

ВИЗНАЧЕННЯ РАДІУСІВ КІЛЬЦЕВИХ ОБХОДІВ ТА КУТА ВІДХИЛЕННЯ ОБХІДНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

Є.Б. Угненко, професор, д.т.н, О.М. Ужвієва, асистент, ХНАДУ

Анотація. Розглянуто визначення радіусів кільцевих обходів і кута відхилення обхідних автомобільних доріг. Для визначення радіуса кільцевого обходу рекомендується використати собівартість автомобільних перевезень вантажів з урахуванням фактора прискорення їх доставки для доріг, що забезпечують різні швидкості.

Ключові слова: автомобільна дорога, радіуси кільцевих обходів, дорожньо-транспортні витрати, дорожня мережа.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАДИУСОВ КОЛЬЦЕВЫХ ОБХОДОВ И УГЛА ОТКЛОНЕНИЯ ОБХОДНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Е.Б. Угненко, профессор, д.т.н., Е.Н. Ужвиева, ассистент, ХНАДУ

Аннотация. Рассмотрено определение радиусов кольцевых обходов и угла отклонения обходных автомобильных дорог. Для определения радиуса кольцевого обхода рекомендуется использовать себестоимость автомобильных грузоперевозок с учетом фактора ускорения их доставки для дорог, которые обеспечивают разные скорости.

Ключевые слова: автомобильная дорога, радиусы кольцевых обходов, дорожно-транспортные расходы, дорожная сеть.

DETERMINATION OF RADIUSSES OF CIRCULAR ROUNDS AND REJECTION CORNER OF ROUNDABOUT HIGHWAYS

Ye. Ugnenko, Professor, Doctor of Technical Science,
E. Uzhvieva, Assistant, KhNAHU

Abstract. Determination of radiusses of circular rounds and corner of unlocking of roundabout highways is considered in the article. For determination of the radius of circular round it is recommended to utilize the prime price of motor-car transportations of loads taking into account the factor of acceleration of their delivery for roads which provide different speeds.

Key words: highway, radiusses of circular rounds, road are transport charges, travelling network.

Вступ

Одним із основних елементів дорожньої мережі в сучасних планах розвитку міст є обхідні автомобільні дороги. Значення цих доріг не вичерпується прийняттям на себе транзитних автомобілів і виводом їх за межі міської території, хоч це і є їх основним завданням [1].

Обхідні автомобільні дороги, крім цього, повинні приймати на себе частину

автомобілів, які виконують міські перевезення між окремими районами міста. Перенесення частини транспортних потоків за межі міської території рівнозначне і перенесенню супроводжуючих їх забруднюючих речовин. Проте за межами міста за рахунок організації дорожнього руху з оптимальною швидкістю можливе значне зниження емісії шкідливих речовин транспортного потоку. Крім того, істотно нижча щільність населення, а наявний простір дозволяє в більшості випадків обійти

дрібні населені пункти так, щоб вони не потрапляли в санітарно-захисну зону дороги. У практиці автодорожнього проектування прийнято розглядати декілька варіантів просторового розташування автомобільних доріг на місцевості. Визначення найбільш задовольняючого екологічним і економічним вимогам варіанта є складним завданням, оскільки кожний володіє набором і позитивних, і негативних якостей.

Найактуальнішим завданням є вибір радіусів кільцевих обходів. В розроблених нормативних документах з питань вибору трас кільцевих обходів є лише загальні рекомендації, що містять у собі перелік можливих варіантів трас і послідовність їх техніко-економічного порівняння.

Мета та постановка задачі

Найбільшого поширення у практиці проектування набули кільцеві обходи, що розміщуються на межі резервних міських територій. Головною метою такого розміщення є віддалення трас кільцевих обходів від існуючої міської забудови, що дозволяє використовувати ці обходи як позаміські автомобільні дороги, на яких забезпечуються більш високі швидкості руху. Таким чином, дуже часто радіус кільцевого обходу залежить від розмірів забудованої та резервної території міста. Нарівні з прокладанням кільцевих обходів в багатьох випадках будують ще й міські кільцеві автомобільні дороги для руху автомобілів в обхід центральних районів міста [2, 3].

Потреба в кільцевих обходах і міських кільцевих автомобільних дорогах свідчить про необхідність більш широкого практичного підходу до питання розміщення кільцевих обходів. Незважаючи на відомче розмежування у сферах діяння міських та позаміських дорожніх організацій, проектування кільцевих обходів має вестись відповідно до планів розвитку міст з метою завчасної підготовки цих обходів до виконання функцій міських кільцевих автомобільних доріг [4].

Визначення радіуса кільцевого обходу

Визначення радіуса кільцевого обходу зводиться до співставлення дорожньо-транс-

портних витрат при проїзді автомобілів по ввідних дорогах і кільцевих обходах з різними швидкостями. Необхідно правильно вибрати центральну частину міста, вулична мережа якої повинна бути максимально звільнена від автомобільного транспорту.

Для цього порівнюють приведені до певного року сумарні дорожньо-транспортні витрати. Для більшої зручності варіанти порівнюють за величиною питомих дорожньо-транспортних витрат [3].

Розглянемо міста, модель обходу яких може бути представлена у вигляді кільця. У цьому випадку проїзд по кільцевому обходу (рис. 1, а) вигідний, якщо

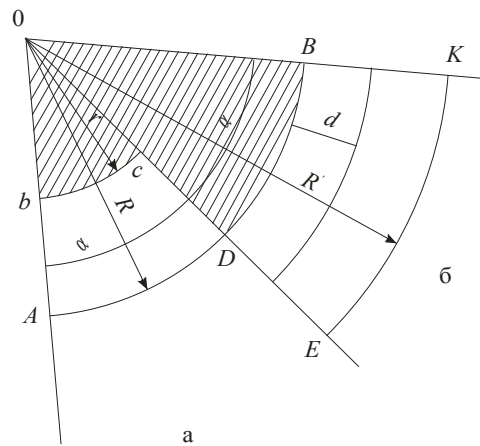


Рис. 1. Схема до визначення радіусів кільцевих обходів

$$(R + r) \frac{\gamma}{\lambda} \frac{D_B}{e Q} + T_{M \frac{\gamma}{\lambda}} \frac{\zeta}{\gamma} ; R \alpha \frac{\gamma}{\lambda} \frac{D_K}{e Q F} + T_{K \frac{\gamma}{\lambda}} \frac{\zeta}{\gamma} + (R - r) \frac{\gamma}{\lambda} \frac{D_B}{e Q F} + T_{K \frac{\gamma}{\lambda}} \frac{\zeta}{\gamma} , (1)$$

де R – радіус кільцевого обходу в км; r – радіус центральної частини міста, яка повинна бути максимально звільнена від автомобільного транспорту в км; D_B – зведені до вихідного року дорожні витрати, пов'язані з ремонтом 1 км ввідної магістралі в грн; D_K – зведені до вихідного року дорожні витрати пов'язані з будівництвом і ремонтом 1 км кільцевого обходу в грн; $e Q$ – обсяг вантажів, що направляються в місто та ідуть транзитом по тій чи іншій магістралі в т; T_M, T_K – транспортна складова собівартості автомобільних перевезень 1 т/км по міському і кільцевому маршрутах в грн;

α – кут між ввідними автомобільними магістралями в радіанах; F – коефіцієнт використання прискорення доставки вантажів. З рівняння (1) одержимо формулу для визначення радіуса кільцевого обходу

$$R = \frac{r_{\text{КЗ}} \frac{\text{Ж}}{\text{И}} \frac{D_{\text{В}}}{e Q} + T_{\text{В}} \frac{\text{Ц}}{\text{Ш}}}{\alpha \frac{\text{Ж}}{\text{И}} \frac{D_{\text{К}}}{e Q F} + T_{\text{К}} \frac{\text{Ц}}{\text{Ш}} + \frac{\text{Ж}}{\text{И}} \frac{D_{\text{В}}}{e Q F} + T_{\text{К}} \frac{\text{Ц}}{\text{Ш}} - \frac{\text{Ж}}{\text{И}} \frac{D_{\text{В}}}{e Q F} + T_{\text{К}} \frac{\text{Ц}}{\text{Ш}}} \quad (2)$$

Розрахунок радіуса за формулою (2) ведеться методом послідовного наближення. Спочатку визначається радіус без урахування коефіцієнта F ; потім визначається коефіцієнт F , який вводиться в формулу (2) для повторного рішення. Величина коефіцієнта F визначається з виразу $F = 1 + f$.

Тут f – відносно збільшення обсягу перевезень

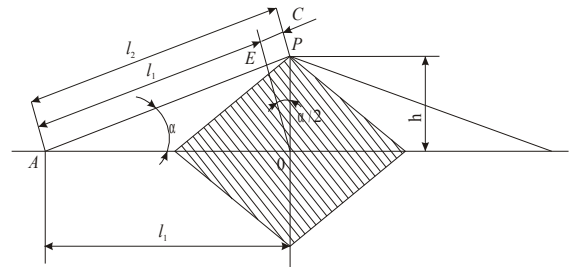
$$f = \frac{2r - \frac{R\alpha}{V_{\text{М}}} - \frac{R\alpha}{V_{\text{К}}}}{\frac{l_{\text{е}}}{V_{\text{е}}} + K_{\text{п}} \tau}$$

де $V_{\text{М}}$, $V_{\text{К}}$ – швидкість руху автомобілів по міському і кільцевому маршрутах; $l_{\text{е}}$, $V_{\text{е}}$ – довжина маршруту і швидкість руху автомобіля; $K_{\text{п}}$ – коефіцієнт використання пробігу автомобілів; τ – сумарний час на навантаження та вивантаження автомобілів за один рейс в год.

Радіус нового кільцевого обходу (рис. 1, б) визначається за формулою

$$R = \frac{(R - R\alpha - d) \frac{\text{Ж}}{\text{И}} \frac{D_{\text{В}}}{e Q} + T_{\text{В}} \frac{\text{Ц}}{\text{Ш}} - \frac{\text{Ж}}{\text{И}} \frac{D_{\text{В}}}{e Q} + T_{\text{В}} \frac{\text{Ц}}{\text{Ш}} - \alpha \frac{\text{Ж}}{\text{И}} \frac{D_{\text{К}}}{e Q F} + T_{\text{К}} \frac{\text{Ц}}{\text{Ш}} - (R + d) \frac{\text{Ж}}{\text{И}} \frac{D_{\text{В}}}{e Q} + T_{\text{К}} \frac{\text{Ц}}{\text{Ш}}}{-\frac{\text{Ж}}{\text{И}} \frac{D_{\text{В}}}{e Q F} + T_{\text{К}} \frac{\text{Ц}}{\text{Ш}}} \quad (3)$$

де d – ширина міської території, яка повинна бути максимально звільнена від автомобільного транспорту; R – радіус раніше збудованого чи запроектованого кільцевого обходу.



Крім розглянутої вище кільцевої моделі обхідних автомобільних доріг, може бути застосована простіша модель обходу, що складається з двох прямокутних ділянок, які відходять від ввідної автомобільної дороги під кутом α (рис. 2).

Рис. 2. Схема до визначення кута відхилення обхідної автомобільної дороги

Вказана модель обходу може бути використана в компактних і витягнутих у довжину містах, для яких така схема найбільшою мірою відповідає природним або планувальним умовам розвитку міста.

Розрахунок кута відхилення обходу від автомобільної дороги

Для виводу транзитних автомобілів за межі міста необхідно збудувати обхідну автомобільну дорогу, яка повинна пройти через якусь опорну точку P (межа існуючої чи перспективної забудови міста). Сумарні дорожньо-транспортні витрати на розрахунковий період при цьому повинні бути мінімальними. Розв'язання цього завдання зводиться до відшукування кута відхилення обходу α від ввідної автомобільної дороги.

Відповідно до нашої схеми величину кута α можна одержати з рівності

$$l_{1\text{ж}} \frac{D_{\text{в}}}{e Q} + T_{\text{б}} \frac{\text{щ}}{\text{ы}} = l_{\text{к}} \frac{D_{\text{к}}}{e QF} + T_{\text{б}} \frac{\text{щ}}{\text{ы}}, \quad (4)$$

де l_1 – довжина ділянки ввідної автомобільної дороги, розміщеної між точкою відмикання обходу і центром міста; l_2 – довжина обхідної автомобільної дороги (до точки P); T – транспортна складова собівартості перевезень вантажів по ввідній автомобільній дорозі. Величина береться середньозважена для ділянок автомобільної дороги в межах і за межами міста; $T_{\text{к}}$ – те ж, по обхідній автомобільній дорозі.

Для визначення кута α прийемо $l_2 = l_1 + a$, звідки $a = l_2 - l_1$. Із трикутників AOD і AOP (рис. 2)

$$\frac{b}{l_1} = \sin \frac{\alpha}{2},$$

звідки $b = l_1 \sin \frac{\alpha}{2}$, а $2b = 2l_1 \sin \frac{\alpha}{2}$, $\cos \alpha = \frac{l_1}{l_2}$,

$$l_2 = \frac{l_1}{\cos \alpha}, a = l_1 \left(\frac{1}{\cos \alpha} - 1 \right).$$

Після підстановки рівняння (4) матиме вигляд

$$l_{1\text{ж}} \frac{D_{\text{в}}}{e Q} + T_{\text{б}} \frac{\text{щ}}{\text{ы}} = l_{\text{к}} \frac{D_{\text{к}}}{e QF} + T_{\text{б}} \frac{\text{щ}}{\text{ы}} + l_{\text{з}} \frac{1}{\cos \alpha} - l_{\text{ч}} \frac{\text{щ}}{\text{ы}}, \quad (5)$$

звідки

$$\cos \alpha = \frac{l_{\text{з}} \frac{D_{\text{к}}}{e QF} + T_{\text{к}} \frac{\text{щ}}{\text{ы}}}{l_{\text{з}} \frac{D_{\text{в}}}{e Q} + T_{\text{б}} \frac{\text{щ}}{\text{ы}}}. \quad (6)$$

Знаючи кут α , неважко визначити довжину обхідної автомобільної дороги

$$l_2 = \frac{h}{\sin \alpha}.$$

Довжина ділянки ввідної автомобільної дороги між точками A і O визначається за формулою

$$l_1 = l_2 \cos \alpha.$$

Висновки

В роботі визначено декілька варіантів просторового розташування автомобільних доріг на місцевості. Визначення найбільш задовольняючого екологічним і економічним вимогам варіанта є складним завданням, оскільки кожний володіє набором і позитивних, і негативних якостей.

Оптимальний варіант вибирається за сукупністю технічних, економічних і екологічних характеристик. Пряме зіставлення варіантів за довжиною траси, площею і складом земель, що будуть відчужені під будівництво обходів населених пунктів, ще не дає достатніх підстав для еколого-економічного вибору, хоча і впливає на нього в істотній мірі. Для цього необхідно враховувати весь комплекс критеріїв.

Максимальне використання кільцевих обходів для міських перевезень можливе за умови близького розміщення цих обходів від міської забудови.

Обґрунтовані в роботі залежності з визначення радіусів кільцевих обходів і кута відхилення обхідних автомобільних доріг послужать основою для перспективного розміщення дорожньої мережі на найближчих до міста територіях.

Література

1. Білятинський О.А. Основні критерії, які застосовуються для визначення ризику екологічних показників автомобільних доріг та природного простору населених пунктів / О.А. Білятинський, Є.Б. Угненко // Вісник транспортної академії України та Нац. трансп. ун-ту. – К. : НТУ КАДІ. – 2000. – №4. – С. 83–85.
2. Угненко Е.Б. Усовершенствование методов оценки экологической безопасности природной среды при строительстве и реконструкции автомобильных дорог : моногр. / Е.Б. Угненко. – Харків : ХНАДУ, 2005. – 139 с.
3. Угненко Е.Б. Методология проектирования реконструкции автомобильных до-

рог с учетом экологических показателей : моногр. / Е.Б. Угненко. – Харків : ХНАДУ, 2008. – 181 с.

4. Автотранспортные потоки и окружающая среда – 2 : учеб. пособие для вузов / В.Н. Луканин, А.П. Буслаев, М.В. Яшина ; под ред. В.Н. Луканина. – М. : ИНФА-М, 2001. – 646 с.

Рецензент: В.І. Клименко, профессор, д.т.н., ХНАДУ.

Стаття надійшла до редакції 12 квітня 2010 р.