочно количество шлама G (1 т на $1 м^2$) может быть определено по формуле

$$G = \gamma h \left(1 - \frac{\gamma_2}{K_p(\gamma_1 - \gamma_2) + \gamma_2}\right),$$

где γ – объемная масса шлама оптимальной влажности в уплотненном состоянии, $т/м^3$;

h – требуемая толщина монолитного слоя, м;

γ_1, γ_2 - объемная масса соответственно зерен щебня и щебня в уплотненном состоянии, т/м^3;

$K_р$ – коэффициент раздвижки зерен щебня; $K_р = 1 \div 1{,}15$.

4. СТРОИТЕЛЬСТВО ОСНОВАНИЙ И ПОКРЫТИЙ ПРИ ПОНИЖЕННЫХ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫХ И ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Приготовление водных растворов солей

4.1. Для правильного дозирования и равномерного распределения следует вводить соли в смесь в виде водных растворов рабочей концентрации, которые приготавливают, разбавляя концентрированный раствор соли водой до поступления в смеситель. Соотношение между концентрированным раствором соли и водой устанавливают при подборе состава смеси.

4.2. Концентрированные растворы солей приготавливают максимально высокой плотности, но исключающей выпадение соли в осадок при хранении. После полного растворения ареометром проверяют плотность полученного раствора и доводят ее до заданной, при необходимости добавляя соль или воду.

4.3. Приготавливать растворы хлористых солей нужно в растворных узлах смесительных установок, причем каждый раствор в отдельной емкости. Хлористый натрий следует растворять в горячей воде.

4.4. Плотность водного раствора хлористого кальция должна быть не более 1,29 г/см^3 (0,427 кг безводной соли на 1 л воды), а хлористого натрия – не более 1,15 г/см^3 (0,25 кг безводной соли на 1 л воды).

---

x) Величину γ_2 следует определять, уплотняя навеску щебня 10 кг в стальном цилиндре диаметром и высотой 234 мм с пригрузом 10 кг на вибростоле с частотой вибрации 3000 в 1 мин при амплитуде 0,4 мм в течение 30 с.

4.5. Растворы, приготовленные в рабочей емкости, необходимо перекачивать с помощью насоса в расходную емкость и разбавлять водой в зависимости от температуры до концентрации, указанной в табл.1 и прил.2 и 3 настоящих "Методических рекомендаций". В процессе приготовления, хранения и перед расходованием солевые растворы нужно периодически перемешивать. Не допускается применять растворы с осадком солей.

Устройство оснований и покрытий из отвального нефелинового или бокситового шлама в чистом виде

4.6. Технологический процесс устройства оснований и покрытий из отвального нефелинового или бокситового шлама в чистом виде включает следующие основные операции:

вывозку шлама на подготовленное земляное полотно или нижележащий слой дорожной одежды;

распределение шлама по поверхности нижележащего слоя или земляного полотна;

увлажнение шлама до оптимальной влажности (в случае необходимости) с последующим перемешиванием профилировщиком, автогрейдером или дорожной фрезой;

профилирование шлама профилировщиком или автогрейдером;

уплотнение шлама.

4.7. Нефелиновый или бокситовый шлам вывозят на дорогу большегрузными автомобилями-самосвалами с обогреваемыми кузовами. Если шлам транспортируют на расстояние свыше 30км при температуре воздуха ниже минус 10°С в кузовах без обогрева, то кузова надлежит смазывать 2%-ным раствором хлористого кальция, чтобы шлам не примерзал к ним.

4.8. Все операции по устройству основания и покрытия

из шламов (см.п.4.6) должны быть закончены до замерзания последних. Температура смерзаемости шлама при оптимальной влажности составляет минус 4–5°С без добавок хлористых солей, с добавками солей – до минус 15°С в зависимости от процента добавок солей (см.табл.1).

4.9. Распределять шлам по поверхности нижележащего слоя дорожной одежды или земляного полотна следует бульдозером или тяжелым автогрейдером. Толщину слоя нужно назначать с учетом коэффициента уплотнения K_y = =1,35÷1,5. Окончательно коэффициент уплотнения назначают в результате пробного уплотнения.

4.10. В случае необходимости шлам следует увлажнять до оптимальной влажности $W_{опт}$ (ориентировочно $W_{опт}$ = =20÷25% массы шлама).

При температуре наружного воздуха выше 0°С шлам увлажняют питьевой водой, а при температуре 0°С и ниже – раствором хлористого кальция с концентрацией соли, указанной в табл.1 и прил.3 настоящих "Методических рекомендаций".

Увлажнять шлам следует поливочно-моечной машиной или с помощью водораспределительной системы профилировщика, но можно и на заводе, в смесительной установке, перед вывозкой материала на дорогу.

4.11. Уплотнять слой шлама необходимо катками на пневматических шинах массой 25 т и более ориентировочно за 12–16 проходов по одному следу. Количество проходов нужно уточнять по результатам пробного уплотнения.

В случае необходимости в процессе уплотнения (за три-четыре прохода до его окончания) профилировщиком или автогрейдером устраняют мелкие неровности на поверхности уплотняемого слоя.

Плотность шлама после укатки должна быть не менее 0,98 от максимальной плотности, определенной в приборе стандартного уплотнения.

4.12. По уплотненному слою шлама можно открывать движение транспортных средств (за исключением гусенич-

ных) при скорости не более 30 км/ч и регулировании движения по всей ширине слоя путем установки передвижных ограждений.

При необходимости на слой уплотненного шлама сразу укладывают следующий слой дорожной одежды.

4.13. В случае, если вышележащий слой дорожной одежды устраивают не сразу, то допускается исправлять неровности разрыхлением, доувлажнением и уплотнением слоя из шлама. Эти работы следует производить после полного оттаивания шламового слоя.

Устройство оснований и покрытий из щебня, обработанного в верхней части нефелиновым или бокситовым шламом

4.14. Технологический процесс устройства оснований и покрытий из щебня, обработанного в верхней части нефелиновым или бокситовым шламом, предусматривает:

вывозку щебня на подготовленное земляное полотно или нижележащий слой дорожной одежды;

распределение и профилирование слоя щебня;

прикатку щебня;

увлажнение щебня;

вывозку нефелинового или бокситового шлама на слой щебня;

распределение нефелинового или бокситового шлама по слою щебня;

пропитку-вдавливание шлама в слой щебня;

уплотнение.

4.15. Щебень, предназначенный для устройства основания, следует распределить по поверхности земляного полотна или нижележащего слоя дорожной одежды самоходными распределителями или автогрейдерами и профилировать, после чего прикатать гладковальцовым катком массой до 10 т двумя-четырьмя проходами по одному следу, чтобы на слое щебня при вывозке и распределении шлама не образовывались колеи.

4.16. Перед вывозкой шлама щебень увлажняют. Расход воды составляет 4–6 л на 1 м^2. При температуре воздуха 0°С и ниже щебень можно не увлажнять.

4.17. Нефелиновый или бокситовый шлам завозят и распределяют по поверхности щебня самоходными распределителями или автогрейдерами. Влажность шлама должна быть оптимальной. При влажности меньше оптимальной шлам доувлажняют согласно п.4.10 настоящих "Методических рекомендаций".

4.18. Количество шлама, необходимого для обработки щебня, нужно назначать в зависимости от требуемой толщины монолитного слоя основания и уточнять опытным путем в начале работ. Ориентировочно расход шлама в тоннах на 1 м^2 определяют согласно п.3.6 настоящих "Методических рекомендаций".

4.19. Пропитку-вдавливание нефелинового или бокситового шлама в слой щебня осуществляют с помощью кулачковых катков при скорости движения катка 4–6 км/ч двумя способами. При толщине монолитного слоя не более 13 см пропитку-вдавливание шлама в щебень рекомендуется производить последовательными проходами кулачкового катка, а при толщине свыше 13 см – путем чередования проходов кулачкового катка и катка на пневматических шинах. Ориентировочно число проходов кулачкового катка можно назначать в соответствии с табл.4 и уточнять по результатам пробного вдавливания в начале работ.

Пропитку-вдавливание шлама кулачковым катком следует начинать от обочины с последующим перемещением к оси дороги и с перекрытием следа каждого предыдущего прохода не менее чем на 20 см.

4.20. Уплотнять слой щебня необходимо катками на пневматических шинах согласно п.3.14 "Инструкции" СН 25-74.

В случае необходимости в процессе уплотнения (за 3–4 прохода до его окончания) профилировщиком или автогрейдером устраняют мелкие неровности на поверхности уплотняемого слоя.

Таблица 4

Способ пропитки-вдавливания шлама в щебень	Толщина монолитного слоя, см	Число проходов катка по одному следу
Последовательными проходами кулачкового катка	8–10	4–6
	11–13	7–13
Чередованием проходов кулачкового катка и катка на пневматических шинах	14–20	8–12

При использовании способа пропитки-вдавливания чередованием проходов кулачкового катка и катка на пневматических шинах число проходов последнего при уплотнении можно снизить до 5–8, поскольку одновременно с пропиткой-вдавливанием происходит частичное уплотнение основания.

4.21. Продолжительность разрыва во времени между вывозкой, распределением и уплотнением шлама следует устанавливать в зависимости от температуры воздуха, исходной температуры шлама, толщины шламового слоя и уточнять в начале работ.

4.22. По уложенному слою допускается или сразу открывать движение транспортных средств (за исключением гусеничных) по всей его ширине, регулируя движение путем установки передвижных ограждений, или устраивать вышележащий слой дорожной одежды.

4.23. В случае нарушения ровности слоя при продолжительном движении по нему транспортных средств следует перед устройством постоянного покрытия полить основание водой и выровнять его автогрейдером, заполняя впадины на поверхности основания свежим шламом, а затем уплотнить его катками на пневматических шинах. Эти работы нужно производить после полного оттаивания слоя.

Устройство оснований и покрытий из крупнообломочных и песчаных грунтов, обработанных медленнотвердеющим вяжущим

4.24. Технологический процесс устройства оснований и покрытий из крупнообломочных и песчаных грунтов, обработанных медленнотвердеющими вяжущими, предусматривает:

приготовление смеси;

вывозку смеси на подготовленное земляное полотно или нижележащий слой дорожной одежды;

распределение и профилирование смеси;

уплотнение.

4.25. Приготавливать смеси рекомендуется в стационарных или передвижных смесительных установках принудительного перемешивания типа ДС-50А.

При пониженных положительных температурах воздуха смеси приготавливают, как обычно, а при отрицательных температурах – с добавками солей или без них с использованием подогретых заполнителей и воды.

Смеси без добавок солей на подогретых заполнителях и воде можно использовать при температуре до минус 5°С; их нужно готовить в смесительных установках, как правило, в отапливаемом помещении.

Оптимальная температура отпускаемой с завода смеси при приготовлении смеси на подогретых заполнителях и воде составляет 35°С.

4.26. При приготовлении смесей с добавками солей материалы в смеситель рекомендуется загружать в следующем порядке: *сначала заполнитель* и вместе с ним необходимое количество рабочего раствора соли; после их предварительного перемешивания – вяжущее. Этот способ применяется в случае, если в заполнителе более 30% смерзшихся частиц песка.

При содержании в заполнителе меньшего количества смерзшегося песка в первую очередь загружаются запол-

нитель и 50% рабочего раствора соли; после их перемешивания загружаются вяжущее и оставшаяся часть рабочего раствора.

Время перемешивания следует назначать так, чтобы обеспечить полный распад смерзшегося песка. Это время устанавливает строительная лаборатория опытным путем, используя имеющиеся материалы.

При полном отсутствии смерзшихся частиц заполнителя возможна одновременная загрузка всех составляющих смесь материалов с последующим перемешиванием.

Температура смеси с противоморозными добавками по выходе из смесителя не должна быть ниже минус 5°С, она назначается строительной лабораторией так, чтобы обеспечить продолжительность разрыва между приготовлением и уплотнением смеси, достаточную для получения плотности слоя не менее 0,98 от стандартной. При этом нужно учитывать температуру воздуха, скорость ветра, дальность транспортирования, обеспеченность транспортом и дорожно-строительной техникой.

4.27. Транспортировать смеси необходимо в утепленном и укрытом кузове автомобиля-самосвала, предохраняющем ее в пути от остывания и попадания атмосферных осадков. При температуре наружного воздуха ниже минус 10°С рекомендуется предварительно прогревать кузов автомобиля перед загрузкой смеси, обогревать кузов выхлопными газами, укрывать смеси деревянными щитами, брезентом, одеялами из шлаковаты, упакованной в полиэтиленовую пленку.

4.28. Организация работ должна предусматривать укладку смеси непосредственно из автомобилей-самосвалов. Места выгрузки смеси следует защищать от ветра.

4.29. Смеси рекомендуется укладывать щебнеукладчиками или универсальными укладчиками сразу на всю ширину и толщину запроектированного слоя. В бункерах укладочных машин следует поддерживать положительную температуру, для чего их нужно утеплять, а перед началом работ подогревать горячим воздухом.

4.30. Уплотнять смеси следует катками на пневматических шинах массой 27 т и более одновременно по всей ширине уложенного слоя за 12–16 проходов по одному следу. Количество проходов уточняется в начале производства работ. При движении катков целесообразен шахматный порядок.

В случае необходимости в процессе уплотнения (за 3 – 4 прохода до его окончания) профилировщиком или автогрейдером нужно устранять мелкие неровности на поверхности уплотняемого слоя.

4.31. На готовый слой рекомендуется сразу укладывать вышележащий слой дорожной одежды. В тех случаях, когда этот слой временно не устраивают, следует засыпать готовый слой песком или супесью толщиной не менее 10 см и открывать по нему движение построечного транспорта. С наступлением устойчивых положительных температур засыпку нужно снять и затем укладывать вышележащий слой дорожной одежды.

При укреплении крупнообломочных грунтов нефелиновым или бокситовым шламом засыпку не устраивают.

4.32. Смеси, смерзшиеся в результате резкого понижения температуры воздуха и вследствие этого недоуплотненные, следует при полном их оттаивании доуплотнить. При необходимости допускаются доувлажнение и исправление поверхности.

Устройство оснований и покрытий из супесчаных и суглинистых грунтов, обработанных сланцевой золой уноса

4.33. Технология укрепления грунтов сланцевой золой уноса при пониженных положительных и отрицательных температурах воздуха включает в основном те же операции, что и при укреплении грунтов неорганическими вяжущими материалами в обычных условиях, предусмотренные "Инструкцией" СН 25–74 и "Техническими указаниями" ВСН 185–75,

4.34. Особенности технологии строительства конструктивных слоев дорожной одежды из грунтов, обработанных сланцевой золой уноса при отрицательных температурах, заключаются в следующем:

в зологрунтовую смесь в обязательном порядке следует вводить хлористые соли;

влажность обрабатываемого грунта не должна быть выше оптимальной;

грунт с золой уноса следует смешивать на дороге грунтосмесительными машинами;

уплотнение зологрунтовой смеси должно быть закончено не позднее чем через 24 ч после введения хлористых солей; степень уплотнения слоя должна быть не ниже 0,98 от стандартной плотности;

движение транспорта (за исключением гусеничного) может быть разрешено сразу же после устройства слоя. Перед открытием движения следует засыпать готовый слой песком толщиной 6–8 см;

при наступлении постоянных положительных температур за слоем необходимо обеспечить постоянный уход (поливку водой) до момента устройства вышележащего слоя дорожной одежды.

5. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА РАБОТ

5.1. При строительстве оснований и покрытий необходимо контролировать качество:

исходных материалов и их хранения;

подготовленности мест укладки;

приготовления смеси;

транспортирования, распределения и уплотнения смеси;

отделки и ухода за построенным основанием;

готового основания.

5.2. Контроль качества исходных материалов заключается в проверке их соответствия требованиям настоящих "Ме-

тодических рекомендаций" и проводится не реже одного раза в смену.

5.3. Контроль за подготовленностью мест укладки предусматривает проверку соответствия земляного полотна или нижележащих слоев требованиям СНиП III-40-78.

5.4. Контроль качества приготовления смеси включает систематическую проверку:

подготовленности смесительных установок (обогревающих устройств) к работе в зимних условиях;

плотности растворов вводимых незамерзающих добавок и точности их дозирования;

температуры нагрева заполнителей и воды, а также температуры готовой смеси;

точности дозирования составляющих смеси (не реже одного раза в смену);

прочности укрепленных материалов.

5.5. При назначении плотности растворов противоморозных добавок и температуры готовой смеси необходимо измерять температуру наружного воздуха и исходных материалов не меньше двух раз в смену.

5.6. Качество смеси следует оценивать по результатам испытания образцов экспресс-методом (кипячение в воде образцов, изолированных от доступа влаги, в течение не менее 4 ч, охлаждение в течение не менее 1 ч и удвоения результата при испытании на сжатие). Окончательную оценку нужно давать после испытания образцов, приготовленных в соответствии с "Инструкцией" СН 25-74, через 90 сут твердения в нормальных условиях.

5.7. Контроль за правильностью транспортирования смеси заключается в систематической проверке:

исправности утепляющих средств кузовов автомобилей-самосвалов;

тщательности очистки кузовов от смеси после ее разгрузки;

температуры смеси в конце пути, которая зависит от вида и количества вводимых противоморозных добавок, по-

годы, начальной температуры смеси, условий и дальности транспортирования смеси.

5.8. При укладке и уплотнении смеси контролируют:

толщину и ширину укладываемого слоя;

температуру смеси в слое и температуру воздуха;

правильность технологии укатки;

толщину и плотность уплотненного слоя.

Степень уплотнения слоя нужно контролировать, определяя коэффициент уплотнения согласно "Инструкции" СН 25-74.

5.9. Принимать готовое основание нужно перед устройством вышележащего слоя дорожной одежды.

Основание должно быть однородным, плотным, иметь ровную и чистую поверхность с поперечным уклоном, соответствующим поперечному уклону покрытия. Отклонения размеров основания от проектных должны быть в пределах, допускаемых СНиП III-40-78.

6. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

6.1. При пониженных положительных температурах работы следует вести так же, как обычно в теплое время года. При этом нужно руководствоваться требованиями по технике безопасности при устройстве слоев дорожных одежд из материалов, обработанных минеральными вяжущими.

6.2. При отрицательных температурах работы также необходимо проводить, руководствуясь общими требованиями по технике безопасности, но с учетом следующих особенностей:

всех рабочих следует снабжать теплой одеждой, а для обогрева обслуживающего персонала в непосредственной близости от места производства работ устанавливать временную отапливаемую будку;

рабочие, занятые растворением хлористого кальция, а также приготовлением растворов должны быть обеспечены рукавицами и фартуками;

в связи с увеличением электропроводности смесей из укрепленных материалов с добавками солей требуется особенно тщательно соблюдать меры предосторожности при работе с электроприборами.

Приложение 1

ПРИМЕР ПОДБОРА РАБОЧЕГО РАСТВОРА СОЛЕЙ

На приготовление 1 м^3 смеси требуется 162 л воды. Расчетная температура воздуха минус 14°С. Необходимое количество солей принимаем 9% $NaCl$ + 6% $CaCl_2$. В заполнителе, идущем на приготовление 1 м^3 смеси, содержится 31 л воды.

Порядок составления рабочего раствора солей приведен далее.

Определяем потребное количество безводных солей для приготовления рабочего раствора, идущего на затворение 1 м^3 смеси.

Количество безводной соли $NaCl$ составит 9% потребного количества воды:

$$162 \cdot 0{,}09 = 14{,}6 \text{ кг.}$$

Количество безводной соли $CaCl_2$ составит 6% потребного количества воды:

$$162 \cdot 0{,}06 = 9{,}7 \text{ кг.}$$

Определяем потребное количество растворов этих солей.

Хлористый натрий применяется в виде раствора плотностью 1,15 кг/м^3. В 1 кг такого раствора содержится 0,2 кг безводного $NaCl$ (см. прил. 2 настоящих "Методических рекомендаций"). Отсюда общее количество раствора $NaCl$, идущего на затворение 1 м^3 смеси, составляет

$$14{,}6 : 0{,}2 = 73 \text{ кг,}$$

или, при переводе в объемную дозировку,

$$73 : 1{,}15 = 63{,}5 \text{ л.}$$

Хлористый кальций применяется в виде раствора плотностью 1,29 кг/м^3. В 1 кг такого раствора содержится 0,31 кг безводного $CaCl_2$ согласно прил. 3 настоящих "Ме-

тодических рекомендаций". Следовательно, общее количество раствора, содержащего 9,7 кг безводного $CaCl_2$, составит

$$9,7 : 0,31 = 31,3 \text{ кг}$$

или

$$31,3 : 1,29 = 24,3 \text{ л}.$$

Определяем количество воды, вводимое с концентрированными растворами солей.

С раствором хлористого натрия вводится вода в количестве

$$73 - 14,6 = 58,4 \text{ кг},$$

а с раствором хлористого кальция

$$31,3 - 9,7 = 21,6 \text{ кг}.$$

Таким образом, общее количество воды, вводимое с солевыми растворами, идущими для приготовления 1 м³ смеси:

$$58,4 + 21,6 = 80 \text{ кг}.$$

Однако, поскольку в заполнителе содержится 31 л воды, то общее количество воды для затворения 1 м³ смеси составит:

$$162 - 31 = 131 \text{ л}.$$

Отсюда количество воды, потребное для составления рабочего раствора солей на 1 м³ смеси:

$$131 - 80 = 51 \text{ л}.$$

Таким образом, на затворение 1 м³ смеси необходимо:

	л
раствора $NaCl$ (плотность 1,15)	63,5
раствора $CaCl_2$ (плотность 1,29)	24,3
воды для разбавления	51,0

Раздельное введение этих составляющих неудобно, поэтому их предварительно смешивают, а затем рабочий раствор обеих солей вводят в бетоносмеситель.

Объем раствора, идущего на затворение 1 м³ смеси:

$$63,5 + 24,3 + 51 = 138,8 \text{ л}.$$

Объем раствора, идущего на один замес, должен быть пропорционально изменен.

СОДЕРЖАНИЕ ХЛОРИСТОГО НАТРИЯ В РАСТВОРАХ, ИХ ПЛОТНОСТЬ И ТЕМПЕРАТУРА ЗАМЕРЗАНИЯ

Плотность раствора при 20°С, г/см³	Содержание безводного NaCl, кг			Температура замерзания, °С
	в 1 л раствора	в 1 кг раствора	на 1 л воды	
1,005	0,010	0,01	0,010	–0,6
1,013	0,020	0,02	0,020	–1,2
1,020	0,031	0,03	0,031	–1,8
1,034	0,052	0,05	0,053	–3,1
1,041	0,062	0,06	0,064	–3,7
1,049	0,073	0,07	0,075	–4,4
1,056	0,084	0,08	0,087	–5,2
1,064	0,096	0,09	0,099	–5,9
1,071	0,107	0,10	0,111	–6,7
1,079	0,119	0,11	0,123	–7,5
1,086	0,130	0,12	0,136	–8,4
1,094	0,142	0,13	0,150	–9,2
1,101	0,154	0,14	0,163	–10,1
1,109	0,166	0,15	0,176	–11,0
1,116	0,179	0,16	0,190	–12,0
1,124	0,191	0,17	0,205	–13,1
1,132	0,204	0,18	0,220	–14,2
1,140	0,217	0,19	0,235	–15,3
1,150	0,230	0,20	0,250	–16,5
1,156	0,243	0,21	0,266	–17,9
1,164	0,256	0,22	0,282	–19,4
1,172	0,270	0,23	0,299	–21,1

СОДЕРЖАНИЕ ХЛОРИСТОГО КАЛЬЦИЯ В РАСТВОРАХ, ИХ ПЛОТНОСТЬ И ТЕМПЕРАТУРА ЗАМЕРЗАНИЯ

Плотность раствора при 20°С, г/см³	Содержание безводного $CaCl_2$, кг			Температура замерзания °С
	в 1 л раствора	в 1 кг раствора	на 1 л воды	
1,015	0,020	0,02	0,020	–1,0
1,032	0,041	0,04	0,042	–2,0
1,049	0,063	0,06	0,064	–3,1
1,066	0,085	0,08	0,087	–1,2
1,084	0,108	0,10	0,111	–5,7
1,102	0,132	0,12	0,136	–7,5
1,120	0,157	0,14	0,163	–9,5
1,139	0,182	0,16	0,190	–11,7
1,148	0,195	0,17	0,205	–13,0
1,158	0,209	0,18	0,220	–14,4
1,168	0,222	0,19	0,235	–15,9
1,178	0,236	0,20	0,250	–17,6
1,180	0,250	0,21	0,266	–19,4
1,198	0,264	0,22	0,282	–21,4
1,208	0,278	0,23	0,299	–23,7
1,218	0,293	0,24	0,316	–26,2
1,228	0,307	0,25	0,333	–29,0
1,239	0,322	0,26	0,351	–32,1
1,249	0,337	0,27	0,369	–36,1
1,260	0,353	0,28	0,391	–40,7
1,271	0,369	0,29	0,408	–45,2
1,282	0,385	0,30	0,411	–50,2
1,290	0,402	0,31	0,427	–55,0

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие 3

1. Общие положения. 5

2. Требования к материалам

Грунты и каменные материалы 7

Медленнотвердеющие вяжущие 8

Противоморозные добавки 11

Укрепленные материалы. 12

3. Проектирование составов смесей 12

4. Строительство оснований и покрытий при пониженных положительных и отрицательных температурах

Приготовление водных растворов солей 16

Устройство оснований и покрытий из отвального нефелинового или бокситового шлама в чистом виде 17

Устройство оснований и покрытий из щебня, обработанного в верхней части нефелиновым или бокситовым шламом. 19

Устройство оснований и покрытий из крупнообломочных и песчаных грунтов, обработанных медленнотвердеющим вяжущим 22

Устройство оснований и покрытий из супесчаных и суглинистых грунтов, обработанных сланцевой золой уноса. 24

5. Контроль качества работ 25

6. Техника безопасности 27

Приложение 1. Пример подбора рабочего раствора солей 29

Приложение 2. Содержание хлористого натрия в растворах, их плотность и температура замерзания 31

Приложение 3. Содержание хлористого кальция в растворах, их плотность и температура замерзания 32

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УКРЕПЛЕНИЮ ГРУНТОВ И ДРУГИХ МАТЕРИАЛОВ МЕДЛЕННОТВЕРДЕЮЩИМИ ВЯЖУЩИМИ ПРИ ПОНИЖЕННЫХ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫХ И ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Ответственный за выпуск инж. Е.И.Эппель

Редактор Н.В.Теплоухова
Технический редактор А.В.Евстигнеева
Корректор И.А.Рубцова

Подписано к печати 13.12.84. Л 19671. Формат 60x84/16.
Печать офсетная. Бумага офсетная № 1. Уч.-изд.л. 1,5.
Печ.л. 1,9. Тираж 800. Заказ 1-5. Цена 23 коп.

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

gost.e-ecolog.ru