

УДК 625.7/.8

Неизвестний С. В.,¹ <https://orcid.org/0000-0002-8888-313X>

Пальчик А. М.,² канд. техн. наук, проф., <https://orcid.org/0000-0002-7658-6066>

¹Державне підприємство «Державний дорожній науково-дослідний інститут імені М.П. Шульгіна» (ДП «ДерждорНДІ»), м. Київ, Україна

²Національний транспортний університет, м. Київ, Україна

АНАЛІЗ МЕТОДІВ, ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬ ПРИ ОБҐРУНТУВАННІ РЕКОНСТРУКЦІЇ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

Анотація

Вступ. Виконано аналіз методів, які використовуються на стадії прийняття проєктних рішень реконструкції автомобільних доріг.

Проблематика. Висока вартість дорожнього будівництва та обмеженість ресурсів обумовлюють їх раціональний розподіл для забезпечення максимальної економічної ефективності. Дане питання може бути вирішене в межах часткової реконструкції автомобільної дороги. Перебудовуючи лише ділянки, які занижують транспортно-експлуатаційні показники дороги або ділянки з високою аварійністю, порівняно з реконструкцією всієї дороги, можливо значно заощадити ресурси. При цьому необхідно застосовувати комплексний підхід при прийнятті проєкту повної або вибіркової реконструкції з врахуванням фактичних умов руху на існуючій дорозі, детального аналізу причин виникнення ДТП та екологічного впливу, з обов'язковим врахуванням майбутнього споживчого ефекту від виконання прогнозованого комплексу робіт на автомобільну дорогу в цілому.

Мета. Мета роботи полягає у порівнянні методів, які використовуються в Україні для обґрунтування реконструкції автомобільних доріг та аналізу їх ефективності.

Матеріали і методи. Аналіз та дослідження методів, які використовуються в Україні для обґрунтування реконструкції автомобільних доріг.

Результати. Визначено доцільність методів, які використовуються в Україні для обґрунтування реконструкції автомобільних доріг. Визначено «слабкі місця» кожного з методів.

Висновки. Методи, які використовуються в Україні передбачають виконання комплексу робіт з реконструкції, переведення технічних і геометричних параметрів автомобільної дороги у відповідність до призначеної технічної категорії. При цьому не враховуються технічні параметри дороги, які не відповідають нормативним вимогам, але забезпечують фактичні експлуатаційні властивості дороги. Наразі актуальною та необхідною науково-технічною задачею є розроблення узагальненого методу для обґрунтування реконструкції автомобільних доріг.

Ключові слова: автомобільна дорога, інтенсивність руху, коефіцієнт аварійності, коефіцієнт безпеки, пропускна здатність, реконструкція.

Вступ

Автомобільна дорога починаючи від її будівництва постійно піддається впливу природно-кліматичних факторів і навантажень спричинених рухом транспортних засобів, у зв'язку з чим елементи автомобільної дороги зношуються, виникають незворотні деформації і руйнування. У той же час, постійно зростаюча кількість транспортних засобів призводить до збільшення інтенсивності дорожнього руху та обумовлює необхідність збільшення пропускної здатності існуючих автомобільних доріг.

Зростання вантажних і пасажирських перевезень на автомобільних дорогах значно перевищує темпи розвитку дорожньої мережі України, тому виникає невідповідність транспортно-експлуатаційних показників автомобільної дороги, або її окремих ділянок вимогам автомобільного транспорту. Збільшення інтенсивності руху на дорозі призводить до утворення заторів, зростання аварійності, збільшення собівартості перевезень, зменшення продуктивності автомобільного транспорту.

Умовою ефективного функціонування автомобільної дороги є усунення дефектів на початковій стадії їх виникнення. Недостатнє фінансування дорожньої галузі сприяє накопиченню обсягів невиконаних робіт з утримання та ремонту автомобільних доріг, у зв'язку з чим фактичний стан техніко-експлуатаційних показників дороги не в змозі забезпечити вимоги сьогодення. З практики встановлено, що несвоєчасне виконання комплексу ремонтних робіт призводить до накопичення та утворення нових невідповідностей, при цьому найбільшого негативного впливу зазнає конструкція дорожнього одягу. Покриття проїзної частини поступово втрачає свої техніко-експлуатаційні показники, руйнується і рух транспортних засобів ускладнюється.

Проблема необхідності підвищення якості автомобільних доріг України загострюється з кожним роком. Автомобільна дорога зношується фізично та морально і настає момент коли транспортно-експлуатаційний стан дороги вже не в змозі забезпечити необхідні їй експлуатаційні властивості.

Враховуючи, що значна кількість автомобільних доріг загального користування, проєктувалась і будувалась у радянський період, приведення їх транспортно-експлуатаційного стану до сучасних вимог потребує виконання комплексу робіт із реконструкції, які пов'язані зі значними капіталовкладеннями. Відповідно до нормативних тлумачень реконструкція автомобільної дороги це перебудова автомобільної дороги, пов'язана з підвищенням пропускної спроможності шляхом зміни основних технічних параметрів. Основною вимогою при реконструкції є переведення дороги у більш високу категорію, а на дорогах I категорії — збільшення кількості смуг руху.

Реконструкцію автомобільної дороги необхідно виконувати при:

- погіршенні аварійного стану на автомобільній дорозі;
- невідповідності техніко-експлуатаційних та геометричних параметрів дороги фактичній інтенсивності руху транспортних засобів;
- незабезпечення автомобільною дорогою швидкісного режиму транспортного потоку;
- погіршенні екологічних умов у придорожній смузі тощо.

Враховуючи вищенаведене, основними вимогами до проєктних рішень при реконструкції автомобільних доріг є забезпечення комплексного підвищення: пропускної здатності автомобільної дороги та безпеки руху транспортних засобів.

Висока вартість дорожнього будівництва та обмеженість ресурсів обумовлюють їх раціональний розподіл для забезпечення максимальної економічної ефективності. Дане питання може бути вирішено в межах вибіркової реконструкції автомобільної дороги. Вибіркова

реконструкція автомобільної дороги це перебудова окремих ділянок дороги або ж окремих її елементів, які різко погіршують транспортно-експлуатаційні показники дороги [3].

Перебудовуючи лише ділянки, які знижують транспортно-експлуатаційні показники дороги або ділянки з високою аварійністю, порівняно з «повною» реконструкцією дороги (приведенням всіх елементів дороги до нормативних вимог), можливо значно заощадити ресурси. При цьому необхідно застосовувати комплексний підхід при прийнятті проєкту повної або часткової реконструкції з врахуванням фактичних умов руху на існуючій дорозі, детального аналізу причин виникнення ДТП та екологічного впливу, з обов'язковим врахуванням майбутнього ефекту від виконання прогнозованого комплексу робіт на автомобільну дорогу в цілому.

Основна частина

Існує декілька методів оцінки стану доріг за якими визначають необхідність у реконструкції автомобільної дороги, які розглянемо нижче.

Інтенсивність руху та пропускна здатність автомобільної дороги

Інтенсивність руху автомобільної дороги визначають кількістю автомобілів, що проїжджають через переріз ділянки дороги за одиницю часу в обох напрямках.

Аналіз інтенсивності та складу руху дозволяє визначити відповідність транспортно-експлуатаційних показників автомобільних доріг відповідній технічній категорії, визначити вантажнапруженість автомобільних доріг, підвищити ефективність використання ресурсів, які виділяються на ремонт та утримання автомобільних доріг [3].

Це основний показник, відповідно до якого визначають геометричні параметри автомобільної дороги. При цьому, інтенсивність руху є не стабільним показником, а змінюється як в часі, так і на різних ділянках дороги.

Пропускна здатність автомобільної дороги визначають максимально можливою кількістю автомобілів, які можуть проїхати через певний переріз дороги за одиницю часу. Пропускна здатність є важливим показником під час проєктування або реконструкції поперечного профілю та геометричних елементів автомобільної дороги. Для спрощення розрахунків в якості вихідних даних розглядають однорідні потоки руху (колонний рух), тобто пропускна здатність однієї смуги руху.

Ступінь завантаженості дороги оцінюють відношенням інтенсивності руху транспортного потоку до пропускної здатності дороги. Цей показник характеризує функціональність шляхів сполучення і є комплексним, оскільки залежить від параметрів дороги, характеристики транспортних засобів і водія, тобто є одним з основних критеріїв комплексної системи «Водій – Автомобіль – Дорога – Середовище» (ВАДС). При наближенні значення до одиниці збільшується щільність транспортних засобів та зменшується їх швидкість руху.

Робота дороги в режимі її пропускної здатності недоцільна та не вигідна, оскільки відбувається насичення транспортного потоку, утворюються затори, значно ускладнюється можливість зміни смуги руху та зменшується середня швидкість руху транспортного потоку.

Даний метод не аналізує окремі елементи та ділянки автомобільної дороги, які в змозі забезпечити необхідні умови для руху транспортних засобів.

Слід зазначити, що основною характеристикою пропускної здатності автомобільної дороги є перехрещення та примикання в одному рівні, оскільки це місця злиття та поділу транспортних потоків. Дані елементи дороги є перешкодами для руху, які змушують транспортні засоби повільнюватись або повністю зупинятись. Тож розглянемо наступний показник, а саме — пропускна здатність перехрещень та примикань.

Пропускна здатність перехрещень та примикань

За основу розрахунку пропускної здатності нерегульованих перехрещень і примикань взято теорію руху транспортних потоків, яка вивчає закономірності розподілу інтервалів між транспортними засобами, що рухаються. Час необхідний для виконання маневру автомобілем в безпечних умовах руху є основним параметром при розрахунку практичної пропускної здатності перехрещень і примикань. Для визначення їх пропускної здатності необхідно визначити розрахункову схему руху автомобілів які рухаються по дорогам, що перетинаються. Оскільки дороги, які перетинаються, поділяються на головні та другорядні, то транспортні засоби, які рухаються по другорядній дорозі, перетинають головний потік тільки за наявності в ньому достатніх проміжків між автомобілями.

У цілому пропускна здатність перехрещень і примикань в одному рівні залежить від категорії доріг, складу та інтенсивності транспортних потоків, що перетинаються, типу розв'язки в одному рівні, системи організації дорожнього руху, середніх швидкостей руху, маневрів автомобілів, погодних умов та кількості автомобілів, які виконують ліві повороти [4].

Метод коефіцієнтів безпеки

Коефіцієнт безпеки визначають як відношення максимальної, безпечної швидкості руху на ділянці дороги до швидкості, на якій автомобілі в'їжджають на цю ділянку дороги. Для визначення швидкостей руху на існуючих дорогах використовують графік швидкостей, який будують за результатами експерименту. Метод коефіцієнтів безпеки враховує рух окремого автомобіля, що є характерним для умов руху на дорогах із невеликою інтенсивністю руху.

Для визначення коефіцієнтів безпеки при побудові теоретичного графіка швидкостей руху по дорозі в методику вносять зміни, які пов'язані з врахуванням небезпечних ситуацій. До уваги не приймають загальні обмеження швидкості руху, наприклад: у населених пунктах, на залізничних переїздах, на перетинах і примиканнях з автомобільними дорогами, на кривих з малими радіусами, у зоні дії відповідних знаків тощо.

У кінці кожної ділянки автомобільної дороги визначають максимально можливу швидкість руху, без врахування умов руху на інших ділянках. Максимально можливу швидкість руху на кривих у плані визначають з врахуванням граничного значення коефіцієнта поперечного зчеплення, який забезпечує стійкість автомобіля проти заносу. Вважається, що швидкість руху зростає до тих пір, поки геометричні параметри дороги можуть забезпечити дану швидкість руху. За даними графіків швидкостей руху в двох напрямках визначають відношення швидкостей руху на початку кожного елемента дороги з допустимими швидкостями руху, які забезпечуються геометричними параметрами дороги.

Відповідно до [3], ділянки доріг за ступенем небезпеки для руху визначають за наступною градацією коефіцієнтів безпеки:

- до 0,4 вважаються дуже небезпечними для руху;
- від 0,4 до 0,6 — небезпечні ділянки;
- від 0,6 до 0,8 — малонебезпечні.

За результатами визначення коефіцієнтів безпеки будують графік зміни їх значень по довжині дороги. На графіку виділяють ділянки за ступенем небезпеки, особливу увагу приділяють ділянкам з коефіцієнтом безпеки менше ніж 0,4. Під час розроблення проєктів реконструкції та капітального ремонту автомобільної дороги необхідно перепланувати ділянки дороги з коефіцієнтом безпеки 0,6 і менше.

Даний метод аналізує рух одиночного автомобіля та не враховує зміну швидкості руху транспортних засобів та їх маневри пов'язаних зі збільшенням інтенсивності руху. У зв'язку з чим,

метод коефіцієнтів безпеки доцільно використовувати на дорогах з невеликою інтенсивністю, або в періоди її спаду.

Метод коефіцієнтів аварійності

Аналіз автомобільної дороги за даним методом дозволяє визначити небезпечні ділянки дороги на основі проектних документів. Ступінь небезпечності ділянки визначають загальним коефіцієнтом аварійності, який є добутком коефіцієнтів аварійності, що характеризують і враховують вплив окремих елементів автомобільної дороги. Кожен окремий коефіцієнт визначають як відношення кількості ДТП при фактичних геометричних параметрах автомобільної дороги до кількості ДТП на еталонній прямій горизонтальній ділянці дороги з шириною проїзної частини 7,5 м із твердим узбіччям [3].

Коефіцієнт розраховують у табличній формі для кожної ділянки дороги, де змінюється хоч один показник, який впливає на безпеку дорожнього руху. Результати визначення коефіцієнтів аварійності оформлюються у вигляді лінійного графіка, на якому видно місця підвищеної безпеки, ступінь якої визначається конкретними показниками. Небезпечними вважаються ділянки із загальним коефіцієнтом аварійності більше ніж 20 на рівнинній одноманітній місцевості та 40 і більше — в умовах пересіченої місцевості, де водії їздять з більшою обережністю [3].

Окремі коефіцієнти аварійності не в змозі охарактеризувати багатоваріантність дорожніх умов, тому за результатом аналізу ДТП, у тому числі й архівних даних, загальний коефіцієнт може уточнюватися за рахунок введення нових коефіцієнтів. У цілому ж даний метод є достатньо загальним і теоретичним та не дозволяє достатньо повно врахувати фактичну кількість дорожньо-транспортних пригод та їх причину.

Висновки

Розглянуті методи, один чи комплексно, використовують при обґрунтуванні комплексу робіт з реконструкції дороги чи її ділянки. При цьому не аналізуються та не враховуються технічні параметри дороги, які не відповідають нормативним вимогам, але забезпечують фактичні експлуатаційні властивості дороги (наприклад, ширина дороги, кількість смуг руху, тощо).

Основним критерієм під час вибору проектних і технологічних рішень, обсягів виконання будівельно-ремонтних робіт у дорожньому будівництві в умовах українського сьогодення, є раціональне розподілення коштів. Ефективність використання бюджетних коштів при проведенні ремонтно-будівельних робіт визначається економічним ефектом за результатом виконаних робіт. Доцільність експлуатації дороги без покращення певних її техніко-експлуатаційних показників, при умові забезпечення дорогою безпечного та безперервного руху транспортних засобів є актуальним питанням. Вирішення цього питання потребує проведення детальних наукових досліджень автомобільної дороги як суцільного комплексу.

Змінюючи лише незадовільні транспортно-експлуатаційні показники (без зміни показників, які забезпечують вимоги транспортного потоку) можливо раціоналізувати витрати коштів при реконструкції автомобільної дороги. Перелік параметрів, які забезпечують безперервний та безпечний рух транспортних засобів з нормативною швидкістю може бути визначений після комплексного аналізу всіх показників із врахуванням періоду ефективного функціонування дороги без зміни параметрів. Враховуючи вищенаведене, актуальною та необхідною науково-технічною задачею є розроблення узагальненого методу для обґрунтування реконструкції автомобільних доріг.

Список літератури

1. Білятинський О.А., Старовойда В.П., Хом'як Я.В. Проектування автомобільних доріг : підручник. Київ, 1998. 416 с.
2. Бируля А.К. Влияние интенсивности автомобильного движения на его скорость. *Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета*. Харьков, 1975. Вып. 9. С. 5-14.
3. Сильянов В.В., Домке Э.Р. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог и городских улиц : учебник для студ. высш. учеб. заведений. Москва, 2008. 352 с.
4. Пальчик А.М. Транспортні потоки : монографія. Київ, 2010. 171 с.
5. Пальчик А.М., Заворицький Ю.Е., Макаренко Е.С. Відповідність дорожніх умов вимогам транспортного потоку. *Автомобільні дороги і дорожнє будівництво*. Київ, 2001. Вип. 62. С. 316-318.
6. Пальчик А.М., Кунда Н.Т. Визначення коефіцієнтів завантаження автомобільних доріг. *Безпека дорожнього руху України*. Київ, 2001. Вип. 3. С. 30-33.
7. Пальчик А.М., Петрова О.Г., Рахуба О.І. Розрахунок екологічно-допустимої інтенсивності руху автомобільного транспорту. *Автомобільні дороги і дорожнє будівництво*. Київ, 1998. Вип. 55. С. 18-20.
8. Пальчик А.М., Старовойда В.П. Критерії визначення необхідності реконструкції автомобільних доріг. *Безпека дорожнього руху України*. Київ, 2001. Вип. 1. С. 57-60.

References

1. Biliatynskiy O. A., Starovoida V. P., Khomiak Ya. V. Proektuvannia avtomobilnykh dorih (Design of motor roads) : textbook. Kyiv, 1998. 416 p. [in Ukrainian].
2. Byrulia A.K. Vlyaniye yntensyvnyosti avtomobylnoho dvyzheniya na eho skorost (Influence of traffic volume on its speed). *Vestnik Har'kovskogo nacional'nogo avtomobil'no-dorožnogo universiteta*. Kharkov, 1975. Iss. 9. P. 5-14. [in Russian].
3. Sylianov V.V., Domke Э.R. Transportno-ekspluatatsionnye kachestva avtomobylnykh doroh i horodskikh ulyts (Riding qualities of motor roads and city streets) : textbook for students higher institutions. Moscow, 2008. 352 p. [in Russian].
4. Palchyk A.M. Transportni potoky (Traffic flows) : monograph. Kyiv, 2010. 171 p. [in Ukrainian].
5. Palchyk A. M., Zavorytskyi Yu. E., Makarenko E. S. Vidpovidnist dorozhnikh umov vymoham transportnoho potoku (Compliance of road conditions with traffic flow requirements). *Avtomobil'ni dorogi i dorozhne budivnictvo*. Kyiv, 2001. Iss. 62. P. 316-318. [in Ukrainian].
6. Palchyk A.M., Kunda N.T. Vyznachennia koefitsientiv zavantazhennia avtomobilnykh dorih (Determination of motor roads loading factors). *Traffic safety of Ukraine*. Kyiv, 2001. Iss. 3. P. 30-33. [in Ukrainian].
7. Palchyk A. M., Petrova O. H., Rakhuba O. I. Rozrakhunok ekolohichno-dopustymoi intensyvnyosti rukhu avtomobilnoho transportu (Calculation of ecologically permissible traffic volume of motor transport. Motor roads and road construction). *Avtomobil'ni dorogi i dorozhne budivnictvo*. Kyiv, 1998. Iss. 55. P. 18-20. [in Ukrainian].
8. Palchyk A. M., Starovoida V. P. Kryterii vyznachennia neobkhidnosti rekonstruktsii avtomobilnykh dorih (Criteria for determining the necessity of road reconstruction). *Traffic safety of Ukraine*. Kyiv, 2001. Iss. 1. P. 57-60. [in Ukrainian].

Sergii Neizvestnyi,¹ <https://orcid.org/0000-0002-8888-313X>

Anatolii Palchyk,² Ph.D., Prof., <https://orcid.org/0000-0002-7658-6066>

¹M.P. Shulgin State Road Research Institute State Enterprise – DerzhdorNDI SE, Kyiv, Ukraine

²National Transport University, Kyiv, Ukraine

ANALYSIS OF THE METHODS USED FOR JUSTIFICATION OF HIGHWAYS RECONSTRUCTION

Abstract

Introduction. The analysis of the methods used at the stage of making design decisions for the reconstruction of highways is carried out.

The problem statement. The high cost of road construction and limited resources determine the rational allocation of them to provide maximum cost-effectiveness. This issue can be resolved within the partial reconstruction of the highway. By means of only reconstruction of sections that reduces the riding quality of road or the number of black spots compared to «complete» highway reconstruction (bringing all road elements in compliance with current regulatory requirements), it is possible to significantly save resources. At that, it is necessary to apply a comprehensive approach when adopting the project of complete or partial reconstruction taking into account the actual traffic conditions on the existing road, a detailed analysis of the causes of road accidents and environmental impact with a mandatory consideration of the future consumer impact of the forecasted work complex implementation on the highway as a whole.

Purpose. The purpose of the work is to study the methods used in Ukraine for justification of the highways reconstruction and for the analysis of their performance.

Materials and methods. Analyzing and research methods used in Ukraine for justification of the highways reconstruction.

Results. The expediency of the methods used in Ukraine for justification of the highways reconstruction is determined. The «weaknesses» of each method are identified.

Conclusions. The methods used in Ukraine include the implementation of a complex of works on reconstruction, bringing the technical and geometric parameters of the highway in accordance with the designated technical category. Herewith the technical parameters of the road which do not meet the regulatory requirements but provide the actual operational properties of the road are not taken into account.

Keywords: road, traffic volume, accident rate coefficient, safety coefficient, traffic capacity, reconstruction.