

Д. Жиленене, доцент Вильнюсского технического университета им. Гедиминаса, Литва
 Д. Чигас, профессор Вильнюсского технического университета им. Гедиминаса, Литва
 А. Юзенас, доцент Вильнюсского технического университета им. Гедиминаса, Литва
 И. И. Леонович, профессор Белорусского национального технического университета

ОСОБЕННОСТИ, ОЦЕНКА И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ПОКРЫТИЙ ГРАВИЙНЫХ ДОРОГ ЛИТОВСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

The estimation of the condition of the gravel automobile roads of Lithuania is given in the article. The system of determination of covering defects is grounded. The choice of automobile roads with gravel covering is offered for carrying out immediate work on their constructive modernization, namely asphaltting.

Введение

В последние годы во многих странах большое внимание уделяется проблемам развития сети дорог, их модернизации, реновации и качеству ухода за ними с учетом изменяющихся потребностей общества и пользователей автомобильных дорог. Это целиком относится как к Республике Беларусь [1], так и к Литовской Республике, о дорогах которой идет речь в настоящей статье.

В Литовской Республике особенно важной является проблема совершенствования и улучшения технико-эксплуатационного состояния дорог низкой категории, чаще всего имеющих гравийное покрытие. Движение автомобильного транспорта по гравийным дорогам менее эффективно из-за сложных условий езды по ним. Участники движения по гравийным дорогам несут значительные убытки в связи с тем, что скорость движения по ним приблизительно на 20% меньше, чем по дорогам с асфальтобетонным покрытием. С ухудшением технического состояния эксплуатируемых дорог увеличивается себестоимость грузовых и пассажирских перевозок. Стоимость перевозок по гравийным дорогам с плохим уходом за ними по сравнению с перевозками по дорогам с асфальтобетонным покрытием увеличивается от 1,35 до 1,90 раз [2]. Эти расходы можно уменьшить при условии безупречного ухода за гравийными дорогами или при их более совершенных типах покрытий.

1. Формулирование проблемы

В настоящее время свыше 8,5 тысяч километров государственных дорог Литвы имеют гравийное покрытие. Более 90% дорог местного значения, а их протяженность в стране превышает 45 тысяч километров, также имеют гравийные покрытия.

Условия движения по гравийным дорогам всегда не удовлетворяли и теперь, по мере развития автомобильного транспорта, совсем не удовлетворяют потребности общества. В 1992 году были начаты исследования состояния гравийных дорог, проводятся работы по поиску путей повышения их транспортно-эксплуатационных

качеств. С развитием экономики, увеличением потребностей в товарах и услугах, ростом парка автомобилей возникла необходимость в реформировании транспортной системы, модернизации дорог, совершенствовании их покрытия, сокращении числа гравийных дорог, не обеспечивающих необходимых условий для движения. Однако и в долгосрочных программах по расширению сети дорог Литовской Республики планируется сохранить гравийное покрытие приблизительно на 30% дорог государственного значения (сейчас их более 40%), а на дорогах местного значения по-прежнему будут преобладать гравийные покрытия. Улучшение состояния гравийных дорог, приоритетное совершенствование качества гравийных покрытий возможно лишь благодаря применению обоснованных методов оценки их состояния и дифференцированного выбора способов капитального ремонта и реконструкции в зависимости от роли и значения дорог в обеспечении транспортных коммуникаций в стране.

2. Показатели состояния гравийных дорог

Исследованием конструкций покрытий гравийных дорог Литвы установлено, что в более чем треть рассмотренных участков дорог не имеет подстилающего слоя песка (песчаного основания). Однако даже на тех участках, где этот слой существует, его толщина недостаточна (колеблется от 9 до 24 см). Песчаное основание не выполняет функции дренирующего слоя, так как оно слишком загрязнено (в среднем 6,4% его составляют частицы мельче 0,063 мм), и коэффициент фильтрации слишком мал. Установлено, что у 27% исследованных участков коэффициент фильтрации слоя песка равен нулю и лишь только у 21% исследованных участков он больше чем 1 м/сут. Участки гравийных дорог, коэффициент фильтрации песчаного основания которых недостаточен (1–18 см), в первую очередь, должны укрепляться вяжущими материалами.

Исследованием гравия, взятого из гравийного покрытия, установлено, что его качество является низким. Число частиц, крупнее 5 мм, должно составлять 45–70%, в то время как их всего лишь 30%. Вследствие этого не обес-

печивается внутреннее трение частиц между собой, а такие дорожные покрытия не оказывают достаточного сопротивления разрушающему воздействию колес транспортных средств. Кроме того, в гравийном слое покрытия недостаточно мелких частиц (в среднем их около 4,5%). Поэтому гравийное покрытие вскоре становится неровным, волнистым, появляются сдвиговые деформации. Из-за воды, проникающей в конструкцию покрытия, после каждого дождя ее следует профилировать.

Большинство дорог Литвы с гравийным покрытием не соответствует требованиям современного дорожного движения и по другим показателям: ширине земельного полотна, поперечному уклону дорожного покрытия, состоянию системы отвода воды. В различных регионах страны ширина дорожного полотна от 20 до 70% участков гравийных дорог меньше, чем этого требуют нормы. Средние значения поперечных уклонов гравийных покрытий соответствуют нормам и требованиям дорожного движения, однако статистический анализ данных измерений отдельных участков показал, что не всегда обеспечивается достаточный уклон для стока поверхностной воды, удобства и безопасности движения.

Из-за несоответствующего состояния системы отвода воды ухудшаются эксплуатационные показатели гравийных дорог. На многих исследованных участках дорог отсутствуют боковые канавы. Зачастую канавы (в 44–72% случаев) не выполняют предназначавшихся для них функций, так как не соблюдено необходимое расстояние между отметкой дна канавы и низом дорожной одежды. Выявлены многие случаи, когда толщина дорожного покрытия была больше высоты земельного полотна [3, 4].

В случае отсутствия канав по сторонам дороги вода с прилегающих территорий попадает на ее земельное полотно. Осенью и во время весенней распутицы на таких участках значительно снижается прочность дорожного покрытия, появляются просадки, выбоины, различного вида неровности [5].

3. Оценка состояния гравийных дорог

Гравийные дороги отличаются обилием различных дефектов, измеряемых в соответствующих единицах (процентах, метрах, сантиметрах, миллиметрах, количествах дефектов и т. п.). Для оценки дефектов гравийных дорог предлагается применять рекомендованную Всемирным банком систему оценок дорог, дополненную на кафедре дорог Вильнюсского технического университета им. Гедиминаса математико-статистическими методами [6, 7].

Суть системы заключается в том, что все дефекты гравийных дорог оцениваются системой баллов (таблица). Дефекты гравийных до-

рог в таблице подразделяются на отдельные классы дефективности и характеризуются в соответствии с их размерами и частотой повторяемости. Величины дефектов выражаются в единицах их измерения, а частота повторяемости – в процентах. Для определения частоты повторяемости дефектов применяются различные уровни. К первому уровню относится частота повторяемости, не превышающая 10%. Такая частота повторяемости дефектов допустима, когда дефекты незначительны. В случае частоты повторяемости, составляющей от 10% до 50% (обычно оценивается в два балла), рекомендуется уменьшить процент таких незначительных дефектов дороги применением сравнительно простых мер ухода за гравийной дорогой.

В случае, когда состояние гравийной дороги по установленным дефектам оценивается в три (частота повторяемости незначительных дефектов превышает 50% или количество дефектов средней величины составляет до 10%) либо в четыре балла (частота повторяемости дефектов средней величины составляет от 10 до 50%), для устранения дефектов необходимо применять более эффективные меры. Если же на исследуемом участке дороги количество дефектов средней величины превышает 50% или имеется определенное количество незначительных дефектов (оценивается в пять баллов), такую дорогу следует ремонтировать.

Дефекты по их величине и частоте повторяемости оцениваются средним баллом. Дополнительных работ по уходу за гравийными дорогами и их ремонту не требуется. Деятельность эксплуатационных служб считается безупречной, если средний балл не превышает 1,5. Если средний балл равен от 1,51 до 2,5, следовательно, на некоторых участках дорог необходимы незначительные работы по устранению дорожных дефектов. В случае, когда средний балл дефектов составляет от 2,5 до 3,5, требуется интенсивнее выполнять работы по уходу за гравийными дорогами и устранять недостатки, допущенные во время ремонта. Деятельность эксплуатационных служб при этом расценивается как удовлетворительная. Если же средний балл дефектов составляет от 3,51 до 4,5, деятельность эксплуатационных служб считается лишь удовлетворительной. Это свидетельствует о том, что следует интенсифицировать деятельность эксплуатационных служб, так как гравийное покрытие большинства участков дороги следует ремонтировать. Деятельность эксплуатационных служб считается неудовлетворительной, а уход за дорогой требует существенного улучшения и ремонта дороги, когда средний балл дефектов превышает 4,51.

Таблица

Оценка гравийной дороги по отклонению различных дефектов и частоте их повторяемости

| Показатель | Единицы измерения | Нормативное или базовое значение | Величина дефекта в ед. изм. (миним., сред., максим.) | Частота повторяемости дефекта, % | Оценка величины дефектов в баллах, когда их значения | | |
|---|--|----------------------------------|--|----------------------------------|--|------------------|--------------|
| | | | | | минимальные | средней величины | максимальные |
| Ширина дороги | м | по категории дороги | < 0,5 | < 10 | 1 | 3 | 5 |
| | | | 0,5–1,0 | 10–50 | 2 | 4 | 5 |
| | | | > 1,0 | > 50 | 3 | 5 | 5 |
| Толщина слоя дорожного покрытия | см | 20 | > (-10) | < 10 | 1 | 3 | 5 |
| | | | (-10)–(-50) | 10–50 | 2 | 3 | 5 |
| | | | < (-50) | > 50 | 3 | 4 | 5 |
| Поперечный уклон покрытия (левый и правый отдельно) | ‰ | 35 | < 8 | < 10 | 1 | 3 | 4 |
| | | | 8–20 | 10–50 | 2 | 3 | 5 |
| | | | > 20 | > 50 | 3 | 4 | 5 |
| Толщина защитного, морозозащитного слоя | см | 30 | > (-30) | < 10 | 1 | 3 | 4 |
| | | | (-30)–(-60) | 10–50 | 2 | 3 | 5 |
| | | | < (-60) | > 50 | 3 | 4 | 5 |
| Содержание частиц крупнее 5 мм в гравийном материале покрытия | % | 30 | > (-5) | < 10 | 1 | 3 | 4 |
| | | | (-5)–(-10) | 10–50 | 2 | 3 | 5 |
| | | | < (-10) | > 50 | 3 | 4 | 5 |
| Количество мелких частиц (< 0,071 мм) в гравийном покрытии | % | 10 | > (-2) | < 10 | 1 | 3 | 4 |
| | | | (-2)–(-5) | 10–50 | 2 | 3 | 5 |
| | | | < (-5) | > 50 | 3 | 4 | 5 |
| Коэффициент фильтрации песка | м/сут | 3 | > (-1) | < 10 | 1 | 3 | 4 |
| | | | (-1)–(-2) | 10–50 | 2 | 3 | 5 |
| | | | < (-2) | > 50 | 3 | 4 | 5 |
| Колес в гравийном покрытии | мм | 0 | < 20 | < 10 | 1 | 3 | 5 |
| | | | 20–50 | 10–50 | 2 | 4 | 5 |
| | | | > 50 | > 50 | 3 | 4 | 5 |
| Волнистость гравийного покрытия | мм | 0 | < 20 | < 10 | 1 | 3 | 5 |
| | | | 20–50 | 10–50 | 2 | 3 | 5 |
| | | | > 50 | > 50 | 3 | 4 | 5 |
| Увеличение высоты внешней грани дорожной бровки | мм | 0 | < 50 | < 10 | 1 | 3 | 4 |
| | | | 50–100 | 10–50 | 2 | 3 | 5 |
| | | | > 100 | > 50 | 3 | 4 | 5 |
| Ямы в дорожном покрытии | Число ям на отрезке в 100 м | 0 | < 3 | < 10 | 1 | 3 | 5 |
| | | | 3–15 | 10–50 | 2 | 4 | 5 |
| | | | > 15 | > 50 | 3 | 5 | 5 |
| Состояние водоотводных канав | Расстояние между дном канавы и низом конструкции | 20 | неочищенное | < 10 | 1 | 3 | 5 |
| | | | 0–20 | 10–50 | 2 | 4 | 5 |
| | | | дно канавы выше верха земляного полотна | > 50 | 3 | 5 | 5 |
| Крутизна откосов земельного полотна | Коэффициент откоса | 1,5 | < 0,25 | < 10 | 1 | 3 | 4 |
| | | | 0,25–0,50 | 10–50 | 2 | 3 | 5 |
| | | | > 0,50 | > 50 | 3 | 4 | 5 |

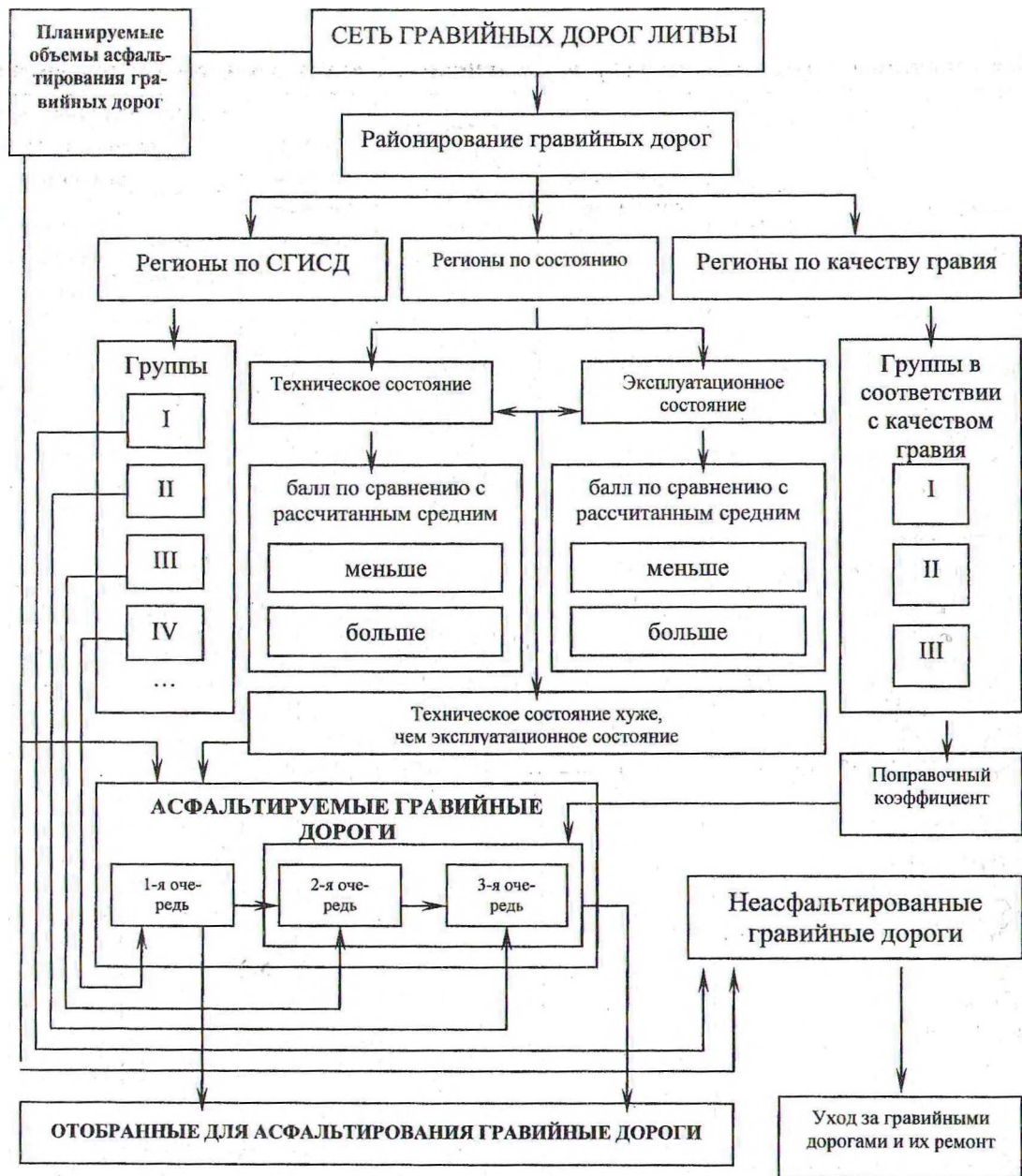


Рисунок. Модель отбора гравийных дорог для асфальтирования

На основании установленных средних баллов дефектов можно оценивать состояние гравийной дороги, планировать ее ремонт или деятельность эксплуатационных служб.

С помощью таблицы можно определять дефекты гравийных дорог, на основании математико-статистических методов рассчитывать характеристики дорог и оценивать их техническое или эксплуатационное состояние.

4. Модель отбора гравийных дорог для асфальтирования

При составлении приоритетных списков гравийных дорог для их асфальтирования следует не только обращать внимание на их техническое состояние, но и оценивать интенсивность движения транспортных средств по ним.

Гравийные дороги на основании данных исследования интенсивности движения транспортных средств по ним следует группировать следующим образом [8]:

- гравийные дороги I категории – это дороги с малой интенсивностью движения, среднегодовая интенсивность суточного движения (СГИСД) по которым не превышает 50 авт./сут;
- гравийные дороги II категории – это дороги, СГИСД по которым колеблется от 51 до 150 авт./сут;
- гравийные дороги III категории – это дороги, СГИСД по которым колеблется от 151 до 250 авт./сут;
- гравийные дороги IV категории – это дороги, СГИСД по которым превышает 251 авт./сут.

С целью уменьшить загрязнение окружающей среды предлагается ввести поправочный коэффициент объемов работ по асфальтированию гравийных дорог в тех регионах, в которых слабых зерен (известняка, доломита, песчаника) в гравии покрытия больше. Значения этого коэффициента меняются от 1,0 (если в гравии преобладают крошки кристаллических горных пород) до 1,2 (если в покрытии преобладают фракции горных пород из малопрочных отложений).

Модель отбора гравийных дорог для асфальтирования с учетом состояния дороги, интенсивности движения и качества гравия представлена на рисунке.

Выводы

1. В Литве гравийные дороги составляют более 40% всей сети государственных дорог. Большинство гравийных дорог по конструкции покрытия и транспортно-эксплуатационным качествам не соответствует современным требованиям транспортного движения.

2. Решение вопросов об улучшении состояния гравийных дорог, приоритетном совершенствовании их покрытий возможно лишь благодаря применению соответствующих методов, позволяющих оценивать изменения технико-эксплуатационных показателей гравийных дорог, а также на основании данных о движении транспортных средств.

3. В системе оценки состояния гравийных дорог предлагается изменять величин дорожных характеристик рассматривать с учетом отклонений от базовых или нормативных значений и частоты их повторяемости. Состояние дорог оценивается как очень хорошее, если значения среднего балла изменяются от 1 до 1,5 балла, и неудовлетворительное, если значения среднего балла больше 4,5.

4. На основании данных исследования состояния гравийных дорог, движения транс-

портных средств по ним и качества материалов, примененных для гравийного покрытия, создана модель отбора гравийных дорог для асфальтирования.

Литература

1. Леонович И. И. Содержание и ремонт автомобильных дорог. В 2 ч. Ч. 1. Общие вопросы содержания и ремонта дорог, машины и материалы. – 270 с.; Ч. 2. Технология и организация дорожных работ. – 470 с. – Мн.: БНТУ, 2003.

2. Федотов Г. А. и др. Проектирование автомобильных дорог: Справочник инженера-дорожника. – М.: Транспорт, 1989. – 438 с.

3. Юзенас А. Районные дороги Литвы и безопасность движения // Seminarium Naukowe Samodzielnego Zkladu Politechniki Świątokrzyskiej w Kielcach. Kielce, 1996. 90 p. (на лит. яз.).

4. Жиленене Д. Реновация гравийных дорог в аспекте развития устойчивой дорожной сети. Дис. ... д-ра наук. – Вильнюс, 2003. – 138 с. (на лит. яз.).

5. Žilioniene D., Cygas D. and Dundulis K. Solution of Gravel Road Renovation Based on certain Local Conditions in Lithuania. In: Transportation Research Record No 1819, TRB, Washington D.C., 2003, p. 267–274.

6. Road Monitoring for Maintenance Management. Volume 1, 2. World Bank, p. 113, p. 97.

7. Žilioniene D., Juzenas A., Petkevičius K. Application of a Statistical Analysis of Traffic for the Development of Lithuanian Road Network. Reliability and Statistics in Transportation and Communication, Vol 6, No 1, Riga, 2005, p. 122–129.

8. Žilioniene D., Juzenas A. and Laurinavicius A. Experience to Improve and Maintain Gravel Roads in Lithuania. Proceedings of 25th International Baltic Road Conference, Vilnius, Lithuania, 2003, Vilnius, Lithuania.