

УДК 630\*383

ИЗУЧЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ПОКРЫТИЙ НА ЛЕСОВОЗНОЙ ДОРОГЕ  
С ПРИМЕНЕНИЕМ ИЗВЕСТНЯКОВ

А.В. Скрыпников<sup>1</sup>, В.Г. Козлов<sup>2</sup>, Т.В.Скворцова<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный  
университет инженерных технологий»

<sup>2</sup>ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный аграрный  
университет им. императора Петра I»

<sup>3</sup>ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
им. Г.Ф. Морозова»

**Введение.** На территории Республики Коми в отдельных районах имеются месторождения слабопрочных известняков, которые в последние годы находят все большее применение в дорожном строительстве. Однако практика эксплуатации лесовозных автомобильных дорог с щебеночным покрытием говорит о том, что такие дороги хотя и обеспечивают круглогодичный проезд, но при этом обладают низкими транспортно-эксплуатационными качествами, ведущими к повышению себестоимости перевозок.

**Теоретический анализ.** С целью выяснения условий работы дорожных одежд с покрытием из слабопрочных известняков, а также для установления видов деформаций разрушений щебеночных покрытий и их состояния было выполнено обследование ряда участков лесовозных автомобильных дорог. Эта работа проводилась в три этапа: предварительное обследование; подготовка к детальному обследованию; детальное обследование.

Предварительное обследование проводили визуально для выявления участков с целью определения видов деформации и разрушений проезжей части, визуальную оценку водоотвода, определения ровности покрытия и т.д.

На стадии подготовки к детальному обследованию изучалась техническая документация для выяснения возможных причин, обнаруженных при предварительном обследовании деформаций и разрушений. При этом анализировали проектную документацию для установления типа конструкций дорожной одежды, вид грунта земляного полотна данных по интенсивности и составу движения транспорта за период эксплуатации и др.

**Методика.** При детальном обследовании выполнялись следующие работы: отбор проб грунта земляного полотна и определение его физико-

механических показателей (гранулометрический состав, влажность, число пластичности); отбор проб щебня с покрытия и определение его физико-механических показателей (гранулометрический состав, плотность и др.); вскрытие дорожной одежды и измерение толщины конструктивных слоев; определение ровности щебеночного покрытия рейкой; определение амплитуды колебания поперечных волн на покрытии («гребения»); определение износа щебеночного покрытия.

Для обследования была выбрана автомобильная дорога Усть-Цильма-Синегорье-Трусово. Автомобильная дорога относится к IV технической категории. Перспективная интенсивность на 2014 год 205 авт/сутки. Состав и динамика грузоперевозок по данной дороге приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Состав и динамика грузоперевозок

Виды грузов	1994		2004		2014		2014 г. в % к 1994 г.
	тыс.т	%	тыс.т	%	тыс.т	%	
Лесопродукция	18,1	82	26	75	32,5	65	180
Строительные	1,7	8	4,2	12	7,5	15	441
Торгово-снабженческие	2,2	10	4,8	13	10	20	455
Всего	22	100	35	100	50	100	227

Состав грузового автомобильного движения по автомобильной дороге следующий:

по грузоподъемности: до 2,5 т. – 40 %; до 5 т. – 35 %; > 5 т. – 25 %.

по давлению на ось: до 4 т. – 75 %; до 6 т. – 3 %; до 10 т. – 2 %.

Средняя грузоподъемность автомобиля – 4 т.

Земляное полотно резервного профиля, средней высотой 1,2 м. Ширина земляного полотна – 10 м. Земляное полотно устроено с заложением откосов 1:1,5. Грунт земляного полотна – суглинок, суглинок легкий пылеватый.

Конструкция дорожной одежды на обследованном участке автодороги следующая: песчаный подстилающий слой на всю ширину земляного полотна толщиной 15 см; нижний слой щебеночного покрытия шириной 6 м и толщиной 15 см; верхний слой щебеночного покрытия толщиной 10 см. Расчетный модуль упругости дорожной одежды 85 МПа.

Гранулометрический состав щебеночной смеси приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Гранулометрический состав щебеночной смеси

Количество частиц в %, прошедших через сито, мин									
120	120-70	70-40	40-20	20-10	10-5	5-2,5	2,5-0,65	0,65-0,05	0,05
12	13	12,3	12,2	8,6	9,4	8,0	7,0	13,7	3,3

Из таблицы 2 видно, что в щебеночной смеси частиц крупнее 70 мм содержится 25 %, от 5 мм до 70 – 42,5 %. Содержание песчаных пылеватых и глинистых (грунтовых) частиц составляет 32,5 %. В качестве песчаного подстилающего слоя использовался песок. Модуль крупности песка – 1,2, содержание глинистых частиц – 4,5 %, коэффициент фильтрации – 7,2 м/сут. Объемный вес песка в рыхлом состоянии – 1,7 т/м<sup>3</sup>.

При визуальном обследовании участка автодороги Усть-Цильма-Синегорье-Трусово были выявлены местные разрушения покрытий в виде углублений разной формы (выбоины). Для выяснения причин появления этих выбоин на щебеночном покрытии в названных местах производили отбор проб грунта, отбор проб щебеночной смеси, измерение толщины конструктивных слоев дорожной одежды.

Измерение толщины конструктивных слоев дорожной одежды производили в 7 различных точках проезжей части в ее середине и по кромкам на участке автодороги общей протяженностью 1,5 км. Результаты этих измерений приведены в таблице 3.

По результатам измерений дорожной одежды видно, что, как правило, фактическая толщина конструктивных слоев меньше, чем намечалась по проекту. Отклонение фактической толщины щебеночного покрытия от проектной колеблется в пределах 1... 5 см, что составляет 4...20 %. Отклонение фактической толщины песчаного подстилающего слоя от проектной составляет 0...15 %. Общая толщина дорожной одежды в отдельных измеренных точках составляет всего лишь 33,5 см, в то время как проекту она должна быть равной 40 см. Снижение толщины дорожной одежды на 18 % ведет к снижению прочности дорожной одежды, то есть к снижению расчетного модуля упругости.

Таблица 3 – Результаты измерений толщины дорожной одежды

Точки за-мера	1	2	3	4	5	6	7
Толщина слоя, см							
покрытие	22,3	20,5	24,0	22,0	21,5	22,3	20,0
песок	13,5	15,5	12,8	14,5	14,0	13,0	13,5

Отобранные пробы грунта в этих же точках под дорожной одеждой подвергались испытаниям. Прежде всего, определяем оптимальную влажность и максимальную плотность грунта, естественную влажность и число пластичности. Результаты этих испытаний приведены в таблице 4. По результатам испытания легких суглинков (таблица 4) следует отметить, что во всех случаях фактическая (естественная) влажность грунта земляного полотна выше, чем оптимальная влажность.

Таблица 4 – Физико-механические свойства грунта

Точки отбора проб	Показатели свойств			
	Естественная влажность, %	Естественная плотность, т/м	Оптимальная влажность, %	Плотность стандартная, т/м <sup>3</sup>
1	14,5	1,75	12,5	1,85
3	13,8	1,80	13,4	1,90
5	14,9	1,70	13,0	1,78
7	13,8	1,72	12,8	1,82

Фактическая плотность грунта земляного полотна значительно ниже стандартной плотности. Измерения проводились в осенний период (октябрь-ноябрь 2012 г.). Очевидно, что переувлажнение земляного полотна приводит к его разуплотнению под действием динамических нагрузок и воды.

С целью выяснения состояния щебеночной смеси в покрытии отбирались пробы щебня, привозились в лабораторию и испытывались на определение влажности и плотности, гранулометрический состав.

Результаты испытаний приведены в таблице 5. Результаты испытания щебеночной смеси с покрытия (таблица 5) позволяют сделать следующие заключения. Фактическая плотность щебеночной смеси в местах выбоин значительно меньше стандартной плотности этих смесей в период их укладки в покрытие. За время строительства и в период эксплуатации резко изменился гранулометрический состав щебеночной смеси. Если при строительстве использовалась щебеночная смесь с содержанием частиц крупнее 70 мм 25 %, (5-70 мм) – 42,5 %, а частиц мельче 5 мм – 32,5 %, то после строительства и эксплуатации покрытия в щебеночной смеси отсутствуют практически частицы крупнее 70 мм и резко возросло частиц мельче 5 мм.

Их количество в щебеночной смеси содержится более 40 %. Об изменении гранулометрического состава слабопрочного щебня в процессе строитель-

ства и эксплуатации имеется много достоверных данных в литературе [1,2]. Об этом свидетельствуют результаты определения гранулометрического состава слабопрочного известняка после дробимости его в цилиндре (таблица 6). Испытывали щебень фракции 20...40 мм.

Таблица 5 – Физико-механические свойства щебеночной смеси с покрытием

Точки отбора проб	Фактическая плотность, т/м <sup>3</sup>	Стандартная плотность, т/м <sup>3</sup>	Гранулометрический состав частиц в мм, %			
			>70	40-70	5-40	5
1	1,99	2,10	3,9	7,7	48,4	40
5	2,01	2,12	-	7,9	50	42,1
7	2,00	2,07	1,5	7,9	49,5	41,1

Таблица 6 – Гранулометрический состав щебня после дробимости в цилиндре

Количество частиц в % при размере сит			
40-20 мм	20-10 мм	10-5 мм	<5 мм
42,6	23,0	18,4	16,0

Из таблицы 6 видно, что более 50 % щебня после дробимости в цилиндре изменяют свой гранулометрический состав.

На основании обследования участка автодороги с щебеночным покрытием можно заключить, что причиной выбоин на автодорогах является следующее: переувлажнение грунта земляного полотна ведет к снижению плотности и несущей способности земляного полотна; изменение гранулометрического состава слабопрочного известняка в процессе строительства и эксплуатации нарушает оптимальный состав щебеночной смеси, снижает плотность щебеночного слоя и его прочность (модуль упругости); меньшая фактическая толщина дорожной одежды по сравнению с проектной резко снижает сопротивляемость конструктивных слоев воздействию статистических и (главное) динамических подвижных нагрузок; разрушение (внутреннее) щебеночных зерен под действием мороза, что также приводит к изменению зернового состава зерен.

Выводы. Вышеуказанные факты приводят к резкому снижению несущей способности дорожной одежды с щебеночным покрытием (особенно в весенне-осенний период). Такая дорожная одежда с заниженным фактическим модулем упругости не выдерживает расчетной нагрузки от автомобильного транспорта,

что ведет к появлению сначала впадин, затем выбоин, а в отдельных местах к пролому дорожных одежд.

Снижение несущей способности земляного полотна из-за его переувлажнения, или разнородная его плотность и разнопрочность дорожной одежды приводит к образованию поперечных волн на щебеночном покрытии. На обследуемой дороге в отдельных местах отмечается наличие таких волн «гребенки». При детальном обследовании измерялась амплитуда колебания поперечных волн, расстояние между волнами равно 1,2...1,7 м.

При обследовании дороги Усть-Цильма-Синегорье-Трусово отмечена неудовлетворительная ровность щебеночного покрытия на отдельных участках. Просвет под трехметровой рейкой в продольном направлении в отдельных местах достигает 45 мм, а в поперечном направлении – 30...35 мм. Конечно, такая автомобильная дорога обеспечивает проезд транспорта в любой период года, но не обеспечивает его пропуск с расчетной скоростью движения, что резко снижает производительность автотранспорта и повышает себестоимость грузовых перевозок. Износ щебеночного покрытия на обследуемом участке автодороги Усть-Цильма-Синегорье-Трусово составляет 25...30 мм в год. Это значит, что каждые 3 года (ремонт) при ремонте щебеночных покрытий необходимо добавлять щебеночной смеси в объеме 600-625 см<sup>2</sup> на 1 км дорожного покрытия.

#### Библиографический список

1 Методы, модели и алгоритмы повышения транспортно-эксплуатационных качеств лесных автомобильных дорог в процессе проектирования, строительства и эксплуатации [Текст] : монография / А.В. Скрыпников, Е.В. Кондрашова, Т.В. Скворцова, А.И. Вакулин, В.Н. Логачев. – Москва: издательство ФЛИНТА: Наука, 2012. – 310 с.

2 Скрыпников, А.В. Метод оптимизации планов ремонта участков лесных автомобильных дорог [Текст]/ А.В. Скрыпников, Е.В. Кондрашова, Т.В. Скворцова // Современные проблемы науки и образования. – 2011. – № 6; URL: [www.science-education.ru/100-5155](http://www.science-education.ru/100-5155).