

ОАО «Котласское ДРСУ»

ОТЧЕТ О НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ РАБОТЕ

**«Применение побочного продукта лесоперерабатывающей промышленности (лигносульфонат) для обеспыливания и улучшения несущей способности дорожных покрытий переходного типа»**

Шифр темы: 801

Котлас  
2008

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.	
Введение	3	
1. Общая информация о свойствах лигносульфоната.	4	
2. Характеристика участка автодороги «Миневская – Бурмасово –Пустошь» для опытного внедрения технологии. Обоснование выбора оптимального участка для проведения эксперимента.	7	
3. Результаты лабораторных исследований по оценке физико-механических свойств дорожно-строительных материалов.	11	
4. Технологический регламент проведения экспериментальных работ по обеспыливанию грунтовой дороги с использованием лигносульфоната. Технологическая схема производства работ.	13	
5. Мониторинг состояния экспериментальных участков. Оценка запыленности до и после производства работ.	21	
6. Техничко-экономическая оценка и сравнение результатов по всем примененным конструкциям. Рекомендации по дальнейшему применению лигносульфоната.	24	
Приложение 1. ТУ 2455-064-05711131-03 Технические условия на лигносульфонаты технические жидкие.	25	
Приложение 2. Расчет сметной стоимости проведения экспериментальных работ.	34	

## ВВЕДЕНИЕ.

Увеличение интенсивности движения, повышение осевых нагрузок и сокращение бюджета на плановые ремонты в совокупности представляют собой довольно трудоемкую задачу для создания экономически - эффективных конструкций дорожных одежд переходного типа.

Автомобильная дорога с гравийным покрытием должна обеспечивать в пределах установленных межремонтных сроков службы бесперебойный круглогодичный, безопасный и удобный проезд автомобилей с установленными скоростями и нагрузками.

Целью данного проекта НИОКР является разработка технологии снижения уровня запыленности гравийных дорог, что, свою очередь приведет к

- уменьшению вредного воздействия на здоровье жителей прилегающих к дороге населенных пунктов
- снижению количества дорожно-транспортных происшествий
- уменьшению потерь строительного грунта, которые происходят при выносе пылеватых частиц с покрытия

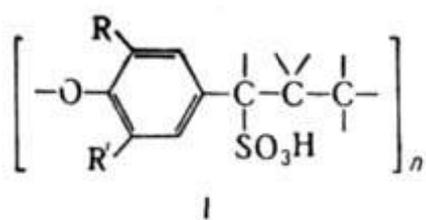
Для экспериментального обеспыливания был выбран лигносульфонат, который является побочным продуктом лесоперерабатывающей промышленности, представляющим собой соединение природных полимеров. По сравнению с той нагрузкой на природу, которую вызывают соли (хлорид кальция), лигносульфонат является приемлемым для природы веществом, не вызывающим коррозии. Кроме того, он слегка улучшает несущую способность дорожных конструкций.

Преимуществом этой технологии является то, что материал в значительных количествах производится на территории Архангельской области, а использование местных материалов значительно снижает стоимость работ и оказывает положительное влияние на экономику области.

## 1. ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О СВОЙСТВАХ ЛИГНОСУЛЬФОНАТА.

**Лигносульфонат** — это побочный продукт переработки древесины в целлюлозно-бумажной промышленности, который вырабатывается из лигнина, природного полимера.

В химическом смысле лигносульфонаты представляют собой соли лигносульфоновых кислот с молекулярной массой от 200 до 200000 и выше. Лигносульфонаты с молекулярной массой до 5000 моль состоят в основном из линейных молекул, с более высокой молекулярной массой - из разветвленных. Строение лигносульфоната окончательно не установлено, но на настоящий момент общепринято описывать их строение следующей формулой:



Лигносульфонаты - анионные поверхностно-активные вещества. В воде обычно находятся в коллоидном состоянии (степень гидратации 30-35%). Они незначительно понижают поверхностное натяжение воды, создают стойкие эмульсии и пены. Вязкость растворов лигносульфоната при концентрации 30-35% резко повышается. Кроме того, вязкость раствора лигносульфоната зависит от природы катиона и температуры, причем сильное снижение вязкости наблюдается при 20-40 °С. Концентрированный раствор лигносульфоната при 100-120°С - очень вязкий малоподвижный продукт, при 20 °С - твердый монолит. При дальнейшем охлаждении монолит приобретает хрупкость и сравнительно легко раскалывается при ударе. Температура застывания концентрированных растворов зависит от остаточного количества влаги в продукте. Так, при концентрациях лигносульфоната 75-79% температура затвердевания 60-87°С, при концентрациях 79-89% от 87 до 108°С. Л. получают обработкой древесины растворами гидросульфитов щелочных металлов при температуре 140°С. Товарные лигносульфонаты получают упариванием обессахаренного сульфитного щелока и выпускают в виде жидких и твердых концентратов, содержащих 50-92% по массе сухого остатка.

Лигносульфонаты могут использоваться в качестве:

- связующего материала для формовочных и стержневых смесей в литейном производстве;
- пенообразователя при кислотном травлении металлов;

- в нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности для регулирования вязкости буровых растворов и в качестве компонентов гелеобразующих систем для регулировки фильтрационных потоков и ограничения водопритока в процессах, повышающих нефтеотдачу;
- пластификатора цемента и бетона, разжижителя шлама;
- обеспыливающего материала для обработки полотна дорог;
- в производстве древесностружечных, древесноволокнистых плит и фанеры.

Лигносульфат технический представляет собой однородную густую жидкость темно-коричневого цвета. Жидкий технический лигносульфонат получают путём растворения порошкообразного лигносульфоната в воде в весовом соотношении 1,1-1,2 : 1 при механическом перемешивании в течение нескольких минут при температуре воды 20-70 °С до полного растворения порошка, причём повышение температуры воды повышает растворимость.

Сравнительные характеристики различных типов лигносульфонатов приведены ниже в таблице 1, где

ЛСТ – лигносульфонат технический (жидкий)

ЛСМ – лигносульфонат модифицированный

ЛСТП – лигносульфонат технический порошковый

Таблица 1.

№п/п	НАИМЕНОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ	ЛСТ	ЛСМ	ЛСТП
1	Массовая доля сухих веществ, %, не менее	47	92 (порошкообразные) 53 (жидкие)	
2	рН водного раствора, не менее	4,4	4,4	4,5
3	Предел прочности при растяжении высушенных образцов, МПа, не менее	0,6	0,6	0,69
4	Влажность, %, не более	–	–	4,0
5	Массовая доля золы к массе сухих веществ, %, не более	18	22,0	18,0
6	Вязкость условная, с	50-320	50-320	–
7	Массовая доля редуцирующих веществ к массе сухих веществ, %, не более	–	15	10
8	Плотность, кг/м <sup>3</sup> , не менее	1230	1260	–

Технические лигносульфонаты пожаро- и взрывобезопасны, по степени воздействия на организм относятся к 4-му классу опасности. Жидкие технические лигносульфонаты заливают в железнодорожные цистерны с нижним сливом, автоцистерны и другие емкости.

Порошкообразные технические лигносульфонаты упаковывают в бумажные и полиэтиленовые мешки, а также в мягкие специализированные контейнеры. Технические лигносульфонаты хранят в закрытых, проветриваемых складских помещениях в условиях, предотвращающих увлажнение продукта. Рекомендуемая температура хранения от 0 до +30 °С. Срок хранения – 1 год. При хранении не допускать контакта с окислителями (кислотами).

По информации от ОАО «Группа ИЛИМ» лигносульфонат является ингибитором коррозии, т.е. материалом, ПРЕПЯТСТВУЮЩИМ коррозии.

## 2 . ХАРАКТЕРИСТИКА УЧАСТКА АВТОДОРОГИ «МИНЕВСКАЯ – БУРМАСОВО –ПУСТОШЬ» ДЛЯ ОПЫТНОГО ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ. ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОГО УЧАСТКА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА.

Автодорога «Миневская-Бурмасово-Пустошь» является дорогой местного значения, V технической категории, протяженность ее составляет 8,4 км. Направление трассы – юго-западное (рис. 1).

Ширина земляного полотна варьируется от 10 до 11.5 м. Ширина проезжей части - от 4 до 5,9 м.

Расчетные вертикальные нагрузки для малых искусственных сооружений Н-30, НК-80.

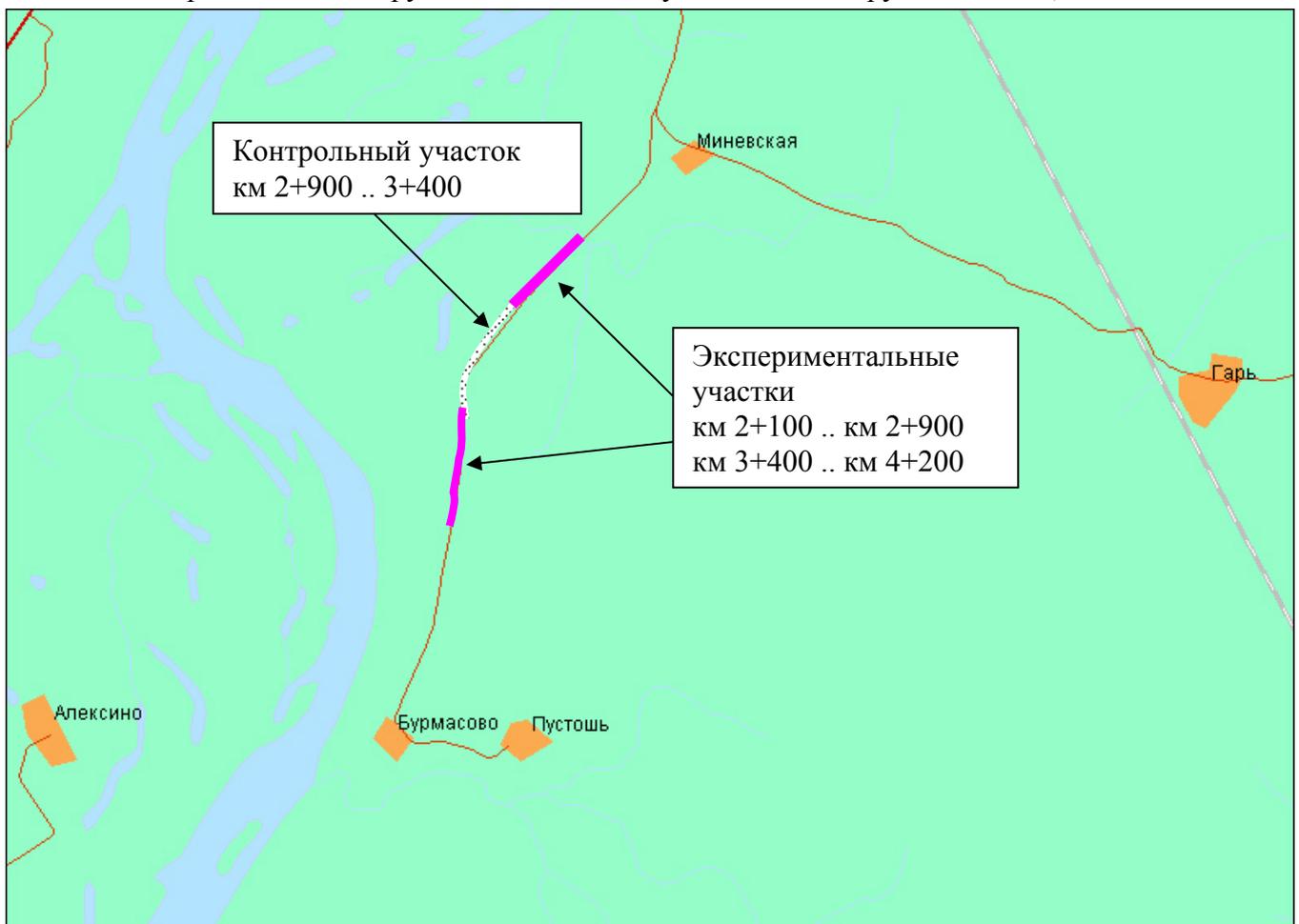


Рис. 1. Местоположение экспериментальных участков.

Район проектируемого участка дороги находится в пределах II дорожно-климатической зоны. Климат проложения трассы – умеренно-континентальный, с продолжительной и холодной зимой и коротким летом.

Метеорологические характеристики района:

- температура воздуха среднегодовая и по месяцам

Таблица 2.

	Температура наружного воздуха по месяцам, °С											
месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Г. Котлас	-14,0	-13,0	-7,4	1,4	8,3	14,3	17,2	14,6	8,4	1,4	-5,5	-11,4

Температура наружного воздуха среднегодовая + 1,2 °С

Абсолютный минимум - -51 °С

Абсолютный максимум - +37 °С

По многолетним наблюдениям, период со средней температурой:

выше 0 °С - с 8 апреля по 22 октября

выше +5 °С - с 30 апреля по 30 сентября

выше +10 °С – с 24 мая по 7 сентября

Среднегодовая скорость ветра – 4,2 м/с.

Сумма атмосферных осадков за год 505 мм, в том числе жидких 63%.

Рельеф в районе проложения трассы равнинный, выраженная овражная сеть отсутствует.

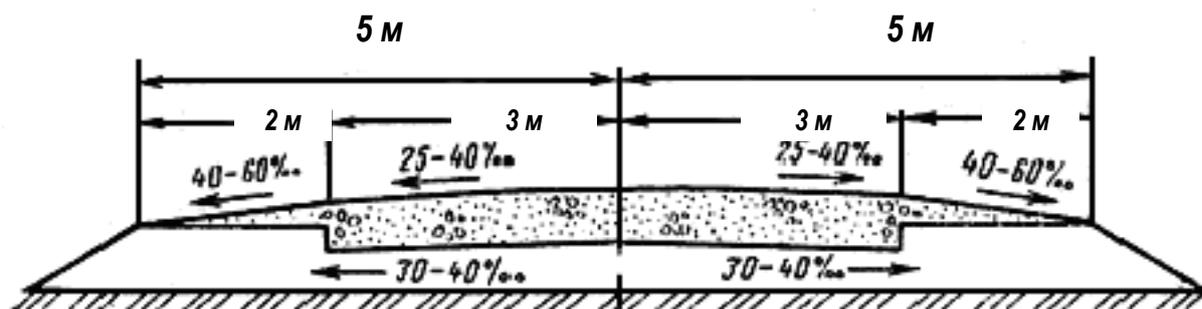
Естественный сток воды обеспечен уклоном местности. Мощность почвенно-растительного слоя – 0,2 м. Эрозия почв не наблюдается. Обследованный участок дороги находится на горизонтально лежащих палеозойских осадочных породах с маломощным покровом озерно-ледниковых отложений.

Подстилающие грунты в основном представлены тяжелыми суглинками, серовато-коричневыми и пылеватыми средней плотности влажными, тугопластичными с редкими включениями гравия в верхней части насыпи. Толщина слоя от 0,8 до 1,5 м.

Крутизна откосов насыпей и выемок принята с учетом обеспечения устойчивости откосов 1:3.

Земляное полотно возведено из грунта выемок и притрассовых резервов. Покрытие переходного типа выполнено из щебеночно-песчаной смеси.

Рис.2. Поперечный профиль участка дороги.



Экспериментальные работы выполнены на участке км 2+100 - км 4+200.

Автодорога проходит через шесть населенных пунктов - Чупаново, Выставка, Боровинка, Варавино, Кудрино, Пустошь. Интенсивность движения на автодороге по данным районного дорожного отдела № 7 составляет 307 автомобилей в сутки.

С 2003 года, когда дорога была принята на баланс ОГУ «Дорожное агентство "Архангельскавтодор"», ремонтов на ней не выполнялось. На содержание дороги ежегодно выделялись суммы от 486 до 571 тыс. руб. (в среднем 62 тыс. руб. на 1 км в год).

На сухой поверхности гравийной дороги мелкозернистый материал разрыхляется под воздействием дорожного движения и поднимается воздух в виде пыли. Примерно 70% частиц такой пыли составляют фракции крупнее 0,053 ( $d_{50}=0,06-0,12$  мм). Пылящая дорожная поверхность оказывает множество вредных воздействий. С точки зрения пользователей дороги и окружающей среды пыль снижает безопасность дорожного движения, ухудшая видимость, а также загрязняет здания и растительность вблизи дороги. Мелкозернистая пыль остается в воздухе в течение длительного времени и посредством ветра может быть отнесена на дальние расстояния. Кроме того, разрыхленные каменные частицы пылящей дороги повреждают лакокрасочное покрытие автомобилей.

Пылимость гравийной дороги означает увеличение затрат на обслуживание и расходов на содержание. При уменьшении доли мелкозернистого материала слой износа начинает разрыхляться, что приводит к появлению выбоин, колеи, откосу материала слоя износа на обочины и внутренние откосы. Обеспыливание необходимо выполнять тогда, когда дорожная поверхность становится очень сухой, и вяжущие свойства мелкозернистого материала начинают ухудшаться в результате уменьшения адгезионной силы воды между зернами материала.



По многолетним наблюдениям в жаркие летние месяцы (в особенности июнь, июль) на данном участке автодороги наблюдается повышенное пылеобразование (см. рис.3). В безветренную погоду пыль, поднятая при движении автомобилей,

Рис. 3. Образование пыли при скорости транспортного средства 40-50 км/ч

может висеть в воздухе несколько часов, ухудшая видимость, безопасность движения и общую экологическую обстановку в прилегающих населенных пунктах.

Для проведения эксперимента был выбран участок в районе старой церкви (съезд на км. 3+334). Рядом с экспериментальным участком находятся населенные пункты Чупаново и Выставка.

Чтобы обеспечить наглядность эксперимента и возможность дальнейшего мониторинга, было принято решение проводить работы по следующей схеме:



Обработка проводилась на ширину 9 м.

Для обеспечения дальнейшего мониторинга участки были закреплены на местности с помощью столбиков (рис. 4).

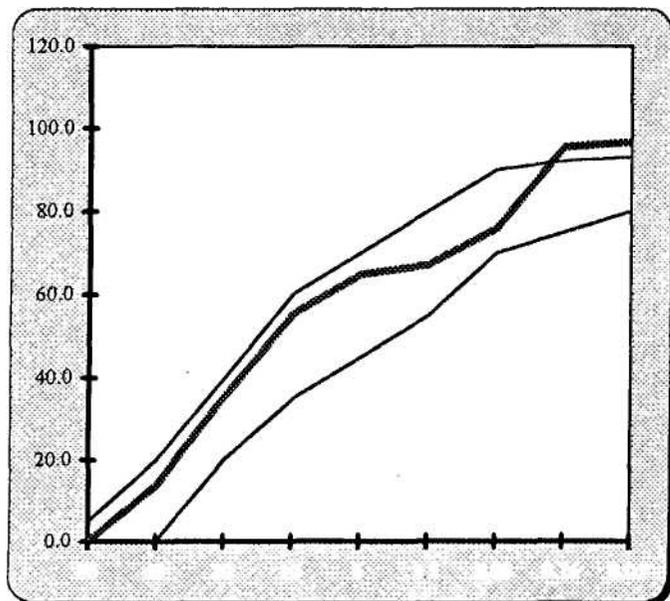


Рис. 4. Закрепление границ участков на местности.

3. Результаты лабораторных исследований по оценке физико-механических свойств дорожно-строительных материалов.

Место взятия пробы: км 2+300

Вид смеси (ПГС, ЩГС, <u>ЩГПС</u> , 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				13.8	35.6	55.2	64.8	67.2	75.9	95,4	96.7
Соответствие требованиям ГОСТ			соотв.								
Требования ГОСТ 25607-94 С1 для покрытий	Мин.				20	35	45	55	70	75	80
	Макс.		5	20	40	60	70	80	90	92	93



Марка по прочности щебня (гравия), входящего в состав смеси:

- по дробимости - **800**
- по истираемости - **ИЗ**

**Заключение:**

**Щебеночно-гравийно-песчаная смесь с объекта:**

**«Миневская – Бурмасово – Пустошь»**

**Км 2+300 по гранулометрическому составу**

**Соответствует требованиям ГОСТ 25607-94 смесь С1,**

**по прочности щебня (гравия) соответствует**

**требованиям СНиП 2.05.02-85.**

**Содержание пылеватых частиц (0,16 и 0,05 мм чуть выше нормы, что и обуславливает повышенное пылеобразование в летнее время.**

#### 4. Технологический регламент проведения экспериментальных работ по обеспыливанию грунтовой дороги с использованием лигносульфоната.

##### Технологическая схема производства работ.

Наиболее эффективным способом борьбы с пылью на гравийных покрытиях является обработка их обеспыливающими материалами, обеспечивающая уменьшение износа, сохранение первоначальной ровности, снижение загрязнения атмосферы, улучшение условий движения автомобильного транспорта и санитарно-гигиенического состояния прилегающих к дорогам населенных пунктов.

Норма расхода обеспыливающих материалов в каждом конкретном случае принимается на основании опытной проверки в зависимости от интенсивности и состава движения, погодных-климатических условий и материала покрытий.

Ориентировочные нормы расхода обеспыливающих материалов и продолжительность их действия даны в таблице (в числителе для I-III, а в знаменателе - для IV и V дорожно-климатических зон). Меньшие нормы расхода относятся к интенсивности движения до 300 авт./сут, большие - 300 авт./сут и более. Продолжительность обеспыливающего действия материалов дана после первой обработки покрытий.

Наименование материала	Норма расхода на 1 м <sup>2</sup> покрытия	Срок обеспыливающего действия, сут
Гигроскопические		
Кальций хлористый технический:	0,6-0,7	20-40
кальцинированный, кг	0,8-0,9	
плавленый, кг	0,8-0,9	20-40
жидкий, л	1,0-1,1	
	1,3-1,7	15-25
	2,0-2,2	
Кальций хлористый, ингибированный фосфатами (ХКФ), кг	0,7-0,8	25-40
	0,9-1,0	
Техническая поваренная соль (в виде раствора 30%-ной концентрации), л	1,5-2,2	15-20
	2,4-3,0	
Техническая соль сильвинитовых отвалов:	0,8-1,2	15-25
твердая, кг	1,4-1,8	
жидкая, л	1,6-2,5	

	----- 2,7-3,3	15-20
Вода морская лиманная или соленых озер, л	1,0-1,5	
	----- 1,5-2,0	3-5
Вода техническая, л	1,0-2,0	0,40-0,12 (2-3 ч)
<b>Органические</b>	<b>1,6-2,0</b>	
	-----	<b>20-30</b>
<b>Лигносulfонаты технические (ЛСТ) марки В 50%-ной концентрации, л</b>	<b>1,2-1,6</b>	
Лигнодор, л	1,6-2,0	
	----- 1,2-1,6	40-45
Сульфитный щелок 10%-ной концентрации, л	4,0-6,0	
	----- 3,0-5,0	15-20
Жидкие битумы, л	0,8-1,0	30-90
Битумные эмульсии, л	1,2-1,5	30-90
Сырые нефти, л	0,8-1,0	30-90

При повторных обработках норму расхода обеспыливающих материалов уменьшают в 2 раза. Повторную обработку производят при появлении первых признаков пылеобразования.

Объем работ и количество потребных материалов определяют с учетом длины участков, подлежащих обеспыливанию, норм расхода обеспыливающих материалов и количества обработок за сезон. При этом особое внимание следует уделять участкам, проходящим через населенные пункты, вдоль полей, засеянных сельскохозяйственными культурами, а также около больниц, санаториев, детских учреждений, остановок автобусов, на опасных участках дороги (спуск, подъем, кривые малого радиуса) и т. п.

В нашем случае интенсивность движения составляет 307 автомобилей в сутки. Для того, чтобы опытным путем определить, какой расход является оптимальным, на первом участке расход составит 1,6 л/м<sup>2</sup>, на втором 2,0 л/м<sup>2</sup>.

Всего для проведения эксперимента потребуется 23,84 м<sup>3</sup> лигносульфоната, или при плотности 1260 кг/м<sup>3</sup> это составит 30,04 т.

Необходимое количество обработок за сезон определяют с учетом продолжительности теплого периода, в течение которого наблюдается пылеобразование, и количества дождливых дней:

$$N = \frac{\Pi - Д}{T},$$

где  $\Pi$  - продолжительность теплого периода в году, сут (для ориентировочных расчетов принимают для I дорожно-климатической зоны 30-60 сут; для II - 60-90; для III - 80-110; для IV - 100-130; для V дорожно-климатической зоны - 120-180 сут);  $Д$  - количество дождливых дней за теплый период года (по данным метеослужбы за предыдущие годы);  $T$  - срок действия обеспыливающих материалов, сут (см. табл. 4.1).

Число дней с осадками в летний период по данным справочника по климату Архангельской области (по г. Котлас) - 45 дней

$$N_{\min} = (60 - 45)/30 = 0,5$$

$$N_{\max} = (90-45)/30 = 1.5$$

$$N_{\text{ср.}} = 1$$

Вывод: обработку обеспыливающими материалами надо проводить 1 раз в сезон.

Потребное количество обеспыливающих материалов определяют по формуле

$$P = (g + N' g_{\text{п}}) 1000 b L \cdot 1,1,$$

где  $g$  - норма расхода обеспыливающих материалов на 1 м<sup>2</sup> при первичной обработке, кг (л) (см. табл. 4.1);  $g_{\text{п}}$  - то же при каждой повторной обработке ( $g_{\text{п}} = 0,5 g$ ), кг (л);  $N'$  - количество повторных обработок за сезон  $N' = (N - 0)$ ;  $b$  - ширина проезжен части, м;  $L$  - длина дороги (участка), км; 1,1 - коэффициент запаса.

$$P_1 = (1.6 + 0) \cdot 1000 \cdot 8 \cdot 800 \cdot 1,1 = 11\,264 \text{ м}^3$$

$$P_2 = (2.0 + 0) \cdot 1000 \cdot 8 \cdot 800 \cdot 1,1 = 14\,080 \text{ м}^3$$

$$m = (P_1 + P_2) \cdot \text{плотность} = (11\,264 + 14\,080) \cdot 1,23 = 31,17 \text{ т}$$

Органические обеспыливающие материалы хранят в закрытых хранилищах, оборудованных системой подогрева.

Для распределения обеспыливающих материалов наряду с дорожными машинами (КДМ-130, ПМ-8, ДС-39, ПР-130, УР-53, ЭД-404 и др.) могут быть использованы сельскохозяйственные машины и машины, применяемые в горнодобывающей промышленности.

Таблица 4.2

Показатель	Для жидких материалов					Для твердых материалов					
	РЖТ-4	РЖТ-8	РЖТ-16	ГПУ-1	ПА-1	РУМ-3	1-РМГ-4	КСА-3	РУ-4-10	НРУ-0,5	Сеялк РТТ-4,2
Вместимость кузова или цистерны, м <sup>3</sup>	4	8	16	25	6	2,6	3,5	3,02	0,325	0,41	0,7
Рабочая скорость, км/ч	До 10	8,5-11,4	До 10	10	5-10	9	11	17	9	7-12	10-12
Ширина распределения, м:											
с ветрозащитными устройствами	-	-	-	-	-	8	8	6	4	6	-
без ветрозащитных устройств	10	10	10	3	3-6	10-12	12-15	8-10	4-10	8	3,5
Число форсунок	-	-	-	10	13	-	-	-	-	-	-
Погрузочная высота, м	-	-	-	-	-	2,1	1,8	2,2	1,5	1,4	1,4
База	Трактор			Автомобиль		Трактор класса		Автомобиль	Трактор класса		
Производительность, т/ч	Т-150К 25	Т-150К 40	К-701 80	МАЗ-205 -	ЗИЛ-130 -	1,4 -	1,4 -	ЗИЛ-555 -	0,6-1,4 -	0,6-1,4 -	0,6-0,9 -
Время самозагрузки, мин	3-5	5-8	7-8	-	-	-	-	-	-	-	-
Масса, кг	2200	4000	6800	-	-	1500	1400	4800	220	30	-
Тип	Прицепной			Специальный		Прицепной		Специальный	Навесной	Прицепной	
Область назначения	Сельское хозяйство			Горно-добывающая промышленность		Сельское хозяйство					

Обеспыливание гравийных покрытий осуществляют двумя способами: пропиткой покрытия и смешением гравийного материала покрытия с обеспыливающими материалами на дороге.

Пропитку покрытий обеспыливающими материалами чаще всего применяют при содержании, а смешение - при ремонте и строительстве.

Участок покрытия, предназначенный для обработки способом пропитки, в зависимости от его состояния профилируют автогрейдерами (грейдерами) или выравнивают дорожными утюгами с приданием требуемой ровности и поперечного профиля. Одновременно удаляют крупные несвязные частицы гравия.

Розлив растворов производят на покрытие, материал которого имеет фактическую влажность  $W_f$ , равную или меньшую оптимальной  $W_{opt}$ .

Оптимальная влажность – 4-6 % .

Влажное покрытие лучше уплотняется.

Поверхность дороги после обработки уплотняется автогрейдером с резиновым краем отвала или проездом автомобилей сразу после нанесения материала, пока дорога еще влажная. При норме более  $1,5 \text{ л/м}^2$  розлив осуществляют за два-три приема. Каждый последующий розлив производят после того, как раствор предыдущего полностью впитается в покрытие. Время между поливами определяют исходя из погодных условий. Оно составляет, как правило, от 20 до 120 мин.

Скорость движения распределительных средств не должна превышать 8-12 км/ч, а длина захватки - не более 1 км.

В ходе эксперимента длина захватки составила 800 м.

Розлив органических обеспыливающих материалов желательно производить при температуре, обеспечивающей нормальное впитывание (табл. 4.3).

Таблица 4.3

Наименование материала	Марка	Температура розлива, °С
Разжиженные нефтяные битумы		50-70
Сырая нефть		50-90
Лигносulfонат технический, 50%-ной концентрации	ЛСТ-В, ЛГД	30-70
Сульфитный щелок	-	Без подогрева
Битумные эмульсии	Анионные	" "

Примечания. 1. Температуру розлива корректируют в зависимости от состояния погодных условий: при более низкой температуре воздуха принимают более высокую температуру материала при розливе и наоборот.

Растворы гигроскопических солей и жидкие технические лигносульфонаты хранят в стальных или бетонных резервуарах, исключающих попадание обеспыливающих материалов в почву.

При хранении гигроскопических материалов и технических лигносульфонатов необходимо соблюдать следующие правила:

хранилища не должны располагаться в зоне защиты питьевой воды и ближе 100 м от других водоемов;

уровень в хранилищах необходимо контролировать один раз в неделю;

при обнаружении утечек срочно их устранять;

состояние хранилища проверяют один раз в год и фиксируют в специальном журнале.

При распределении гигроскопических и органических обеспыливающих материалов необходимо соблюдать следующие правила:

рабочие органы распределительных средств должны быть отрегулированы таким образом, чтобы исключить попадание обеспыливающих материалов за пределы бровки земляного полотна;

строго следить за нормой распределения;

в населенных пунктах запрещается производить обеспыливание солями в мелкодисперсном виде (порошке);

при пересечении рек, ручьев или других водных преград участки дорог длиной по 100 м с каждой стороны от моста (трубы), а также участки, проходящие в зоне охраны питьевой воды и вдоль других водоемов, расположенных на расстоянии до 100 м, обеспыливают только органическими вяжущими материалами в виде битума или битумной эмульсии.

По окончании работ ежедневно промывают распределительные средства водой.

*Выдержка из материалов проекта «Роадекс»:*

Раствор лигносульфоната оптимально разливать на покрытие под давлением через распылители.

Возможно и гравитационное распределение через шланг.

Автомобильная цистерна с насосом и распределительной трубой – оптимальный инструмент для распределения.

Норма расхода 1-1,5 литра на кв. м.

Состояние покрытия имеет большое значение для применения обеспыливающих материалов. Наилучший результат достигается, когда гравийная дорога обрабатывается автогрейдером для разрыхления и увеличения обрабатываемой площади.

Это обеспечит надежное связывание обеспыливающих материалов с покрытием и проникновение материала в глубину дорожной конструкции.

Рис. 5. Технологическая карта на обеспыливание гравийной дороги (часть 1)

1	Захватка	1	1	1	1	1
2	Длина захватки, м	800	800	800	800	800
3	Наименование рабочих операций	1. Добавление материала (ЩГПС) для предварительного выравнивания покрытия	2. Распределение и разравнивание материала.	3. Поливка водой.	4. Чистовая профилировка	5. Распределение лигносульфоната.
4						
5	Исполнители	1. Водители. 2. Дорожные рабочие – 2 чел.	1. Машинист. 2. Дорожные рабочие - 3 чел.	1. Машинист ПМ-130	1. Машинист – 1	1. Машинист автоцистерны.
6	Машины	Автомобиль - самосвал	Автогрейдер	ПМ- 130 ( или аналог)	Автогрейдер	Автоцистерна с распределительной трубой
7	Материалы	ЩГПС – по расчету потребности на ямочный ремонт				Лигносульфонат жидкий ЛСТ

## Технологическая карта на обеспыливание гравийной дороги (часть 2)

1	Захватка	1	1	1	1
2	Длина захватки, м	800	800	800	800
3	Наименование рабочих операций	6. Профилировка	7. Повторный розлив лигносульфоната (при расходе более 1,6 л/м <sup>2</sup> )	8. Повторная профилировка. (при двойном розливе)	9. Уплотнение. Контроль качества работ.
4					
5	Исполнители	1. Машинист – 1	1. Машинист. 2. Дорожные рабочие - 3 чел.	1. Машинист – 1	1. Машинист – 1 2. Дорожные рабочие – 2 чел.
6	Машины	Автогрейдер	Автогрейдер	Автогрейдер	Автогрейдер
7	Материалы				

## 5. Мониторинг состояния экспериментальных участков.

### Оценка запыленности до и после производства работ.

В ходе эксперимента была проведена оценка запыленности воздуха с использованием относительного метода, предложенного журнале «Экология и промышленность России» (май, 2003 г.).

В качестве ловушки частиц пыли использовали липкую ленту, закрепленную на рамку. Ловушки были установлены в нескольких пунктах и экспонировались в течение 3 суток. После завершения наблюдения ловушки обрабатывались с помощью фотоэлектроколориметра. Измеряется оптическая плотность пленок с пылевыми частицами по сравнению с неэкспонированной ловушкой.

Измерения проводились в трех контрольных точках.

Результаты измерений представлены в таблице:

	Относительный уровень запыленности, усл.ед			
	До проведения эксперимента	Непосредственно после распределения реагента	2 недели после эксперимента	45 дней после эксперимента.
№ 1 - км 2+300	0,82-0,85	0,06-0,08	0,10-0,11	0,20-0,25
№ 2 - км 3+050 контрольный, без обработки	0,85-0,87	0,85-0,87	0,53-0,55	0,49-0,51
№ 3 – км 3+800	0,85-0,87	0,10-0,12	0,12-0,14	0,18-0,22

Изучив полученные данные, можно сделать вывод, что применение лигносульфоната в качестве обеспыливающего материала дает хороший результат. Участки №1 и № 3 с различной концентрацией показали примерно одинаковый уровень снижения запыленности, из чего можно сделать вывод, что оптимальным, экономически эффективным вариантом будет применение варианта № 1 – обработка покрытия лигносульфонатом в количестве 1,6 л/ кв.м.

Кроме этого, была произведена визуальная оценка эффективности действия лигносульфоната. Фотографии, представленные ниже, сделаны через 20 дней после обеспыливания, и наглядно демонстрируют эффективность действия реагента.

Рис. 6. Экспериментальный участок № 1.



Рис. 7 Контрольный участок – без обработки.



Рис. 8. Экспериментальный участок № 2



Сравнивая рисунки № 6 и № 7, мы можем видеть, что на обработанном участке за автомобилем, двигавшемся в обоих случаях со скоростью 50 км/ч, пыли нет.

Из таблицы видно, что относительный уровень запыленности в конце периода измерений снизился также и на контрольном участке, где обработка не производилась. Это объясняется тем, что в июле было довольно много дождливых дней. Тем ни менее, эффект от обработки лигносульфонатом очевиден.

6. Технико-экономическая оценка и сравнение результатов.  
Рекомендации по дальнейшему применению лигносульфоната.

Расчет экономической эффективности выполнен на основании сравнения лигносульфоната и соли хлористого кальция.

Расчет произведен при ширине обработки поверхности дорожного покрытия - 9 м, во II дорожно-климатической зоне. Затраты определяются на 1 год на 1 км дороги.

Показатели	Обеспыливающие материалы		
	ЛСТ при концентрации 1,6 л/м <sup>2</sup>	ЛСТ при концентрации 2 л/м <sup>2</sup>	CaCl <sub>2</sub>
Стоимость материалов, руб.	42 000	52 500	61 640
Сметная стоимость работ, руб.	80 206	92 069,45	90 500

Норма расхода кальция 5,36 т/км при интенсивности более 250 авт/сут. И ширине обработки 9 м. Отпускная цена принята по данным поставщика 11 500 руб/т.

Сметная стоимость работ по обеспыливанию хлоридом кальция взята по данным отдела содержания ОГУ "Дорожное агентство "Архангельскавтодор".

Сметная стоимость работ по двум участкам рассчитана в программе БАГИРА, расчет приведен в приложении № 2. Долгосрочный экономический эффект рассчитать затруднительно, т.к. срок службы обработки составляет всего 30 дней.

Поэтому, ограничившись сравнением сметной стоимости работ по вышеприведенным вариантам, можно сделать вывод, что наиболее эффективным для применения является вариант с обеспыливанием лигносульфонатом с расходом 1,6 л/м<sup>2</sup>.

Таким образом, мы можем рекомендовать исследованную в данном проекте технологию производства работ по обеспыливанию взамен ранее использовавшегося хлористого кальция. Но экономически выгодным будет это лишь в тех районах, где производится лигносульфонат, т.к. увеличение дальности возки неизбежно повлечет за собой увеличение сметной стоимости. В Архангельской области целлюлозно-бумажное производство расположено в Котласском и Приморском районах