

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО РОЗВ'ЯЗКИ ДОРІГ

1.1 Класифікація розв'язок доріг

Значний ріст інтенсивності руху на автомобільних дорогах призводить до відповідного збільшення кількості дорожньо-транспортних пригод (ДТП), значна доля яких трапляється в місцях перехрещення транспортних потоків в одному рівні.

Місця перехрещень, примикань та розгалужень автомобільних доріг, тобто ділянки доріг, на яких можливий перехід автомобілів з одного напрямку на інший, називають розв'язками доріг [1].

В практиці проектування використовують наступні основні типи перехрещень автомобільних доріг:

- перехрещення в одному рівні;

- перехрещення в одному рівні, але без перехрещення потоків, з рухом по колу;

- перехрещення в різних рівнях.

Вибір типу розв'язки залежить від ряду факторів. Основними із них являються сумарна перспективна інтенсивність руху автомобілів і склад транспортних потоків в усіх напрямках.

Вибір класу і схеми розв'язок доріг та обґрунтування технічних рішень слід виконувати на основі техніко-економічного порівняння варіантів з урахуванням їх пропускнуої здатності, безпеки і зручності руху, дорожньо-транспортних витрат на їх будівництво і утримання, архітектурно-естетичних вимог, вимог охорони навколишнього природного середовища та раціонального використання сільськогосподарських угідь.

Залежно від категорії доріг, що перетинаються, розв'язки поділяють на класи згідно з таблицею 1.1 (табл. 9.1 [1]).

Таблиця 1.1 – Класифікація розв'язок доріг

Клас розв'язки	Категорія доріг, що перетинаються, або примикають	Типи розв'язок	Облаштування розв'язки перехідно-швидкісними смугами (ПШС)
I	I-a – I-a	У різних рівнях	З ПШС на всіх дорогах
	I-a – I-б		
	I-a – II		
	I-a – III		
	I-б – II		
	I-б – III		
	II – II		
	II – III (при сумарній інтенсивності понад 11000 прив/авто/добу)		
II	I-a – IV I-a – V	У різних рівнях	Без ПШС на дорогах нижчої категорії
III	III – III	В одному рівні	З ПШС на всіх дорогах та каналізуванням лівоповоротних напрямків
IV	I-a – IV I-a – V	В одному рівні з відігнаними лівими поворотами	Без ПШС на дорогах нижчої категорії
V	II – IV II – V III – IV III – V	В одному рівні	Без ПШС на дорогах нижчої категорії та каналізуванням лівоповоротних напрямків на дорозі вищої категорії
	VI		

В даних методичних вказівках розглядаються питання проектування розв'язок доріг в різних рівнях.

В практиці дорожнього будівництва використовується велика кількість видів розв'язок доріг, які умовно можна розділити на три групи:

розв'язки, які мають в основі елементи типу „Лист конюшини”;
розв'язки, які мають в основі елементи кільця;
розв'язки з паралельним розташуванням право- і лівоповоротних з'їздів.

1.2 Розв'язки доріг, що мають в основі елементи типу „Лист конюшини”

Розв'язка типу „Лист конюшини” являється найбільш поширеним типом перехрещення автомобільних доріг в різних рівнях (рисунок 1.1). Її використовують при перехрещенні доріг високих категорій.

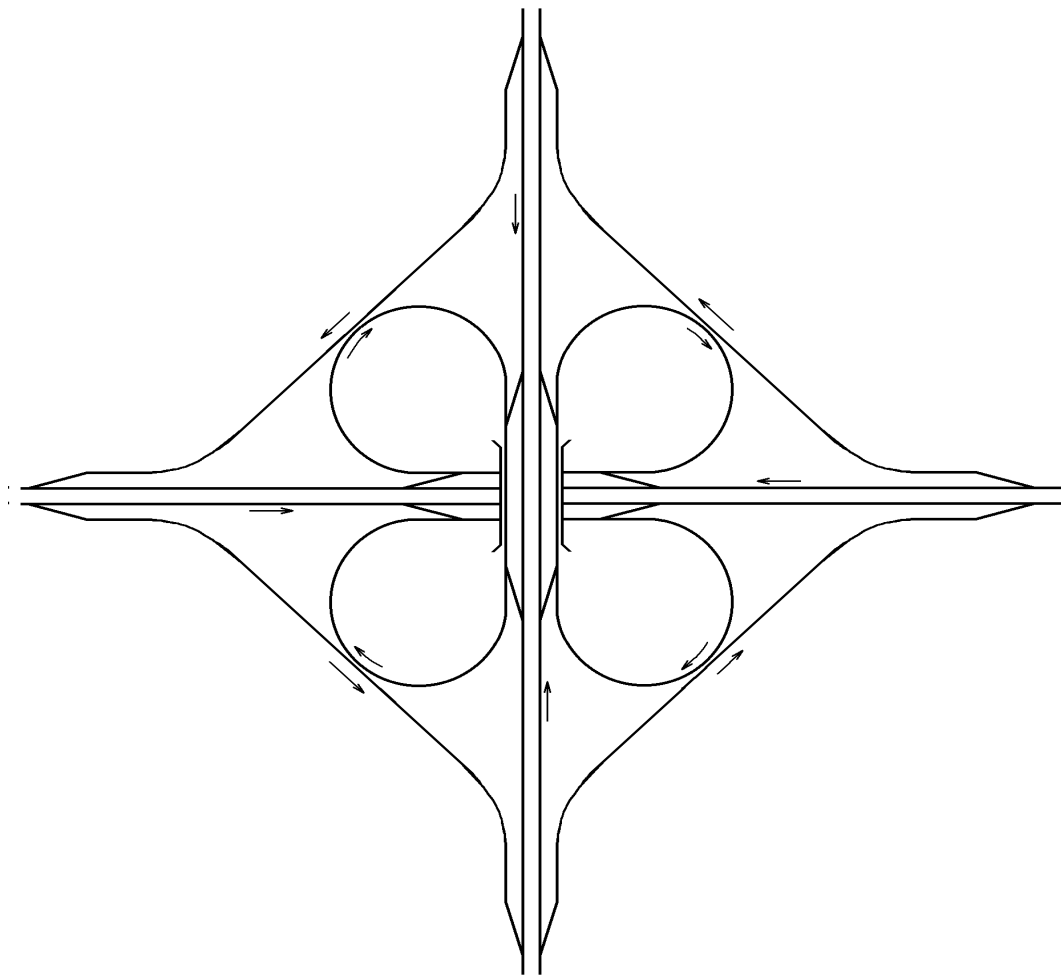


Рисунок 1.1 - Дорожня розв'язка типу „Лист конюшини”

При перехрещенні типу „Лист конюшини” в центрі влаштовують шляхопровід, а дороги, що перехрещуються, поєднують між собою з'їздами: лівоповоротними і правоповоротними. Поворот вліво виконується шляхом повороту вправо на $270^{\circ} (\pm 10^{\circ})$ по так званій лівоповоротній петлі.

Усі з'їзди дорожньої розв'язки типу „Лист конюшини” вливаються в проїзні частини доріг, що перехрещуються, з правого боку, що відповідає основному принципу проектування автомобільних магістралей, згідно з

яким усі відгалуження і примикання доріг повинні влаштовуватись з правого боку.

Перевага „Листа конюшини” порівняно з іншими типами розв’язок доріг полягає в можливості проектування правоповоротних з’їздів з використанням кривих більшого радіусу при невеликих поздовжніх похилах, що дозволяє допускати на цих з’їздах високі швидкості руху, а також наявність одного шляхопроводу.

Недоліки розв’язки типу „Лист конюшини” полягають в наявності значних перепробігів на лівоповоротних з’їздах; розв’язка займає велику площу землі; присутні чотири місця перехрещення транспортних потоків на лівоповоротних з’їздах, що призводить до деякого зниження пропускної здатності цих з’їздів і збільшенню кількості дорожньо-транспортних пригод.

Під шляхопроводом, як правило, проходить дорога більш високої категорії.

Крім повної розв’язки доріг типу „Лист конюшини” зустрічаються три різновидності розв’язок типу „Неповний лист конюшини”:

- 1) з чотирма односмуговими з’їздами (рисунок 1.2, а);
- 2) з двома двосмуговими з’їздами, розташованими в сусідніх чвертях (рисунок 1.2, б, в);
- 3) з двома з’їздами, розташованими в суміжних чвертях (рисунок 1.2, г).

„Неповний лист конюшини” звичайно використовують при перехрещенні доріг високих категорій з дорогами більш низьких категорій, інтенсивність руху на яких невелика і улаштування самостійних з’їздів економічно недоцільне. Та чи інша різновидність „Неповного листа конюшини” використовується в залежності від рельєфу місцевості та ситуації.

Точки перехрещення потоків в одному рівні, які мають місце на розв’язках типу „Неповний лист конюшини”, допускаються на дорогах нижчих категорій. Такі розв’язки можна рекомендувати тільки при невеликій інтенсивності руху з майбутнім перевлаштуванням їх в розв’язку типу „Лист конюшини”.

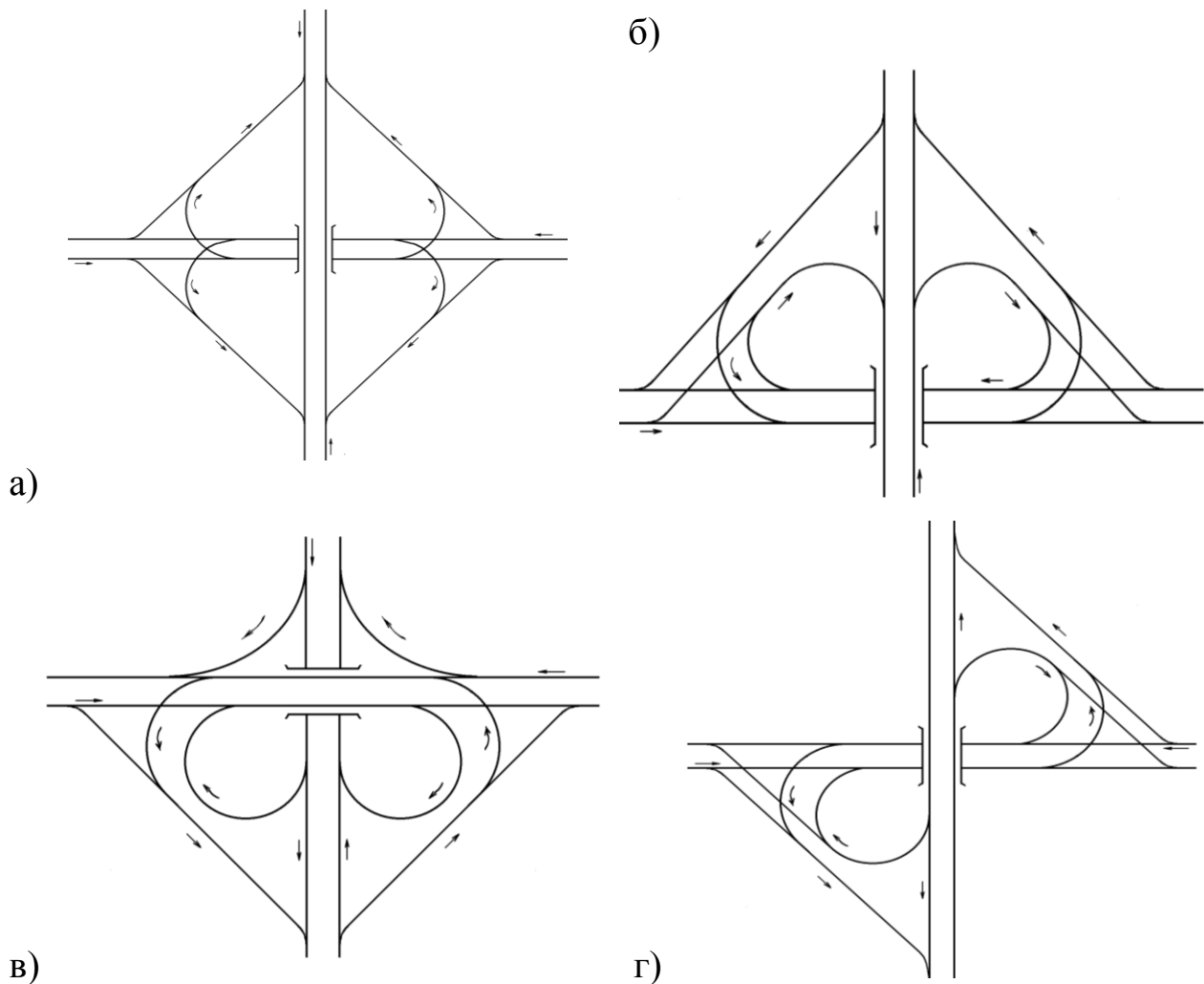


Рисунок 1.2 – Схема розв'язки доріг типу „Неповний лист конюшини“

Примикання типу труби (рисунок 1.3, а) і листовидний тип примикання (рисунок 1.3, б) бувають на основі використання елементів „Листа конюшини“. Кожен потік руху, що повертає, тут має свій власний з'їзд.

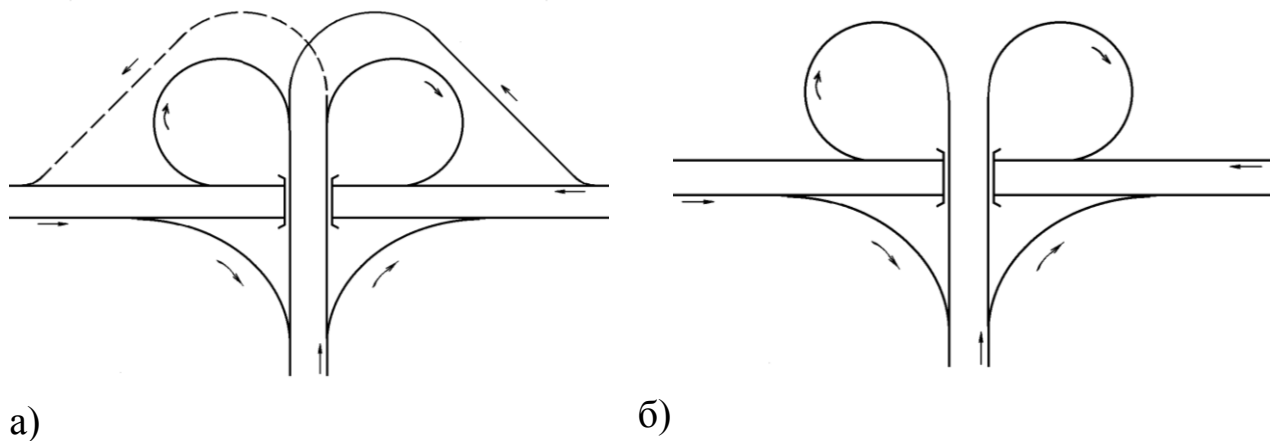


Рисунок 1.3 – Схеми примикань:
а) за типом труби;
б) листовидний тип

В залежності від конкретних умов місцевості лівоповоротні з'їзди на примиканні по типу труби можуть бути розташовані зліва чи справа від шляхопроводу.

Листовидний тип примикання, в порівнянні з примиканням за типом труби, займає дещо більшу площу і містить ділянки перехрещення лівоповоротних з'їздів.

1.3 Розв'язки доріг, що мають в основі елементи кільця

До таких розв'язок належать такі, що мають: розподільче кільце з п'ятьма (рисунок 1.4, а), а також з двома шляхопроводами (рисунок 1.4, б), розподільче кільце поліпшеного типу (рисунок 1.4, в), перехрещення турбінного типу (рисунок 1.4, г) та інші.

Головною особливістю більшості розв'язок кільцевого типу являється наявність на кільці ділянки для перерозподілу транспортних потоків, що повертають наліво і направо (cd). Ця ділянка повинна мати довжину, достатню для перерозподілу потоків автомобілів, що рухаються з розрахунковою швидкістю, а також двосмугову проїзну частину.

Розв'язка по типу розподільчого кільця з п'ятьма шляхопроводами улаштовується при перехрещенні рівнозначних доріг. Вона досить проста за конструкцією, на ній легко орієнтуватись водіям.

На розв'язках кільцевого типу потік з правоповоротним рухом знаходиться в менш благоприємних умовах, оскільки зміщується з лівоповоротним потоком. Правоповоротний рух виконується шляхом повороту не тільки вправо, але й вліво, а наявність ділянки **cd** (див.рис.1.4,а,б,в) не дозволяє проектувати правоповоротні з'їзди за допомогою великих радіусів.

Розподільче кільце з двома шляхопроводами використовується при перехрещенні автомагістралі з другорядною дорогою. При цьому швидкісний потік автомагістралі проходить по прямій, а пересікаючий потік другорядної дороги – по кільцю (див.рис. 1.4, б).

Перевагами цієї розв'язки, в порівнянні з розв'язкою, що має кільце з п'ятьма шляхопроводами, є менша кількість шляхопроводів і більш низька вартість будівництва.

Кільцеві розв'язки з двома шляхопроводами мають ті ж недоліки, що і розв'язки з п'ятьма шляхопроводами. Крім того основний потік другорядної дороги буде проходити по кільцю, що дещо незручно для руху і призводить до більшого перепробігу.

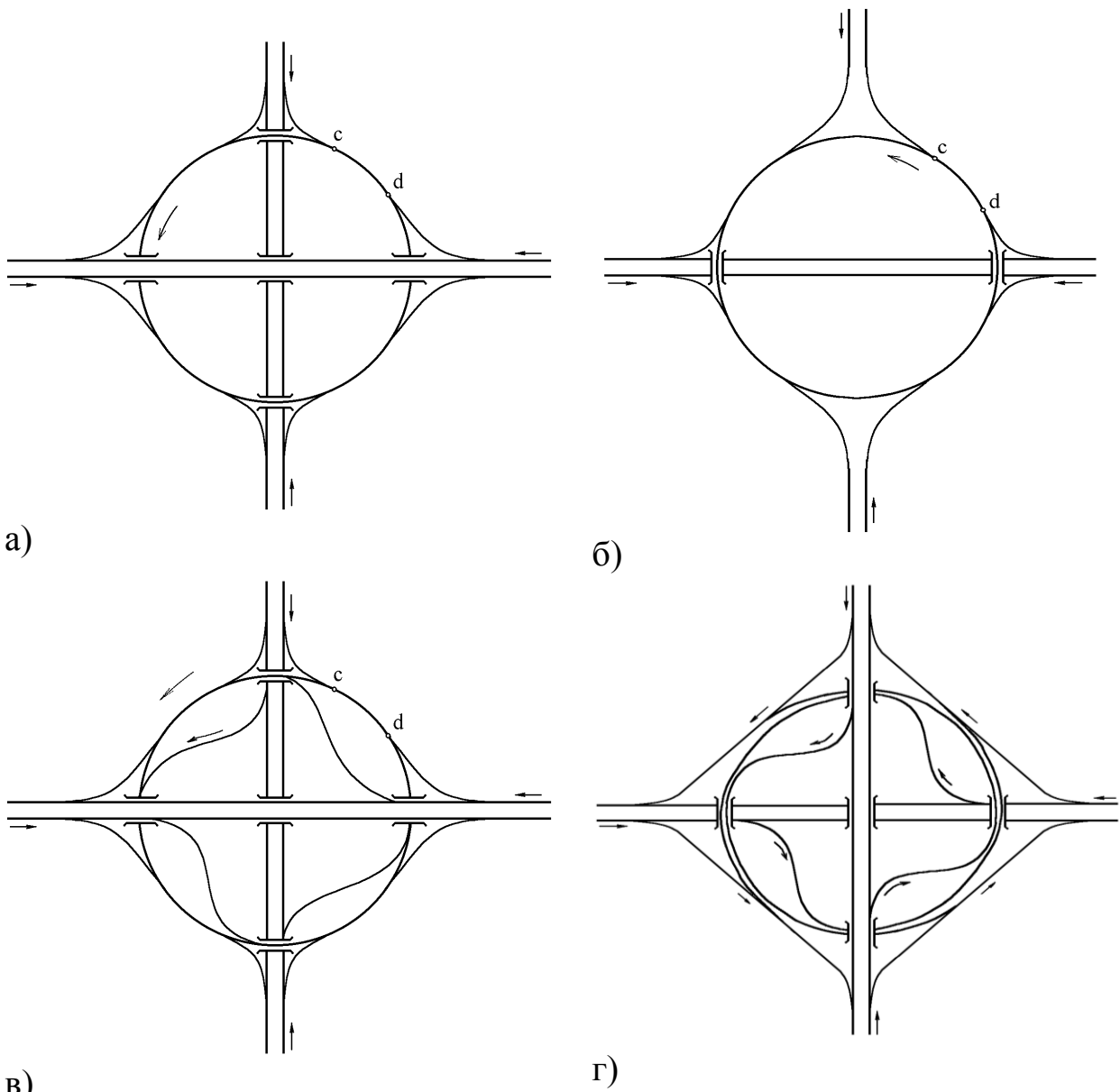


Рисунок 1.4 – Схеми перехрещень, що мають в основі елементи кільця

Деякі недоліки, які мають кільцеві розв'язки з п'ятьма і двома шляхопроводами усуваються на розв'язках розподільного кільця покращеного і турбінного типів. Проте ці розв'язки мають свої недоліки (складна конфігурація, збільшена вартість будівництва, короткі зворотні криві, вливання лівоповоротних з'їздів з лівого боку та інше), що обмежує їх використання.

До розв'язок кільцевого типу належать кільцевий (рисунок 1.5, а) і грушоподібний (рисунок 1.5, б) типи примикання. Обидва ці примикання мають по два шляхопроводи.

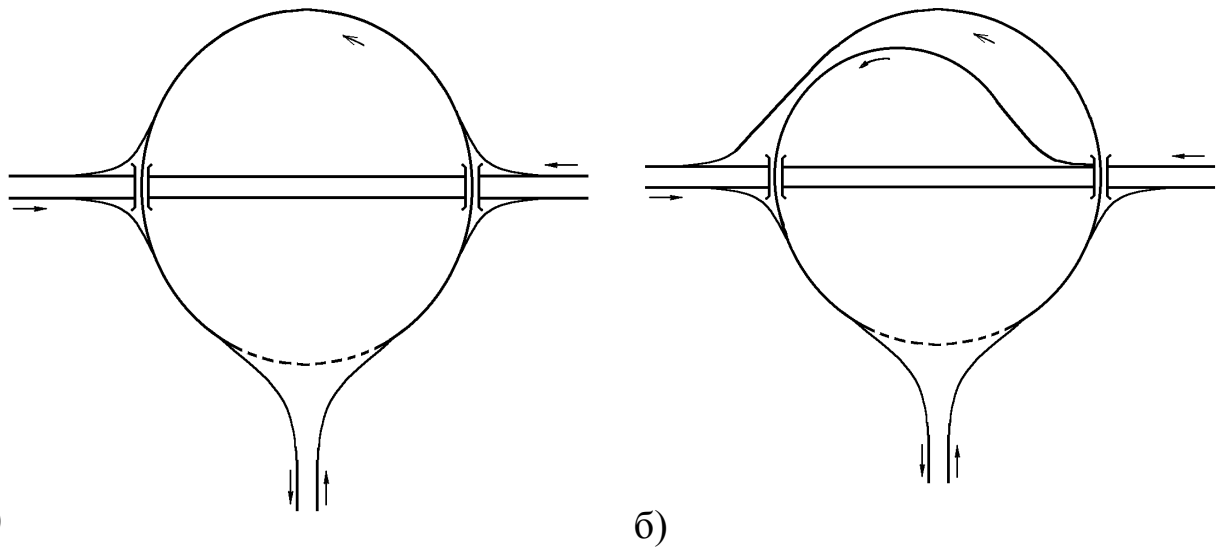


Рисунок 1.5 – Схеми примикань, що мають в основі елементи кільця

На примиканні кільцевого типу усі з'їзди вливаються в кільце і проїзну частину автомагістралі з правої сторони. На кільці лівоповоротні потоки змішуються.

На грушовидному типі примикання кожний лівоповоротний потік має свій власний з'їзд, в результаті чого змішування лівоповоротних потоків між собою відсутнє.

1.4 Розв'язки доріг з паралельним розташуванням право- і лівоповоротних з'їздів

До таких розв'язок належать ромбовидний тип перехрещення (рисунок 1.6,а), перехрещення по типу криволінійного чотирикутника (рисунок 1.6,б), Т-видний тип примикання (рисунок 1.7,а), примикання по типу трикутника (рисунок 1.7,б) та інші.

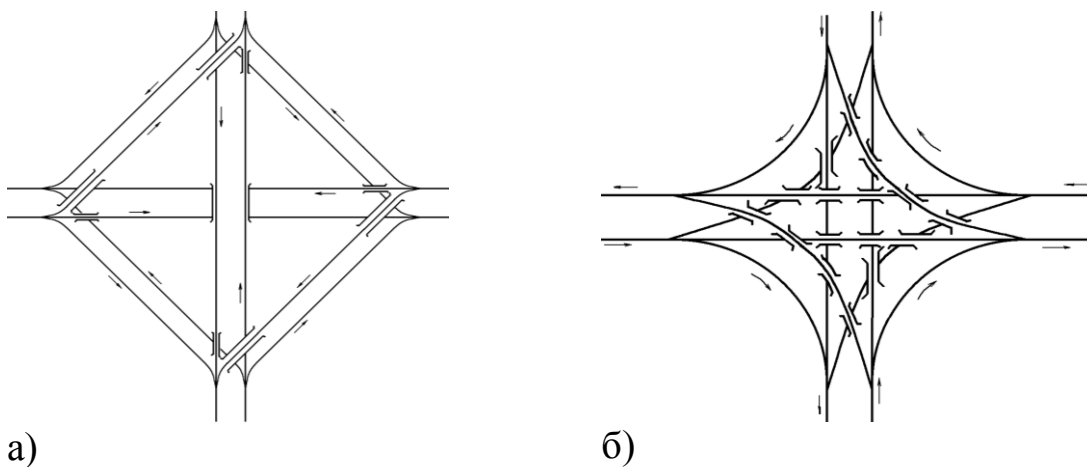
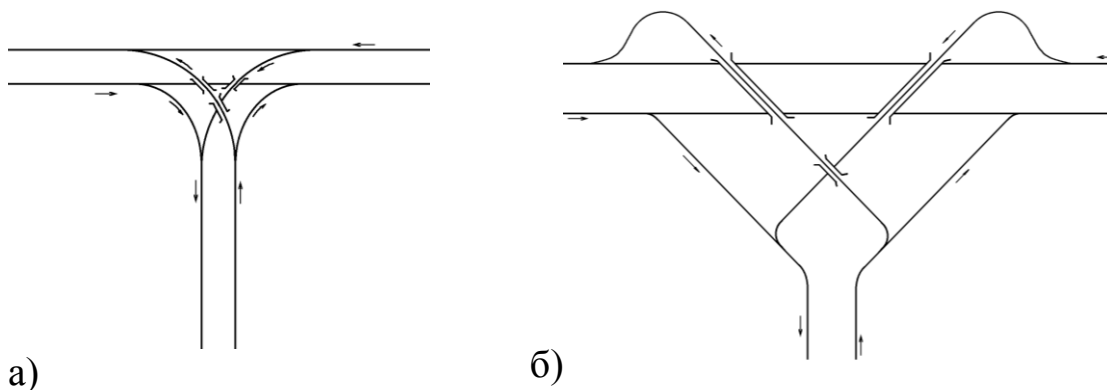


Рисунок 1.6 – Схеми перехрещень з паралельним розташуванням ліво- і правоповоротних з'їздів



а) б)
Рисунок 1.7 – Схеми примикань з паралельним розташуванням ліво- і правоповоротних з'їздів

На ромбовидному типі перехрещення потоки кожної автомагістралі проводяться в різних рівнях, в результаті чого лівоповоротні потоки одержують можливість звертати безпосередньо вліво. Розв'язка має дев'ять шляхопроводів. Кожний повертаючий потік руху має свій власний з'їзд, в наслідок чого тут відсутнє змішування потоків.

Перехрещення цього типу характеризується наступними недоліками: приєднання лівоповоротних з'їздів з лівої сторони; велика кількість (дев'ять) шляхопроводів, вісім із яких косі; значні витрати при будівництві.

Суть перехрещення по типу чотирьохкутника полягає в тому, що у всіх точках перехрещення потоків руху влаштовують шляхопроводи. Перехрещення має багато спільного з перехрещенням ромбовидного типу. Обидва напрямки кожної автомагістралі на розв'язці проводяться в різних рівнях, тому лівоповоротні потоки можуть звертати безпосередньо вліво. В зв'язку з наявністю шістнадцяти шляхопроводів вартість будівництва розв'язки досить висока.

Т-видний тип примикання за своєю конструкцією близький до перехрещення ромбовидного типу і криволінійного чотирьохкутника. У всіх точках перехрещення потоків руху тут також влаштовуються шляхопроводи. Для кожного потоку руху, що звертає, на розв'язці влаштовується свій власний з'їзд, в наслідок чого відсутнє змішування потоків. Розв'язка має три косих шляхопроводи. Примикання лівоповоротних з'їздів до проїзної частини автомагістралей виконується з лівої сторони.

На примиканні по типу трикутника кожний лівоповоротний з'їзд пересікає основну магістраль і розташовується паралельно відповідному правоповоротному з'їзду. В результаті транспортна розв'язка має три шляхопроводи, два із яких – косі (див. рис. 1.7, б). Кожний потік, що звертає, має свій власний з'їзд.

2 ВИБІР ТИПУ РОЗВ'ЯЗКИ ДОРІГ І ОСНОВНІ НОРМИ ПРОЕКТУВАННЯ

2.1 Вибір типу перехрещення і примикання

У відповідності з ДБН В.2.3-4:2007 [1] розв'язки доріг слід проектувати на основі перспективної інтенсивності руху і складу транспортних потоків в усіх напрямках.

Вибір типу і схеми розв'язок доріг та обґрунтування технічних рішень виконують на основі техніко-економічного порівняння варіантів з урахуванням їх пропускної спроможності, безпеки і зручності руху, дорожньо-транспортних витрат на їх будівництво і експлуатацію, архітектурно-естетичних вимог та охорони навколишнього середовища, раціонального використання прилеглих земельних ділянок.

Місце перехрещення і примикання доріг слід, по можливості, вибирати на вільних площадках і на прямих ділянках доріг, що перехрещуються чи примикають. Пересікати існуючу дорогу бажано в місцях, де вона близька до горизонтальної і проходить в невисоких (до 1 – 1,5 м) насипах.

Перехрещення і примикання автомобільних доріг в різних рівнях, згідно з таблицею 1.1, слід приймати на розв'язках I класу.

Дорожні розв'язки слід проектувати з таким розрахунком, щоб на дорогах I і II категорій не було лівих поворотів, а також в'їздів і з'їздів з лівими поворотами, при яких основні потоки руху перехрещуються в одному рівні. При цьому повинен бути забезпечений безпечний і зручний рух автомобілів з розрахунковими швидкостями на основних напрямках і мінімальний час проїзду автомобілями вузла перехрестя.

На перехрестях з дорогами III категорії і нижче дозволяються схеми вузлів в різних рівнях, які допускають перехрестя основних напрямків руху на цих дорогах в одному рівні (неповні дорожні розв'язки). При цьому необхідно враховувати перспективний розвиток доріг і розв'язки з мінімальною перебудовою.

2.2 Основні норми проектування

При проектуванні розв'язок доріг необхідно керуватись вимогами розділу 9 ДБН В.2.3-4:2007 [1]. Основні із них зводяться до наступного.

Розв'язки доріг слід розташовувати на прямих ділянках доріг та на вільних від забудови територіях. Поздовжній похил доріг на підходах до розв'язок доріг на відстані видимості для зупинки автомобіля (таблиця 2.1) не повинен бути більше 40 %.

Дороги сільськогосподарського призначення і скотопрогони при перехрещенні з дорогами I-III категорій потрібно відводити до ближніх штучних споруд з відповідним облаштуванням.

Таблиця 2.1 – Параметри автомобільних доріг, що залежать від розрахункової швидкості

Показник	Розрахункова швидкість, км/год								
	150	140	120	110	100	80	60	50	30
Найменші радіуси кривих, м: - у плані - у поздовжньому профілі: опуклих угнутих									
	1200	1100	800	700	600	300	150	100	30
	30000	25000	15000	13000	10000	5000	2500	1500	600
	8000	7000	5000	4000	3000	2000	1500	1200	600
Найменша відстань видимості для зупинки автомобіля	300	300	250	250	200	150	85	75	45

У випадку, коли такі споруди відсутні на ділянках доріг понад 3 км, при необхідності потрібно передбачати їх влаштування. Габарити штучних споруд для доріг сільськогосподарського призначення і скотопрогонів при відсутності спеціальних вимог зацікавлених організацій потрібно приймати за таблицею 2.2.

Таблиця 2.2 – Габарити споруд для доріг сільськогосподарського призначення і скотопрогонів

Призначення споруди	Ширина, м	Висота, м
Для доріг сільськогосподарського призначення	6	4,5
Для скотопрогонів	4	2,5

Правоповоротні і лівоповоротні з'їзди на розв'язках у різних рівнях слід проектувати з врахуванням забезпечення розрахункових швидкостей, наведених у таблиці 2.3, причому при гострих кутах примикання чи перехрещення їх слід виконувати однією кривою без прямих вставок.

Влаштування з'їздів, складених із зворотних кривих, допускається у виняткових випадках.

Правоповоротні і лівоповоротні з'їзди сполучаються з дорогами, що перехрещуються або примикають, через перехідні криві. Перехідні криві лівоповоротних з'їздів слід проектувати як гальмівні.

Таблиця 2.3 – Розрахункові швидкості на з'їздах розв'язок

Клас розв'язки	Мінімальна розрахункова швидкість, км/год, при кількості автомобілів на з'їздах, %					
	правоповоротних			лівоповоротних		
	до 15	15-30	понад 30	до 15	15-30	понад 30
I	60	65	70	40	45	50
II	50	50	60	30	40	45

Примітка. Кількість автомобілів на з'їздах прийнята у відсотках від інтенсивності автомобілів, що в'їжджають в розв'язку з одного напрямку

Довжина перехідної кривої визначається в залежності від величини радіуса по таблиці 2.4 (табл.5.9 [1]).

Таблиця 2.4 – Мінімальна довжина перехідних кривих

R, м	30	50	60	80	100	150	200	250	300	400	500	600-1000	1000-2000
L, м	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	110	120	100

В стиснених умовах (забудова, наявність комунікацій, тощо), при відповідному техніко-економічному обґрунтуванні допускається проектувати стиснені розв'язки типу „Лист конюшини” з радіусами лівоповоротних з'їздів 30 м.

Ширину проїзної частини односмугових лівоповоротних з'їздів слід призначати 5,5 м, правоповоротних – 5,0 м без додаткового розширення на кривих.

При інтенсивності руху на з'їздах більшій, ніж розрахункова пропускна спроможність однієї смуги, слід проектувати двосмугові з'їзди з шириною проїзної частини не менше 7,5 м плюс додаткові розширення на криволінійних ділянках згідно з таблицею 2.5 (табл.5.4 [1]).

Таблиця 2.5 – Розширення однієї смуги проїзної частини доріг на горизонтальних кривих

Радіус кривої у плані	1000	850	650	575	425	325	225	140	95 – 30
Величина розширення	0,30	0,35	0,40	0,50	0,65	0,8	1,10	1,50	1,75

Примітка. У випадку, коли радіус кривої у плані не співпадає з величинами, наведеними у таблиці, величину розширення однієї смуги проїзної частини необхідно визначати інтерполяцією.

Ширина узбіччя з внутрішнього боку заокруглень повинна бути не менше 1,5 м, з зовнішнього – 3,0 м. Узбіччя на всю ширину слід влаштовувати з щільних щебеневих або гравійних сумішей, а при відповідному обґрунтуванні з кам'яних матеріалів, що оброблені в'язучими, асфальтобетону або бетонних плит.

Ширина узбіччя на прямолінійних ділянках з'їздів з обох боків слід призначати по 2,5 м. Перехід від однієї ширини узбіччя до іншої на заокругленнях слід здійснювати в межах довжини перехідної кривої.

На всіх з'їздах в межах кривих в залежності від радіуса кривої та кліматичних умов влаштовують віраж з похилом 20-60 ‰. Величина додаткового поздовжнього похилу зовнішньої крайки проїзної частини на ділянці відгону віражу не повинна перевищувати 10‰.

Поздовжні похили доріг на підходах до шляхопроводу і на з'їздах повинні бути не більше 40‰.

Найменші радіуси вертикальних кривих у поздовжньому профілі слід призначати відповідно до розрахункових швидкостей за таблицею 2.1 (табл. 5.6 [1]).

На дорожніх розв'язках у різних рівнях слід передбачати заходи по забезпеченню бічної видимості під час руху на кривих і в зонах в'їздів та з'їздів з дороги. Найменшу відстань бічної видимості від крайки проїзної частини необхідно призначати 25 м для доріг I і II категорій і 15 м для доріг III-IV категорій. Бічна видимість забезпечується плануванням і розчищенням прилеглої території.

В зоні розв'язок допускається влаштування стоянок автомобілів, автобусних зупинок та інших споруд за умови забезпечення як бічної, так і поздовжньої видимості.

З'їзди з доріг I-IV категорій і заїзди на них слід виконувати з улаштуванням перехідно-швидкісних смуг (ПШС), які на дорожніх розв'язках в різних рівнях є обов'язковим елементом розв'язки незалежно від інтенсивності руху.

Довжину перехідно-швидкісних смуг залежно від поздовжнього похилу доріг призначають згідно з таблицею 2.6 (табл. 9.5 [1], а в пересіченій та гірській місцевості – за розрахунком.

Перехідно-швидкісні смуги в зоні перехрещень і примикань перед з'їздами відокремлюють від основних смуг руху розділювальною смугою завширшки 0,75 м для доріг I і II категорій і 0,5 м - для доріг III і IV категорій. Перехід до повної розділювальної смуги виконують на протязі 16

м і 9 м відповідно. Розділювальні смуги влаштовують в одному рівні з прилеглими смугами руху і виділяють розміткою.

Таблиця 2.6 – Довжина перехідно-швидкісних смуг

Категорія дороги	Поздовжній похил	Довжина смуги повної ширини, м		Довжина відгону смуги розгону і гальмування, м
		для розгону	для гальмування	
I-а, I-б	-40	110	110	80
	-20	130	105	
	0	150	100	
	+20	170	95	
	+40	190	90	
II – III	-40	80	85	60
	-20	90	80	
	0	100	75	
	+20	120	70	
	+40	150	65	

Ширину перехідно-швидкісних смуг призначають такою ж, як і основних смуг проїзної частини. При встановленні борта по країці перехідно-швидкісної смуги останню розширюють на подвоєне значення його підвищення над проїзною частиною дороги.

Сполучення перехідно-швидкісною смуги з узбіччям здійснюється за рахунок укріпленої смуги завширшки 0,75 м на дорогах I та II категорій і 0,5 м на дорогах III і IV категорій.

Покриття на перехідно-швидкісних смугах повинне, по можливості, відрізнитись від основного проїзду кольором.

Відгін смуг гальмування слід починати з виступу величиною 0,5 м.

Висоту габариту під шляхопроводами приймають при перехрещенні доріг:

I-III категорій – 5 м;

IV-V категорій – 4,5 м.

Габарит висоти вимірюють від найбільш високих відміток проїзної частини дороги, що перетинається. Доцільно передбачати збільшення габариту висоти на 10-15 см для майбутнього підсилення дорожнього одягу.

Ширина габариту шляхопроводу включає проїзну частину, перехідно-швидкісні смуги, смуги безпеки та розділювальні смуги і призначається у відповідності з рисунком 2.1.

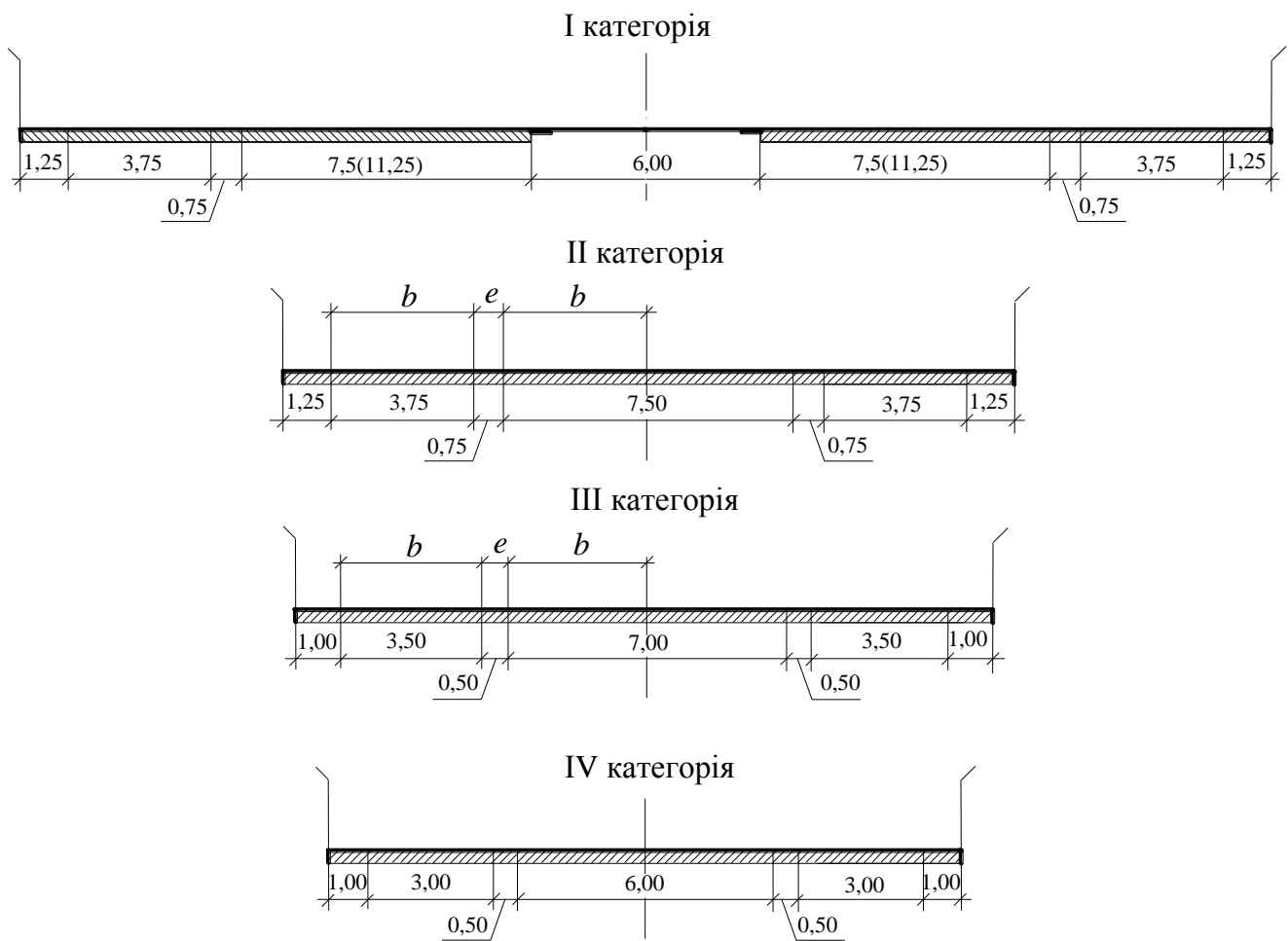


Рисунок 2.1 – Схеми поперечних перерізів шляхопроводів на розв'язках

3 ПОБУДОВА ГЕОМЕТРИЧНОЇ СХЕМИ РОЗВ'ЯЗОК ДОРІГ

3.1 Розрахунок геометричних елементів розв'язок доріг типу „Лист конюшини

3.1.1 Розрахунок геометричних елементів лівоповоротних з'їздів

В розв'язках доріг типу „Лист конюшини” в межах четверті розташовуються ліво- і правоповоротні з'їзди (рисунки 3.1, 3.2).

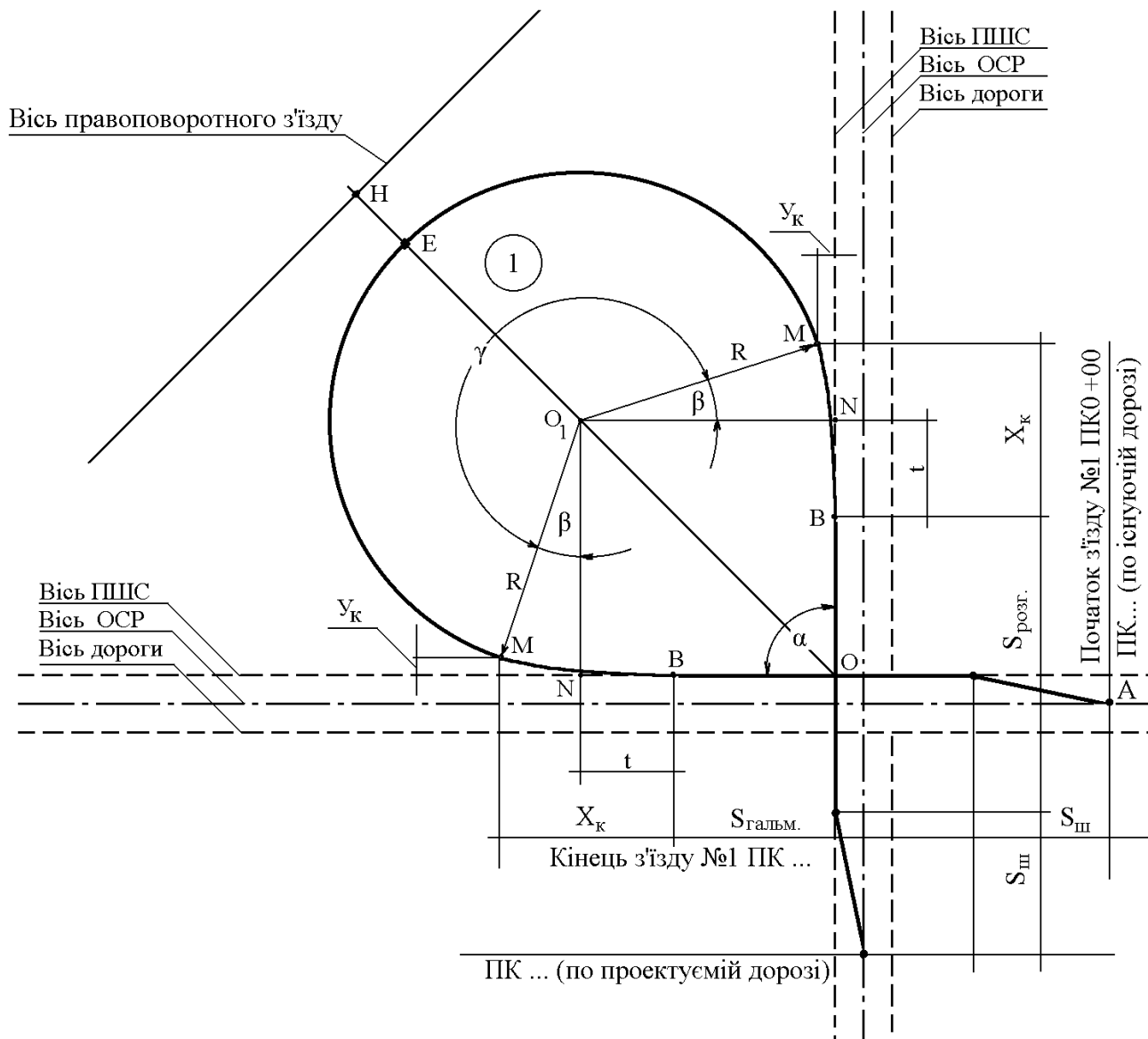


Рисунок 3.1 – Схема лівоповоротного з'їзду

Лівоповоротний з'їзд представляє собою петлю, яка забезпечує поворот наліво без перетину транспортних потоків шляхом повороту

направо на кут, близький до 270^0 . Вихідними даними для розрахунку геометричних елементів і розбивки лівоповоротного з'їзду є:

кут перетину автомобільних доріг α (може бути $>90^0$, $<90^0$, $= 90^0$);

радіус з'їзду R ;

перехідна крива L з відомими елементами: зсувом кривої p , додатковим тангенсом t , кутом перехідної кривої β та координатами кінця перехідної кривої X_k , Y_k .

Елементи перехідної кривої приймаються за таблицями [6] або розраховуються за формулами:

$$X_k = L - \frac{L^3}{40R^2}; \quad (3.1)$$

$$Y_k = \frac{L^2}{6R} - \frac{L^4}{336R^3}; \quad (3.2)$$

$$p = Y_k - R(1 - \cos\beta); \quad (3.3)$$

$$\beta = \frac{L}{2R} \text{ (радіан)}; \quad (3.4)$$

$$t = X_k - R \cdot \sin\beta. \quad (3.5)$$

Початковою точкою для розбивки лівоповоротного з'їзду являється точка перетину осей перехідно-швидкісних смуг (або крайніх смуг руху, якщо перехідно-швидкісні смуги не влаштовуються) O (див. рис. 3.1).

Відстань від осі крайньої смуги руху до осі перехідно-швидкісної смуги означається за формулою

$$c = b + e \quad (3.6)$$

де b – ширина основної смуги руху (див. рис.2.1);

e – ширина розділювальної смуги.

Для можливості розбивки з'їзду визначаються:

положення центру з'їзду O_1 , яке знаходиться на бісектрисі кута α , за формулою

$$OO_1 = \frac{R + p}{\sin(\alpha/2)}; \quad (3.7)$$

положення початку перехідної кривої B

$$OB = ON - t, \quad (3.8)$$

$$\text{де} \quad ON = OO_1 \cdot \cos(\alpha/2); \quad (3.9)$$

положення кінця перехідної кривої M , яке характеризується координатами X_k , Y_k .

Між точками M (кінцями перехідних кривих) окреслюється колова крива радіусом R , яка стягує кут γ , що визначається за формулою

$$\gamma = 180^{\circ} + \alpha - 2\beta, \quad (3.10)$$

Довжина цієї кривої K_{MEM} визначається за відомою формулою

$$K_{MEM} = \frac{\pi R \gamma}{180^{\circ}}. \quad (3.11)$$

В формулах (3.10), (3.11) кути β і γ виражаються в градусах і частках градуса. Для переводу кута β із радіанів (формула 3.4) в градуси необхідно помножити його на 57,29577.

Від точок B в залежності від напрямку руху відкладаються ділянки гальмування $S_{гал}$ або розгону $S_{роз}$ і ділянки відгону перехідно-швидкісних смуг $S_{ш}$ згідно з таблицею 2.6 і в залежності від категорії доріг. Таким чином одержують положення початку з'їзду A і кінця з'їзду C . Для початку і кінця з'їзду визначається власне пікетажне положення і виконується прив'язка до пікетажу на дорогах, що перехрещуються.

Загальна довжина лівоповоротного з'їзду визначається за формулою

$$L_{\text{з'їзд}} = S_{\phi 1} + S_{\text{гал}} + L + E_{\text{ш}} + L + S_{\text{роз}} + S_{\phi 2}, \quad (3.12)$$

3.1.2 Розрахунок геометричних елементів правоповоротних з'їздів

Правоповоротний з'їзд (рисунок 3.2), як правило, представляє собою два однакових заокруглення з прямолінійною вставкою між ними, що забезпечують поворот направо. Вихідними даними для геометричного розрахунку і розбивки правоповоротного з'їзду (як і лівоповоротного) являються:

кути повороту заокруглень рівні $90^{\circ} - \alpha/2$;

радіус заокруглення R' ;

довжина перехідної кривої L з відомими елементами: p , t , β , X_k і Y_k , які визначаються за формулами (3.1, ..., 3.5) або за таблицями [6];

тангенс кругової кривої T_k , який визначається для радіуса R' і кута $90^{\circ} - \alpha/2$ за таблицями [8] або за відомою формулою

$$T_k = R' \operatorname{tg} \frac{1}{2} \left(90^{\circ} - \frac{\alpha}{2} \right).$$

Положення осі правоповоротного з'їзду (точка H пересікання осі з бісектрисою кута α) знаходиться як (див. рисунок 3.1)

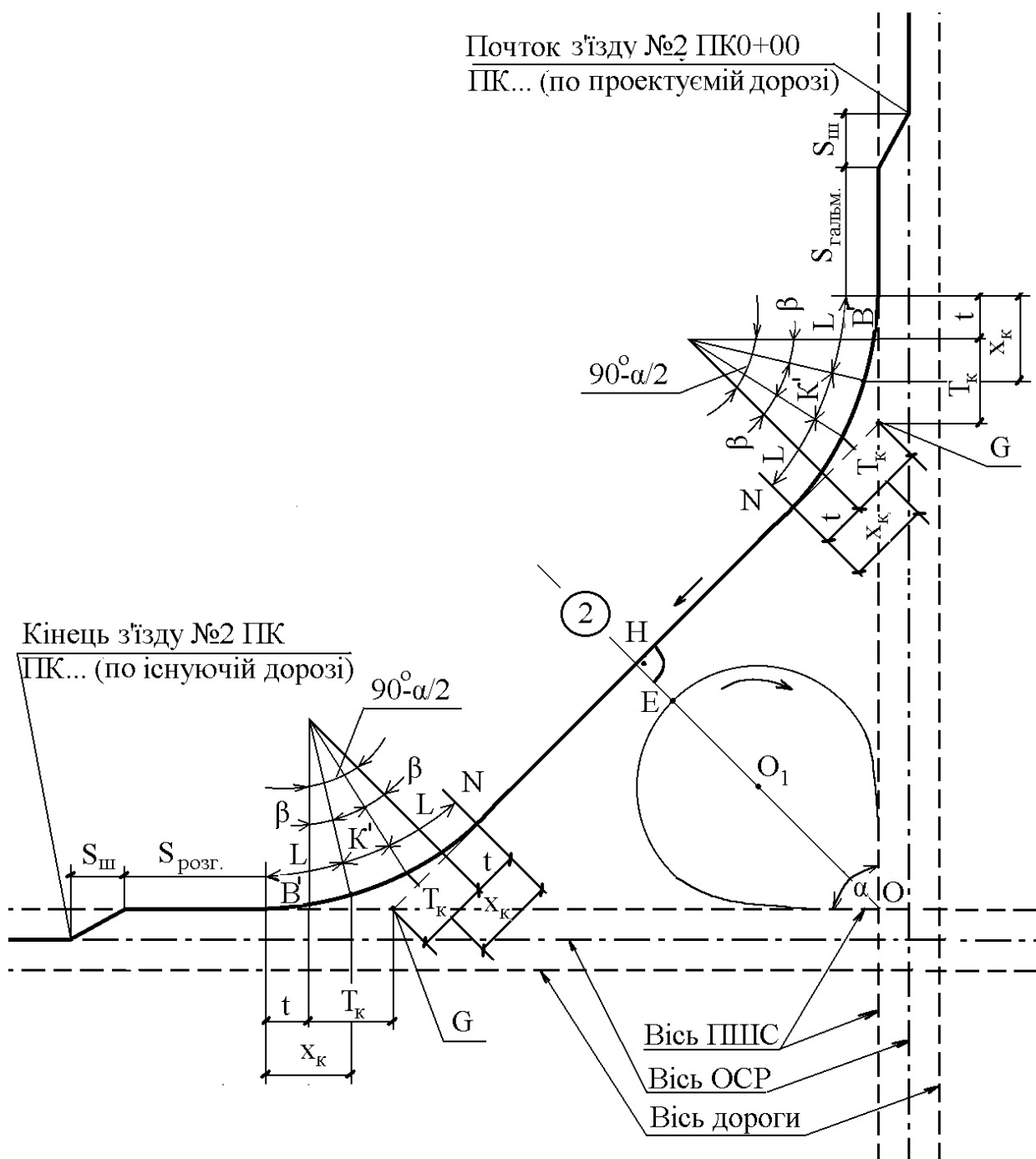


Рисунок 3.2 – Схема правоповоротного з'їзду

$$OH = OE + EH, \quad (3.13)$$

де $OE = OO_1 + R. \quad (3.14)$

Відстань між осями з'їздів в місці їх найбільшого зближення (рисунок 3.3) визначається по залежності

$$EH = 11,25 + mh, \quad (3.15)$$

де m – крутизна закладення укусу;

h – можливе перевищення точки E над точкою H (або навпаки).

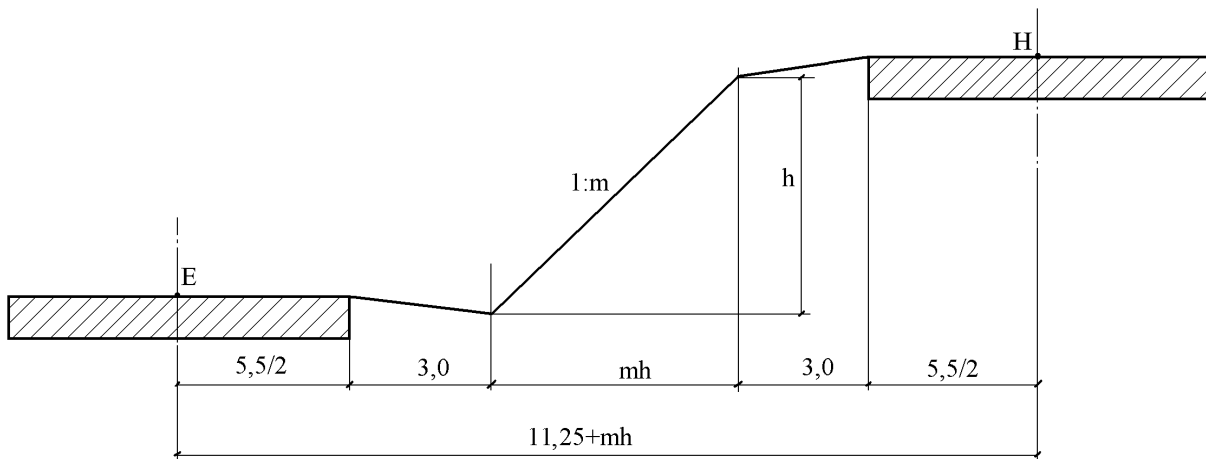


Рисунок 3.3 – Схема до визначення мінімальної відстані між з'їздами

Оскільки при побудові геометричної схеми розв'язки перевищення h ще невідоме, допускається прийняти $EH = 12...15$ м. Ця відстань повинна бути пізніше уточнена при побудові поздовжніх профілів з'їздів.

Положення вершин кутів повороту визначається із $\triangle OHG$ (див. рисунок 3.2)

$$OG = \frac{OH}{\cos \frac{\alpha}{2}}. \quad (3.16)$$

Відстань між вершинами кутів повороту

$$GG = 2GH = 2OG \cdot \sin(\alpha/2). \quad (3.17)$$

Довжина прямої вставки

$$WW = GG - 2(T_k + t). \quad (3.18)$$

Від точок B' , по аналогії з лівоповоротним з'їздом, відкладаються ділянки гальмування $S_{гал}$ або розгону $S_{роз}$ і ділянки відгону перехідно-швидкісних смуг $S_{ш}$. Таким чином одержують положення початку і кінця з'їзду, для яких визначається власне пікетажне положення та виконується прив'язка до пікетажу на дорогах, що перехрещуються.

Загальна довжина правоповоротного з'їзду визначається за виразом

$$L_{n.z} = S_{ш1} + S_{гал} + 4L + 2K' + WW + S_{роз} + S_{ш2}, \quad (3.19)$$

де довжина колової кривої, що залишилась K' , визначається за формулою

$$K' = \frac{\pi R' \left(90^\circ - \frac{\alpha}{2} - 2\beta \right)}{180^\circ}. \quad (3.20)$$

З'їзди рекомендується нумерувати цифрами:

лівоповоротні – непарними;

правоповоротні – парними.

3.1.3 Розрахунок геометричних елементів додаткових лівоповоротних з'їздів на розв'язках типу „Неповний лист конюшини”

В зв'язку з неможливістю улаштування лівоповоротного з'їзду в II четверті на розв'язках по типу „Неповний лист конюшини”, влаштовується допоміжний з'їзд в першій четверті (рисунок 3.4).

Поворот наліво в цьому випадку виконується шляхом повороту спочатку вліво з основної смуги руху на правоповоротний з'їзд №2, а потім направо. Кут повороту отримується в результаті перехрещення правоповоротного з'їзду №2 з основною смугою зустрічного руху по проектуваній дорозі. Цей кут складе

$$\alpha' = 180^{\circ} - (90^{\circ} - \alpha/2), \quad (3.21)$$

Тангенс колової кривої визначається за відомою формулою

$$T_k = R \cdot \operatorname{tg} \alpha'/2, \quad (3.22)$$

Тангенс заокруглення

$$T_3 = T_k + t, \quad (3.23)$$

де t – допоміжний тангенс перехідної кривої.

Крива заокруглення і одночасно довжина з'їзду складе

$$K_3 = 2L + \frac{\pi R(\alpha - 2\beta)}{180^{\circ}}. \quad (3.24)$$

де L – довжина перехідної кривої.

3.1.4 Розрахунок геометричних елементів додаткових правоповоротних з'їздів на розв'язках типу „Неповний лист конюшини”

Додатковий правоповоротний з'їзд призначений для виконання правого повороту з існуючої дороги на проектувану (рисунок 3.5). Поворот направо в цьому випадку виконується через петлю лівоповоротного з'їзду №1 з улаштуванням додаткового з'їзду на основну смугу руху.

Вершина кута повороту (точка S) виникає в результаті перехрещення дотичної до осі лівоповоротного з'їзду №1 в точці E і осі основної смуги руху. Для визначення її положення знаходимо відстань OO_2 за формулою

$$OO_2 = \frac{k}{\sin \alpha/2}, \quad (3.25)$$

де k – відстань від осі перехідно-швидкісної смуги до осі зустрічної смуги руху. Визначається за формулою

$$k = 2b + e, \quad (3.26)$$

де b – ширина смуги руху;
 e – ширина розділювальної смуги (див. рис. 2.1).

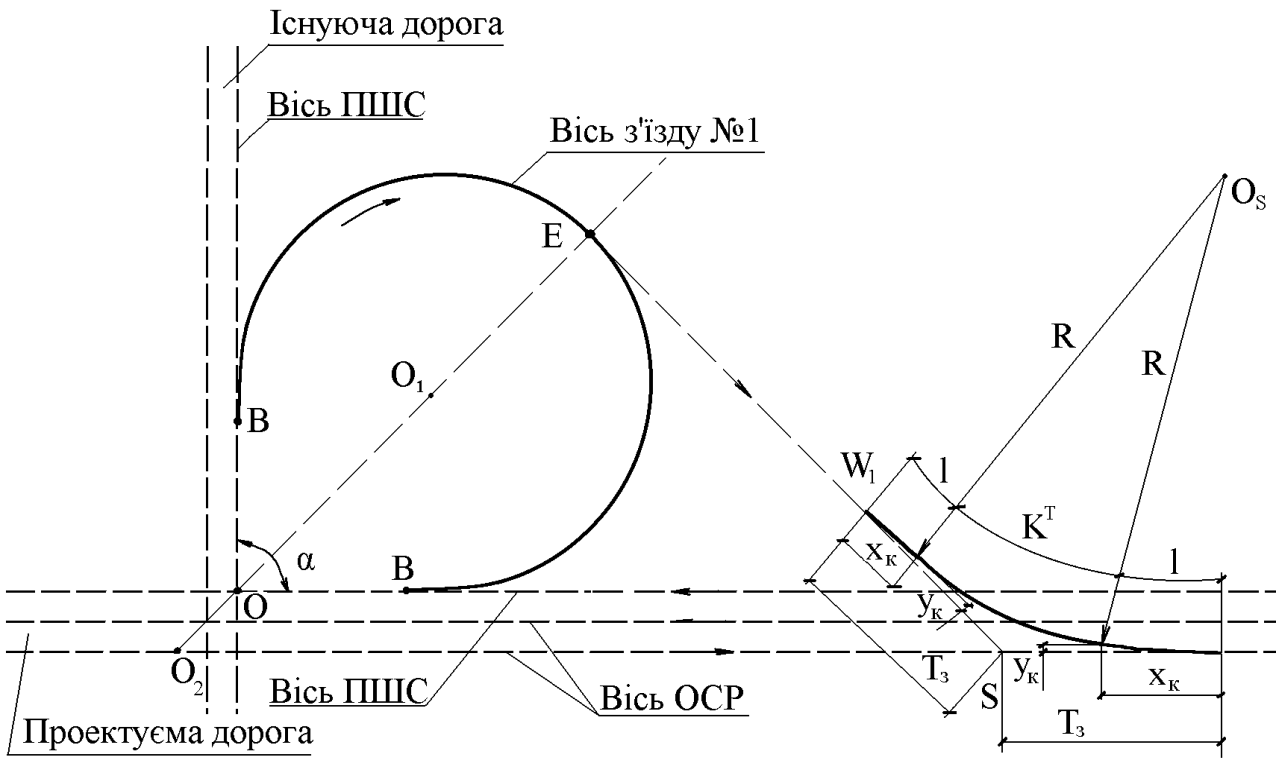


Рис.3.4 – Схема додаткового лівоповоротного з'їзду

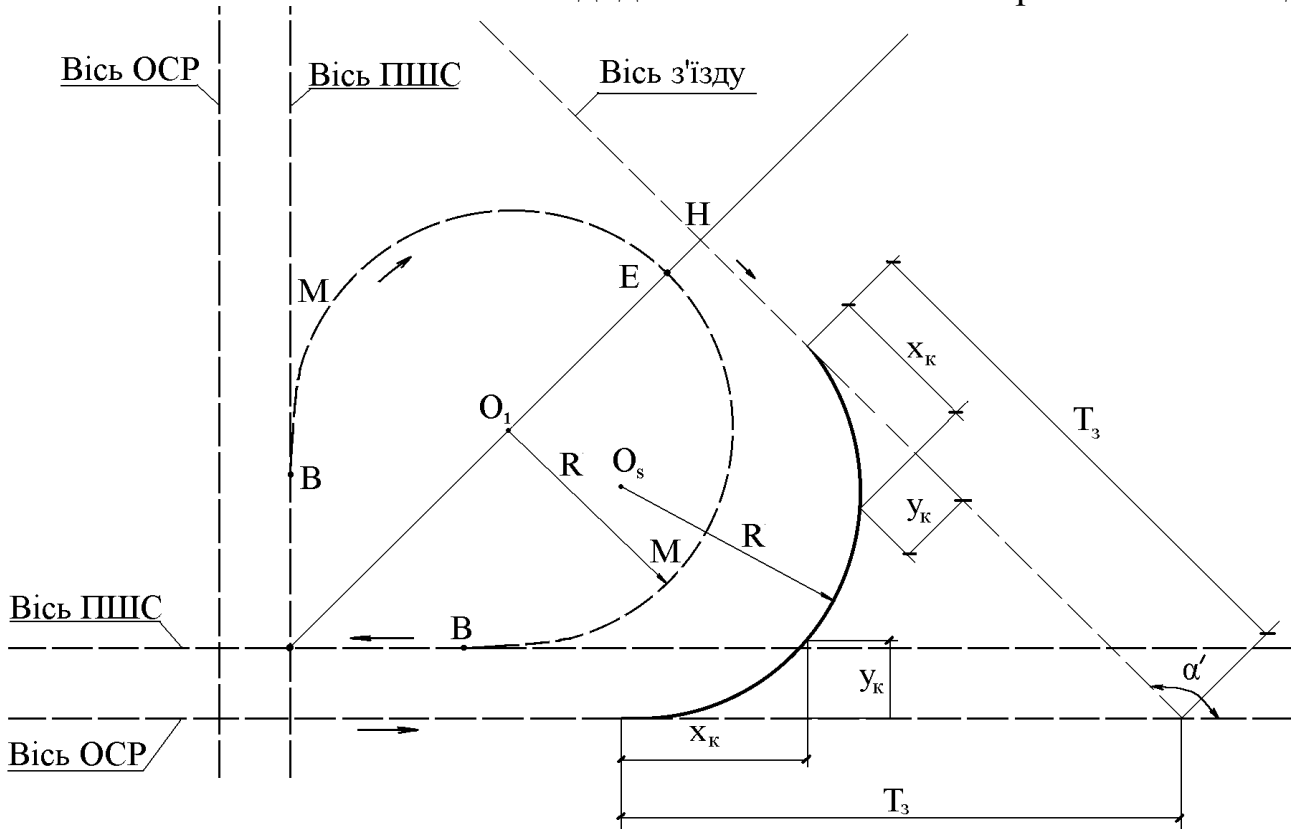


Рисунок 3.5 – Схема додаткового правоповоротного з'їзду

Відстань O_2E складе

$$O_2E = O_2O + OO_1 + R, \quad (3.27)$$

Відстані O_2S та SE визначаємо за формулами

$$OS_2 = \frac{O_2E}{\cos(\alpha/2)}, \quad (3.28)$$

$$SE = O_2S \cdot \sin \alpha/2, \quad (3.29)$$

Тангенс кругової кривої

$$T_K = R \cdot \operatorname{tg} \frac{(90^\circ - \alpha/2)}{2}. \quad (3.30)$$

Довжина прямої вставки

$$EW_1 = ES - T_3, \quad (3.31)$$

Довжина заокруглення складе

$$K_3 = 2L + \frac{\pi R(90^\circ - \frac{\alpha}{2} - 2\beta)}{180^\circ}. \quad (3.32)$$

Довжина додаткових правоповоротних з'їздів складе

$$L = K_3 + EW_1. \quad (3.33)$$

3.2 Розрахунок геометричних елементів примикання типу „Труба”

3.2.1 Розрахунок геометричних елементів лівоповоротних з'їздів

Примикання типу „Труба” містять два лівоповоротних з'їзди: з дороги, що примикає, на магістральну і з магістральної - на примикаючу. Один із них проектується, як лівоповоротний з'їзд розв'язки типу „Лист конюшини”. Інший – як правоповоротний. При цьому враховується та обставина, що лівоповоротні потоки на дорозі, що примикає, в одному напрямку гальмують, а в іншому напрямку розганяються. Транзитні потоки на ділянках розгону чи гальмування відсутні. Тому вихідною точкою для розбивки з'їзду являється точка перетину осей смуги руху дороги, що примикає, і перехідно-швидкісної смуги вздовж існуючої дороги (рисунок 3.6).

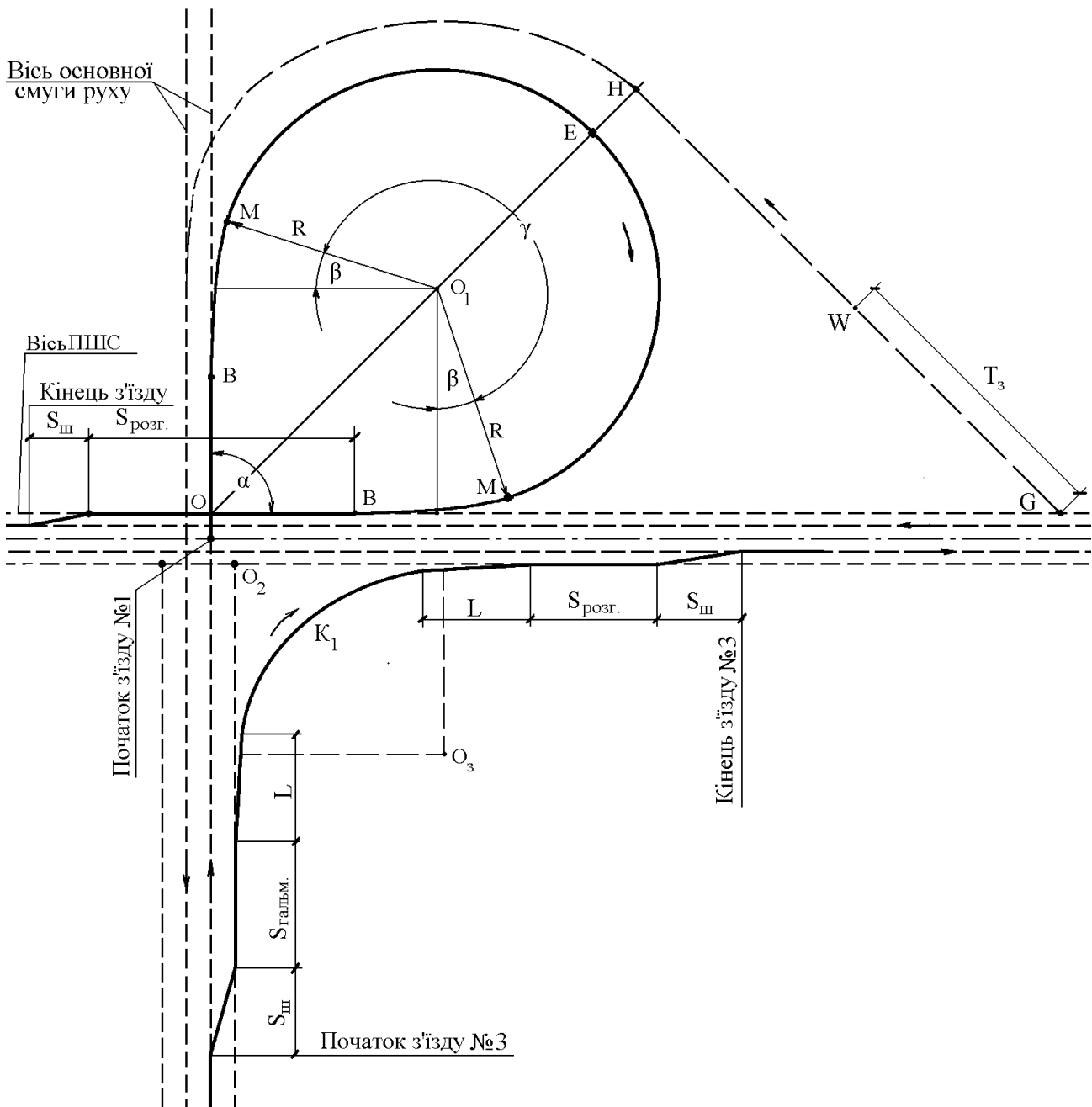


Рисунок 3.6 – Схема лівоповоротного та правоповоротного з'їздів з примикаючої дороги

Початок з'їзду знаходиться в точці перетину осі смуги руху дороги, що примикає, і осі основної дороги O_2 . Відстань OO_2 визначається за формулою

$$OO_2 = \frac{3}{2}b + e, \quad (3.34)$$

де b і e – ті ж величини, що і в формулі (3.6).

Якщо $\alpha \geq 90^\circ$, при визначенні OO_2 необхідно враховувати величину кута.

Довжина з'їзду визначиться за виразом

$$L_{л.з.} = OO_2 + OB + 2L + K_{MEM} + S_{розг.} + S_{ш.} \quad (3.35)$$

Лівоповоротний з'їзд з існуючої дороги на примикаючі представляє собою половину правоповоротного з'їзду розв'язки типу „Лист конюшини”. Кінець з'їзду буде знаходитись в точці H .

Відстань EH в цьому випадку приймається 5,5 м. В решті розрахунків виконується аналогічно.

Довжина з'їзду складе

$$L_{л.з} = S_{ш} + S_{гал} + 2L + K' + WH, \quad (3.36)$$

$$\text{де } WH = GH - (T_k + t), \quad (3.37)$$

K' - визначається за формулою (3.20).

3.2.2 Розрахунок геометричних елементів правоповоротних з'їздів

Початковими точками для розбивки правоповоротних з'їздів являються точки перетину осей перехідно-швидкісних смуг вздовж основної дороги і дороги, що примикає. Ці точки являються вершинами кутів повороту.

Величина кута повороту для з'їзду з дороги, що примикає (див. рисунок 3.6) складає α , а для з'їзду з основної дороги - $90^\circ - \alpha$.

Знаючи величини кутів повороту, радіуси заокруглень і довжини перехідних кривих, і користуючись таблицями [6, 8], за відомими формулами знаходять необхідні елементи $T_3 = T_k + t$; K' і довжину з'їздів.

$$L_{н.з} = S_{ш1} + S_{гал1} + L + K' + L + S_{роз2} + S_{ш2}. \quad (3.38)$$

Елементи заокруглень правоповоротних з'їздів розраховуються як для звичайних кутів повороту.

3.3 Розрахунок геометричних елементів розв'язок доріг кільцевого типу

Розв'язки доріг кільцевого типу можуть проектуватися за двома схемами: з правоповоротними з'їздами, що не вливаються в основне кільце і з правоповоротними з'їздами, що вливаються в кільце.

В першому випадку влаштовуються ділянки, на яких автомобілі з'їжджають з кільця на правоповоротні з'їзди і навпаки. На цій перехідній ділянці відбувається перехрещення потоків в одному рівні.

При влаштуванні дорожніх розв'язок за другою схемою перехрещення потоків в одному рівні відсутнє. Тому перевагу слід віддавати другій схемі.

Метод розрахунку кільцевих розв'язок з п'ятьма шляхопроводами дещо відрізняється від метода розрахунку кільцевих розв'язок з двома шляхопроводами.

Для кільцевих розв'язок з п'ятьма шляхопроводами радіуси кільця і правоповоротних з'їздів можуть бути призначені однакової величини. Мінімальне значення радіуса R_{min} , яке може бути прийняте без перевищення

найбільшого поздовжнього похилу в межах четверті кільця, визначається із наступного виразу

$$\frac{2\pi R_{\min}}{4} = \frac{H}{i_{\max}}, \quad (3.39)$$

звідки

$$R_{\min} = \frac{H}{1,57 i_{\max}}, \quad (3.40)$$

де H – перевищення проїзної частини шляхопроводу над проїзною частиною дороги (під мостовий габарит + будівельна висота), його слід приймати 6,0-7,0 м;

i_{\max} – максимальний поздовжній похил. Його слід призначати дещо менше допустимого (до 30 %) для забезпечення зручності вписування вертикальних кривих.

Далі виконується перевірка чи дозволить радіус R_{\min} улаштувати ділянки правоповоротних з'їздів L_3 (рисунок 3.7) з допустимим поздовжнім похилом. Відстань L_3 визначається за формулою

$$L_3 = \frac{2\pi R_{\min}}{360^0} \cdot (\varepsilon - \beta), \quad (3.41)$$

де кут ε визначається із виразу

$$\cos \varepsilon = \frac{R_{\min} + p + a/2}{2R_{\min} + p}, \quad (3.42)$$

де p – величина зсуву перехідної кривої;

β – кут перехідної кривої, що визначається за формулою (3.4) або за таблицями [6];

$a/2$ – відстань між осями перехідно-швидкісної смуги і дороги,

яка

визначається за формулою

$$\frac{a}{2} = \frac{c}{2} + b + e, \quad (3.43)$$

де c – відстань між осями крайніх смуг руху;

b – ширина смуги руху;

e – ширина розділювальної смуги між основною смугою руху і перехідно-швидкісною.

Висота, яку необхідно подолати на ділянці L_3 , складає

$$H_3 = H - H_1, \quad (3.44)$$

де $H_1 = \frac{2\pi R_{\min}}{360^0} (90^0 - \varepsilon) \cdot i_{\max}$. (3.45)

Максимальний похил на ділянці L_3 , складає $i_3 = H_3/L_3$.

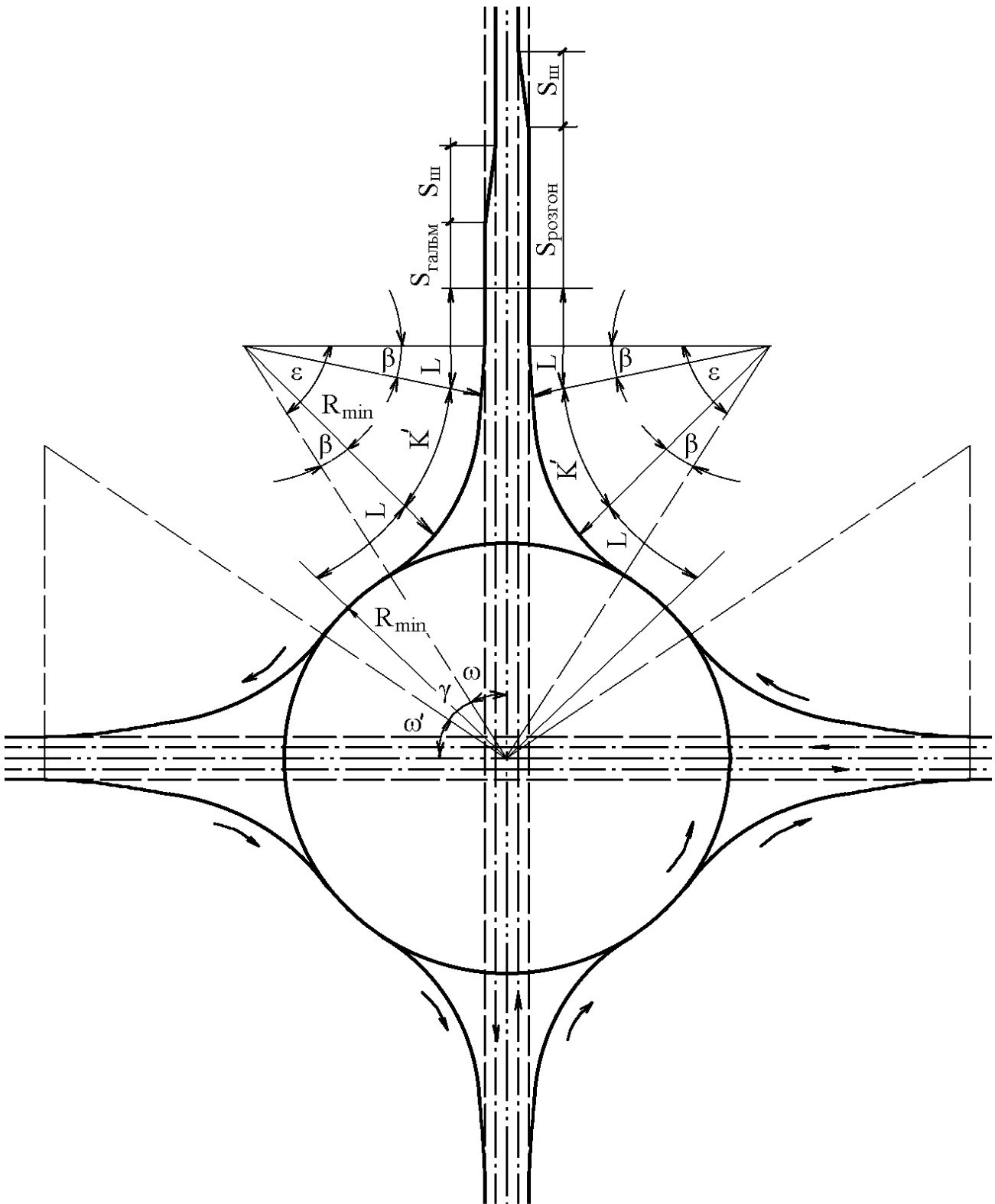


Рисунок 3.7 – Схема до розрахунку геометричних елементів кільцевої розв'язки

Якщо $i_3 \leq i_{max}$, то радіус кільця підбрано правильно, і це дозволяє виконати ділянки L_3 з допустимими поздовжніми похилами. В протилежному випадку необхідно збільшити R_{min} і повторити розрахунок.

Проводиться також перевірка чи не насуваються ділянки L_3 і L_3' одна на другу. Ділянки не насуваються, якщо виконується умова

$$\omega + \omega' + 2\beta \leq \alpha, \quad (3.46)$$

де α - кут перехрещення доріг в межах розрахункової чверті.

Якщо умова (3.32) не виконується, слід також збільшити значення R_{min} .

Для кільцевих розв'язок з двома шляхопроводами радіус кільця може визначатись не за формулою (3.26), а в залежності від розрахункової швидкості на кільці.

Перевірка ділянки L_3 виконується аналогічно.

Положення основних точок розв'язки визначається за відомими геометричними та тригонометричними залежностями.

Наприклад:

$$OB = (2R_{min} + p) \cdot \cos \omega \text{ і т.д.}$$

Розбивка пікетажу на кільці ведеться кутовим способом. Кут, що відповідає дузі в 100 м, визначається за формулою

$$\theta = \frac{18000}{\pi R}. \quad (3.47)$$

За початок пікетажу рекомендується прийняти точку перетину осі кільця з оссю однієї із доріг.

3.4 Розрахунок координат для детальної розбивки з'їздів

Детальна розбивка заокруглень з'їздів виконується по методу

прямокутних координат від початку заокруглення до його середини.

Координати точок в межах перехідних кривих визначають за формулами:

$$X = l - \frac{l^5}{40C^2}; \quad (3.48)$$

$$Y = \frac{l^3}{6C} - \frac{l^7}{336C^3}, \quad (3.49)$$

де l – відстань від початку перехідної кривої до точки з координатами X , Y ;

C – параметр клотоїди, що визначається за формулою

$$C = R \cdot L. \quad (3.50)$$

Координати точок в межах кругової кривої визначаються за формулами:

$$X = t + R \cdot \sin \alpha; \quad (3.51)$$

$$Y = p + R(1 - \cos \alpha), \quad (3.52)$$

де α - кут, що стягує дугу довжиною l (з урахуванням перехідної кривої).
Кут α визначається за формулами:

$$\alpha = \alpha_1 + \Delta\alpha; \quad (3.53)$$

$$\alpha_1 = \beta + \Delta\alpha; \quad (3.54)$$

де β - кут перехідної кривої;

$\Delta\alpha$ - приріст кута α , який визначається за формулою

$$\Delta\alpha = \frac{\Delta l \cdot 180^0}{\pi R}, \quad (3.55)$$

де Δl – крок розбивки кругової кривої.

Результати розрахунків слід зводити в таблиці.

3.5 Прив'язка пікетажу головних точок з'їздів

Для правильного проектування поздовжніх профілів з'їздів необхідно визначити пікетажне положення головних точок з'їздів (початок і кінець з'їздів, початок і кінець перехідно-швидкісних смуг) в ув'язці з пікетажем основних доріг.

Пікетажне положення точки пересікання осей основних доріг (O') завжди відоме.

Пікетажне положення точок пересікання осей перехідно-швидкісних смуг (рисунок 3.8) на розв'язках по типу “Лист конюшини” (при пікетажі на основних дорогах: зліва – направо і знизу – вверху) визначається за формулами:

по проєктованій дорозі:

I четверть

$$\hat{I} = \hat{I}' + \frac{a_1}{\sin \alpha} + \frac{a_2}{\operatorname{tg} \alpha}; \quad (3.56)$$

IV четверть

$$\hat{I} = \hat{I}' + \frac{a_1}{\sin \alpha} - \frac{a_2}{\operatorname{tg} \alpha}; \quad (3.57)$$

II четверть

$$\hat{I} = \hat{I}' - \frac{a_1}{\sin \alpha} + \frac{a_2}{\operatorname{tg} \alpha}; \quad (3.58)$$

III четверть

$$\hat{I} = \hat{I}' - \frac{a_1}{\sin \alpha} - \frac{a_2}{\operatorname{tg} \alpha}; \quad (3.59)$$

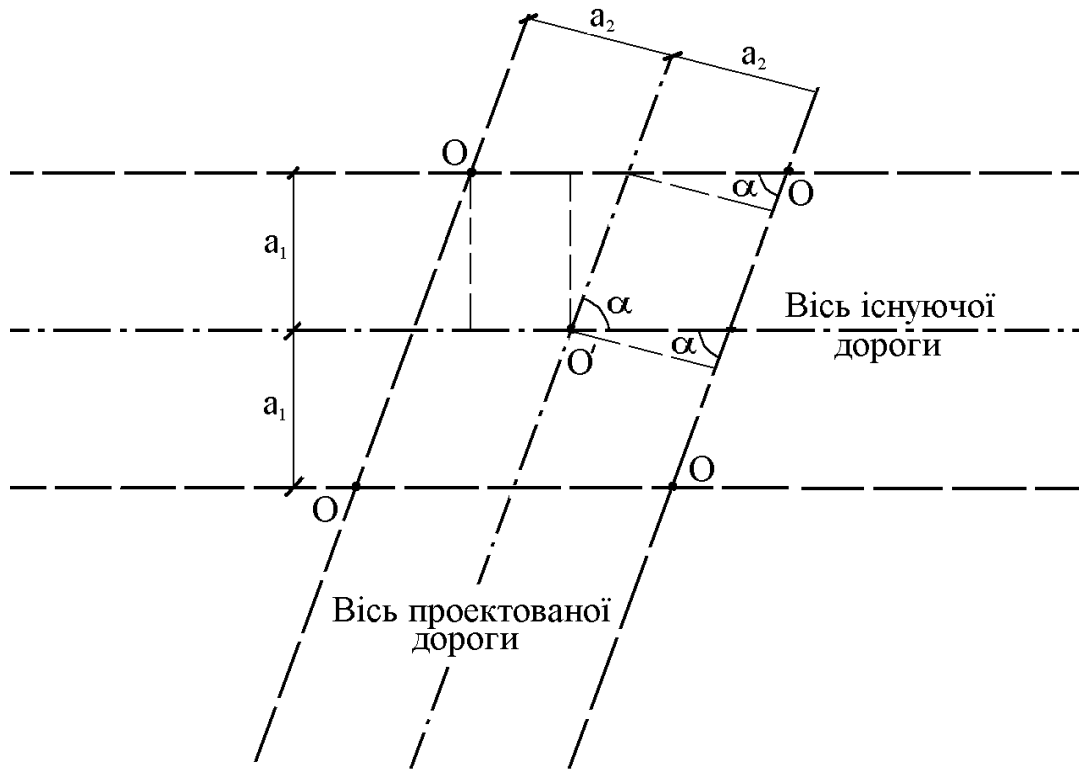


Рисунок 3.8 – Схема до визначення пікетажного положення осей перехідно-швидкісних смуг

по існуючій дорозі:

I четверть

$$\hat{I} = \hat{I}' + \frac{a_2}{\sin \alpha} + \frac{a_1}{\operatorname{tg} \alpha}; \quad (3.60)$$

II четверть

$$\hat{I} = \hat{I}' + \frac{a_2}{\sin \alpha} - \frac{a_1}{\operatorname{tg} \alpha}; \quad (3.61)$$

III четверть

$$\hat{I} = \hat{I}' - \frac{a_2}{\sin \alpha} - \frac{a_1}{\operatorname{tg} \alpha}; \quad (3.62)$$

IV четверть

$$\hat{I} = \hat{I}' - \frac{a_2}{\sin \alpha} + \frac{a_1}{\operatorname{tg} \alpha}; \quad (3.63)$$

де a_1 – відстань між осями існуючої дороги і перехідно-швидкісних смуг;

a_2 – відстань між осями проектованої дороги і перехідно-швидкісних смуг.

Пікетажне положення інших точок визначається за рисунками (3.1, 3.2, 3.4, 3.5, 3.6).

Особливістю примикання типу „Труба” являється те, що лівоповоротний з’їзд з дороги, що примикає, починається з точки O' , а лівоповоротний з’їзд з існуючої дороги закінчується в точці H (див. рисунок 3.6).

3.6 Проектування дорожніх розв’язок в поздовжньому профілі

При проектуванні дорожніх розв’язок в поздовжньому профілі необхідно вирішити наступні задачі: встановити схему шляхопроводу; систему прольотних будов; тип несучої конструкції; побудувати поздовжні профілі основних доріг і з’їздів.

Схему шляхопроводу в першому наближенні рекомендується приймати $-15 + n \cdot 33 + 15$ (де n – кількість середніх прольотів). При перетині доріг I категорії приймають $n = 2$, а при перетині доріг інших категорій $n = 1$.

Систему прольотних будов приймають (як правило) балочно-розрізну.

В якості несучої конструкції приймають таврові попередньо напружені балки: для середніх прольотів довжиною 33 м і будівельною висотою 2,00 м, для крайніх прольотів – 15 м.

Контрольну відмітку на шляхопроводі визнають з урахуванням висоти існуючої дороги в місці перетину, підмостового габариту і будівельної висоти середніх прольотів.

Поздовжні профілі основних доріг і з’їздів в курсовому і дипломному проектах будують за відмітками землі, знятими з топографічного плану місцевості, на якому креслять план транспортної розв’язки і розбивають пікетаж на з’їздах. На кожному з’їзді рекомендується розбивати свій пікетаж з прив’язкою в межах спільних ділянок (ділянки AB і BC , див. рисунок 3.1, та інші) до пікетажу на основних дорогах.

Місця відмикання і примикання з’їздів до доріг рекомендується на

поздовжніх профілях відмічати стрілкою. Стрілка проставляється вище

проектної лінії загостренням вниз – примикання, загостренням вверх –

відмикання. Початок і кінець з'їзду рекомендується позначати суцільною стрілкою, початок перехідно кривої – пунктирною. Вздовж стрілки наносять: вверху – назву точки, номер з'їзду і пікетажне положення точки на з'їзді, внизу – пікетажне положення точки на основній дорозі. В характерних точках спільних ділянок на поздовжніх профілях основних доріг повинні бути розраховані проектні відмітки.

Спільні ділянки проектується на загальному земляному полотні. На усій спільній ділянці проектна лінія на з'їздах повинна бути запроектована в точній відповідності з проектною лінією на основній дорозі. Проектні відмітки з'їздів на цих ділянках повинні відрізнятись тільки на величину перевищення за рахунок поперечного похилу. Приклад визначення перевищення для доріг I та II категорій показано на рисунку 3.9.

$$3,75 \cdot 0,040 - (3,75 + 0,75) \cdot 0,020 - 3,0 \cdot 0,040 = - 0,06 \text{ м.}$$

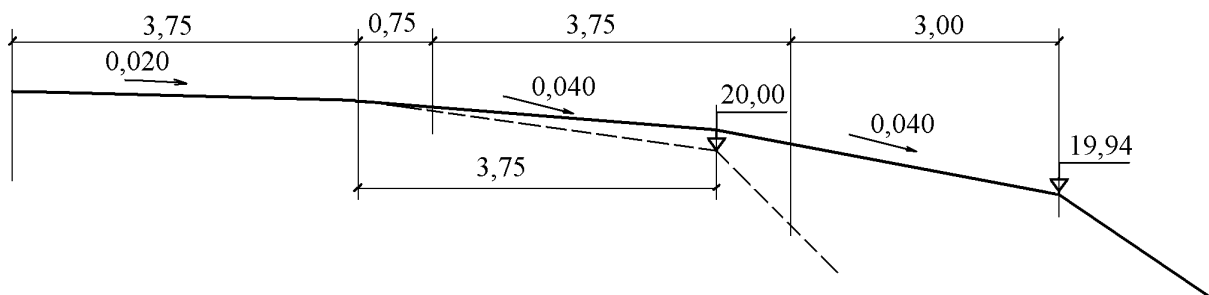


Рисунок 3.9 – Схема до визначення перевищення на спільних ділянках земляного полотна

При нанесенні проектної (червоної) лінії на з'їздах і основних дорогах слідує виходити із необхідності забезпечення водовідводу із усіх замкнутих контурів розв'язки, тому мінімальна висота насипу повинна забезпечити улаштування водопропускних труб, де це потрібно. На плані розв'язки стрілками показують напрямок руху поверхневих вод.

Якщо один із з'їздів запроектований в виїмці, необхідно перевірити забезпечення мінімальної відстані видимості і, при необхідності, зрізати внутрішній укіс.

В місцях пересічення основних доріг на поздовжньому профілі дороги, що проходять по шляхопроводу, повинна бути наведена проектна відмітка нижче розташованої дороги.

Поздовжні профілі на з'їздах, а також радіуси вертикальних кривих і інші елементи повинні відповідати вимогам пункту 2.2 і ДБН В.2.3-4:2007 [1].

Раздел 2 Проектирование дорог в сложных природных условиях

Лекция 2. Проектирование дорог в районах распространения вечномерзлых грунтов

Литература : Бабков В.Ф., Андреев О.В. Проектирование автомобильных дорог. Ч. 2 стр. 228 – 247.

1. Виды и режимы вечномерзлых грунтов. Особенности проложения трассы в районах вечной мерзлоты

Вечномерзлыми (многолетнемерзлыми) называют грунты, содержащие замерзшую воду и имеющие температуру ниже 0°C в течение времени, измеряемого десятками тысячелетий.

Вечная мерзлота подстилает около $1/5$ земной поверхности ($\approx 30\text{млн.км}^2$). Вечно мерзлые грунты распространены на 47% территории бывшего СССР, они занимают большую часть его азиатской территории (Сибирь восточнее Енисея, Север Европейской части СССР). Мощногсть слоя мерзлых грунтов возрастает к Северу страны и у берегов Северного Ледовитого океана превышает 500м.

В мерзлой толще грунтов всегда содержится лед – от кристаллов в порах между грунтовыми частицами и тонких прослоек между структурными агрегатами до толстых ледяных жил в трещинах мерзлого грунта и погребенных слоёв льда. При оттаивании содержащий лед мерзле грунты оказываются избыточно увлажненными, теряют прочность, а возведенные на них сооружения претерпевают значительную осадку.

Многолетние наблюдения показывают, что вечная мерзлота постепенно, хотя и очень медленно, отступает к северу. Потому верхнюю мерзлоту около южной границы её распространения иногда называют деградирующей.

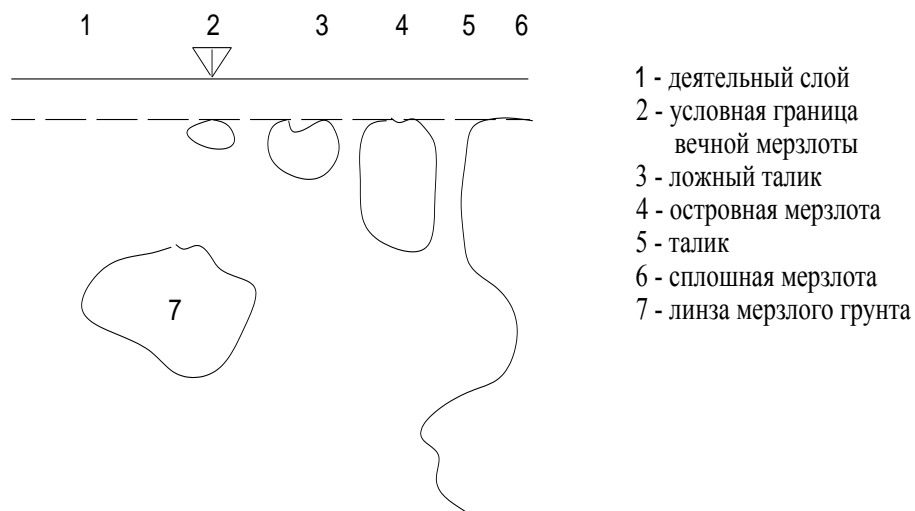
Верхний слой грунта, который в теплое время года оттаивает, а зимой вновь замерзает, называют деятельным флором. Если деятельный слой сливается с поверхностью вечной мерзлоты, её называют сливающейся.

Глубина оттаивания грунта определяется его теплопроводностью и количеством поступающего в него тепла. Средние толщины деятельного слоя для различных районов и в зависимости от грунтов колеблется в пределах от 0,4 до 4,5 метра.

В каждом конкретном случае (месте) толщина деятельного слоя зависит от рельефа местности и экспозиции склонов, от состава и влажности грунтов, растительного покрова и климатических факторов. На южных склонах грунт оттаивает на большую глубину, чем на северных. Глинистые грунты имеют большую теплопроводность, чем например, торфяники. Потому в большинстве случаев вблизи от поверхности торфино-моховых болот – так называемых «марей» - залегают мерзле грунты. Растительность, особенно моховый покров и кустарниками,

затеня грунт, способствуют тому, что в таких местах вечная мерзлота расположена значительно ближе к поверхности, чем на открытых местах.

В зависимости от русловый климата, рельефа, грунтов и растительности различают следующие виды залегания вечной мерзлоты по глубине и в плане (рис.): линза мерзлого грунта, островная мерзлота и сплошная мерзлота.



Расположение мерзлоты в плане (рис. 2)

Мерзле грунты водонепроницаемы. Поэтому в в нижній части деятельного слоя происходит накопление воды от таяния льда, образующегося в результате процес сов зимней миграции влаги и от проникання дождевых и талых вод. Избыток воды просачивается через толщ деятельного слоя, стекая от поверхности мерзлого грунта. В зоне, примыкающей к поверхности вічномерзлого грунта, грунт имеет повышенную влажность (рис. 3).