

розміщенню об'єкта, який проектують, здійснюється на альтернативній основі. Невід'ємним в цьому процесі вишукувань є взаємодія із САПР для даного виду об'єкту.

ПРОЕКТУВАННЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ В CREDO III ДОРОГИ

Бесєдін А.

(науковий керівник доц. Арсеньєва Н.О.)

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Автомобільні дороги проектують на певну перспективу з таким розрахунком, що протягом передбаченого часу її технічні нормативи задовольнятимуть вимогам руху. Зі зростанням інтенсивності руху і підвищенням значення дороги виникає потреба у підвищенні вимог до деяких або й до всіх її елементів. Обґрунтовують потребу реконструкції дороги в період економічних розвідувань на основі розрахунків перспективної інтенсивності руху та спостережень за інтенсивністю та швидкістю руху з урахуванням кількості дорожньо-транспортних пригод. Причиною реконструкції дороги може також бути різке погіршення екологічної обстановки в придорожній смузі. Тому розробка проекту реконструкції має бути спрямована на підвищення пропускної здатності дороги, безпеки і комфортабельності руху, зменшення забруднення навколишнього середовища та на економію пального автомобільним транспортом. Під терміном реконструкція розуміють докорінну перебудову дороги з істотним поліпшенням умов руху [1].

Виходячи з цього, в проектах реконструкції дороги передбачають такі види робіт [1]:

- поліпшення траси дороги в плані та поздовжньому профілі усуненням надмірної звивистості, збільшенням радіусів кривих в плані, влаштуванням віражів, розширень і перехідних кривих, зм'якшенням поздовжніх похилів, забезпеченням видимості;
- розширення земляного полотна і проїзної частини;
- перебудова проїзної частини посиленням дорожнього одягу для задоволення вимог вищих швидкостей і нових навантажень, влаштування крайових смуг;
- посилення і підвищення стійкості земляного полотна, усунення здимних ділянок, збільшення ширини узбіччя, а отже, і всього полотна;
- перебудова штучних споруд відповідно до нових габаритів і навантажень, обладнання дороги новими будівлями та облаштування для обслуговування дороги і руху;
- вирішення завдань, пов'язаних із проблемою захисту навколишнього середовища;
- декоративне і снігозахисне оформлення дороги.

Перебудовувати слід лише ті ділянки, на яких висока аварійність або які знижують транспортні можливості дороги.

Проект реконструкції має передбачати забезпечення безперервного руху транзитного, місцевого і будівельного транспорту в період виконання будівельних робіт. Неможливість виконання цієї умови може спричинити відмову від реконструкції існуючої дороги на користь проектування нової дороги в тому самому напрямку.

Соціально-економічна значимість реконструкції автомобільних доріг в сучасних умовах в країнах, що мають розвинену мережу автомобільних доріг, дуже висока. Для того щоб витрачені на реконструкцію кошти забезпечували

надійну і безпечну експлуатацію доріг, вже на стадії проекту необхідно приймати правильні й ефективні рішення.

Найбільш ефективними в проектуванні робіт з реконструкції є САПР. Широке розповсюдження при проектувальних роботах отримала система CREDO ДОРОГИ, в якій розробники реалізували широкий набір функцій, методів і налаштувань, що дозволяють проектувати реконструкцію у відповідності з найвищими вимогами якості [2]. Програмний комплекс CREDO ДОРОГИ активно використовується в проектно-вишукувальних організаціях України. CREDO ДОРОГИ це продукт нового покоління, сучасний і інтелектуальний. Він відрізняється від попередніх систем і в ідеології, і в функціоналі, і в способах вирішення інженерних завдань [3].

Нова система CREDO ДОРОГИ, як і всі продукти на платформі CREDO III, забезпечує технологію паралельної роботи користувачів над одним і тим же об'єктом. Спеціалісти створюють цифрову модель місцевості (ЦММ) і вносять в неї зміни на своєму робочому місці, а проектувальники вже можуть приступати до своєї роботи на основі отриманих даних. Передові інтерфейсні рішення CREDO III роблять роботу проектувальника зручною і наочною. Так при проектуванні можна бачити відразу три проекції дороги: план, поздовжній профіль і поперечник. У спеціальному вікні «Профілі» є підлеглі вікна з поздовжнім профілем, поперечником, а для орієнтування і прив'язки до об'єктів плану дороги створюється розгорнутий план траси, де видно розташування проектною осі щодо існуючої і ситуація в заданій користувачем смузі [2, 3].

Для забезпечення повної інформативності та цілісності даних в системі CREDO ДОРОГИ реалізовані функції, що забезпечують зв'язок між геометричними компонентами моделей і семантичними даними. Семантика

використовується в процесі проектування як дані для розрахункових задач і створення різних вибірок при випуску документації.

Також в CREDO ДОРОГИ розширена база геометричних примітивів та методи редагування. У плані геометрія доповнено сплайнами, а в профілі -параболою. Вдосконалені і доповнені методи трасування. Геометрія осі дороги тепер може включати неповні клотоїди, сплайни, коробові криві. Підтримується рубленість, прямий і зворотний пікетаж. Крок пікетажу настроюється користувачем так, що при роботі з міськими дорогами можна розставляти пікети через 20 м. У системі реалізовані нові зручні й різноманітні методи для створення і редагування вершин кутів. В системі CREDO ДОРОГИ передбачено ряд методів, які можна використовувати для відновлення осі існуючої дороги, наприклад, команда апроксимації точок прямими і колами з їх подальшим гладким сполученням перехідними кривими (в польових умовах при зйомці автомобільної дороги складно визначити точне місце розташування осі існуючої дороги) [3, 4].

В CREDO ДОРОГИ можна проектувати дороги різного призначення (для міських і заміських умов), всіх технічних категорій і будь-якої складності, у тому числі з роздільною смугою, з бортами, з лотками і упорами, багатосмугові із змінним нахилом проїзної частини дороги з розділеними земляними полотнами прямого і зворотного напрямків руху та багато іншого. А сама модель дороги являє собою набір взаємопов'язаних смуг, що забезпечує її безперервність і можливість отримати поперечник в будь-якій точці траси. Розрахунок віражив здійснюється за сучасними методиками, при цьому враховано норми різних країн. Розрахунок виконується автоматично, але є інструменти для ручного редагування. При цьому програма контролює коректність розрахунку відгонів віражив за граничним значенням додаткового ухилу зовнішньої

кромки покриття, за значенням мінімального повздовжнього ухилу в профілі, за заданими ухилів віражу, максимальному значенню коефіцієнта поперечної сили і демонструє результати, підказуючи користувачеві причини некоректності для подальшого їх усунення.

Розширені можливості редакторів класифікатора об'єктів, геологічних даних, шаблонів, типів ліній і штриховок, які дозволяють налаштувати роботу з даними відповідно необхідним вимогам. А за допомогою наявних у всіх системах CREDO III інструментів моделі креслення, фахівець може підготувати креслення для друку. Після відповідних налаштувань, поперечники автоматично будуть розкладені по форматам, після чого їх можна редагувати та безпосередньо вивести на друк, без використання додаткового програмного забезпечення.

Основою для проектування реконструкції, як і будівництва доріг, в системі CREDO ДОРОГИ є ЦММ у форматі CREDO III, яка створена в системах CREDO ТОПОПЛАН, CREDO ЛІНІЙНІ ВИШУКУВАННЯ або безпосередньо в самій CREDO ДОРОГИ. Цифрова модель існуючої дороги в CREDO III описується так само, як і звичайна топографічна зйомка. Завдяки кодуванню елементів існуючої дороги майданними тематичними об'єктами, а не лініями на конкретних поперечних профілях і смугової технології проектування земляного полотна, стало можливим отримання інформації у будь-якій точці по існуючому поперечному профілю: покриття, узбіччя, укіс, роздільна смуга, кювет і т. п. Система не накладає ніяких обмежень на крок поперечного профілю. Для переходу до проектування профілю і поперечників не потрібно призначати крок, як це вимагається у програмах інших розробників [3].

Смугова модель дороги, яка реалізована в CREDO ДОРОГИ, дозволяє отримувати точні дані по ЦММ і нарізати поперечники на кожному пікеті траси. Те ж

стосується даних за геологічними розрізами. А ось для того щоб отримати перетини комунікацій на розрізах, які перетинають або близько прилягають до осі дороги, потрібно виконати певні налаштування у вікні плану. Встановлюють третю координату (Z): для точкового об'єкта - висоту, а для лінійного - профіль. При перетині дороги, яку проектують, іншими об'єктами і, залежно від виду перетину, на поперечному або поздовжньому профілі перетини будуть відображатися автоматично, у відповідності з налаштуваннями в класифікаторі тематичних об'єктів. А для отримання поздовжніх комунікацій на профілі можна їх просто активувати спеціальною командою з розгорнутого плану дороги.

В CREDO III передбачена можливість допрацьовувати ЦММ одночасно з проектуванням. При проектуванні реконструкції дороги спочатку слід підготувати вихідні дані для проектування. При цьому важливо на топографічній зйомці коректно створити площинні об'єкти на проїзній частині, узбіччях, укосах і кюветах існуючої дороги для отримання лінії побуту в профілі і подальших розрахунків. Потім необхідно створити проектну вісь дороги в плані і визначити її основні характеристики. Після переходу у вікно профілю потрібно призначити чорний профіль, розрахувати лінію побуту, а потім заповнити схему відповідності параметрів існуючої дороги проектним елементам. В результаті чорні поперечні профілі з програмно ідентифікованими проїзною частиною, узбіччями, відкосами і кюветами будуть відображатися у відповідному вікні [3].

До проектування поздовжнього профілю слід розрахувати віражі, визначити ширину, розширення і ухили проїзної частини і крайової смуги, задати характеристики шарів підсилення, призначити ділянки з заданими параметрами, згідно з якими система буде проектувати реконструкцію. Далі необхідно виконати

поперечне вирівнювання існуючого покриття в характерних точках, яке розраховується при створенні в CREDO ДОРОГИ лінії керівних відміток.

Наступний етап роботи передбачає виконання поздовжнього вирівнювання проектуванням проектного профілю, що забезпечує рівність покриття при дотриманні нормативних обмежень за мінімальними радіусами опуклих і увігнутих кривих, максимальним поздовжнім похилом. При цьому поздовжній профіль повинен бути таким, щоб забезпечити мінімум витрат на вирівнюючі шари з урахуванням майбутньої технології реконструкції покриття (наприклад, з фрезеруванням всього покриття або його ділянок на допустиму товщину або з можливою зрізанням ділянок, отриманих розрахунком та ін.).

Перегляд поперечників дозволяє визначити, чи можливий на даній ділянці ремонт з урахуванням заданих користувачем обмежень. Наприклад, у разі, коли зазор між низом шару підсилення і верхи чорного поперечника вийшов більше, ніж встановив користувач, то поперечник буде створюватися за алгоритмом нового будівництва. Якщо разом з параметрами проїзної частини не були визначені характеристики узбіччя, потрібно задати ширини, ухили укріпленої і неукріпленої частини узбіччя, наявність тротуару, бортових каменів та інше, визначити конструкцію дорожнього одягу для кожної конструктивної смуги, в тому числі при влаштуванні ровиків розширення або зрізку узбіч існуючого земляного полотна [3].

Далі необхідно уточнити параметри укосів для шаблонів насипи, виїмки. В системі передбачена можливість запроєктувати нагірні канали з урахуванням критичних поперечних ухилів. Кювети і канали будуть будуватися на задану мінімальну глибину. Для забезпечення водовідведення вздовж земляного полотна розраховуються (при необхідності коректуються) профілі кюветів, призначається їх зміцнення. Потім слід

розрахувати обсяги земляних, планувальних та укріплювальних робіт при влаштуванні дорожнього одягу та вирівнюючого шару. Як результат, за прийнятим варіантом можна створювати в плані цифрову модель проекту, випускати креслення плану, поздовжнього та поперечного профілів і формувати відомості.

При проектуванні поздовжнього профілю в проекті реконструкції важливим фактором відновлення рівності покриття є максимальне збереження профілю і мінімізація обсягів робіт. У системі передбачені різні способи побудови поздовжнього профілю: методом оптимізації або конструювання, попередньо створюючи геометричні елементи (параболи, прямі і сплайни) і потім поєднуючи їх, або з одночасним використанням обох методів проектування, так званим комбінованим способом.

При застосуванні методу конструювання, застосовують команди створення примітивів (пряма лінія, парабола) та апроксимують з метою мінімального відхилення від точок і вузлів чорного профілю або лінії побуту. Але краще проектувати поздовжній профіль при реконструкції з використанням методу оптимізації, який забезпечить максимальне наближення до положення лінії керівних відміток, отриманої поперечним вирівнюванням існуючого покриття, з дотриманням усіх заданих геометричних (радіуси, ухили) і функціональних (не вище, не нижче, довільно) обмежень.

При використанні методу оптимізації проектна лінія буде представлена у вигляді кубічних сплайнів, що забезпечує найкращу проектну рівність покриття. По розташуванню проектного профілю щодо лінії побуту користувач отримує уявлення про зрізку існуючого покриття або про додаткове вирівнювання.

Всі дані, необхідні для проектування дорожнього полотна, вводяться в сітки, які можуть мати безліч інтервалів. Графи сіток наочно демонструють наявність тих

чи інших конструктивних смуг і їх характеристики протягом ділянки дороги, яку проектують.

При проектуванні реконструкції (так само як і при новому будівництві) необхідно визначити ширини і ухили проїзної частини: основних і додаткових смуг, смуг з розширенням, задати для кожної з них конструкцію дорожнього одягу (узбіччя, крайова смуга, технологічний тротуар, лоток, укріплена та не укріплена частини узбіччя, тротуар і пішохідна доріжка). Згідно з технічними характеристиками дороги користувач визначає наявність цих елементів та їх параметрів: ширину, ухили, матеріали.

Поперечні ухили односкатного профілю протягом кривих у плані і ділянки відгону віражу розраховуються з урахуванням різних методик і вимог користувачів. У програмі передбачено автоматичне оновлення ухилів проїзної частини та узбіччя після розрахунку віражу.

Ремонт покриття існуючої дороги в системі можна виконувати з пристроєм ровиків або зрізанням узбіччя для доведення ширини існуючого покриття до проектного значення. При розширенні існуючого покриття визначається необхідність підлому кромки, мінімальна ширина дорожнього одягу в розширенні (ровику), яка залежить від технології робіт і наявних механізмів для його влаштування. Потім вказуються точки прив'язки уширення щодо проектною чи існуючої кромки, а також спосіб влаштування вирівнюючих шарів: по ширині існуючого або проектного покриття. При створенні проектного поперечного профілю є можливість збереження існуючої ширини проїзної частини. Програма автоматично корегує ширину проектного покриття з збільшенням, а при необхідності, зменшенням його розмірів в межах допусків, запроєктованих користувачем [3, 4].

Функціональні можливості CREDO ДОРОГИ дають можливість виконувати проекти доріг з розділовою смугою. Це здійснюється незалежним поздовжнім і поперечним

вирівнюванням з контролем по висоті проєктованих покриттів кожного з напрямів. При підвищенні категорії дороги і збільшення кількості смуг руху є можливість використовувати існуючу дорогу під один з напрямків, запроектувати на ній ремонтні заходи і добудувати зустрічний напрямок. Проектування кожного з напрямів здійснюється так само, як і монотраси (без розділювальної смуги) дороги. Додатково визначаються параметри розділювальної смуги і місць розбіжності земляного полотна на два роздільних напрямку. Концепція та інструменти, закладені в системі CREDO ДОРОГИ, дозволяють запроектувати ремонт не тільки дороги будь-технічної категорії і складності, але також і розв'язок [3,4].

В системі передбачені функції створення відомостей, креслень плану, поздовжнього та поперечного профілів, конструкції дорожнього одягу, а також формування комплексних креслень. Для дотримання нормативних і галузевих вимог до продукції документації розроблені шаблони креслень, штампів, сіток, відомостей. Результати своєї роботи користувач може переглянути та зберегти у вигляді різних відомостей та креслень.

Таким чином, нова система третього покоління CREDO ДОРОГИ є сучасним інструментом інженера-проектувальника, в ній реалізовані найпередовіші підходи і методи проектування, а різноманітний функціонал дозволить вирішувати технічні завдання будь-якого ступеня складності з високою якістю і в стислі терміни.

Література

1. ГБН Г.1-218-182:2011. Ремонт автомобільних доріг загального користування. Види ремонтів та перелік робіт. [Чинний від 2011-12-01]. Київ, 2011. 17 с. (Національний стандарт України).

2. Пуркин В.И. Основы автоматизированного проектирования автомобильных дорог (на базе программного комплекса Credo) Учебное пособие для вузов. Москва : СП «Кредо-диалог», 2007. 216 с.
3. Системы на платформе CREDO III. Книга 2. Работа в плане. Руководство пользователя. Минск, 2008. 369 с.
4. <https://credo-ua.com/technology/designing/>

УМОВИ ТА РЕЖИМИ РУХУ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ НА ДОРОЖНІЙ МЕРЕЖІ

Болотський О.Ю., Мурзин Д.І.
(науковий керівник доц. Коваленко Л.О.)
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

На режими руху потоку автомобілів на міських вулицях і дорогах має вплив цілий ряд факторів, відмінних від позаміських умов: наявність багатосмугових проїзних частин в одному напрямку; розташування тротуарів близько до дороги; склад потоку, частота розташування світлофорів і тривалість їхніх циклів; велика можливість появи пішоходів на проїзній частині; наявність у потоці значної кількості суспільного транспорту; мала довжина перегонів; висока інтенсивність і щільність руху; різноманітний режим руху транспорту; велика кількість перетинань в одному рівні; наявність стоянок уздовж бортів проїзної частини вулиць; велика кількість інформації, що надходить до водіїв. Під впливом перерахованих факторів відбувається формування потоку автомобілів на вулично-дорожній мережі [1].

Слід зазначити, що обсяг досліджень транспортно-експлуатаційних показників багатосмугових вулиць і доріг