

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД «ПРИДНІПРОВСЬКА
ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА
ТА АРХІТЕКТУРИ»

КАФЕДРА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ,
ГЕОДЕЗІЇ ТА ЗЕМЛЕУСТРОЮ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**до виконання контрольної роботи з дисципліни
«Модернізація, реконструкція та ремонтно-відновлювальні
роботи в дорожньому будівництві» для студентів ступеня
магістра спеціальності 192 «Будівництво та цивільна
інженерія» ОПІ «Автомобільні дороги і аеродроми»
заочної форми навчання**

Дніпро
2022

Методичні вказівки до виконання контрольної роботи з дисципліни «Модернізація, реконструкція та ремонтно-відновлювальні роботи в дорожньому будівництві» для студентів ступеня магістра спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» ОПП «Автомобільні дороги і аеродроми» заочної форми навчання/ Укладачі: Дем'яненко В.В., Балашова Ю. Б., Кочан С.М. - Дніпро: ПДАБА, 2022. - 13 с.

Методичні вказівки призначені для полегшення виконання студентами спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» контрольної роботи з дисципліни. Визначені мета та завдання заняття, його структурний зміст, порядок виконання.

Укладачі: Дем'яненко В. В., кандидат технічних наук, доцент кафедри автомобільних доріг, геодезії та землеустрою ПДАБА;
Балашова Ю. Б., кандидат технічних наук, доцент кафедри автомобільних доріг, геодезії та землеустрою ПДАБА;
Кочан С.М., асистент кафедри автомобільних доріг, геодезії та землеустрою ПДАБА.

Відповідальний за випуск: Кірічек Ю. О, доктор технічних наук, професор, зав. кафедри автомобільних доріг, геодезії та землеустрою ПДАБА.

Рецензент: Кочан С. С., заступник начальника Служби автомобільних доріг Дніпропетровської області.

Затверджено на засіданні кафедри
автомобільних доріг, геодезії та
землеустрою ДВНЗ ПДАБА
Протокол № 5 від 05.01.2022 р.
Зав. кафедри автомобільних доріг,
геодезії та землеустрою
Кірічек Ю. О.

Рекомендовано до друку
на засіданні навчально-методичної
ради ПДАБА
Протокол № 4 від 17.02.2022 р.

Вступ

Навчальна дисципліна «Модернізація, реконструкція та ремонтно-відновлювальні роботи в дорожньому будівництві» є вибірковою і входить до циклу дисциплін професійної та практичної підготовки. Практичні заняття студентів є обов'язковою і важливою складовою частиною навчального процесу дисципліни.

Предметом курсу є методи оцінки технічного рівня та експлуатаційного стану автомобільних доріг та міських вулиць, способи поліпшення їх транспортно-експлуатаційного стану, а також шляхи розв'язання завдань дорожнього будівництва щодо підвищення рівня якості доріг як міських, так і заміських.

Головна мета роботи - закріплення та поглиблення знань, отриманих під час аудиторних занять в процесі вивчення теоретичних основ дисципліни та набути практичні навички модернізації, реконструкції та ремонтно-відновлювальних робіт доріг та дорожніх споруд; опанувати методику аналізу та обґрунтування заходів щодо поліпшення транспортно-експлуатаційних якостей автомобільних доріг та міських вулиць.

Передбачається отримання навичок у розв'язанні практичних задач щодо покращення транспортно-експлуатаційних якостей автомобільних доріг і міських вулиць; набуття навичок проектування міської вулиці або дороги.

Завдання

«Оцінка впливу параметрів і стану дороги на забезпеченість розрахункової швидкості»

Мета роботи – навчитися визначати вплив параметрів і стану дороги на забезпеченість розрахункової швидкості автомобіля.

Параметри і стан дороги та розрахункова швидкість

Задача оцінки ступеня впливу окремих параметрів на швидкість руху полягає у встановленні механізму цього впливу і фізичного змісту, виборі розрахункової схеми та математичному описі, який дозволив би визначити розрахункову швидкість розрахункового автомобіля.

Вплив ширини укріпленої поверхні дороги на забезпечення розрахункової швидкості оцінюють виходячи з поняття «ширина психологічного коридору». Психологічний коридор – ширина дороги, яка психологічно діє на водія при виборі траєкторії і режиму руху (рис. 1.1).

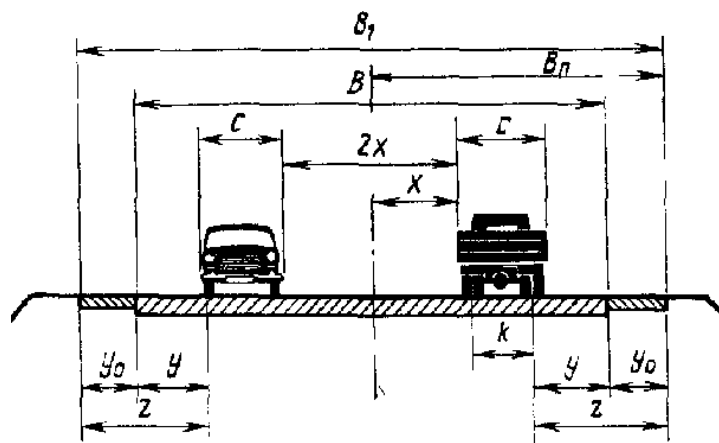


Рис. 1.1. Розрахункова схема для визначення ширини укріпленої поверхні при зустрічному русі:

B_1 – ширина укріпленої поверхні; B_n – ширина психологічного коридору;

B – ширина проїзної частини; c – ширина автомобіля; k – колія автомобіля; x – відстань від осі дороги до автомобіля; y – відстань від колії автомобіля до узбіччя; y_0 – ширина узбіччя; z – відстань від колії автомобіля до кінця узбіччя.

Загальну ширину психологічного коридору можна визначити за формулою:

$$B_n = (c + k) / 2 + x + z. \quad (1.1)$$

Звуження ширини укріпленої поверхні дороги приводить до звуження психологічного коридору. Разом з цим знижується і швидкість в залежності від інтенсивності руху. З врахуванням цих факторів запропоновані розрахункові формули для визначення максимальної швидкості і коефіцієнта забезпеченості базової розрахункової швидкості

$$V_{\phi\max} = K_1(B_{1\phi} - B_n), \quad (1.2)$$

$$K_{pc} = K_2(B_{1\phi} - B_n), \quad (1.3)$$

де K_1 і K_2 – коефіцієнти, які враховують інтенсивність та розрахункову схему руху;

B_n – мінімальна ширина психологічного коридору для різних розрахункових схем, м (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Значення K_1 , K_2 і B_n , а також межі їх застосування.

Розрахункова схема	Розрахункові формули	Межі застосування по інтенсивності руху, фіз. авт./доб.		
		літом	перехідні періоди	зимою
1. Вільний рух одиночного автомобіля	$K_{pc} = 0,416(B_{1\phi} - 3,1);$ $V_{\phi\max} = 50(B_{1\phi} - 3,1)$	< 700	<600	<500
2. Рух в частково зв'язаному потоці на двосмужній проїзній частині при інтенсивності, авт./доб.				
а) 500-1500	$K_{pc} = 0,333(B_{1\phi} - 4);$ $V_{\phi\max} = 40(B_{1\phi} - 4) K$	700-1500	600-1200	500-1000
б) 1500-4200	$K_{pc} = 0,278(B_{1\phi} - 4);$ $V_{\phi\max} = 33,3(B_{1\phi} - 4)$	1500-4200	1200-3600	1000-3000
3. Рух при інтенсивному зустрічному потоці на двосмужній проїзній частині	$K_{pc} = 0,22(B_{1\phi} - 4);$ $V_{\phi\max} = 26,4(B_{1\phi} - 4)$	> 4200	> 3600	> 3000
4. Рух на трисмужній проїзній частині:				
а) при повній розмітці	$K_{pc} = 0,21(B_{1\phi} - 7,3);$ $V_{\phi\max} = 25(B_{1\phi} - 7,3)$	> 6000	> 6000	> 5000
б) при відсутності розмітки	$K_{pc} = 0,194(B_{1\phi} - 8,5);$ $V_{\phi\max} = 23,3(B_{1\phi} - 8,5)$	> 7000	> 6000	> 6000
5. Рух по проїзній частині одного напрямку чотирисмужної автомобільної магістралі з розділювальною смугою, м.				
а) більше 5	$K_{pc} = 0,245(B_{1\phi} - 4,1);$ $V_{\phi\max} = 29,4(B_{1\phi} - 4,1)$	< 15000	< 12000	< 12000
б) до 5	$K_{pc} = 0,203(B_{1\phi} - 4,1);$ $V_{\phi\max} = 24,4(B_{1\phi} - 4,1)$	< 12000	< 10000	< 10000

Для визначення забезпеченої швидкості необхідно мати дані про фактично використовувану ширину укріпленої поверхні дороги $B_{1\phi}$, тобто ширину чистої проїзної частини і крайових укріплених смуг. Вона може бути визначена за формулою:

$$B_{1\phi} = B + 2b - 2b_3, \quad (1.4)$$

де B – проектна ширина проїзної частини, м.

b – ширина крайової укріпленої смуги, м.

b_3 – ширина смуги забруднення крайової укріпленої смуги або «прикромкової» смуги проїзної частини, м (табл. 1.2).

Ширина смуг забруднення.

Таблиця 1.2

Вид укріплення обочини	в зимовий період			в осінньо-весняний період	
	на прямих ділянках і на кривих в плані радіусом більше 600 м при висоті насипу більше H_n	на кривих в плані радіусом 200-600 м при висоті насипу більше H_n	на снігозано-симих ділянках, на ділянках з огорожею, напрямними стовпиками	на прямих ділянках і на кривих в плані радіусом більше 200 м	на кривих радіусом 200 м і на ділянках з огорожею, напрямними стовпиками, тумбами, парапетами
Шар щебеню	$0.2 - 0.4$	$0.3 - 0.50$	$0.3 - 0.5$	$0.1 - 0.3$	$0.1 - 0.3$
	$0.4 - 0.5$	$0.5 - 1.0$	$0.6 - 1.2$	$0.2 - 0.4$	$0.3 - 0.5$
Посів трави	$0.2 - 0.75$	$0.3 - 0.5$	$0.3 - 0.5$	$0.1 - 0.3$	$0.1 - 0.3$
	$0.4 - 1.0$	$0.6 - 1.2$	$1.2 - 1.8$	$0.4 - 0.6$	$0.5 - 1.0$
Узбіччя не укріплені	$0.2 - 0.75$	$0.4 - 0.6$	$0.4 - 0.6$	$0.1 - 0.5$	$0.1 - 0.5$
	$0.4 - 1.0$	$1.2 - 1.8$	$1.2 - 2.0$	$0.6 - 0.8$	$1.0 - 1.5$
Бордюр висотою, h , м.	$(3 - 8)h$	$(3 - 8)h$	$(3 - 8)h$	$3h$	$3h$
	$(6 - 12)h$	$(6 - 12)h$	$(6 - 12)h$	$6h$	$6h$

Примітки.

1. В чисельнику – для доріг I і II категорій, в знаменнику – для III і IV категорій.

2. Ширина смуги забруднення залежить від оснащення дорожніх організацій машинами для утримання доріг. При оснащенні, рівному 100% нормативної потреби, ширину смуги забруднення приймають мінімальною, при 60-70% оснащеності приймають середні значення, а при оснащеності менше 50% – максимальні.

3. При устрої на обочинах покриття шириною більше 1,5 м із асфальто-, цементобетона чи з матеріалів, оброблених в'язучими, скорочення ширини укріпленої поверхні не відбувається.

4. H_n – товщина сніжного покриву.

Вплив ширини і типу укріплення обочини на швидкість до певної міри сумірний із впливом ширини укріпленої поверхні дороги. Проте розрахункових формул для оцінки цього впливу немає. Встановлено, що найбільший вплив здійснює вид і стан обочини шириною до 1,5 м від

кромки проїзної частини. Обробка експериментальних спостережень дозволила отримати залежність K_{pc} від ширини обочин (рис. 1.2).

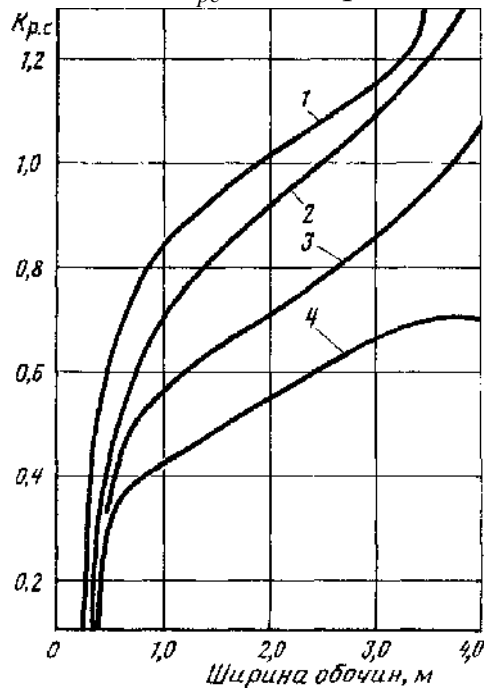


Рис. 1.2. Вплив ширини і типу зміцнення узбіччя на коефіцієнт забезпеченості розрахункової швидкості: 1 – узбіччя укріплене цементобетоном, асфальтобетоном або кам'яними матеріалами, обробленими в'язучими; 2 – узбіччя, укріплене шаром щебенів або гравію; 3 – те ж засівом трав; 4 – узбіччя не укріплене

Вплив складу транспортного потоку на коефіцієнт забезпеченості розрахункової швидкості пояснюється тим, що потік автомобілів, які рухаються по сусідній смузі, впливає на водія не тільки як бічна перешкода, що враховується при оцінці ширини укріпленої поверхні. Разом з бічними перешкодами виникають перешкоди і на смузі руху автомобіля (поздовжні перешкоди) за рахунок автомобілів, що виходять на обгін із зустрічного потоку. Відомо, що число обгонів зростає зі збільшенням інтенсивності та особливо, різномірності транспортного потоку.

Вплив складу та інтенсивності транспортного потоку на поздовжні перешкоди для руху враховують введенням поправки

$$\Delta K_{pc} = \psi \cdot \alpha \cdot \beta \cdot N / 120, \quad (1.5)$$

де ψ – коефіцієнт, що враховує рух по зустрічній смузі, а для багатосмужних по сусідній смузі (0,7-0,9);

α – коефіцієнт, що враховує вплив інтенсивності руху;

β – коефіцієнт, що враховує склад транспортного потоку (чисельно рівний долі вантажних автомобілів, автобусів та автопоїздів, які рухаються по смузі);

N – інтенсивність руху, авт./год. (для магістралей приймається по кожному напрямку окремо).

Спільний вплив ширини укріпленої поверхні, інтенсивності та складу руху

$$K_{pcBN} = K_{pcB} - \Delta K_{pc}. \quad (1.6)$$

Вплив поздовжнього ухилу на забезпеченість розрахункової швидкості оцінюють для найбільш характерного (розрахункового) стану покриття в зимовий та осінньо-весняний періоди, кожний з яких характеризується коефіцієнтами опору коченню та зчеплення.

Розрізняють три розрахункові схеми при оцінці впливу поздовжнього ухилу: а) можлива швидкість на підйомі по динамічних характеристиках автомобіля; б) те ж по співвідношенню сил зчеплення та опору руху; в) швидкість, припустима на спуску за умовами безпеки залежно від видимості поверхні дороги та коефіцієнта зчеплення.

Максимальна швидкість автомобіля на горизонтальній ділянці і на підйомі може бути визначена по динамічній характеристиці автомобіля (рис. 1.3) з умови

$$D = i + f_v. \quad (1.7)$$

Складність полягає в необхідності враховувати зміну опору коченню зі збільшенням швидкості. Тому завдання вирішують ітераційним методом.

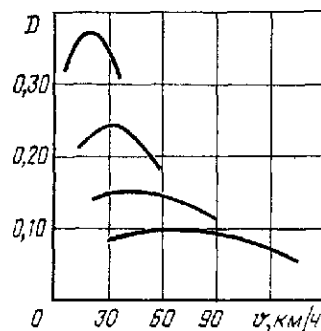


Рис. 1.3. Графік динамічних характеристик автомобіля ГАЗ-24. Криві зверху відповідно I, II, III і IV передачі

Приклад. Визначити K_{pc} при русі на підйом з ухилом 30‰ на ділянці дороги з асфальтобетонним покриттям при 120 км/год. Опір коченню при швидкості 20 км/год. становить 0,01; 0,02 і 0,03 відповідно для сухого стану влітку, мокрого восени і покритого пухким снігом товщиною 10 мм узимку. Починаємо розрахунок суми дорожніх опорів виходячи з розрахункової швидкості рівної 120 км/год. Опір коченню при цій швидкості для літніх умов

$$f_v = f_{20} + K_f(V_p - 20) = 0,01 + 0,00025(90 - 20) = 0,035.$$

Відповідно для осені і зими буде 0,045 і 0,055.

Необхідний динамічний фактор для літніх умов

$$D = i + f_V = 0,030 + 0,035 = 0,065.$$

Відкладаючи це значення на графіку динамічної характеристики (див. рис. 2.3), знаходимо, що їй відповідає швидкість 90 км/год.

Коефіцієнт забезпеченості розрахункової швидкості

$$K_{pc} = 120/120 = 1,0.$$

Для осінньо-весняного періоду при швидкості 120 км/год. необхідний динамічний фактор $D = 0,075$. Відкладаючи цю цифру на графіку динамічної характеристики, одержимо відповідну їй швидкість, рівну 110 км/год., а $K_{pc} = 0,92$. Для зимового періоду необхідний динамічний фактор складе 0,085. Відповідна йому швидкість дорівнює 85 км/год., тобто значно менше, чим прийнята в розрахунку. Задамося швидкістю 95 км/год. і перевіримо необхідний D , повторивши розрахунок,

$$f_V = 0,03 + 0,00025(95 - 20) = 0,051,$$

необхідний динамічний фактор

$$D = 0,030 + 0,051 = 0,081.$$

Йому відповідає швидкість близько 98 км/год., тобто різниця між передбачуваною і фактичною менша 5%.

$$K_{pc} = 98/120 = 0,82.$$

Аналогічно можна визначити максимальну швидкість при русі на підйом для різних станів покриття з рівняння балансу потужностей автомобіля, вирішуючи його щодо швидкості.

Швидкість, одержувана по тяговій характеристиці або балансу потужностей двигуна, далеко не завжди може бути реалізована через співвідношення сил опору коченню і сил зчеплення особливо при русі на підйом. Залежність K_{pc} від поздовжнього ухилу наведена на рис. 1.4, а.

Аналіз розрахунків показує, що при русі по засніженому або зледенілому покриттю швидкість частіше обмежена не тяговими характеристиками автомобіля, а саме співвідношенням зчіпних якостей та опору коченню. Максимальна припустима швидкість автомобіля на спуску може бути визначена з формули видимості поверхні дороги при раптовому гальмуванні

$$S = Vt / 3,6 + K_e V^2 / 254 (\varphi \pm f \pm i) + l_0, \quad (1.8)$$

де V – початкова швидкість автомобіля, км/год.;

K_e – коефіцієнт експлуатаційного стану гальм (для легкових автомобілів – 1,2; для вантажних – 1,3-1,4; при швидкості більше 90-100 км/год. приймають 2,4);

t – час реакції водія, с (в середньому дорівнює 1);

l_0 – відстань безпеки перед перешкодою, м (5-10).

Із цього рівняння для прийнятої видимості визначають максимально допустиму швидкість на спуску. У рівняння входять два основних показника, що характеризують умови руху: видимість і коефіцієнт зчеплення, що дозволяє визначати їхній спільний вплив при різних сполученнях. Складність точного рішення полягає в тому, що коефіцієнти зчеплення і опору коченню, що входять у формулу, змінюються зі зміною швидкості. Тому точне рішення можна одержати методом ітерації. Результати такого розрахунку при видимості поверхні дороги 200 м наведені на рис. 1.4, б. Аналіз отриманих результатів показує, що високу швидкість на спуску можна забезпечити тільки на сухому чистому покритті.

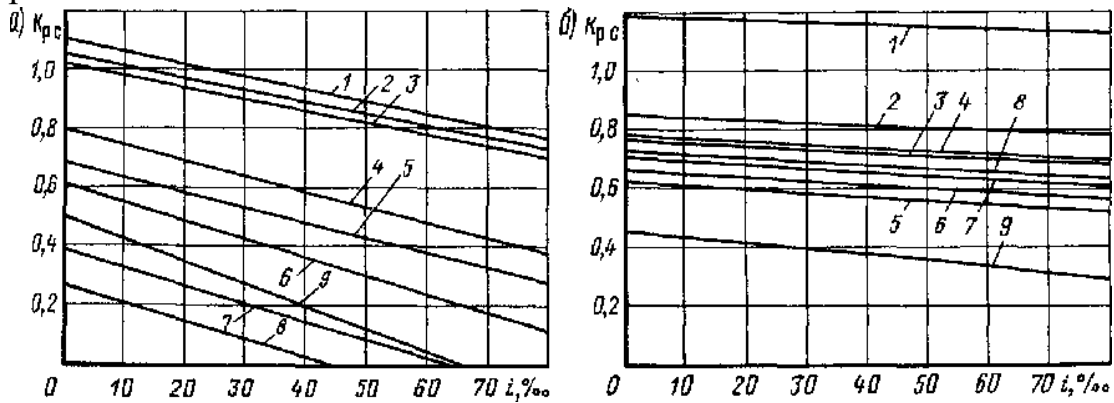


Рис. 1.4. Залежність коефіцієнта забезпеченості розрахункової швидкості від поздовжнього ухилу і стану покриття:

- a* – рух на підйом; *б* – те ж на спуск із видимістю 200 м; 1 – сухе чисте; 2 – мокре чисте; 3 – мокре забруднене; 4 – ущільнений сніг; 5 – шар пухкого снігу до 10 мм; 6 – те ж 10-20 мм; 7 – те ж 20-40 мм; 8 – те ж 40-60 мм; 9 – ожеледь.

Вплив видимості поверхні дороги оцінюють за тим же принципом, як і оцінку швидкості на спуску, вирішуючи рівняння (2.8) для горизонтальної ділянки дороги при різних станах (рис. 2.5).

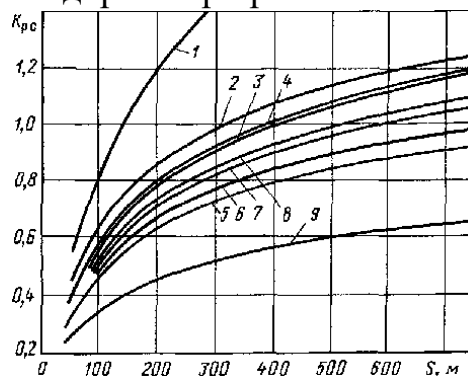


Рис. 1.5. Залежність коефіцієнта забезпеченості розрахункової швидкості від відстані видимості поверхні дороги S і стану покриття (позначення див. рис. 2.4)

Вплив радіуса вертикальних опуклих кривих оцінюють також виходячи з необхідного гальмового шляху перед перешкодою

$$V_{\text{вип}} = 3,6 \sqrt{19,6 \cdot \varphi \cdot R_{\text{вип}} / K_e}, \quad (1.9)$$

де $R_{\text{вип}}$ – радіус вертикальної опуклої кривої, м.

На кривих в плані максимальна забезпечена швидкість з врахуванням стану покриття та ухилу віражу (км/год.)

$$V = \sqrt{127 \cdot R \cdot (\varphi_2 \pm i_g)}, \quad (1.10)$$

де R – радіус кривої, м;

$\varphi_2 = (0,6 \div 0,8) \cdot \varphi$ – коефіцієнт поперечного зчеплення;

i_g – ухил віражу, тисячні долі.

Оскільки зчеплення залежить від швидкості руху, рішення цього рівняння виконують ітераційним методом.

Вплив коефіцієнта зчеплення на забезпечену швидкість оцінюють, вирішуючи рівняння (1.8) щодо швидкості при прийнятному значенні видимості та коефіцієнта зчеплення (рис. 1.6).

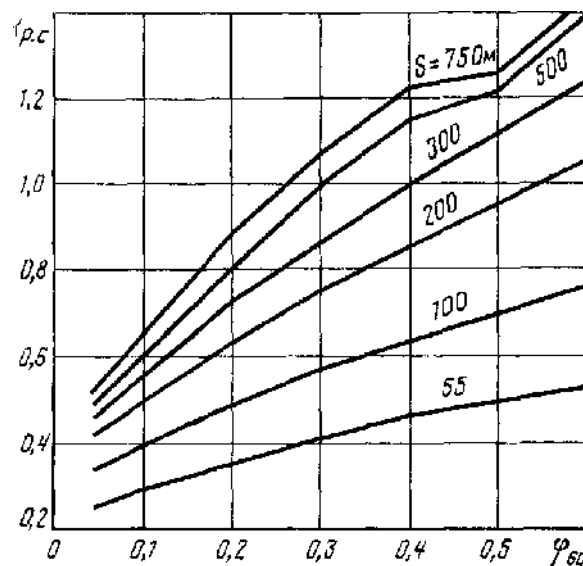


Рис. 1.6. Залежність коефіцієнта забезпеченості розрахункової швидкості від зчіпних якостей покриття (цифри на криві – відстані видимості поверхні дороги).

Вплив рівності на максимальну швидкість визначають у випадку виміру рівності S_c (см/км) установкою ПКРС по формулі

$$V_{\text{max}} = 7500 / (\sqrt{S_c} + 0,15S_c). \quad (1.11)$$

При вимірі рівності товчкоміром максимальну швидкість визначають по формулі проф. В. М. Сіденко

$$V_{\text{max}} = 850 / \sqrt{S_c}. \quad (1.12)$$

Порядок виконання роботи

Вивчити:

- класифікацію параметрів, які впливають на забезпечення розрахункової швидкості автомобіля;
- методики оцінки їх впливу на забезпечення розрахункової швидкості автомобіля.

Записати:

- вихідні дані;
- обґрунтування переліку параметрів, які впливають на забезпеченість розрахункової швидкості автомобіля для даної ділянки вулиці чи дороги;
- оцінку впливу поздовжнього ухилу і стану покриття по динамічних характеристиках розрахункового автомобіля;
- характер впливу інших параметрів.

Вихідні дані для виконання контрольної роботи

Остання цифра номеру залікової книжки	Інтенсивність, авто/добу	Частка вантажних автомобілів, автобусів та автопоїздів у потоці	Ухили дороги, ‰	Розрахункові швидкості, км/год
1	10055	0,3	30	120
2	11204	0,23	25	110
3	12005	0,2	35	100
4	13236	0,33	45	90
5	14447	0,11	40	90
6	15008	0,34	33	100
7	14000	0,21	37	110
8	13339	0,14	41	120
9	12088	0,19	15	130
0	10660	0,24	22	100

Список рекомендованої літератури

1. ДБН В.2.3-4:2015. Автомобільні дороги.- К.: Мін. регіон. розв., буд-ва та житл.- ком. госп. України, 2015. - 104с.
2. ДБН В.2.3-5:2018. Вулиці та дороги населених пунктів. К.: Держбуд України, 2018. - 40с.
3. ДБН 360-92**. «Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень».
4. Проектування автомобільних доріг. За ред. О.А. Білятинського, Я.В. Хом'яка \ Київ: Вища школа, 1997.
5. Сильянов В.В., Э.Р. Домке. - 2-е изд., стер. - М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 352 с.
6. А.П. Васильев, В.М. Сиденко. Эксплуатация автомобильных дорог и организация дорожного движения. – М: Транспорт, 1990 - 304с.
7. А.П. Васильев, В.М. Сиденко. Эксплуатация автомобильных дорог и организация дорожного движения. – Москва: Транспорт, 1990 - 304с.