

Смирнова Н.В., канд. тех. наук., Кияшко Д.И.

ВАРИАНТНОЕ ВЫРАВНИВАНИЕ ПРОЕЗЖЕЙ ЧАСТИ С РАЧЕТОМ ОБЪЕМОВ ПО КАЖДОМУ ВАРИАНТУ В ПРОЕКТАХ РЕМОНТА И РЕКОНСТРУКЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Анотація. Розроблено методику варіантного об'ємного багатослойного вирівнювання проїзної частини з розрахунком об'ємів по кожному варіанту в проектах ремонту і реконструкції автомобільних доріг. Методика забезпечує раціональність конструкції вирівнювання для аналізу варіантів проектних рішень.

Ключові слова: варіантне проектування, рівність проїзної частини, цифрова модель проїзної частини, конструювання варіантів шарів вирівнювання.

Аннотация. Разработана методика вариантного объемного многослойного выравнивания проезжей части с расчетом объемов по каждому варианту в проектах ремонта и реконструкции автомобильных дорог. Методика обеспечивает рациональность конструкции выравнивания для анализа вариантов проектных решений.

Ключевые слова: вариантное проектирование, ровность проезжей части, цифровая модель проезжей части, конструирование вариантов слоев выравнивания.

Annotation. The technique of alternative volume multilayered alignment of the carriageway with calculation of volumes for each option in projects of repair and reconstruction of highways is developed. The technique provides rationality of a design of alignment for the analysis of versions of design decisions.

Key words: alternative design, flatness of the carriageway, digital model of the carriageway, designing of options of layers of alignment.

Введение

Развитие автомобильных дорог Украины в настоящее время и на несколько десятилетий вперед будет идти по следующим стадиям по росту объемов работ: капитальный ремонт, реконструкция, новое строительство. Эта последовательность определяет направление исследований при поиске оптимальных проектных решений при реконструкции и капитальном ремонте автомобильных дорог. Качество проектов ремонта и реконструкции на многие годы определяет основные транспортно - эксплуатационные характеристики автомобильной дороги. Одна из трудоемких и основных задач в вариантах проектов капитального ремонта и реконструкции - это выравнивание поверхности проезжей части с исправлением деформаций поперечного и продольного профиля. Актуальность задачи обусловлена возрастающими требованиями к транспортно - эксплуатационным качествам дорог. Для разработки вариантов проектов ремонта необходимо выполнить анализ неровностей дорожного покрытия. Такого рода анализ требует использования современных цифровых технологий обработки данных.

Основная часть

Задачами вариантного проектирования в области автомобильных дорог и оптимизацией проектных решений по отдельным критериям в свое время занимались такие исследователи, как Фёдоров В.И., Трескинский, Филиппов В.В., Величко Г.В., Бойков В.Н., Кондрашева Е.В., Кац А.В., Научные основы эксплуатации дорог заложены в трудах таких ученых как Г.Д. Дубелир и А.К.Бируля. Развитию этих основ посвящены работы профессоров Бабкова В.Ф., Сиденко В.М., Васильева Н.А., Некрасова В.К., Сильянова В.В., Калужского Я.А. и др. Особенностью указанных работ является использование логической структурной схемы обоснования и накопления данных об оценке транспортно-эксплуатационных качеств дорог. Исследованию процессов развития разрушений дорожных покрытий и контроля ровности посвящены работы А.К. Бируля, Н.Н. Иванова, А.П. Васильева, В.М. Сиденко, С.И. Миховича, М.С. Стороженко, В.Я. Савенко, Е.Д. Прусенко, С.С. Кизима и других исследователей. В исследованиях по выравниванию поверхности проезжей части при ремонте или реконструкции дорог

недостаточно изучены вопросы вариантного проектирования объемного многослойного выравнивания проезжей части.

Цель исследования заключается в разработке методики вариантного объемного многослойного выравнивания проезжей части с расчетом объемов по каждому варианту в проектах ремонта и реконструкции дорог. Методика обеспечивает удовлетворительные показатели значений ровности и плавности движения, а также позволяет варьировать вариантами конструкций выравнивания.

Начальной информацией для проектирования выравнивания проезжей части в проектах ремонта и реконструкции является цифровая модель поверхности проезжей части, построенная по координатам точек x, y, z .

Методика проектирования вариантов многослойного объемного выравнивания проезжей части с контролем начальной ровности состоит из следующих основных частей:

- построение цифровой модели проезжей части и трассирование по колеям,
- анализ неровностей существующей поверхности проезжей части по показателям толчкомера, IRI и плавности движения,
- проектирование вариантов поперечного и продольного выравнивания;
- проектирование продольного профиля;
- создание цифровой модели вариантов поверхности проектного покрытия;
- конструирование вариантов слоев выравнивания на цифровой модели с определением границ слоев дорожной одежды, выравниванием существующего покрытия, и расчетом объемов слоев выравнивания по каждому варианту,
- анализ ровности проектной поверхности каждого варианта конструкции проезжей части по показателям толчкомера и IRI и плавности движения.

Для минимизации расхода материалов на выравнивание проезжей части, необходима детальная геодезическая съемка ремонтируемого покрытия. Существующая нормативная методика исследований и съемки (через 50 м) покрытие [3, 4] и методика проектирования капитального ремонта [1, 6] не обеспечивают достаточной точности модели покрытия. По рекомендациям Харьковгипродора и Промтранспроекта для расчета деформаций покрытия необходима съемка с шагом не менее 10-20 м с 5-7 точками на каждом поперечном профиле: на оси дороги, на кромках дорожной одежды, на

расстоянии 1 м от кромки, на колеях. При съемке предпочтение следует отдавать электронным тахеометрам. Точность современных геодезических приборов обеспечивает построение цифровой модели с достоверностью 95 % при средневесовых погрешностях по высоте 0,003 м и определения разности уклонов, необходимых для моделирования колебаний автомобиля, со средневзвешенной погрешностью 0,3 ‰.

Цифровая модель поверхности проезжей части строится в системе автоматизированного проектирования дорог CREDO по данным геодезических измерений. Для построения цифровой модели поверхности покрытия данные съемки представляют в системе CREDO в виде файлов, которые содержат координаты и отметки точек по всем поперечникам и точки, связанные между собой кодами (ось, кромки, бровки и т.п.). Модель поверхности считают построенной, если она триангулирована, т.е. описанная упорядоченным множеством треугольных граней.

После окончания триангуляции, для анализа деформаций покрытия и проектирования вариантов объемного выравнивания проезжей части, необходимо отображать поверхность горизонталями с достаточно мелким шагом высот (от 1 до 5 см).

Методика анализа неровностей существующей поверхности включает следующие основные операции: построение на модели поверхности покрытия трасс по колеям движения. Для анализа неровности проезжей части строят в системе CREDO трассы по левой и по правой пути проезда автомобиля в прямом и обратном направлениях.

Следующим шагом является проектирование вариантов объемного выравнивания проезжей части. При многослойном выравнивании из-за существенных неровностей поперечного и продольного профиля в проекте ремонта дороги предусматривают в конструкции дорожной одежды не только слои усиления, но и выравнивающие слои для обеспечения проектных геометрических форм проезжей части и для повышения транспортно - эксплуатационных качеств дороги.

Поскольку на ремонтируемой поверхности проезжей части присутствуют деформации поперечного профиля не только ближе к кромкам, но и по оси, то при проектировании ремонта необходимо выполнить варианты и поперечного, и продольного выравнивания. Поскольку прочность существующей дорожной одежды и формы поперечного профиля меняются по

длине дороги, то в большинстве случаев толщина выравнивающего слоя на каждом поперечном профиле будет различна. Проектные отметки по минимуму усиления на каждом поперечном профиле служат опорными точками для проектирования продольного профиля. Проведенная через эти точки линия профиля ломаная и требует продольного выравнивания.

Проектирование вариантов объемного выравнивания (поперечного и продольного) сводится к следующим операциям.

1. Определение пикетов начала и конца участка принятого варианта выравнивания (без или с фрезерованием).

2. Известными методами конструируют усиление и определяют минимальную толщину слоя усиления над выровненной поверхностью.

3. На каждом снятом поперечнике выполняют поперечное выравнивание с исправлением деформации поперечного профиля. Для этого на существующий поперечник накладывается проектный поперечный профиль с заданными значениями ширины полос движения и их поперечными уклонами. По высоте проектный поперечник смещается так, чтобы расстояние по вертикали от любой точки существующего поперечника до проектной не превышала заданной толщины усиления.

4. На каждом поперечнике вычисляются отметки оси дороги, условно названные «коричневыми», определяющие образцовую конфигурацию продольного профиля, которую следует выровнять при помощи операций продольного выравнивания.

5. Выполняют продольное выравнивание так, чтобы ни одна точка проектного «красного профиля» не была ниже «коричневого». Проектирование выполняется с использованием программ CREDO. При этом параметры проектной линии профиля должны соответствовать нормативным требованиям по продольным уклонам, радиусам выпуклых и вогнутых кривых, расстояниям видимости поверхности проезжей части и встречного автомобиля в продольном профиле.

6. Проектирование вариантов объемного выравнивания сводится к накладке проектного поперечного профиля на запроектированный продольный профиль с построением тела объема выравнивания.

7. После построения тела объема выравнивания выполняют конструирование многослойного выравнивания с расчетом объемов по

варианту используемого материала слоев и построением границ укладки каждого слоя.

Конструирование вариантов многослойного выравнивания заключается в последовательном размещении новых слоев дорожной одежды. При этом выполняется расчет объема каждого из вариантов выравнивающего слоя и находятся границы этих слоев для обоснования варианта соответствующей технологии и производства работ.

Дорожную одежду на участках выравнивания конструируют, руководствуясь требованиями по прочности [7], восстановлению проектных геометрических форм и ресурсосбережения [5]. В соответствии с этими требованиями поперечный разрез любого варианта конструкции ремонтируемой дорожной одежды в общем случае включает (сверху вниз) следующие слои (пример), см. рис. 1.



Рисунок 1 – Разрез поверхности на ПК 27+00 с границами выравнивающих слоев

– слой 1 - минимальный слой усиления одежды наб (асфальтобетон);- слой 2 - выравнивающий слой из материала, обработанного вяжущим, толщиной $h_{чц}$ (черный щебень от 0 до 6 см)

– слой 3 - выравнивающий слой толщиной $h_{чц}$ (щебень) от нижней поверхности слоя 2 к поверхности существующего покрытия; слой 3 устраивается, если расстояние от нового покрытия до поверхности существующего покрытия превышает 10 см.

Необходимую прочность ремонтируемого одежды обеспечивает слой 1, а слои 2 и 3 устраивают только для выравнивания и восстановления контура поперечного профиля.

Следовательно, на некоторых поперечных профилях слои 2 и 3 могут отсутствовать и поэтому, во-первых, расчеты объемов работ по этим материалам будут осложнены и во-вторых, конфигурация границ слоев 2 и 3 может быть различной. Решение этих двух задач и составляет сущность вариантного конструирования многослойного выравнивания. Границы укладки каждого слоя и его отметки устанавливают, снижая проектную поверхность покрытия на толщину каждого слоя и находят линии пересечения этих пониженных поверхностей с поверхностью существующего покрытия.

Для вынесения на чертеж границ распределения любого из вариантов слоев строится по структурным линиям контур ситуации и заполняется выбранным цветом или условным знаком. Для удобства строительных разбивочных чертежей линии спрямляют таким образом, чтобы был обеспечен необходимый минимум нужных размеров при вынесении в натуру границ раздела слоев на поверхности существующего покрытия (рис.2).

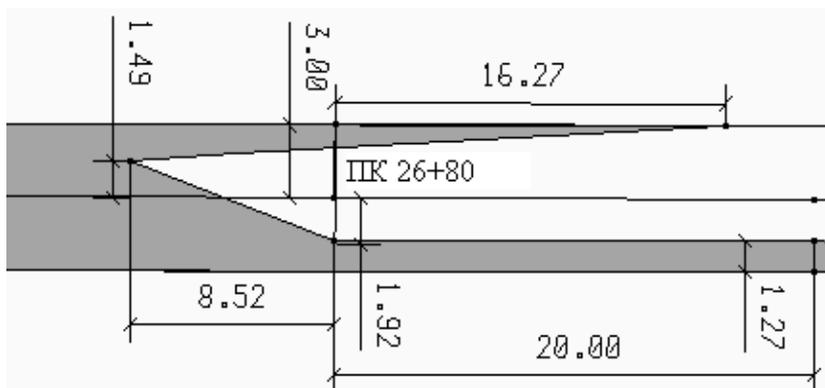


Рисунок 2 – Рабочая схема границ распределения щебня на ПК 26+80

Объем каждого из вариантов выравнивающих слоев определяется по контуру, ограниченном кромками проезжей части между двумя слоями: слоем с существующей поверхностью и по очереди с каждым из следующих слоев, объем которых нужно определить. В системе CREDO объем в контуре между двумя поверхностями вычисляется как сумма объемов призм с вертикальными гранями в этом контуре. Основаниями призм служат треугольники, полученные триангуляцией (система треугольников, которыми описывается в CREDO цифровая модель поверхности).

Общий объем выравнивания по каждому варианту конструкции выравнивания определяется как результат вычисления объема между

поверхностью существующего покрытия и слоем, сниженным на величину усиления.

Выводы

Исследование вариантов проектов ремонта показали, что экономия средств на устройстве вариантов выравнивающих слоев достигается выбором соответствующего материала слоя выравнивания, наращиванием дорожной одежды, и частичной разборкой (фрезерованием) отдельных участков покрытия, также проецируется на цифровых моделях.

Методика вариантного проектирования объемного многослойного выравнивания проезжей части в проектах ремонта и реконструкции автомобильных дорог успешно применяется в Украине, России, Беларуси, странах Прибалтики в проектных организациях.

Опыт использования в практике Укргипродора методики анализа неровностей дорожного покрытия средствами CREDO показал обоснованность методологии этого современного программного продукта и его эффективность при решении актуальных задач капитального ремонта автомобильных дорог и обеспечение повышения ровности проезжей части автомобильных дорог и уменьшения объемов по ее выравниванию.

Литература

1. Величко Г.В., Филиппов В.В. Забезпечення рівності автомобільних доріг // Автошляховик України. – 2003. – №2. – С. 40–43.
2. Sayers M.W., Karamihis S.M. The little Book of Profiling. Basic Information about Measuring and Interpreting Road Profiles. – 1998. – 100 p.
3. ДБН В.2.3-4-2000. Споруди транспорту. Автомобільні дороги. – К.: Держбуд України, 2000. – 117 с.
4. ДСТУ Б В.2.3-3-2000 Державний стандарт України. Споруди транспорту. Дороги автомобільні та аеродроми. Методи вимірювання нерівностей основ і покриттів. – К.: Держбуд України, 2000. – 12 с.
5. Савенко В.Я., Дмитрієв М.М. Липський Г.Є., Петрович В.В. Прогресивні технології і енергозбереження в дорожньому будівництві // Вісник ТАУ та УТУ. №5. –К. : 2001. – С. 70–81.