

SCR-E/110623/C/SV/RU

Управление Дорогами
Северо-Запада России

Технический Отчет 12

Руководство по Усилению
Гравийных Дорог
Способом «Отта Сил»

Окончательная Версия

31 декабря 2002

Опубликовано: декабрь 2002

Copyright © 2002 by Tacis services DG IA, European Commission.

Запросы на использование материалов посылать на адрес
Информационного офиса Тасис:
European Commission, Aarlenstraat 88 1/06 Rue d'Arlon, B-1040 Brussels.

Данный Отчет был подготовлен Консорциумом Finnroad Ltd, BCEOM и JP-Transplan Ltd. Все выводы, предположения и интерпретации в данном документе принадлежат только Консорциуму и никоим образом не отражают политику или мнения Европейской Комиссии.

Что такое Тасис?

Программа Тасис является инициативой Европейского Союза для Новых Независимых Государств и Монголии, которая содействует развитию гармоничных и успешных экономических и политических связей между Европейским Союзом и этими странами-партнерами. Ее целью является поддержка инициатив стран-партнеров по развитию общества, основанного на политических свободах и экономическом процветании.

Тасис осуществляет эту цель путем предоставления безвозмездного финансирования передачи ноу-хау для поддержки процесса перехода к рыночной экономике и демократическому обществу.

За первые шесть лет своей деятельности, с 1991 по 1996 гг., Тасис реализовал 2,807 миллионов ЕВРО на осуществление свыше 2 500 проектов.

Тасис тесно работает со странами-партнерами для определения направления использования средств. Это гарантирует, что финансирование Тасис соответствует политике реформ и приоритетам каждой конкретной страны. В рамках международного содействия Тасис тесно работает с другими донорами и международными организациями.

Тасис предоставляет ноу-хау с помощью большого числа государственных и частных организаций, что позволяет комбинировать опыт стран с рыночной экономикой и демократическим устройством с местными знаниями и умениями. Ноу-хау передается в форме стратегических консультаций, с помощью групп консультантов, путем проведения исследований и обучения, развития и реформирования правовой и нормативной базы, институтов и организаций, а также с помощью установления партнерства, механизмов породнения и экспериментальных проектов. Тасис также служит катализатором, открывая средства основных кредиторов и инвесторов с помощью пред-инвестиционных и технико-экономических исследований.

Тасис содействует пониманию и оценке демократии и рыночно ориентированной социально-экономической системы путем развития связей и долгосрочных отношений между организациями в странах-партнерах и их коллегами в Европейском Союзе.

Основными приоритетами для финансирования по линии Тасис являются государственные административные реформы, реструктуризация государственных предприятий и развитие частного сектора, транспортной и телекоммуникационной инфраструктур, энергетики, ядерной безопасности и охраны окружающей среды, строительства и эффективного производства пищевых продуктов, производственной и распределительной системы, развитие социальных услуг и образование. Поэтому, каждая страна выбирает приоритетные сектора в зависимости от её нужд.

Форма 1.2. ТИТУЛЬНАЯ СТРАНИЦА ОТЧЕТА

Название проекта:	Управление дорогами Северо-Запада России	
Номер проекта:	SCR-E/110623/C/SV/RU	
Страна:	Российская Федерация	
	Местный партнер	Консультант ЕУ
Название:	Архавтодор	Финнроуд
Адрес :	Комсомольская 38-1 163045 Архангельск, Россия	Опастинсилта 12 Н 00521 Хельсинки Финляндия
Тел. :	+7 8182 229891	+358 9 86898810
Факс :	+7 8182 229176	+358 9 86898820
Телекс :	_____	_____
Контактное лицо:	Г-н Попов Сергей Иванович	Г-н Раймо Салланмаа
Подписи :	_____	_____

Дата отчета: 31.12.2002

Название Отчета: Руководство по усилению гравийных дорог способом «Отта Сил».

Авторы отчета: Консультанты ЕС (С. Данн/ И. Хейккинен)

Мониторинг ЕС	_____	_____	_____
	[имя]	[подпись]	[дата]
Делегация ЕС	_____	_____	_____
	[имя]	[подпись]	[дата]
ТАСИС	_____	_____	_____
[управляющий проектами]	[имя]	[подпись]	[дата]

Содержание

ПРЕДИСЛОВИЕ	1
1 ОСНОВНАЯ ИНФОРМАЦИЯ	2
1.1 Предыдущий мировой опыт	2
2 ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ, СООТВЕТСТВУЮЩИЕ УСЛОВИЯМ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ	4
2.1 Механизм выполнения поверхностной обработки типа "отта сил" (смесь гравия с подобранным гранулометрическим составом и мягкого вяжущего) и его отличия от других типов поверхностной обработки	4
3 ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ	5
3.1 Верхний слой основания	5
3.2 Подготовка верхнего слоя основания.....	6
3.3 Минеральный материал для поверхностной обработки	6
3.4 Выбор соответствующего типа битума.....	2
4 ВАЖНЫЕ МОМЕНТЫ В ПРИМЕНЕНИИ МАТЕРИАЛОВ	3
4.1 Производство необходимого разжиженного битума.....	3
4.2 Обеспечение хороших адгезионных качеств.....	3
4.3 Применение вяжущего	3
4.4 Применение заполнителя	3
4.5 Предварительное определение необходимых объемов заполнителя и вяжущего в лабораторных условиях	4
4.6 Уплотнение уложенного слоя	4
5 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ	6
5.1 Полученные данные	7
5.2 Рекомендации	7
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 ПОДРОБНОСТИ НДМ-АНАЛИЗА ВЫГОД, ОБУСЛАВЛИВАЕМЫХ МОДЕРНИЗАЦИЕЙ ГРАВИЙНЫХ ДОРОГ В АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ ПОСРЕДСТВОМ ПОВЕРХНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ ТИПА "ОТТА СИЛ"	9

Предисловие

Данный документ представляет Технический Отчет №12 в контексте проекта «Управление Дорогами Северо-Запада России», финансируемого программой Тасис.

Данный отчет рассматривает целесообразность внедрения промежуточного типа дорожного покрытия, находящегося между гравийным покрытием и традиционным твердым покрытием, выполненным из битумосодержащего материала. Возможно, модернизация гравийных дорог, на которых ССИД транспорта с годами стала превышать 300 авто/сут, но все же составляет менее 800, до дорог с твердым покрытием, не оправдывает себя. Однако, такие дороги, возможно, стоит усовершенствовать до создания покрытия промежуточного типа, требующего меньших затрат на содержание и обеспечивающего более ровное и менее пыльное покрытие, чем гравийное. Гравийные дороги, пропускающие достаточно значительный объем транспорта, требуют частого профилирования и периодического восстановления гравийного покрытия, в зависимости от уровня потери материала покрытия. В Архангельской области недостаток природных каменных материалов или мест с обнажением горных пород, используемых для приготовления щебня, обуславливает высокую стоимость работ по содержанию, по сравнению с такими же работами, выполняемыми в большинстве других областей страны. Консультанты проекта вынесли предложение по выполнению поверхностной обработки гравийных дорог, на которых ССИД превышает 300 авто/сут, с использованием минерального материала с подобранным гранулометрическим составом и мягкого битумного вяжущего. Это предложение обосновывается посредством анализа НДМ, демонстрирующего экономические выгоды данного типа поверхностной обработки.

1 Основная информация

Строительство и содержание гравийных дорог, представляющих большую часть сети дорог Архангельской области, требует больших финансовых затрат, главным образом, в связи с тем, что очень часто для этих работ используется щебень, который приходится транспортировать на расстояния, превышающие 250км и достигающие 798км. Например, стоимость щебня из карьера Покровское, перевезенного на расстояние 253км в Исакогорку в мае 2002, составляла 471,61 руб./м³, в т.ч. расходы на хранение и НДС.

В сухую погоду такие дороги пылят, и для придания дорожной поверхности требуемой формы и ровности их приходится часто профилировать. Периодически такие дороги подсыпают гравием, по крайней мере, некоторые участки. Когда интенсивность транспортного движения на таких дорогах достигает определенного значения ССИД, расходы на содержание этих дорог, издержки пользователей дорог, издержки ДТП, а также ущерб от воздействия на окружающую среду начинают превышать общую стоимость устройства и содержания дорожного покрытия, обработанного битумным материалом. Такой слой поверхностной обработки покрытия:

- защищает основание дорожной одежды, сокращая тем самым необходимость подсыпки дороги гравием, за исключением обочин;
- обеспечивает хорошие ездовые характеристики покрытия (приемлемая ровность и высокие показатели сопротивления скольжению), сокращая тем самым эксплуатационные расходы и опасность появления пыли;
- сокращает необходимость профилирования дороги, за исключением обочин;
- повышает комфортабельность поездки и позволяет водителю двигаться с более высокой и безопасной скоростью.

Задача: обеспечение износостойкого дорожного покрытия, обладающего низкими издержками на строительство и содержание, но обеспечивающего ровную и непыльную поверхность, способную выдержать высокие осевые нагрузки, а также разрушение от воздействия окружающей среды при минимальном содержании.

1.1 Предыдущий мировой опыт

В 1965 году в Норвежской дорожно-исследовательской лаборатории был разработан эффективный метод гудронирования дорожной поверхности с использованием гравия с подобранным гранулометрическим составом и мягкого вяжущего. Данный метод был направлен на повышение качества гравийных дорог, причем последующая экономия средств на содержании обработанных дорог превышала стоимость этого метода. Данный метод получил название "Otta Seal¹" (слой поверхностной обработки типа "отта сил"). В настоящее время в Норвегии около 20% дорог с твердым покрытием обработано по технологии "отта сил".

¹Overby C. (1999) "A Guide to the Use of Otta Seals" Издание No.93 Road Technology Department, Directorate of Public Roads, Oslo, August.

В Швеции подобная технология появилась в 1985 году и получила название "Y1G". В настоящее время около 4000км дорог Швеции обработано по данной технологии.

В Исландии данный тип поверхностной обработки с использованием мягкого вяжущего был внедрен, главным образом, в качестве альтернативы использованию нефтегравия на дорогах с низкой интенсивностью дорожного движения.

Таким образом, данная технология была признана и используется для повышения качества гравийных дорог в странах с климатическими условиями, аналогичными условиям Архангельской области.

2 Технические условия, соответствующие условиям Архангельской области

Принимая во внимание местные условия поставки материалов, климатические условия, а также опыт норвежских специалистов, Консультанты подготовили проект технических условий (спецификаций) для модернизации опытного участка гравийной дороги, например дороги №3 – дорога Северодвинск-Онега.

2.1 Механизм выполнения поверхностной обработки типа "отта сил" (смесь гравия с подобранным гранулометрическим составом и мягкого вяжущего) и его отличия от других типов поверхностной обработки

Мягкое битумное вяжущее равномерно разливают относительно толстым слоем (1,6 - 2,01 л/м²) по верхнему слою основания. Поскольку вяжущее является мягким, то обычно не требуется предварительного розлива битума. Заполнитель с подобранным гранулометрическим составом равномерно распределяют поверх слоя вяжущего. Желательно использовать для этой работы механический распределитель, однако, в отдаленных районах можно укладывать слой заполнителя толщиной около 18мм вручную. При укатке слоя вяжущее заполняет промежутки между частицами заполнителя, и уже через несколько недель после движения транспорта по новому слою износа материал выглядит так, как если бы слой был уложен с использованием предварительно подготовленной смеси. На рисунке 1.2 представлено схематическое изображение поперечного профиля одинарного и двойного слоев. Если вяжущее распределено с избытком, и возникают случаи выпотевания битума, то на поверхность нужно просто нанести слой песка, который быстро впитает мягкое вяжущее.

Если дорога предполагается для движения тяжелых грузовых автомобилей, то в качестве заполнителя рекомендуется использовать щебень или заполнитель с оптимальным гранулометрическим составом. Такой заполнитель очень хорошо уплотняется, и его прочность обуславливается как механическим сцеплением частиц заполнителя, так и когезией битума.

Для поверхностной обработки данного типа используется гравий с подобранным гранулометрическим составом. Это может быть природный зернистый каменный материал. Однако, в Архангельской области вероятнее всего использование дробленного и сортированного каменного материала. Изготовление такого материала является более дешевым по сравнению с изготовлением заполнителя одной фракции, используемого для поверхностных работ.

3 Принципы проектирования

Норвежский подход к проектированию является гибким и эмпирическим. В некоторых случаях слой «отта сил» наносится непосредственно на поверхность существующих гравийных дорог, без предварительного укрепления слоя гравия, служащего верхним слоем основания.

Поскольку большинство гравийных дорог Архангельской области построены для движения тяжелых автомобилей, перевозящих пиломатериалы, необходимо убедиться, что материал, используемый для строительства нижнего и верхнего слоев основания, обладает достаточной несущей способностью. Однако, стандартные расчетные требования к прочности дорожной одежды могут быть снижены. Опыт норвежских экспертов показывает, что характеристики дорожных одежд являются удовлетворительными в случае, если прогиб дорожного покрытия при испытании на прогиб балки Бенкельмана при двойной колесной нагрузке 40кН в течение летнего сезона не превышает 1,25мм (аналогично прогибу 1,2мм, измеренному в соответствии с российским FWD). Это объясняется следующим:

- При незначительной постоянной деформации, обусловленной движением тяжелого транспорта, мягкое вяжущее, даже при образовании трещин, обладает способностью к самовосстановлению под воздействием транспортного движения и при теплых погодных условиях.
- Несмотря на то, что частицы минерального материала основания могут быть немного смещены в результате воздействия нагрузок, это не приводит к существенным повреждениям, за исключением возможного образования колеи, появляющихся в результате многократного проезда транспорта по одной и той же линии пути.

Рассчитывая ширину дорожной поверхности, необходимо обеспечить такие условия, чтобы водителям не приходилось ехать вдоль одной и той же линии. Например, ширина покрытия в 5м дает водителям возможность выбрать любую линию езды между краем и центром проезжей части. В случае обеспечения возможности выбора линии пути образование колеи перестанет быть проблемой.

3.1 Верхний слой основания

Для того чтобы выдерживать постоянные тяжелые колесные нагрузки верхний слой основания должен удовлетворять требованиям российских стандартов. Кроме того, верхний слой основания необходимо укладывать из щебня с тем, чтобы обеспечить его максимальную устойчивость к сдвигу. Рекомендуемая минимальная толщина верхнего слоя основания составляет 150мм.

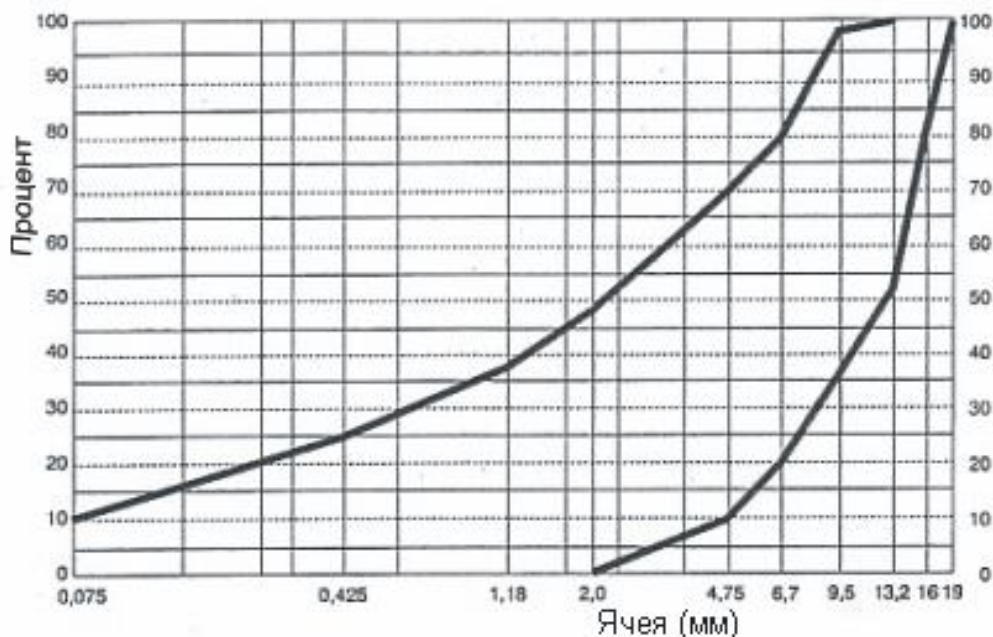
3.2 Подготовка верхнего слоя основания

В качестве наиболее экономичного способа осуществления поверхностной обработки с применением минерального материала с подобранным гранулометрическим составом рекомендуется следующий: существующее гравийное покрытие профилируют, снимая примерно 100-миллиметровый слой гравия от центральной части дороги на ширину предполагаемого верхнего слоя и укладывают срезанный материал по обе стороны дороги, формируя тем самым высокие обочины. Затем минеральный материал для верхнего слоя основания сваливают на дорогу и распределяют, формируя слой толщиной 150мм, либо материал укладывают посредством распределителя, наполняемого из самосвала. Далее слой необходимо равномерно увлажнить (до оптимальной влажности) и уплотнить, желательнее с помощью вибрационного дорожного катка со стальными вальцами для обеспечения максимальной плотности заполнителя в сухом состоянии. При выполнении данной работы необходимо уделить внимание небольшим корректировкам продольного профиля покрытия с тем, чтобы обеспечить комфортность езды и уменьшить неровность покрытия.

3.3 Минеральный материал для поверхностной обработки

В издании № 93 представлено руководство по подбору гранулометрического состава заполнителя, что отражено в табличной и графической формах в таблице 1.1 и на рисунке 1.1. Рекомендуемая кривая гранулометрического состава должна быть непрерывной и приблизительно параллельной предельным кривым. Процентная доля материала, проходящего через ячею размером 4,0мм, должна составлять не менее 35%, а процентная доля материала, проходящего через ячею размером 0,075мм не должна превышать 10%.

Рисунок 1. Кривая гранулометрического состава заполнителя для "отта сил" по материалам Издания № 93.



Свойства материалов	Требования	Обозначение теста AASHNO или BS
Индекс пластичности	Мах 10	T 90-61
Индекс выкрашивания	Мах 30 (применяется только для щебня)	BS 812
Размер ячее (мм)	Требования по % прохождения материала	
19	100	T 146-49
16	80-100	
13,2	52-100	
9,5	36-98	
6,7	20-80	
4,75	10-70	
2,00	0-48	
1,18	0-38	
0,425	0-25	
0,075	0-10	

Таблица 1. Характеристики “отта сил”, определенные в Издании № 93.

Распыляемое поверх заполнителя вяжущее должно обладать следующими качествами:

- достаточной мягкостью с тем, чтобы немедленно после распределения покрыть мелкие частицы заполнителя;
- достаточной текучестью с тем, чтобы во время уплотнения и под воздействием движения транспорта заполнить все промежутки между частицами заполнителя;
- оставаться достаточно мягким еще в течение недели с тем, чтобы продолжать заполнять оставшиеся в заполнителе пустоты;
- достаточной вязкостью при распылении с тем, чтобы вяжущее можно было распылять в требуемом количестве без избытков.

Для обеспечения наилучших эксплуатационных показателей свойства вяжущего должны быть следующими:

- достаточная вязкость с тем, чтобы обеспечить необходимые когезионные качества, придающие покрытию устойчивость по окончании периода созревания;
- оставаться достаточно мягким с тем, чтобы противостоять образованию термических трещин в условиях холодного климата;
- оставаться достаточно мягким с тем, чтобы выдерживать небольшие деформации и не трескаться;

- достаточная износостойкость с тем, чтобы обеспечить покрытие ожидаемый срок службы.

3.4 Выбор соответствующего типа битума

Опыт использования описываемого типа поверхностной обработки в северных странах показывает, что наиболее подходящим типом битума является разжижительный битум средней вязкости, эквивалент МС800.

Такой тип битума можно получить путем смешения следующих компонентов:

- битум пенетрации 150/200 и 15-18% разжижителя (керосин) или
- битум пенетрации 80/100 и 18-20% разжижителя (керосин), 3% объема которого заменены гудроном, являющимся тяжелым маслом (подобным машинному маслу), с тем, чтобы повысить износостойкие характеристики битума.

Российские типы битума не полностью соответствуют вышеперечисленным типам, поэтому для использования можно выбрать либо БНД 90/130, либо БНД 130/200 (ГОСТ 2245-90). Было сделано заключение² о том, что технические характеристики этих российских битумов соответствуют применяемым в Западной Европе. Для обеспечения требуемых характеристик вязкости необходимо приготовить пробные смеси. Вероятно, что наиболее удовлетворительная смесь получится в результате смешения 15-18% разжижителя и 80-82% БНД 130/200.

² (1994) Проект по Восстановлению и Содержанию Дорог в России (HRMP): Обзор Стандартов Проектирования – Автор: L. Rothenburg

4 Важные моменты в применении материалов

4.1 Производство необходимого разжиженного битума

Смешение можно осуществить в битумораспределителе следующим способом: битум предварительно нагревают до температуры 140°C (не выше) и посредством насоса через определенный рукав в танкер с битумом вводят разжижитель. Равномерного смешения добиваются в результате помешивания смеси в течение одного часа перед применением.

4.2 Обеспечение хороших адгезионных качеств

В большинстве случаев в вяжущее рекомендуется добавлять вещество, препятствующее отслаиванию вяжущего. Это вещество можно добавить в битумораспределитель за полчаса до окончания приготовления вышеописанной смеси.

4.3 Применение вяжущего

Разжиженный битум распределяют при температуре 110-135°C.

Норма распределения вяжущего зависит от поверхностной площади и поглощающей способности заполнителя, а также интенсивности транспортного движения. Обычно для укладки первого слоя используют 1,7-1,8 л/м² битума и для укладки второго слоя – 1,9-2,0 л/м². Возможно, что при интенсивности движения, равной 300 авт./сутки, нормы распределения битума нужно будет снизить. В случае если влажность водонасыщенного заполнителя с сухой поверхностью зерен составляет более 2%, то объем распределяемого битума необходимо увеличить примерно на 0,3 л/м².

4.4 Применение заполнителя

С заполнителем необходимо обращаться таким образом, чтобы при транспортировке или распределении не произошло разделение заполнителя на слои однородных фракций.

Очень важно, чтобы распределители заполнителя немедленно следовали за распределителем вяжущего, поскольку заполнитель нужно укладывать на горячий битум.

Рекомендуемая норма заполнителя с хорошо подобранным гранулометрическим составом равна 0,016-0,020 м³/м². Поскольку закрепление заполнителя занимает 2-3 недели, то на период укатки и первоначального созревания смеси минеральный материал необходимо укладывать с избытком, который впоследствии можно легко смести с дорожной поверхности.

4.5 Предварительное определение необходимых объемов заполнителя и вяжущего в лабораторных условиях

С целью предотвращения излишнего использования материалов рекомендуется провести предварительные эксперименты в лабораторных условиях, направленные на определение необходимых для использования объемов вяжущего и заполнителя. Большие плоские лотки с низкими краями вручную заполняют минеральным материалом с подобранным гранулометрическим составом. Затем нужно определить объем/ массу заполнителя, необходимого для укладки 1 м^2 равномерного слоя толщиной 16мм, слегка уплотненного рукой. Поместив лоток на ровную горизонтальную плоскость, медленно добавляйте в него воду до тех пор, пока вода не дойдет до верхнего слоя поверхности. Далее измерьте объем воды, необходимый для увлажнения 1 м^2 поверхности. Данные измерения помогут определить оптимальные нормы применения заполнителя и вяжущего.

4.6 Уплотнение уложенного слоя

В соответствии с технологией оборудование для уплотнения слоя необходимо использовать сразу после распределения минерального материала. Опыт показывает, что самое лучшее уплотнение достигается при использовании дорожного пневмоколесного катка (весом не менее 12т), выполняющего не менее 15 проходов в день укладки нового слоя. Дорожный каток со стальными вальцами можно использовать для вкрапления больших камней или других выступающих частиц заполнителя в уложенный слой.

На гравийных дорогах Архангельской области, где ССИД транспорта, в том числе тяжелых грузовых автомобилей, составляет примерно 300 авто/сутки, рекомендуется устраивать двойной слой поверхностной обработки.

Необходимо предоставить достаточное количество времени первому слою для созревания, а вяжущему для пропитывания заполнителя на всю толщину слоя. На созревание первого слоя необходимо отвести не менее 12 недель. Возможно, укладку второго слоя следует даже отложить до следующего строительного сезона (см. рисунок 1.3). В данном случае на дороге целесообразно обеспечить временную дорожную разметку.

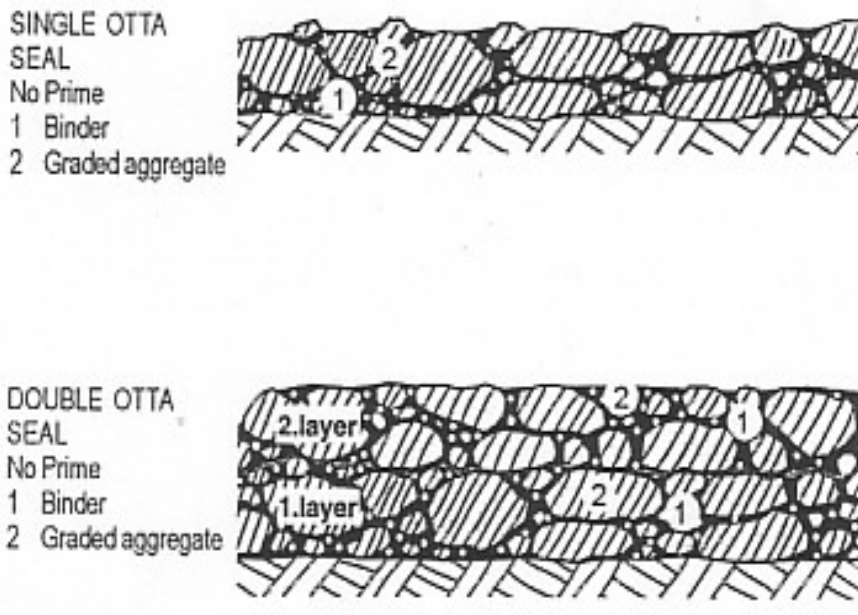


Рисунок 1.2. Схематическое изображение поперечного профиля одинарного и двойного слоев поверхностной обработки типа "отта сил".

5 Экономическое обоснование

Применение любого вида поверхностной обработки можно рассматривать только в том случае, если оно является экономически обоснованным.

Для оценки экономической эффективности поверхностной обработки типа "отта сил" было проведено испытание на обычном участке (длиной один километр) дороги "Северодвинск-Онега". На этом участке на существующие слои из зернистого материала и песчаное земляное полотно на ширину 5м были уложены следующие слои: верхний слой основания, толщиной 150мм, выполненный из щебня с хорошо подобранным гранулометрическим составом, и двойной слой поверхностной обработки, общая толщина которого составила 32мм, с использованием заполнителя с подобранным гранулометрическим составом.

Целью данного испытания явилось следующее: рассчитать разность между расходами пользователей дороги и обслуживающего дорогу управления, затрачиваемыми на существующую дорогу с гравийным покрытием, и теми же расходами, требуемыми для дороги с поверхностной обработкой типа "отта сил", а также определить Внутреннюю норму прибыли (IRR/ ВНП) в течение 20-летнего периода, начинающегося с 2000 года. Исследование было выполнено посредством программы HDM-4 для дорог с разными уровнями ССИД (6 уровней ССИД от 200 до 700 авто/сутки).

Прочность дорожной одежды в соответствии с условиями SPN была оценена в 3.15 (для летнего периода), и значение предельного прогиба (с использованием балки Бенкельмана) было принято как 1мм.

Капитальные затраты на выполнение поверхностной обработки включили следующее: устройство верхнего слоя основания и слоя поверхностной обработки. Существующий гравийный материал был использован для наращивания обочин. Стратегия содержания предполагает ежегодное текущее содержание, 100-процентное выполнение ямочных работ и устройство одинарного слоя поверхностной обработки каждые 7 лет для корректировки профиля покрытия.

Вышеописанные затраты были сравнены со стоимостью содержания гравийной дороги, выполняемого в соответствии с нормами, в течение того же 20-летнего периода, в том числе стоимость работ по восстановлению гравийного покрытия, выполняемых тогда, когда толщина слоя износа сокращается примерно до 75мм.

Поскольку в течение зимнего сезона обе дороги будут покрыты снегом, то при анализе учитывались только преимущества, получаемые от дороги с обработанным покрытием, являющимся чистым от снега, и данный период составляет примерно 8 месяцев. Расходы и преимущества, рассчитанные для зимнего периода, во внимание не принимались. Как уже было описано в Техническом Отчете №5, ССИД была определена таким образом, что при анализе программа HDM учитывала только АТС, движущиеся по дороге в течение периода, когда дорога не покрыта снегом, допуская, что в течение зимнего сезона дорожная одежда, замерзая, становится настолько прочной, что движение транспорта в это время не наносит ей никаких существенных повреждений (хотя урон окружающей среде все же наносится).

5.1 Полученные данные

Результаты анализа HDM показывают, что даже при самой низкой ССИД (200 АТС/сутки) как периодические расходы обслуживающего дорожную инфраструктуру управления, так и расходы пользователей дорог, сокращаются, и ВВП является положительной. Это означает, что средства, вкладываемые в реконструкцию дорог (проектная стоимость составляет 1,2 млн. руб./км), будут не только компенсированы, но и дадут прибыль за счет сокращения стоимости содержания и экономии расходов пользователей дорог.

С точки зрения ВВП со средств, вкладываемых в модернизацию дорог, ожидаются следующие процентные доли прибыли в соответствии с различными уровнями интенсивности дорожного движения.

ССИД	Ожидаемые значения ВВП, %
200	2.1
300	4.0
400	6.1
500	7.9
600	9.7
700	11.2

Данные вычисления не принимают во внимание такие потенциальные выгоды, как увеличение интенсивности дорожного движения, интенсивность движения части транспортного потока, перешедшего со старой дороги на новую, а также экономию за счет сокращения числа ДТП.

Для того, чтобы проект вложения средств в модернизацию дорог оказался конкурентоспособным по сравнению с другими проектами, необходимо, чтобы ВВП была, по крайней мере, равна текущей учетной ставке (ставке дисконта). При экстраполяции анализа HDM, оказывается, что наиболее целесообразным и конкурентоспособным является проект вложения средств в модернизацию дорог, интенсивность движения на которых достигает 900 АТС/сутки. В случае если есть возможность продемонстрировать то, что модернизация гравийных дорог позволит сократить число ДТП, увеличить общую интенсивность движения, в том числе за счет изменения направления сообщений, а затем выполнить расчеты экономической эффективности, принимая во внимание эти факты, тогда, возможно, будет оправдана модернизация гравийных дорог с более низким уровнем ССИД. Необходимо также учитывать то, что поскольку в зимнее время дороги обычно покрыты снегом, то дороги с модернизированным покрытием не обуславливают каких-либо дополнительных выгод или расходов.

5.2 Рекомендации

В данном отчете кратко изложено описание технологии модернизации существующих гравийных дорог путем устройства двойного слоя поверхностной обработки с использованием заполнителя с подобранным гранулометрическим составом. Такой слой обеспечивает более ровную ездовую поверхность, сокращая тем самым как расходы на эксплуатацию АТС и продолжительность поездок, так и затраты на

содержание самой дороги. С точки зрения защиты окружающей среды модернизированная дорога является менее пыльной, что также улучшает видимость и, соответственно, повышает уровень безопасности движения.

Поскольку данный вид поверхностной обработки еще не применялся в Архангельской области, то его потенциальные выгоды еще нужно доказать. Было вынесено предложение об испытании "отта сил" на пилотном 5-километровом участке гравийной дороги, где, в настоящее время, наблюдается самый высокий уровень интенсивности дорожного движения, и где очень важно сократить риски, обуславливаемые пыльностью дороги. Во время испытания необходимо проводить мониторинг этого участка дороги с тем, чтобы оценить эксплуатационные качества испытываемого типа поверхностной обработки и определить объем требуемого содержания.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1 Подробности НДМ-анализа выгод, обуславливаемых модернизацией гравийных дорог в Архангельской области посредством поверхностной обработки типа "отта сил"

Стратегия содержания, предполагаемая для гравийных дорог:

Текущее содержание выполняется ежегодно и включает в себя ремонт дорожных знаков и другой дорожной обстановки, очистку кюветов, стрижку травы и содержание откосов.

Восстановление гравийного покрытия осуществляется тогда, когда толщина слоя износа сокращается до 75мм.

Профилирование гравийных дорог выполняется тогда, когда значение коэффициента ровности (IRI) достигает 7.

Улучшение состояния дорог с битумосодержащим покрытием состоит из следующих работ:

Снятие слоя гравийного покрытия, толщиной 100мм, и верхнего щебенчатого слоя основания, шириной 5,4м и толщиной 150мм.

Устройство слоя "отта сил" шириной 5м и толщиной 32мм. Выполнение новой дорожной разметки.

Устройство одинарного слоя поверхностной обработки толщиной 8мм через 7 лет после выполнения первого слоя и так далее с интервалом в 7 лет. Допускаемое значение ровности (IRI) нового слоя составляет 3.5.

Текущее содержание и 100-процентное выполнение ямочного ремонта выполняется ежегодно.