

ОАО «Няндомское дорожное управление»

ОТЧЕТ О ВЫПОЛНЕНИИ ОПЫТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ РАБОТ
ПО ВНЕДРЕНИЮ ТЕХНОЛОГИИ

**«Стабилизация дорожного покрытия
переходного типа на автомобильной дороге
«Няндом-Шестиозерский»
в Няндомском районе Архангельской области»**



С ИЗМЕНЕНИЯМИ ОТ 30.05.2013

Шифр темы: 12/1/1

Директор
ОАО «Няндомское ДУ»

_____ И.Н. Пинаев

М.П.

Няндом
2012

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.	
Введение	3	
1. Характеристика участка автодороги «Няндома-Шестиозерский» для опытного внедрения технологии. Обоснование выбора участка для проведения эксперимента.	6	
2. Технические характеристики и описание свойств стабилизатора ANT.	8	
3. Результаты лабораторных исследований по оценке физико-механических свойств дорожно-строительных материалов. Расчет дорожной одежды. Состав смеси.	12	
4. Описание опытно-экспериментальных работ.	22	
5. Сравнение с альтернативными вариантами.	25	
6. Резюме	26	
7. Список литературы		
Приложение 1. ТУ 5711073-01393697-2009. Грунты, обработанные раствором стабилизатора ANT для дорожного и аэродромного строительства.		
Приложение 2. Расчет сметной стоимости проведения экспериментальных работ.		

ВВЕДЕНИЕ.

Укрепление грунтов – эффективный подход к конструированию дорожных и аэродромных одежд, предусматривает использование местных материалов взамен дорогих каменных материалов для устройства конструктивных слоев дорожных одежд. При устройстве слоев основания и морозозащитного слоя из укрепленных грунтов поступление влаги к материалу земляного полотна сверху через дорожную одежду практически исключается. В результате этого влажность верхней части земляного полотна всегда бывает меньше, чем при устройстве традиционных щебеночных оснований на дренирующем песчаном слое. Вследствие хорошей распределяющей способности слоев из укрепленных грунтов ровность покрытий на таких основаниях обычно лучше, чем на щебеночном или гравийном основании.

Обобщения результатов наблюдений за эксплуатируемыми дорожными одеждами со слоями из укрепленных грунтов и материалов в районах с неблагоприятными природными и гидрогеологическими условиями показали их существенные преимущества по сравнению с дорожными одеждами из зернистых материалов. Преимущества эти заключаются в более длительном сохранении ровности покрытия, особенно при интенсивном морозном пучении грунтов земляного полотна. Ровность покрытия оказывает существенное влияние на себестоимость перевозок; на дорогах с удовлетворительной ровностью покрытия количество ДТП, в 1,5-2 раза больше, чем на дорогах с хорошей ровностью, а себестоимость перевозок в 1,3-1,5 раза выше.

Преимущества укрепленных грунтов состоят так же в существенном улучшении водно-теплового режима земляного полотна. Монолитные (плотные) укрепленные грунты и материалы обычно характеризуются низкой остаточной пористостью (в сравнении с зернистыми материалами) и поэтому не служат аккумуляторами поверхностной воды, обычно накапливающейся в порах зернистых материалов (щебень, песок и т. п.) основания, морозозащитных и дренирующих слоев дорожной одежды в весеннее время. Эта вода и является основным источником переувлажнения верхнего слоя грунта земляного полотна в начальный момент его оттаивания. В результате, как показали многолетние наблюдения, расчетная влажность грунта на участках с дорожной одеждой из укрепленных

грунтов, на $0,05-0,3 W_T$ (W_T – влажность на границе текучести грунта) меньше, чем на участках с дорожной одеждой из зернистых материалов.

С учетом более высоких прочностных свойств укрепленных грунтов, по сравнению с зернистыми, общая толщина дорожной одежды, может быть снижена на 20-25%, что позволяет уменьшить потребное количество дорогостоящих кондиционных минеральных материалов (щебня, песка) на 15-45%, соответственно уменьшить потребность в автомобильном транспорте в 1,5-3 раза, затрат труда – в 1,2-2 раза и снизить строительную стоимость дорожной одежды.

Наличие укрепленных слоев, особенно грунта рабочего слоя земляного полотна и морозозащитного слоя, полностью предотвращает смешение материала основания с материалами нижележащего слоя, улучшает условия уплотнения вышележащих слоев и обеспечивает достижение высокой ровности их поверхности. Это, в свою очередь, является положительным фактором, обеспечивающим ровность покрытия. Укрепленный слой может быть временно использован для проезда автомобилей.

В весеннее время общий модуль упругости на участках с основанием или другими слоями из укрепленных грунтов в 1,5-3 раза выше, чем на аналогичных объектах со слоями из зернистых материалов, а прогибы в 1,3-3,2 раза меньше. Интересно отметить, что давление на грунт земляного полотна на таких участках почти в 3 раза меньше, чем на участках со слоями из зернистых материалов. Уменьшение силового воздействия на грунт снижает вероятность появления в нем местных пластических деформаций и тем самым является фактором, положительно влияющим на длительную сохранность ровности покрытия.

В настоящее время в России построено и эксплуатируется свыше 30 тыс. км дорог, где применены укрепленные грунты (в основном цементогрунты) для оснований и покрытий дорожных одежд. Во всем мире площадь конструктивных слоев из укрепленных грунтов на дорогах и аэродромах превышает в настоящее время 3 млрд. м².

Актуальность использования укрепленных грунтов в настоящее время обусловлена увеличивающимися объемами строительства автомобильных дорог, в том числе в восточной части страны и дефицитом (высокой стоимостью) каменных материалов. Большая часть России лишена каменных материалов, и дорожное строительство в ее пределах базируется на применении каменных материалов,

доставляемых из горной части страны или зарубежья (Украина) на расстояние до 400-500 км. Значительные затраты на транспортирование материалов вызывают увеличение общей стоимости строительства автомобильных дорог. Поэтому на этих территориях для устройства дорожных одежд целесообразно применять местные материалы, укрепленные различными вяжущими.

На необходимость возобновить широкое использование не заслуженно «забытого» метода укрепления грунтов при строительстве дорог отмечалось на заседании круглого стола Федерального дорожного агентства 17.11.2006 г. по вопросу: « Стабилизация грунтов при строительстве, реконструкции и ремонте автомобильных дорог». С целью повышения качества дорожных работ, расширения круга применяемых технологий, продления строительного сезона было решено:

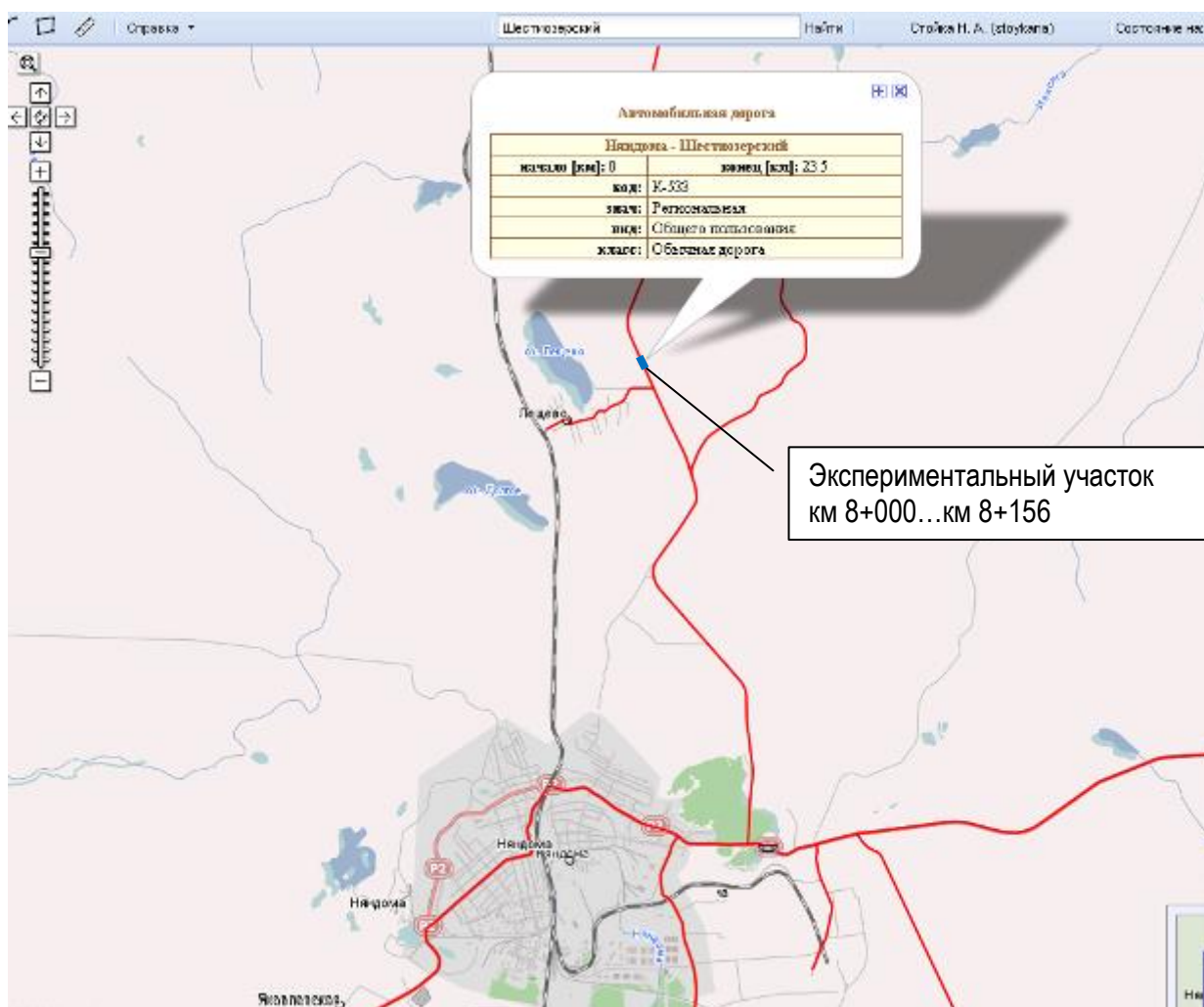
1. Считать целесообразным расширить практику применения укрепления грунтов в ходе строительства, реконструкции и ремонта автомобильных дорог.
2. Рекомендовать проведение технико-экономического сравнения вариантов дорожных конструкций с применением укрепленных грунтов при разработке проектов строительства, реконструкции и ремонта автомобильных дорог. Особо важна проработка вариантов укрепления грунтов для регионов, характеризующихся дефицитом прочных горных пород.

В последнее время Правительство РФ уделяет большое внимание развитию сельских дорог, при строительстве которых использование местных материалов и грунтов имеет первостепенное значение.

Следует отметить, что для реализации принятых решений, в России (во всех регионах) имеются в наличии грунты, отходы промышленности и вяжущие для укрепления грунтов и материалов. Кроме того, на рынке РФ появился широкий выбор добавок и стабилизаторов, улучшающих физико-механические показатели укрепленных грунтов и работоспособность конструктивных слоев дорожных одежд из них.

1. Характеристика участка автодороги «Няндом-Шестиозерский» для опытного внедрения технологии. Обоснование выбора участка для проведения эксперимента.

Автомобильная дорога Няндом - Шестиозерский является региональной дорогой IV технической категории. Общая протяженность дороги составляет 23,5 км, участок км 0.. км 5+901 имеет асфальтобетонное покрытие, участок 6+000... 7+600 стабилизирован известью, остальная часть дороги имеет гравийное покрытие.



Для эксперимента был выбран участок км 8+000...8+156.

Прямой в плане участок, высотные отметки (информация отсутствует), визуально 0,5-1,5 м. Проезжая часть – 6 м. Верх земляного полотна – 12,5 м при нормативной ширине 10 м. Интенсивность движения на данном участке составляет 1098 авт./сут. в летнее время. Основная проблема – образование поперечных неровностей в виде гребенки («стиральная доска»), причем неровности образовывались очень быстро в течение 2-3 дней после

профилирования автогрейдерами. Учитывая то, что цикличность профилирования в летний период равна 5, т.е. 1 раз в 5-6 дней, жалобы от пользователей на качество покрытия были постоянными.

Устройство экспериментального участка именно в этом районе дает возможность сравнения не только с контрольной секцией (без стабилизации), но и с участком, где годом ранее проведена стабилизация гашеной известью.

Все три секции (со стабилизатором АНТ, с известью и контрольная) находятся в одинаковых грунтово-гидрологических условиях, сложены из одинакового исходного материала и в течение года работы по содержанию выполняются одним и тем же отрядом машин и механизмов. Кроме этого, участок находится недалеко от г. Няндомы и поэтому визуальная оценка его состояния будет проводиться чаще, что позволит лучше оценить результаты эксперимента и поведение конструкции в разных погодных условиях.

2. Технические характеристики и описание свойств стабилизатора ANТ.

Инновационная технология укрепления грунтов «АНТ» разработана с учётом климатических особенностей Российской Федерации, а также требований её нормативных документов. Низкая стоимость используемых материалов, простота применения технологии и высокая скорость производства работ позволяют сократить стоимость строительства автомобильных дорог от 30% до 80%, относительно общепринятых технологий дорожного строительства. Применение данной технологии возможно на всех категориях автомобильных дорог, во всех климатических зонах. В зависимости от категории автодороги, применение технологии возможно как для устройства нижних и верхних слоёв основания, так и слоя покрытия.

Область применения технологии укрепления грунтов «АНТ»:

- строительство автодорог I-V категории;
- строительство технологических автодорог и площадок;
- строительство взлётно-посадочных полос и рулёжных дорожек;
- строительство оснований железнодорожных путей;
- строительство пешеходных дорожек и тротуаров;
- строительство детских и спортивных площадок, оснований стадионов;
- герметизация различных полигонов и хранилищ опасных веществ;
- устройство оснований под промышленные и гражданские объекты.

Отличительной особенностью технологии укрепления грунтов «АНТ» является то, что высокие физико-механические показатели укрепленного грунта позволяют использовать данный материал в качестве слоя покрытия. При строительстве автодорог V категории достаточно устройства слоя покрытия из укрепленного грунта толщиной 15 см. Несущая способность данной автодороги составит до 12 тон на ось автомобиля. В случае необходимости увеличения несущей способности дорожного полотна, производится устройство дополнительных слоёв укрепленного грунта, толщиной каждого не более 15 см. Эксплуатацию дорожного полотна, построенного с применением технологии «АНТ», возможно производить через 12 часов после уплотнения грунтосмеси.

Основным элементом технологического процесса является «Стабилизатор грунтов и органоминеральных смесей «АНТ» (далее по тексту стабилизатор «АНТ»). Данный препарат является поверхностно-активным веществом, полученным в результате катализа органических веществ. Действие препарата направлено на создание прочного минерального скелета из имеющихся в грунте элементов (SiO_2 , CaCO_3 , Al_2O_3 и т.д.). Мощный каталитически-связующий процесс, происходящий в грунте под действием препарата, повторяет физико-химические процессы укрепления грунтов и образования каменистых отложений, происходящие в земной коре, но со значительной временной разностью.

Стабилизатор «АНТ» не представляет какой-либо опасности как для окружающей среды, так и рабочего персонала строительных компаний. Препарат не содержит опасных веществ, не взрывоопасен, не горюч. Хранение препарата

осуществляется при температуре от +2°C до +50°C, при обеспечении защиты от воздействия прямых солнечных лучей. Поставка препарата осуществляется в канистрах объёмом 20 литров, что позволяет упростить процессы его транспортировки и применения.

Норма расхода стабилизатора «ANT» составляет 0,007% от массы сухого скелета грунта. Для устройства 5000 м² автодороги V категории требуется всего 100 литров стабилизатора «ANT». Внесение стабилизатора «ANT» в грунт осуществляется в виде водного раствора. Препарат разбавляется с необходимым количеством воды, требуемым для достижения показателя оптимальной влажности грунтовой смеси.

Для увеличения показателей водостойкости и морозостойкости укрепленного грунта, рекомендуется применение различных минеральных наполнителей, таких как: неорганические вяжущие, промышленные и горнодобывающие отходы. В связи с тем, что общедоступным к использованию является портландцемент, рекомендуется его использование с нормой внесения 1-5% от массы сухого скелета грунта.

Для применения технологии «ANT» могут быть использованы различные типы грунтов с числом пластичности от 1 до 22, грунтовой смеси, техногенные грунты (материалы дробления, отходы). Для каждого объекта производится разработка технологического регламента на основании образцов грунта и минеральных наполнителей, что позволяет обеспечить высокие физико-механические характеристики и минимизировать финансовые затраты.

Весь комплекс строительных работ с применением стабилизатора «ANT» производится на основании действующих на территории Российской Федерации нормативных документов. Для проведения работ могут быть использованы различные комплекты техники, а также различные методы технологических приёмов проведения работ.

При строительстве небольших участков автодорог целесообразно использование сельскохозяйственных фрез, так как скорость проведения работ составляет менее 1 000 м² в смену.

Преимущество данных механизмов заключается в их распространённости на территории России.

Технология укрепления гравийного покрытия стабилизатором «ANT» совместно с цементом:

Технология стабилизации включает в себя следующие операции:

1. Предварительная планировка, выравнивание гравийного покрытия для формирования требуемых уклонов дороги, ликвидации ямочности и «стиральной доски».
2. Распределение расчетного количества цемента, определенного по формуле

$$M_{\text{цем}} = (L \times b \times h \times \gamma) \times 5 \times 0,01 \quad ,$$

где $M_{\text{цем}}$ – масса цемента, кг;

- L - длина стабилизируемого участка, м;
 b - ширина стабилизируемой полосы, м;
 h - расчетная толщина стабилизируемого слоя после уплотнения (0,20 м);
 γ - плотность грунта, 2000 кг/м³;
 S - норма расхода цемента, %;

Распределение портландцемента производилось с использованием комплексными дорожными машинами МКДУ-3 на базе КАМАЗ 6520 и МКДУ-2 на базе КАМАЗ 55111-15.

1) Расход цемента составил 24 тонны. Стоимость 24-х тонн составила 103200 рублей с НДС, доставка с п. Савинский до Няндомского ДУ -17476,1 без НДС (упрощённая система налогообложения), заготовительно-складские расходы (2%) - 2064 рубля. Итого общая стоимость цемента составила 103200+17476,1+2064=122740,1 рублей.

В стоимость не вошли работы по погрузке цемента вручную в МКДУ перед распределением, если надо посчитаю!

2) Расход стабилизатора составил 40 литров. Его стоимость – 70 000 рублей. Доставка до г. Вологда грузовой компанией – 950 рублей. Доставка с г. Вологда до Няндомского ДУ – 14343,86 рублей, заготовительно-складские расходы (2%) - 1400 рублей. Итого общая стоимость составила 70 000+950+14343,86+1400=86 693,86 рублей.

3) Фреза проходила по одному следу до тех пор пока грунт не перемешается с цементом в однородную массу, везде по разному но среднее количество составило – 5 проходов по 1 следу.

4) Воды было израсходовано – 2 цистерны по 10 м³ (тонн), стабилизатор разводили 20 литров на 10м³ (тонн). Всего 40 литров стабилизатора на 20м³ воды.

5) Для распределения цемента применялись 2 единицы МКДУ.

6) Работал автогрейдер марки ГС 18.05, на всю ширину участка (дороги) потребовалось 8 проходов автогрейдера.

7) Со стабилизатором компания – поставщик предоставляет следующий комплект документов:

- Накладная
- Паспорт безопасности
- Паспорт качества
- Санитарно-эпидемиологическое заключение
- Отказное письмо по сертификации

3. Приготовление водного раствора стабилизатора «ANT». Объем воды, необходимой для получения требуемого количества водного раствора стабилизатора рассчитывают по формуле:

$$V_{H_2O} = (L \times b \times h \times \gamma) \times (7,37 - W_{ест}) \times 0,01 \quad ,$$

где V_{H_2O} – объём воды, л;

γ – плотность грунта, кг/м³;

$W_{ест}$ – естественная влажность грунта, %;

7,37 – оптимальная влажность грунта, %.

Раствор стабилизатора «ANT» готовится в емкости поливочной машины (цистерне) путем введения в расчетное количество воды (V_{H_2O}) стабилизатора «ANT» в количестве 0,007% от массы обрабатываемого грунта. Количество стабилизатора рассчитывают по формуле:

$$Q_{ANT} = (L \times b \times h \times \gamma) \times 0,007 \times 0,01 \quad ,$$

где Q_{ANT} – количество стабилизатора, л;

γ – плотность грунта, кг/м³;

0,007 – норма расхода стабилизатора «ANT» от массы грунта, %
(значение определено производителем стабилизатора)

Распределение водного водного раствора стабилизатора «ANT». Распределение водного раствора стабилизатора «ANT» осуществлялось при помощи дорожно-поливочной машины.

4. Готовая к уплотнению обработанная грунтовая смесь профилируется автогрейдером с приданием требуемого поперечного профиля. При необходимости производится выравнивание участков с использованием ручного труда.
5. Уплотнение слоя из укрепленного грунта до проектной плотности.

3. Результаты лабораторных исследований по оценке физико-механических свойств дорожно-строительных материалов. Расчет дорожной одежды. Состав смеси.


При устройстве экспериментального участка были использованы:

1. Материал существующей дорожной одежды – щебеночно-гравийно-песчаная смесь.

В рамках определения физико-механических свойств были проведены следующие испытания:

- 1.1 Гранулометрический состав
- 1.2 Влажность фактическая
- 1.3 Влажность оптимальная
- 1.4 Максимальная плотность.

Результаты представлены ниже.



Результаты

испытаний пробы щебеночно-гравийно-песчаной смеси
на пригодность для покрытий автомобильных дорог IV категории

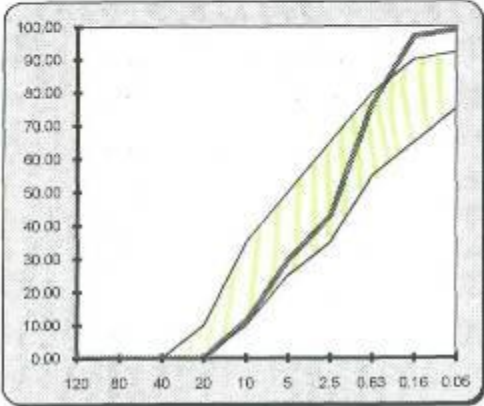
Организация: _____
 Объект: а/д "Няндома-Шестиозерский"
 Место отбора пробы: км 6+250 (2 м. от оси)

Вид смеси (ПГС, ЩГПС, ЩПС)	Полный остаток, %, на ситах размером, мм									
	120	80	40	20	10	5	2.5	0.63	0.16	0.05
Щебеночно-гравийно-песчаная смесь					11.21	29.59	42.64	76.48	96.98	98.90
Соответствие требованиям ГОСТ				соотв.	соотв.	соотв.	соотв.	соотв.	не соотв.	не соотв.
Требования ГОСТ 25607-2009 С2 для покрытий	Мин.				10	25	35	55	65	75
	Макс.				10	35	50	65	80	92


Содержание щебня в % от массы частиц размером более 5 мм:
 Марка по прочности щебня (гравия), входящего в состав смеси:
 * по дробимости -
 * по истираемости -

Внимание! Введена неверная информация по прочности!

Заключение:
 Щебеночно-гравийно-песчаная смесь с объекта:
 а/д "Няндома-Шестиозерский"
 км 6+250 (2 м. о по зерновому составу
 не соответствует требованиям ГОСТ 25607-2009 (смесь С2),
 по прочности щебня (гравия) не соответствует
 требованиям СНиП 2.05.02-85. Не пригодна для
 устройства покрытий автомобильных дорог.



Инженер-лаборант _____


 Т.П. Мещерякова

01.03.2012
Стр. 2 из 2

**ЖУРНАЛ
испытания грунта методом стандартного уплотнения
для Няндомского ДУ**

ОБЪЕКТ _____

Место отбора грунта _____

Глубина отбора грунта (м) _____ мощность слоя грунта (м) _____

Разновидность грунта _____

Дата отбора _____

Масса пробы грунта, прошедшего через сито с отверстиями диаметром 20 мм (после размельчения) m_p , г 10000

Данные по остатку на сите частиц (после просеивания пробы):

а) масса крупных частиц m_k , г 785.0

б) влажность крупных частиц w_k , % 0.27

в) средняя плотность крупных частиц ρ_k , г/см³ 2.68

г) содержание крупных частиц в грунте K , % 7.85

Влажность прошедшего через сито грунта w_g , % _____

Масса отобранных для испытания проб грунта m_p , кг 2.5

Максимальная плотность сухого грунта ρ_{dmax} , г/см³ 2.16

Оптимальная влажность грунта w_{opt} , % 8

Максимальная плотность сухого грунта с учетом частиц крупнее 5 или 10 мм ρ'_{dmax} , г/см³ 2.19

Оптимальная влажность грунта с учетом частиц крупнее 5 или 10 мм w'_{opt} , % 7.37

Дата испытания 19.06.2012 (начало) 21.06.2012 (конец)

№ испытания	Определение плотности				№ стаканчика для взвешивания	Определение влажности			Влажность w , %		Плотность сухого грунта, г/см ³ (по 8.1)
	формы m_c	Масса, г		Плотность грунта, г/см ³ (по 3.4.4)		Масса, г			абсолютная	средняя	
		формы с уплотненным грунтом m_i	уплотненного грунта $m_i - m_c$			пустого стаканчика	стаканчика с влажным грунтом	стаканчика с сухим грунтом			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2946.2	4870.3	1924.1	1.93	1	31.80	81.80	80.87	2	1.90	1.89
2	2946.2	4959.3	2013.1	2.02	2	21.77	72.99	71.06	4	3.92	1.94
3	2946.2	5061.1	2114.9	2.12	3	21.90	83.42	80.01	6	5.87	2.00
4	2946.2	5271.6	2325.4	2.33	4	21.87	74.34	70.35	8	8.23	2.16
5	2946.2	5285.1	2338.9	2.35	5	37.71	83.57	79.26	10	10.37	2.14

Расчет дорожной одежды выполнен в программе РАДОНЗ

Расчет дорожной одежды нежесткого типа по методике ОДН 218.046-2001

Наименование дороги	Няндома-Шестиозерский
Особенность расчета	Перегон
Имя варианта расчета	НИОКР июль 2012

1. Климатические характеристики

Дорожно-климатическая зона	2
Подзона	1
Схема увлажнения рабочего слоя	1
Регион	Северо-Западный
Рельеф района	Равнинный
Количество расчетных дней в году, дней	125
Номер изолинии границы термического сопротивления дорожной одежды	VII
Глубина промерзания грунта, см	180
Среднегодовая температура, градусы	12.0

2. Данные о дороге

Общие данные:	
Категория дороги	IV
Количество полос движения	2
Номер расчетной полосы	1
Тип конструкции дорожной одежды	Переходный
Срок службы покрытия, лет	5
Коэффициент надежности	0.80
Профиль:	
Поперечный профиль дороги	Двускатный

Изм	Кол уч	Лист	Недок	Подпись	Дата
-----	--------	------	-------	---------	------

Ширина полосы движения, м	3.00
Ширина обочины, м	1.00
Заложение откоса, 1:m	1 : 3
Вогнутость продольного профиля	Не учитывается
Высота насыпи, м	1.50
Грунт:	
Грунт рабочего слоя	Суглинок легкий
Коэффициент уплотнения	0.98
Расчетная влажность грунта, доли ед.	Вычислена по методике: 0.74
Частичная замена грунта	Не предусмотрена
Источник увлажнения:	
Источник увлажнения	Грунтовые воды
Глубина грунтовых вод, м	0.60
Особенности:	
Конструктивные мероприятия, снижающие влажность и/или влияющие на расчет дренирующего слоя	Не предусмотрены

3. Состав автомобильного потока

Состав движения	Известен
Состав потока задан	В автомобилях
Рост интенсивности	Общий для потока
Коэффициент роста интенсивности, доли ед.	1.04
Интенсивность движения на первый год службы, авт/сут.	1098
Интенсивность движения на расчетный год службы, авт/сут.	1283
Расчетное суточное число приложений на полосу приведенной нагрузки на последний год службы, авт/сут.	115
Суммарное расчетное число приложений	53933

									Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	Недок	Подпись	Дата				

на полосу за весь срок службы, авт.	
Требуемый модуль упругости, МПа	117

Таблица 1. Состав и характеристики автомобилей в транспортном потоке

Марка автомобиля	Груз., т	%	Кол-во, авт.	Кэф. пробега	Кэф. груз.	Рост инт., доли ед.	Кэф. привед.
ВАЗ-2110	-	-	850	1.0	1.0	1.04	0.000
ГАЗ-33021	1.5	-	150	1.00	1.00	1.04	0.067
ЗИЛ-4331	6.0	-	50	1.00	1.00	1.04	0.800
МАЗ-6303	12.7	-	48	1.00	1.00	1.04	2.672

4. Расчетная нагрузка

Нагрузка определяется	по ОДН 218.046-2001
Расчетная нагрузка	Стандартная
Вид расчетной нагрузки	Динамическая
Тип колеса	Двухбаллонное
Нагрузка Q _{расч} , кН	130.00 (100.00 x 1.3)
Давление в шинах p, МПа	0.60
Диаметр штампа D, см	37.14

Изм. № ориг.	Подпись и дата	Взам. инв. №

5. Конструкция дорожной одежды

Таблица 2. Конструкция дорожной одежды

№ слоя	Наименование материала слоя	Толщина слоя, см		Модуль упругости, МПа			Нормативное сопротивление при изгибе, R ₀ , МПа	Коэффициент m	Коэффициент a	Влажность, W _p , доли ед.	Коэффициент K _d	Сцепление, С, МПа		Угол внутреннего трения, F,		Плотность, ρ, кг/куб. м.
		Минимальная, h _{min}	Максимальная, h _{max}	Упругий, E _{упр.}	Сдвига, E _{сдв.}	Изгиба, E _{изг.}						Динамика	Статика	Динамика	Статика	
1	Щебеночно-гравийно-песчаные смеси неоптимального состава, обработанные цементом, соответствующие марке Б0	20	20	700	-	-	-	-	-	-	-	Динамика	Статика	-	-	2000
2	Щебеночные смеси непрерывной гранулометрии для оснований при максимальном размере зерен С4 - 80 мм	20	50	275	-	-	-	-	-	-	-	Динамика	Статика	-	-	2000
3	Песок средней крупности с содержанием пылеватоглинистой фракции 0%	50	50	120	-	-	-	-	-	-	2.00	0.003	0.004	29.0	32.0	1950
4	Суглинок легкий	0	0	36	-	-	-	-	-	0.74	1.00	0.006	0.016	6.6	15.9	2000

Изм.	Кол.уч.	Лист	Недок.	Подпись	Дата

6. Исходные данные и результаты расчета морозозащитного/теплоизолирующего слоя.

Морозозащитный слой	Отсутствует
Грунт рабочего слоя	Суглинок легкий
Степень пучинистости	Пучинистый
Допустимая величина морозного пучения, см	10.00
Коэффициент, учитывающий влияние глубины залегания УГВ	0.75
Коэффициент, зависящий от степени уплотнения грунта	1.00
Коэффициент, учитывающий влияние гранулометрического состава	1.30
Коэффициент, учитывающий влияние нагрузки от собственного веса	0.85
Коэффициент, зависящий от расчетной влажности грунта	1.14
Величина возможного морозного пучения	3.94
Расчет морозозащитного / теплоизолирующего слоя	Не выполнялся

7. Исходные данные и результаты расчета дренирующего слоя.

Расчет дренирующего слоя	Не выполнялся
--------------------------	---------------

* Необходим дренаж, но дренирующий слой не предусмотрен

8. Параметры и методика расчета геосинтетического материала в конструкции дорожной одежды.

Геосинтетические материалы	Не применяются
----------------------------	----------------

9. Расчет прочностных характеристик конструкции дорожной одежды.

Требуемые коэффициенты прочности по	
-------------------------------------	--

										Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док	Подпись	Дата					

Взам. инв. №
Подпись и дата
Изм. № ориг.

критерию:	
- упругого прогиба	1.02
- сдвига	0.87
- растяжения при изгибе	0.87
Проверка условия прочности по модулю упругости $E_{общ}/E_{тр}$	2.25
Условие прочности	Выполнено
Проверка условия прочности по сдвигоустойчивости слоя	Песок средний 0% пыл-глин. фр.
$K_{пр.расч.} = T_{пр}/T$	0.91
Условие прочности	Выполнено
Запас = $(K_{пр}-K_{тр}) / K_{пр} * 100\%$	+4%
Проверка условия прочности по сдвигоустойчивости слоя	Суглинок легкий
$K_{пр.расч.} = T_{пр}/T$	1.36
Условие прочности	Выполнено
Запас = $(K_{пр}-K_{тр}) / K_{пр} * 100\%$	+36%

Изм. № ориг. | Подпись и дата | Взам. инв. №

								Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подпись	Дата			

Изм. № ориг.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Таблица 3. Прочностные характеристики конструкции дорожной одежды.

№ слоя	Наименование материала слоя	Расчетная толщина слоя, см	Общий модуль упругости и по слоям, Еобщ, МПа	Показатель прочности:			Пределное активное напряжение сдвига в слое, Тпр, МПа	Расчетное активное напряжение сдвига, Т, МПа	Пределное растягивающее напряжение при изгибе, Rn, МПа	Расчетное растягивающее напряжение в слое, Gr, МПа	Расчетная влажность грунта, Wp, доли ед.	Стоимость, руб/кв.м	
				критерий	расчетное значение коэф. прочности	Красч.пр							величина, запас (+/-), %
1	Щебеночно-гравийно-песчаные смеси неоптимального состава, обработанные цементом, соответствующие марке 60	20	262	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	Щебеночные смеси непрерывной granulометрии для оснований при максимальном размере зерен С4 - 80 мм	24	141	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3	Песок средней крупности с содержанием пылепато-глинистой фракции 0%	50	80	Сдвиг	0.91	+4%	0.0170	0.0187	-	-	-	-	
4	Суглинок легкий	0	36	Сдвиг	1.36	+36%	0.0115	0.0085	-	-	0.74	-	
Суммарная толщина конструкции:				94	Итоговая стоимость конструкции:								-

												Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док	Подпись	Дата							

2. Состав смеси (укрепленного грунта).

Грунт – 95 % (249,6 м³, или 479 тонн)

Портландцемент - 5 % (24 тонны)

стабилизатор АНТ в количестве 0.007 % от массы грунта – (33,6 л)

4. Описание опытно-экспериментальных работ.

12 июля 2012 года на участке автодороги «Няндома-Шестиозерский» км 8... км 8 +156 были произведены экспериментальные работы. Площадь стабилизации 1600 м².

До начала работ гравийное покрытие было спрофилировано с добавлением материала (ЩГПС) для устранения ямочности и «гребенки».

1 этап: подготовительный

С использованием поливомоечных машин было выполнено увлажнение смеси до оптимальной влажности, т.к. выполнение этого требования является ключевым для успешной стабилизации материала реагентом АНТ.

2 этап: распределение цемента и перемешивание

Для распределения цемента применялись 2 единицы МКДУ (МКДУ-3 на базе КАМАЗ 6520 и МКДУ-2 на базе КАМАЗ 55111-15). Цемент в МКДУ грузился вручную, из мешков. При перегрузке и дальнейшем распределении цемента наблюдалась сильная пылимость, даже в практически безветренную погоду. Этот недостаток может быть ликвидирован, если для перегрузки и распределения цемента будет использоваться специальная техника. Например, пневморазгрузка из цементовоза в ресайклер, распределение из ресайклера в закрытом режиме.



В нашем случае, для очень маленького объема работ аренда (и тем более приобретение) высокопроизводительной современной техники

экономически не оправданы, поэтому все работы производились имеющимися в наличии в ДРСУ машинами и механизмами.

Для перемешивания была использована навесная сельскохозяйственная фреза. Фреза проходила по одному следу до тех пор пока грунт не перемешается с цементом в однородную массу. Среднее количество составило 5 проходов по 1 следу.



3 этап: распределение стабилизатора АНТ.



Распределение стабилизатора велось с использованием автогудонатора. Так как техника не оборудована современными средствами контроля дозирования в зависимости от скорости, вопрос был решен следующим образом. Требуемое по расчету количество раствора стабилизатора в воде (в

нашем случае 40 л стабилизатора и 20 тонн воды) было загружено в автогудронатор, и с небольшой скоростью подачи было сделано большое число проходов по всему участку (не менее 20), пока весь раствор не был равномерно распределен.

Во время распределения реагента ощущался слабый запах хлорки.

4 этап: перемешивание.



Перемешивание стабилизатора с цементогрунтом велось автогрейдером марки ГС 18.05. На всю ширину участка дороги потребовалось 8 проходов автогрейдера.

4 этап – уплотнение.



Уплотнение производилось комбинированным катком ДУ-99.

5. Сравнение с альтернативными вариантами.

Согласно локальному сметному расчету стоимость опытно-экспериментальных работ по договору составила 469,7 тыс. руб. (или 2,35 млн. руб. за 1 км дороги V технической категории).

Стоимость может быть снижена при использовании высокопроизводительной техники, что, в свою очередь, возможно только при больших объемах работ.

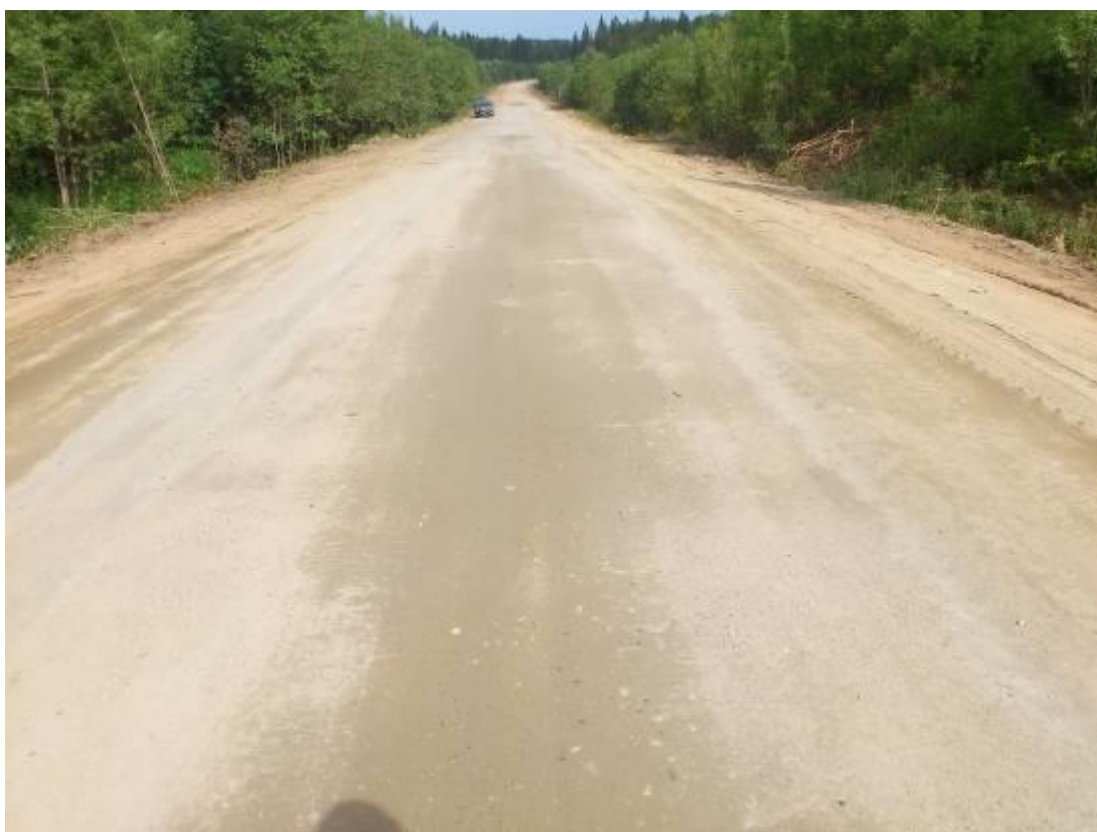
Стоимость устройства щебеночного слоя на такую же толщину в зависимости от дальности транспортировки составит от 460 до 780 т.р. в разных районах области.

Рассматривались также несколько вариантов использования других стабилизаторов. Несмотря на хорошие результаты, которые были получены при работе с этими реагентами нашими коллегами в России или за рубежом, они были отвергнуты по следующим причинам:

Реагент	Причина отказа от выбора
Polyroad	Производство в Австралии, высокая стоимость доставки
Nicoflock	Необходимость производства полимерцементогрунта в грунтосмесительной установке и транспортировки смеси на объект, уход за конструктивом 2-3 дня (полное закрытие движения по дороге)
система Консолид+Солидрай	на 87 % дорожке
Дорцем - ДС	на 22 % дорожке
T-RRR (Terra 3000)	негативный опыт ГУ «Упрдор» Удмуртской республики (отчет Т-20-37)
Эколюкс Базис, Эколюкс М	необходимо обязательное устройство верхнего слоя (асфальтобетон, ШТП, поверхностная), даже без а/б дорожке на 65%

6 . Резюме.

Вид участка через 1 сутки после стабилизации (13 июля 2012 года).



Вид участка через 3 месяца (10 октября 2012 года).



Опытно-экспериментальные работы проведены успешно и в полном объеме.

Объект должен находиться под наблюдением до июля 2016 года.

На грунтовых дорогах с низкой интенсивностью движения вывод об использовании данной технологии можно принять уже после 1 сезона, в июле 2013 года.

Поскольку стабилизация грунтов является очень перспективной технологией в условиях дефицита щебеночных материалов, рекомендуется также рассмотреть в 2013 году возможность использования укрепленного грунта в качестве слоя основания под асфальтобетонным покрытием.

6. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.

1. СНиП 2.05.02-85 Автомобильные дороги / Госстрой СССР.-М.:ЦИТП Госстроя СССР,1986-56 с.
2. СНиП 2.01.01-82 Строительная климатология и геофизика.
3. СТО 01393679-003-2011 «Грунты, укрепленные цементом совместно с модификатором «ДорЦем ДС-1» для дорожного и аэродромного строительства.
4. ТУ 5711-073-01393697-2009 «Грунты, обработанные раствором стабилизатора «АНТ» для дорожного и аэродромного строительства.
5. ВСН 25-86 Указания по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах.
6. СНиП 2.02.01-83 «Основания зданий и сооружений».
7. ГОСТ Р 52398-2005 «Классификация автомобильных дорог».
8. ЕНиР Сборник Е2 «Земляные работы. Вып. 1. Механизированные и ручные земляные работы» / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1988. – 224 с.
9. ЕНиР Сборник Е17 «Строительство автомобильных дорог» / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1989. – 48 с.
10. СНиП II-Д.5-72 «Автомобильные дороги. Нормы проектирования»
11. ВСН 6-90 «Правила диагностики и оценки состояния автомобильных дорог».
12. «Охрана труда при эксплуатации строительных машин» Филиппов Б.И.
13. Вейман М.И., Егоров В.П. «Краткий справочник строителя дорог»
14. Гурьев. Т.А. Земляное полотно общего пользования. Типовые поперечные профили. – Архангельск: Архан. гос. техн. ун-т, 1997,– 44 с.
15. Игнатьева А.П. Техничко-экономическое сравнение конструкций дорожных одежд: Методические указания к выполнению курсовой и дипломной работ. – Архангельск: РИО АЛТИ, 1993. –19 с.
16. Лукина В.А. Возведение земляного полотна автомобильных дорог: Учебное пособие. – Архангельск: РИО АЛТИ, 1992. – 71 с.
17. Лукина В.А., Лукин Ю.Л. Технология и организация строительства дорожных одежд автомобильных дорог: Учебное пособие. – 2-е изд., перераб. – Архангельск: Архан. гос. техн. ун-т, 1999. – 68 с.