

A paved path leads from the foreground into a lush, green forest. The path is flanked by tall trees with dense foliage. In the distance, a river or stream flows through the woods. The scene is bright and sunny, with dappled light on the path.

***Технологии ресайклинга при  
строительстве,  
реконструкции и  
ремонте земляного полотна.***

***Санкт-Петербург - 2012***

## Водно-тепловой режим земляного полотна

**Водно-тепловой режим земляного полотна** - закономерность изменения в течение года влажности и температуры верхних слоев грунта земляного полотна, свойственная данной дорожно-климатической зоне и местным гидрогеологическим условиям.

**Система мероприятий**, направленная на регулирование водно-теплого режима, позволяет уменьшить влажность и величину **морозного пучения** рабочего слоя земляного полотна.

## Водно-тепловой режим земляного полотна

**Вода пленочная (физически связанная)** - часть грунтовой воды, у которой силы молекулярного взаимодействия с твердыми частицами грунта преобладают над силами тяжести.

**Вода прочносвязанная** - вода, образующая на поверхности грунтовых частиц тонкую пленку, толщина которой измеряется несколькими диаметрами молекул воды.

**Вода рыхлосвязанная** - вода диффузных оболочек, образующихся вокруг грунтовых частиц.

Разновидность грунтов	Относительная деформация пучения $\varepsilon_{p2}$ , д. е.	Характеристика грунтов
Практически непучинистый	$< 0,01$	Глинистые при $I_L \leq 0$ Пески гравелистые, крупные и средней крупности, пески мелкие и пылеватые при $S_r \leq 0,6$ , а также пески мелкие и пылеватые, содержащие менее 15 % по массе частиц мельчи 0,05 мм (независимо от значения $S_r$ ). Крупнообломочные грунты с заполнителем до 10 %
Слабо пучинистый	0,01 — 0,035	Глинистые при $0 < I_L \leq 0,25$ Пески пылеватые и мелкие при $0,6 < S_r \leq 0,8$ Крупнообломочные с заполнителем (глинистым, песком мелким и пылеватым) от 10 до 30 % по массе
Среднепучинистый	0,035 — 0,07	Глинистые при $0,25 < I_L \leq 0,50$ Пески пылеватые и мелкие при $0,80 < S_r \leq 0,95$ Крупнообломочные с заполнителем (глинистым, песком пылеватым и мелким) более 30 % по массе
Сильнопучинистый и чрезмерно пучинистый	$> 0,07$	Глинистые при $I_L > 0,50$ . Пески пылеватые и мелкие при $S_r > 0,95$

# Прибор для определения влагопроводных свойств грунтов (ПКВГ-Ф)



*Принцип действия прибора основан на измерении времени необходимого для достижения фронтом увлажнения верхней поверхности грунтового образца при его увлажнении снизу и определении количества впитавшейся за это время воды.*

*В зависимости от вида грунта, его плотности и влажности для проведения одного испытания требуется от 1.5 до 60 мин.*

## Основные технические характеристики

Точность измерений:

времени увлажнения - 0.1 мин;  
количества впитавшейся воды - 0.5 г;

Потребляемая мощность -  $W=10$  Вт.

Габаритные размеры - 180x180x370 мм.

Масса прибора - 6 кг.

Вычисление коэффициента влагопроводности грунта проводится по зависимости:

$$K_W = \frac{4}{3.14d^4t} \left[ \frac{q}{\rho_s (W_{ПВ} - W_H)} \right]^2$$

где

$q$  – количество впитавшейся в образец воды, г;

$d$  – диаметр поверхности контакта, см;

$\rho_s$  – объемный вес грунтового образца при начальной влажности  $W_H$ , г/см<sup>3</sup>;

$W_{ПВ}$  – влажность грунта на поверхности, через которую проводят увлажнение, г/г;

$W_H$  – начальная влажность грунта, г/г.

## **Стабилизация грунта в пределах активной зоны – принципиально новый подход к конструированию дорожных и аэродромных одежд.**

При устройстве слоев основания дорожных одежд **из укрепленных грунтов** поступление влаги к грунту земляного полотна сверху через дорожную одежду **исключается.**

При **гидрофобной стабилизации** грунта в пределах активной зоны морозное пучение **исключается.**

Вследствие хорошей распределяющей способности слоев из укрепленных и стабилизированных грунтов ровность покрытий на таких основаниях всегда **лучше.**

**Актуальность использования в конструкциях дорожных одежд укрепленных грунтов вызвана также тем, что:**



**большинство регионов России не имеют собственных стандартных каменных материалов и их доставка сопряжена со **значительными транспортными затратами****

**интенсивное разрушение нежестких дорожных одежд, колейность на них являются причинами **низких потребительских свойств российских дорог****



**Применение материалов, укрепленных цементом ограничивается длительным сроком набора прочности, большой хрупкостью**

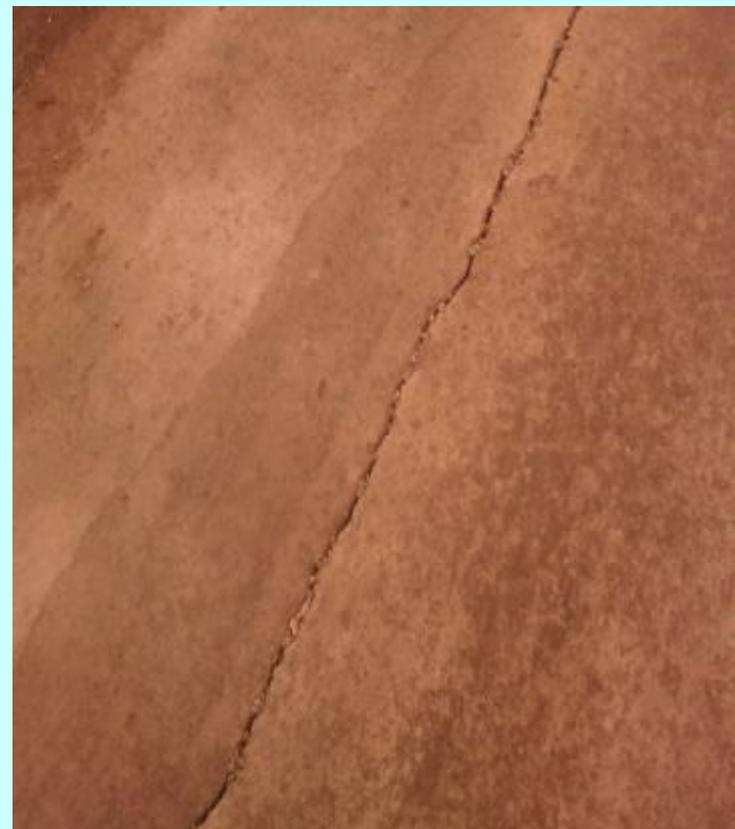
Марка прочности	по	Предел прочности, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) не менее		Морозостойкость, не менее
		на сжатие образцов при оптимальной влажности при 20 <sup>0</sup> С	на растяжение при изгибе водонасыщенных образцов при 20 <sup>0</sup> С	
M10		1,0 (10)	0,2 (2)	0.65
M20		2,0 (20)	0,4 (4)	0.65
M40		4,0 (40)	0,8 (8)	0.7
M60		6,0 (60)	1,2 (12)	0.7
M75		7,5 (75)	1,5 (15)	0.75
M100		<b>10,0 (100)</b>	<b>2,0 (20)</b>	0.75



**Для улучшения свойств укрепленных цементом материалов ООО «НИКЕЛЬ» разработана специальная добавка**  
***NICOFLOK***

## Применение материалов, укрепленных цементом ограничивается длительным сроком набора прочности, большой хрупкостью

Марка прочности	по	Предел прочности, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) не менее		Морозостойкость, не менее
		на сжатие образцов при оптимальной влажности при 20 <sup>0</sup> С	на растяжение при изгибе водонасыщенных образцов при 20 <sup>0</sup> С	
M10		1,0 (10)	0,2 (2)	0.65
M20		2,0 (20)	0,4 (4)	0.65
M40		4,0 (40)	0,8 (8)	0.7
M60		6,0 (60)	1,2 (12)	0.7
M75		7,5 (75)	1,5 (15)	0.75
M100		<b>10,0 (100)</b>	<b>2,0 (20)</b>	0.75



Для улучшения свойств укрепленных цементом материалов ООО «НИКЕЛЬ» разработана специальная добавка **NICOFLOK**

Технология **NICOFLOK** – это  
**российская технология**  
строительства дорожных одежд из  
грунтов, ЩПС, отсеков дробления,  
асфальтогранулята, шлака,  
золошлаковых смесей,  
укрепленных цементом и  
специальной добавкой

**NICOFLOK,**

являющейся полимерно-  
минеральной композицией на  
основе ретиспергируемых  
полимерных порошков (на основе  
лигнина) и минеральных  
наполнителей (на основе  
активированного кремнезема).



**NICOFLOK** - тонкодисперсный порошок серого цвета, не растворимый в воде. Насыпная плотность -  $0,8...0,9 \text{ г/см}^3$ .

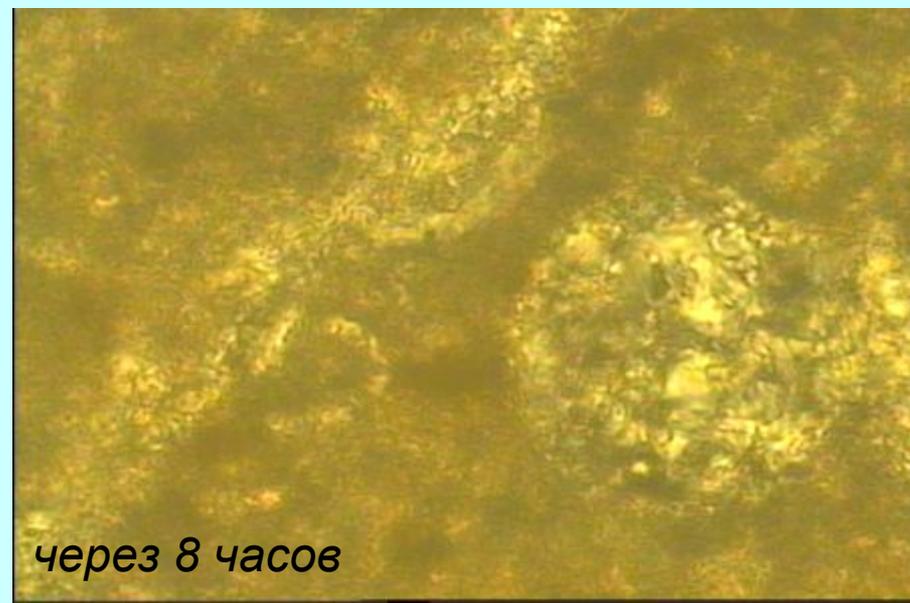
**NICOFLOK** не токсичен, стоек к воздействию отрицательных температур, не горюч, гидрофобен, не требует специальных условий хранения.

**NICOFLOK** производится по ТУ 5743-003-13881083-2006 «Добавка укрепляющая для вяжущих растворов и сухих смесей NICOFLOK» ООО «Никель» в Санкт-Петербурге.



При уплотнении укрепляемого материала уже через 8...12 часов происходит образование микрокристаллов игольчатой формы и *микроармирование* цементного камня, что обеспечивает:

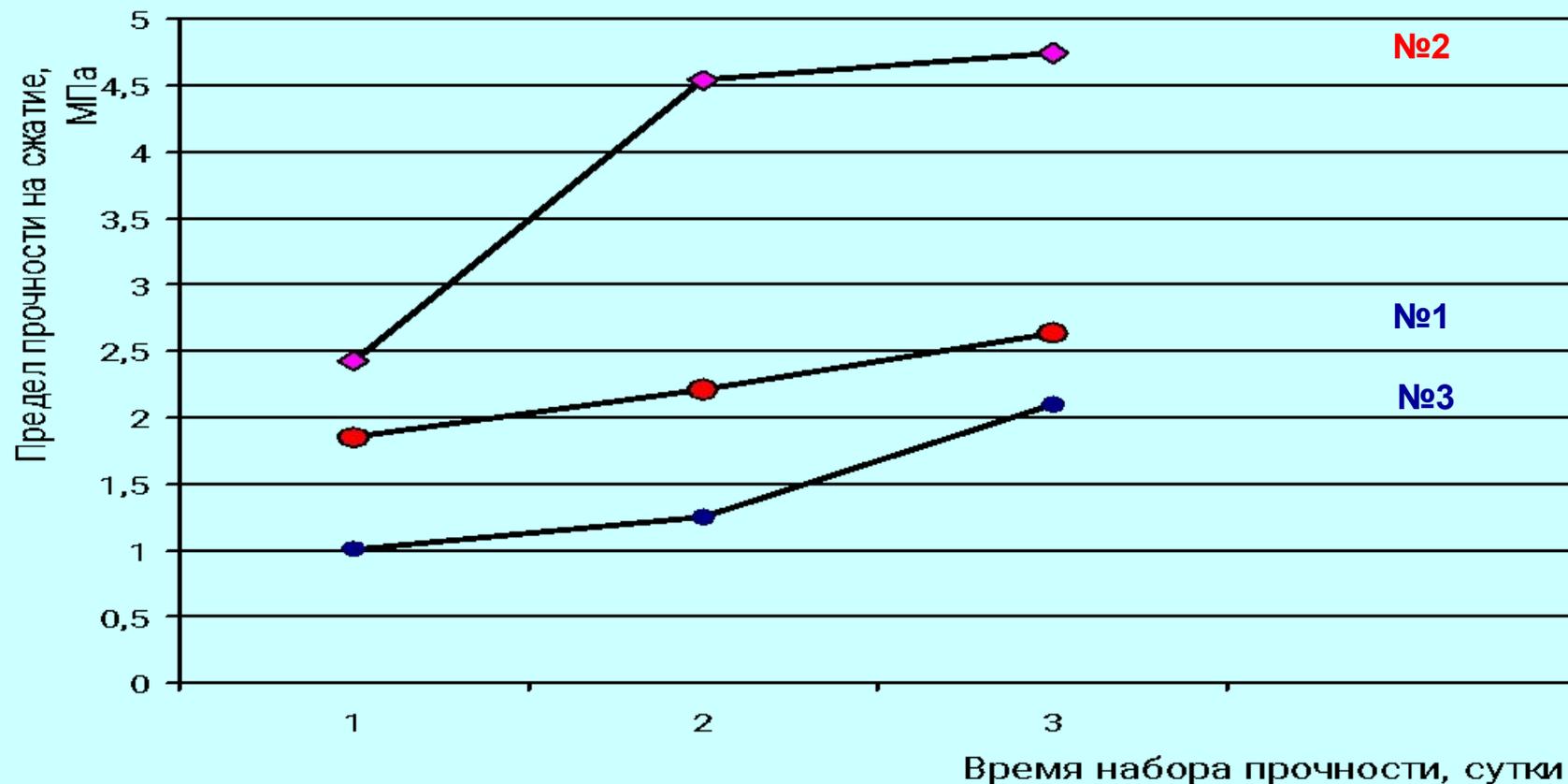
- сокращение времени набора проектной прочности (**вместо 28 суток – 2...3 суток**);
- при равном количестве цемента увеличение предела прочности на сжатие (**в 1,5...2 раза**), предела прочности на растяжение при изгибе (**в 3...3,5 раза**).



## **Производственный рецепт укрепленной смеси (по весу):**

- **укрепляемый материал – 100%;**
- **портландцемент марки не ниже М300 – 3...10%;**
- **NICOFLOK – 0,3...1%;**
- **вода – до достижения оптимальной влажности смеси.**





### **Динамика набора прочности образцов ЩЦПС марки М40.**

- №1 - производственный рецепт (3% ПЦ М500)»;**
- №2 – то же, с добавкой 0,3% ПМК «NICOFLOK»;**
- №3 - то же, с добавкой 1% ПМК «NICOFLOK».**

При строительстве, реконструкции и ремонте земляного полотна наиболее перспективным является метод, основанный на применении грунтосмесительных машин – **ресайклеров**.

*Здесь в наибольшей степени сокращаются транспортные затраты, достигаются максимальные темпы производства работ.*



# Технологическая последовательность основных операций при получении смеси (ПЦГС) на месте (холодный ресайклинг)

## 1. Распределение вяжущих по поверхности укрепляемого материала



# Технологическая последовательность основных операций при получении смеси (ПЦГС) на месте (холодный ресайклинг)

## 1. Распределение вяжущих по поверхности укрепляемого материала



# Технологическая последовательность основных операций при получении смеси (ПЦГС) на месте (холодный ресайклинг)

## 2. Получение смеси одним проходом ресайклера



# Технологическая последовательность основных операций при получении смеси (ПЦГС) на месте (холодный ресайклинг)

## 3. Планировка поверхности автогрейдером



# Технологическая последовательность основных операций при получении смеси (ПЦГС) на месте (холодный ресайклинг)

## 4. Уплотнение смеси

Коэффициент уплотнения смеси должен быть не ниже **0,98**.

Виброкатки для основного уплотнения смеси **не применяются**.

Предпочтительно применение пневмокатков.

Уплотнение смеси следует начинать непосредственно за укладчиком после распределения смеси на участке 5...10 м.

Оптимальный отряд уплотняющей техники: легкий каток 2,5 тонны, средний каток 8 тонн, тяжелый каток 14 тонн.

Все катки начинают уплотнение от краевых полос. Поперечное перекрытие следов - треть ширины одного пневматика.



# Технологическая последовательность основных операций при получении смеси (ПЦГС) на месте (холодный ресайклинг)

## 5. Завершающие работы

На поверхности уплотненной смеси образуется защитная плёнка, удерживающая внутреннюю влагу, необходимую для набора прочности –

**уход не требуется.**

Отсутствуют усадочные и температурные деформации –

**нет необходимости в нарезке деформационных швов.**



## Обеспечение качества работ

Качество работ при строительстве дорожных одежд из материалов, укрепленных цементом с добавкой полимерно-минеральной композиции **NICOFLOK**, обеспечивается в соответствии с требованиями СНиП 3.06.03-85.

При этом особое внимание следует обращать:

### **Контроль гранулометрического состава грунта, его насыпной плотности и естественной влажности**

Испытанный и подобранный состав ПЦГС относится только для материала определенного гранулометрического состава и не может быть распространен на другие грунты.

Значения насыпной плотности и естественной влажности грунта определяют необходимое количество вводимого в грунт цемента и полимерно-минеральной композиции NICOFLOK, необходимое количество добавляемой воды для достижения ПЦГС оптимальной влажности.

**Несоблюдение этих требований приведет к нарушению рецептуры ПЦГС, что сделает невозможным достижение проектных прочностных показателей конструктивного слоя.**

## Обеспечение качества работ

Качество работ при строительстве дорожных одежд из материалов, укрепленных цементом с добавкой полимерно-минеральной композиции **NICOFLOK**, обеспечивается в соответствии с требованиями СНиП 3.06.03-85.

При этом особое внимание следует обращать:

### Контроль качества смеси

Необходимо постоянно контролировать тщательность перемешивания и точность дозирования всех компонентов смеси: грунта, воды, портландцемента и полимерно-минеральной композиции NICOFLOK.

**Смесь должна быть однородной.**

Проектные прочностные показатели конструктивного слоя обеспечиваются применением только однородной смеси и только заданной рецептуры.

**Не допускается выпуск смеси с влажностью не соответствующей оптимальной.**

## Обеспечение качества работ

Качество работ при строительстве дорожных одежд из материалов, укрепленных цементом с добавкой полимерно-минеральной композиции **NICOFLOK**, обеспечивается в соответствии с требованиями СНиП 3.06.03-85.

При этом особое внимание следует обращать:

### Контроль качества укладки и уплотнения ПЦГС

Необходимо контролировать толщину укладываемого слоя.

Не допускается уменьшение толщины слоя ПЦГС, так как это соответственно приведет к снижению прочностных показателей конструктивного слоя.

Уложенная и спрופилированная смесь должна быть сразу уплотнена при оптимальной влажности до коэффициента уплотнения **не ниже 0,98**.

**Недоуплотненная и недоувлажненная (переувлажненная) смесь не будет обладать проектными прочностными показателями.**

## Обеспечение качества работ

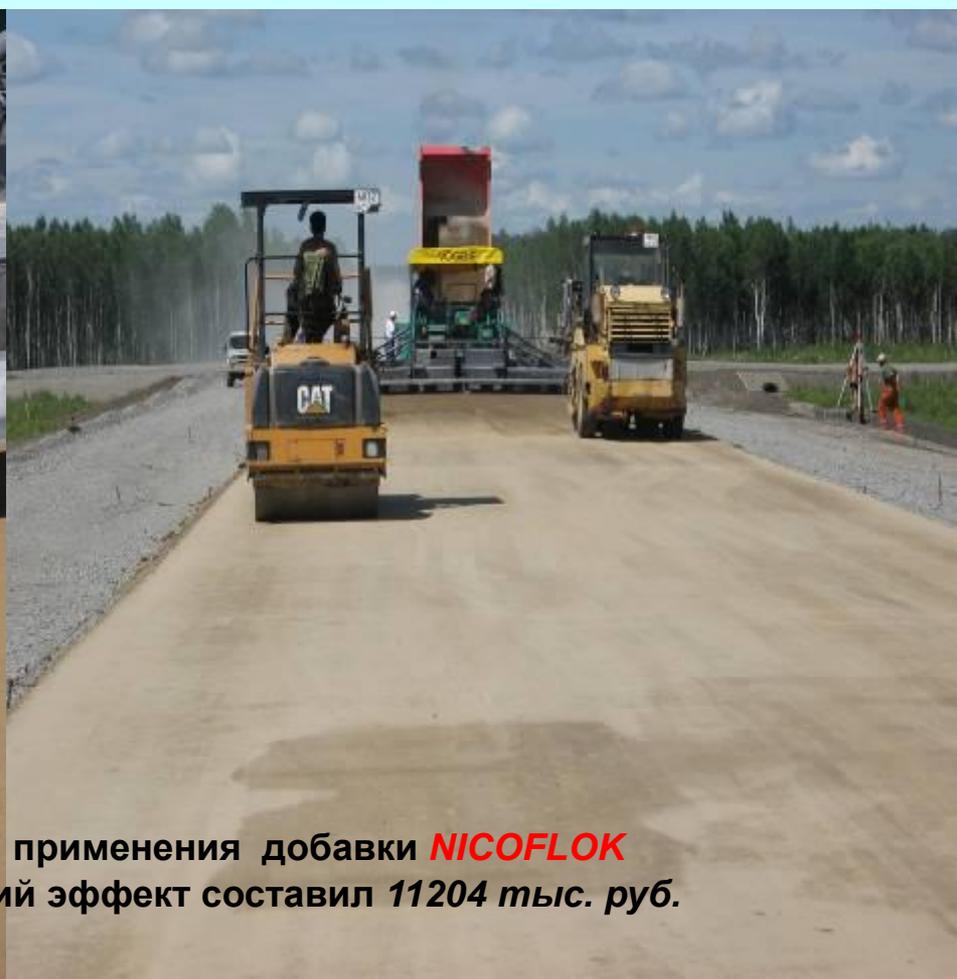
Выполнение данных рекомендаций возможно только при условии непрерывного контроля качества всех технологических этапов производства, укладки и уплотнения смеси.

Для этого на строительной площадке должна быть оборудована лаборатория в соответствии с требованиями «Технических спецификаций на виды работ при строительстве, реконструкции и ремонте автомобильных дорог и искусственных сооружений на них» (подготовлены РоссдорНИИ, Утверждены распоряжением Россавтодор от 23.10.2000 г. №177-р), а также «Положения о службе лабораторного контроля» Россавтодора, утвержденного распоряжением Минтранса № ИС 562-р от 27.06.2002 г.



**ООО «НИКЕЛЬ» реализует технологию NICOFLOK с 2006 г.**

**2006 г. - строительство верхнего слоя основания из полимерцементогрунта NICOFLOK на участке км. 1109–км.1143 Федеральной автомобильной дороги «Амур» Чита-Хабаровск**



**В результате применения добавки NICOFLOK экономический эффект составил 11204 тыс. руб.**

**2007-2009 гг. - строительство участков автомобильных дорог IV технической категорий по технологии NICOFLOK в Шатковском, Шарангском, Борском и Сокольском районах Нижегородской области**

**Существовавший подъезд к с. Гаврилово Шатковского района**

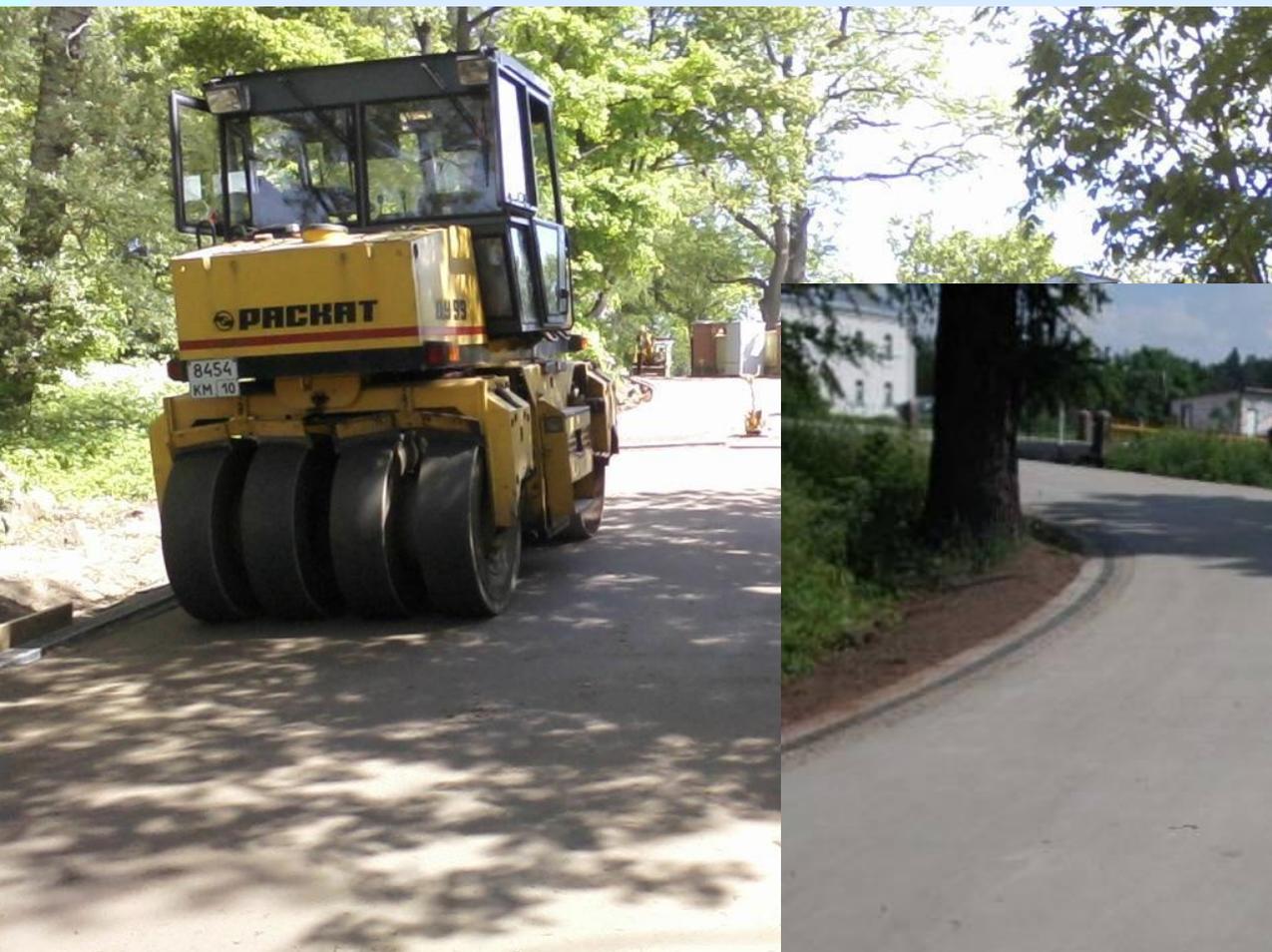


**Построенный подъезд к с. Гаврилово. Протяженность - 510 м, время выполнения работ – 2 суток**

**НИКЕЛЬ**

## ***Опыт применения технологии NICOFLOK***

**2010 г. - строительство участка главной монастырской дороги на острове Валаам**



**НИКЕЛЬ**

## **Опыт применения технологии NICOFLOK**

**2010 г. - строительство экспериментального участка на автомобильной дороге  
Адлер - Альпика-Сервис**



**НИКЕЛЬ**

## **Опыт применения технологии NICOFLOK**

**2010 г. – капитальный ремонт проспекта Добролюбова (Санкт-Петербург)  
методом холодного ресайклинга**



**НИКЕЛЬ**

## **Опыт применения технологии NICOFLOK**

**2011 г. – капитальный ремонт автомобильной дороги IV технической категории  
Кандапога – Викшезеро (Республика Карелия)**



По технологии **NICOFLOK** построено более 100 километров автомобильных дорог (улиц), в том числе: на Дальнем Востоке, в Санкт-Петербурге, Нижегородской области, Башкирии, Татарстане, Тюменской области, Республике Карелия, Краснодарском крае, Карачаево-Черкесии, Республике Казахстан, Республике Беларусь.

Эффективность технологии **NICOFLOK** доказана натурными наблюдениями за построенными участками, результатами исследований, выполненных Тюменским ГАСУ, Нижегородским Государственным университетом, Испытательным центром «Дорсервис» (Санкт-Петербург), Военной академией тыла и транспорта (Санкт-Петербург), ОАО Иркутскгипродорнии, Тихоокеанским государственным университетом, Омским Союздорнии, Алтайским ГТУ, АО «КаздорНИИ», Белорусским ДорНИИ, ВТУ Росспецстроя и др.



# НИКЕЛЬ

## Опыт применения технологии NISOFLOK

НИКЕЛЬ

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «НИКЕЛЬ»  
Россия, Санкт-Петербург, ул. Душко, д.18, офис 2, ООО «Никель»  
тел.: (812) 560-9276, E-mail: nikelspb@gmail.ru

Согласовано  
Директор ООО «Азырпроектстрой»  
«\_\_» сентября 2011 г.

Утверждаю  
Генеральный директор  
ООО «Никель»  
С. ГУНИН  
А. МАКСИМОВ  
«\_\_» сентября 2011 г.

### ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РЕГЛАМЕНТ

строительства дорожных одежд из полимерцементогрунта на основе полимерно-минеральной композиции NISOFLOK методом холодного ресайклинга Wirtgen 2200 CR



ООО «АЗЫПРОЕКТСТРОЙ»  
ООО «НИКЕЛЬ»

СОГЛАСОВАНО  
Генеральный директор  
ОАО «Белорусский СоюздорНИИ»  
О.Г. Бабак  
2009 г.

УТВЕРЖДАЮ  
директор ООО «НИКЕЛЬ»  
А.Т. Максимов  
«\_\_» 2009 г.

ПОЛИМЕРЦЕМЕНТОГРУНТОВАЯ СМЕСЬ «NISOFLOK»  
В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

МЕТОДИКА КОНСТРУИРОВАНИЯ И РАСЧЕТА ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ  
СТО – 13881083 – 001 – 2009

РЕСПУБЛИКАНСКОЕ ДОЧЕРНЕЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
«БЕЛОРУССКИЙ ДОРОЖНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ИНСТИТУТ «БЕЛДОРНИИ»  
(Государственное предприятие «БелдорНИИ»)  
2009

УТВЕРЖДАЮ  
Директор государственного  
предприятия «БелдорНИИ»  
канд. техн. наук  
В. К. Шумчик  
«\_\_» 2011 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное агентство по образованию  
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
«АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
им. И.И. КОЗЛОВИЧОВА» (АлтГТУ)

УДК 625.741.82 : 691.542

УТВЕРЖДАЮ  
Директор университета  
И.И. Козловичов  
А.А. Максимов  
2010 г.

ОТЧЕТ О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ  
по теме:  
УКРЕПЛЕНИЕ МЕСТНЫХ ГРУНТОВ И ЦЕБЕНОЧНЫХ СМЕСЕЙ  
ПОРТЛАНЦЕМЕНТОМ И ОТХОДАМИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ДОБАВКИ NISOFLOK  
(аксиоматический)

Зам. проректора  
по научно-исследовательской работе  
к.т.н., доцент  
С.В. Новоселов

Руководитель темы  
д.т.н., профессор  
Г.С. Марковцов

Барнаул 2010

ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ «ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ  
УПРАВЛЕНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ НОВОСИБИРСКОЙ  
ОБЛАСТИ»

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ



ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО ОСНОВАНИЙ  
ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ И РАБОЧЕГО СЛОЯ ЗЕМЛЯНОГО  
ПОЛОТНА С ПРИМЕНЕНИЕМ СТАБИЛИЗАТОРОВ  
ГРУНТОВ

СТО ТУАД 09-2010

ГБУ НСО ТУАД

НОВОСИБИРСК – 2010

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ҚОЛҚИ ЖӘНЕ  
КОММУНИКАЦИЯ МИНИСТРЛІГІ  
АВТОМОБИЛЬ ЖОЛДАРЫ КОМИТЕТІ  
МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА  
И КОММУНИКАЦИЙ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН  
КОМИТЕТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Автомобиль жолдарын салу және жолдеу кезінде NISOFLOK  
рициклинген полимер ұнтақтар мен минералды толтырғыштар негізді  
полимер-минералды композицияларды қолдану бойынша

УСЫНЫМДАР

ҚР Ұ 218-91-2011

РЕКОМЕНДАЦИИ

по применению полимерно-минеральной композиции на основе  
редиспергируемых полимерных порошков и минеральных  
наполнителей NISOFLOK при строительстве и ремонте  
автомобильных дорог

Р РК 218-91-2011

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ  
«НИКЕЛЬ»

СТАНДАРТ  
ОРГАНИЗАЦИИ  
СТО 13881083-001-2009

УТВЕРЖДАЮ  
Генеральный директор  
ООО «НИКЕЛЬ»  
А.Т. Максимов  
«\_\_» 2011 г.

СМЕСИ ПОЛИМЕРЦЕМЕНТОГРУНТОВЫЕ С  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТАБИЛИЗАТОРА «NISOFLOK»  
ДЛЯ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА  
Технические условия

Начальник лаборатории  
минеральных вяжущих  
и бетонов  
В.В. Киселев

Старший научный сотрудник  
Д.М. Марковца

Минск  
2011

Минск 2011 г

Министерство образования и науки Республики Казахстан  
ТРОМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СЕКТОР

№ Титула разработки \_\_\_\_\_  
Имя автора \_\_\_\_\_

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор ТОО «ВШЭ» (ИИИ) АСЗ  
Д.М. Марковцов  
2010 г.

Документ № 918/С-2010  
Заказчик: ООО «НИКЕЛЬ»

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ  
ЭФФЕКТИВНОСТИ ПМК «НИКОФЛОК»

отчет по теме 918/С-2010

Начальник ИИИС, к.т.н., доцент  
Руководитель темы, к.т.н., доцент

К.И. Никитин  
Н.И. Митрофанов

Август - 2010 г.

Ресми басылым  
Издание официальное

Астана