

Хом'як А.Я., канд. техн. наук, Назіна М.О.

ПОРІВНЯННЯ ВІТЧИЗНЯНИХ ТА ЄВРОПЕЙСЬКИХ НОРМ НА ПРОЕКТУВАННЯ ДОРІГ

Анотація. У статті розглянуті основні параметри проектування автомобільних доріг в Україні та Європі на прикладі нормативної бази Німеччини. Наведені відмінності у класифікації автомобільних доріг, проектуванні поперечного профілю, визначенні коефіцієнта зчеплення а також виконано порівняння нормативних значень основних геометричних характеристик.

Ключові слова. норми проектування доріг, класифікація доріг, поперечний профіль, видимість, коефіцієнт зчеплення.

Аннотация. В статье рассмотрены основные параметры проектирования автомобильных дорог в Украине на примере нормативной базы Германии. Наведены отличия в классификации автомобильных дорог, проектировании поперечного профиля, определении коэффициента сцепления, а также произведено сравнение нормативных значений основных геометрических характеристик.

Ключевые слова: Нормы проектирования дорог, классификация дорог, поперечный профиль, видимость, коэффициент сцепления

Annotation. The article discusses the basic design parameters of roads in Ukraine and Europe, for example, the regulatory framework in Germany. These differences in the grading of roads, designing cross-profile, determining the coefficient of coupling and comparison of normative values of basic geometric characteristics.

Key words: road rules, classification of roads, transverse profile, visibility, traction coefficient.

Вступ

Україна має реальні перспективи щодо посилення своєї ролі як транзитної держави. Цьому сприяють об'єктивні фактори - геополітичне становище нашої країни і наявність у ній потужного транспортного комплексу.

Завдяки своєму геополітичному положенню Україна впродовж цілого тисячоліття слугує містком між Європою і Азією, між Північчю та Півднем. Крім того, вона вкрита густою мережею транспортних шляхів і має розвинений сучасний рухомий склад усіх видів транспорту.

За даними англійського інституту "Рендел", за коефіцієнтом транзитності (тобто за розвиненістю усіх видів транспортних зв'язків і відповідної їм інфраструктури) Україна посідає перше місце в Європі.

Перспективи інтеграції нашої країни у світове господарство й посилення транзитних функцій держави вимагають високої якості, регулярності та надійності транспортних зв'язків, збереження вантажів і безпеки перевезень пасажирів, зростання швидкості та зменшення вартості доставки, тобто високого рівня функціонування українського транспортного комплексу, який за обсягами й тоннажем пасажирських і вантажних перевезень та наявністю великих магістральних газо- і нафтопроводів, міжнародних енергосистем є одним з провідних у Європі.

Дорожня мережа України сьогодні інтегрується до загальноєвропейської мережі. Згідно з планом українського уряду, до 2012 року Україна планує побудувати або відремонтувати 3 460 кілометрів доріг, яке мусить відповідати Європейським стандартам. Тому є актуальним питання порівняння а аналізу вітчизняних та Європейських нормативів на проектування доріг.

Однією з найбільших та розвиненіших країн, яка постійно розвиває і оновлює свою нормативну базу, є Німеччина. Остання редакція основних частин Норм та правил затверджена і представлена відносно недавно, в 1995-2000 рр..[1]

Тож актуальним є порівняння вітчизняних та європейських стандартів на проектування доріг.

Процес прийняття рішення щодо категорії дороги в нашій країні полягає у встановленні розрахункової перспективної інтенсивності руху, в залежності від якої обґрунтовується категорія майбутньої дороги. У Німеччині основоположними факторами віднесення доріг до певної категорії є їх роль та виконувані функції, що визначають відповідний рівень якості транспортного

зв'язку та обслуговування. Тобто, визначальним на етапі прийняття рішення про категорію дороги є її народногосподарська потреба і функціональна значимість у забезпеченні транспортного зв'язку встановленого рівня та умови її прокладання по територіях.

У Німеччині дороги поділяються на п'ять груп з літерними позначеннями по низхідній від А до Е. Кожній групі поставлено у відповідність шість (I - VI) рівнів якості транспортного обслуговування. Поєднання літери групи і номера рівня представляє відповідну категорію дороги [2].

Таблиця 1 – Класифікація автомобільних доріг в Німеччині

Група	Умови проходження дороги
А	дороги прокладені поза забудованими територіями
В	дороги прокладені поза забудованими територіями та місцями по забудованих територіях
С	дороги в межах повністю забудованих територій із забезпеченням не тільки пов'язаних з їх обслуговуванням зв'язків
Д- Е	дороги проходять всередині забудованих територій і обслуговують їхні потреби

Таблиця 2 – Класифікація доріг у Німеччині за рівнем якості транспортного обслуговування

Рівні якості транспортного обслуговування	Рівень зв'язку
I	Міжрегіональний дорожній зв'язок
II	Міжрегіональний / регіональний дорожній зв'язок
III	Міжрайонний дорожній зв'язок
IV	Дорожній зв'язок для обслуговування прилеглих територій
V	Другорядний дорожній зв'язок
VI	Місцеві зв'язки у вигляді проїздів і під'їздів

Таблиця 3 – Відповідність інтенсивностей руху категоріям доріг

Рівні якості транспортного обслуговування	Інтенсивність, авт./добу	
	А	В
I	7000-90000	20000-90000
II	6000-30000	до 18000

Тож у Німеччині, перш за все, встановлюється потреба в тій чи іншій дорозі у загальній дорожньо-транспортній мережі при вирішенні відповідної транспортної задачі. При цьому інтенсивність на етапі прийняття рішення про категорію - величина лише передбачувана. Вона не є визначальним фактором для вибору категорії. Вона стає необхідною і ставиться у відповідність категорії дороги (а не категорія встановлюється в залежності від інтенсивності руху) в подальшому для обґрунтування конструкції поперечного профілю земляного полотна дороги, який забезпечуватиме належний рівень транспортного обслуговування з урахуванням умов прокладання дороги на місцевості.

В Україні категорія доріг визначається за інтенсивністю руху як у фізичних, так і приведених одиницях. Коефіцієнти приведення вантажних автомобілів до легкових автомобілів у Європейських країнах вже давно відсутні. Всі дані надаються у фізичних одиницях: легкові та вантажні автомобілі.

Крім того, європейські нормативні документи подають характеристики транспортних засобів: довжина, ширина кузова, маса автомобіля тощо.

Розрахункова швидкість для певної категорії дороги не є величиною постійною, а може призначатися для окремих ділянок в залежності від місцевих умов і особливостей.

Згідно з Європейською угодою про міжнародні автомагістралі (від 15.11.1975 р.), швидкість руху обмежена величиною 140 км/год. Проте в Німеччині в якості проектної прийнята швидкість в 120 км / год. Але на вже побудованих автомагістралях в Німеччині стаціонарні обмеження швидкості руху, як правило, відсутні. Управління швидкісним режимом здійснюється за допомогою електронного табло, що встановлюється на певних відстанях. Тож фактичні швидкості на автомагістралях в періоди низької щільності транспортного потоку практично не обмежуються для легкових автомобілів і набагато перевищують проектні швидкості.

Прийняття такої швидкості в якості проектної призводить до зменшення граничних значень геометричних параметрів у плані та поздовжньому профілі у порівнянні з вітчизняними відповідниками при розрахунковій швидкості 150 км/год для автомагісталея [2], що, в свою чергу, сприяє економії в обсягах робіт і вартості при будівництві дорогих доріг, проте - зменшується комфортність та рівень безпеки руху. Прийнята проектна швидкість встановлюється в якості керівної економічної і технічної величини з урахуванням

народногосподарських федеральних або регіональних інтересів на основі функціонального значення дороги в дорожньо-транспортній мережі. На основі проектної швидкості визначаються допустимі і рекомендовані значення для більшості геометричних елементів: мінімальні радіуси кривих в плані і в поздовжньому профілі, параметри клотоїд, максимальні поздовжні похили.

Крім проектної швидкості, в нормативах для Європейських країнах наводиться швидкість V_{85} і її поняття. Ця швидкість є характерною для фактичного режиму руху на дорозі або її ділянках і в наближенні представляє швидкість, яку не перевищують 85% легкових автомобілів при русі у вільному потоці по мокрому покриттю. На основі V_{85} визначаються поперечні похили на кривих, мінімальні радіуси кривих в плані при негативному поперечному похилі, необхідні відстані видимості до зупинки і зустрічного автомобіля при обгоні.

Щодо земляного полотна - у Німецьких нормах встановлюються дев'ять типів поперечних профілів, з яких п'ять - для доріг з двома проїзними частинами і розділовою смугою між ними з шириною, відповідно 35,5 м (по три смуги руху в кожному напрямку); 29,5 м (по дві смуги в кожному напрямку); 33,0 м (по три смуги в кожному напрямку); 26,0 м (по дві смуги в кожному напрямку) і 20,0 м (по дві смуги в кожному напрямку) і лише чотири профілі - з одного проїзною частиною з шириною відповідно 15,5; 10,5; 9,5 і 7,5м.

Типовий поперечний профіль полотна дороги з шириною в брівках 35,5м може бути розширений за необхідності на одну смугу руху в кожену сторону.

Для встановлення складових елементів кожного типового поперечного профілю полотна дороги основними факторами, поряд з функціональним значенням дороги в дорожньо-транспортній мережі, є безпека руху, рівень транспортного обслуговування, а також вартість будівництва з урахуванням заходів з охорони природи і придорожного ландшафту, транспортні витрати. Досить поширеним у Німеччині є поперечний профіль земляного полотна дороги шириною 15,5 м (рис. 1) для руху по трьох смугах: дві смуги для руху в одному напрямку і одна - в протилежному з попереминою зміною умов через певні відстані, що визначаються місцевими умовами : відбувається зміна кількості смуг руху за напрямками, одна смуга є реверсною. Це істотно підвищує рівень обслуговування в порівнянні з дорогами з проїзною частиною

на дві смуги руху.Такий поперечний профіль застосовується в межах інтенсивності руху від 6000 до 21000 авт. / добу.

Варто звернути увагу на те, що на найбільш поширеному на сучасних автомагістралях поперечному профілі з трьома смугами руху для кожного з напрямів, дві смуги біля розділювальної смуги мають ширину 3,5 м, а не 3,75 м при загальній ширині проїзної частини 10,75 м (замість 11,25 м згідно ДБН [2]), тобто загальне зменшення проїзної частини і тим самим конструкції дорожнього одягу з покриттям становить 1,0 м, а разом із зменшеною шириною укріплених узбіч на 0,25 м з кожного боку і того більше - 2,0 м, що призводить до значної економії будівельної вартості тільки за рахунок конструкції дорожнього одягу без зниження при цьому безпеки руху, оскільки по лівих смугах руху біля розділювальної смуги рухаються найбільш швидкісні легкові автомобілі з меншими габаритами.

Важливим є те що в німецьких нормах не лише встановлюються вимоги, а й існує велика кількість супутніх матеріалів та ілюстрацій, як цими вимогами користуватися в кожному конкретному випадку, не знижуючи транспортно-експлуатаційних якостей дороги і рівнів безпеки руху.

Порівняння основних геометричних елементів на проектування доріг наведено в табл.4.

Таблиця 4 – Радіуси горизонтальних кривих в Європейських країнах

Країна	Проектна швидкість, км/год												
	140	130	120	110	100	90	85	80	70	60	50	40	30
Австрія	1000		700		450			250	180	125	80	45	
Данія			872		492			265		130		50	
Фінляндія			1100		650			240		120	110		
Франція			665		425			240		120			
Німеччина			720		450	340		250	180	120	80		
Греція			500		350			200	140		75	50	30
Ірландія			600		400			240		130		50	
Італія	985		667		440			260		120		40	
Нідерланди			750		450	350		260	185	130	85		
Норвегія					430	320		230	160	110			
Португалія			700		450			230	170	120	80	40	
Швеція				625	500		350				160		
Швейцарія		780	650		420			240		180			
Великобританія			720		510		360		255	180	127		
Україна	1100		800	700	600	450		300		150	100		30

Аналізуючи дані, наведені в таблиці 4, бачимо, що радіуси горизонтальних кривих, прийняті у вітчизняних нормах, практично співпадають з нормативними радіусами інших країн, а в деяких випадках є навіть вищими.

Таблиця 5 – Радіуси вертикальних опуклих кривих в Європейських країнах

Країна	Проектна швидкість, км/год							
	120	110	100	90	80	70	60	50
Австралія	13500	9500	6300	4200	2400	1570	920	540
Франція	10000		6000		3000		1500	
Молдова	15000		10000		5000	3500	2500	1500
Німеччина	16000		8300	5700	4400	3150	2400	1400
Великобританія	18500		10500			3300	1900	1100
Україна	15000	12500	10000	7500	5000		2500	1500

Як видно з таблиці 5, для швидкостей менших за 100 км/год, радіуси вертикальних опуклих кривих в Україні майже однакові або й вищі за радіуси в інших країнах, проте для високих швидкостей, які відповідають I категорії доріг та мають місце переважно на дорогах міжнародного значення, радіуси вертикальних кривих є меншими. Отже, при проектуванні вертикальної опуклої кривої закладається менша відстань видимості.

Таблиця 6 – Радіуси вертикальних угнутих кривих в Європейських країнах

Країна	Проектна швидкість, км/год						
	120	100	90	80	70	60	50
Австралія	2300	1600		1000		600	
Франція	4200	3000		2200		1500	
Молдова	5000	3000		2000		1500	1200
Німеччина	8800	3800	2400	1300	1000	750	500
Великобританія	3700	2600				2000	1300
Україна	5000	3000	2500	2000		1500	1200

Радіуси вертикальних угнутих кривих в українських нормах відповідають нормам європейських країн. Однак, для швидкостей більших за 120 км/год вітчизняні норми значно поступаються німецьким.

З таблиці 7 видно, що відстань видимості, прийнята в нормах для нашої країни, майже однакова з прийнятими в нормах інших країн. Однак, наприклад, в нормах Німеччини наведена схема розрахунку необхідної відстані

видимості, яка дає змогу врахувати ряд параметрів, таких як поздовжній похил, зміна коефіцієнта зчеплення зі збільшенням швидкості.

Таблиця 7 – Відстані видимості з умови зупинки автомобіля в Європейських країнах

Країна	Проектна швидкість, км/год								
	120	110	100	90	80	70	60	50	30
Австрія	275		185		120	90	70	50	
Франція			160	130	105	85	65	50	25
Німеччина	250	210	170	140	110	85	65	50	
Великобританія	295		215			120	90	70	
Греція	245	205	170	140	110	85	65		
Швеція		195				165		70	35
Швейцарія	280	230	195	150	120	95	70	50	
Україна	300	300	200	175	150		85	75	45

Розрахунки, проведені за методикою, наведено в німецьких нормах, та за вітчизняною методикою дозволяють порівняти та проаналізувати отримані значення, порівнявши їх із значеннями української нормативної бази. Результати проведеного дослідження наведені на рисунку 1. Аналізуючи отримані графіки, можна засвідчити, що для високих швидкостей руху вітчизняні норми закладають нижчі значення розрахункової відстані видимості у порівнянні з німецькими. Це пов'язано з неврахуванням факторів, про які згадувалось вище.

З вищенаведеної таблиці видно, що вітчизняні норми забезпечують відстань видимості з умови обгону значно меншу, ніж в Німеччині. Оскільки значення необхідних відстаней видимості в німецьких нормах високі, з метою заощадження коштів при будівництві накладається норма, що не менше 20% дороги повинно мати достатню відстань видимості для здійснення обгону. Таким чином забезпечуються і економічність, і безпечність автомобільної дороги.

Аналізуючи відмінність у визначенні відстані видимості з умови зупинки автомобіля, помічено відсутність врахування впливу зменшення коефіцієнта зчеплення зі збільшенням швидкості.

При будь-яких покриттях виступаючі над їх поверхнею тверді мінеральні частинки, котрі роблять покриття шорохуватим, при наїзді колеса вдавлюються в резину протектора. При проковзуванні колеса вони пружно

деформують резину, опір якої є основною причиною опору колеса зміщенню по покриттю. При високих швидкостях руху шина не встигає повністю деформуватися, оскільки тривалість контакту з покриттям для цього є недостатньою, а отже, нерівності покриття вдавлюються в шину на меншу глибину. В результаті зі збільшенням швидкості коефіцієнт зчеплення зменшується.

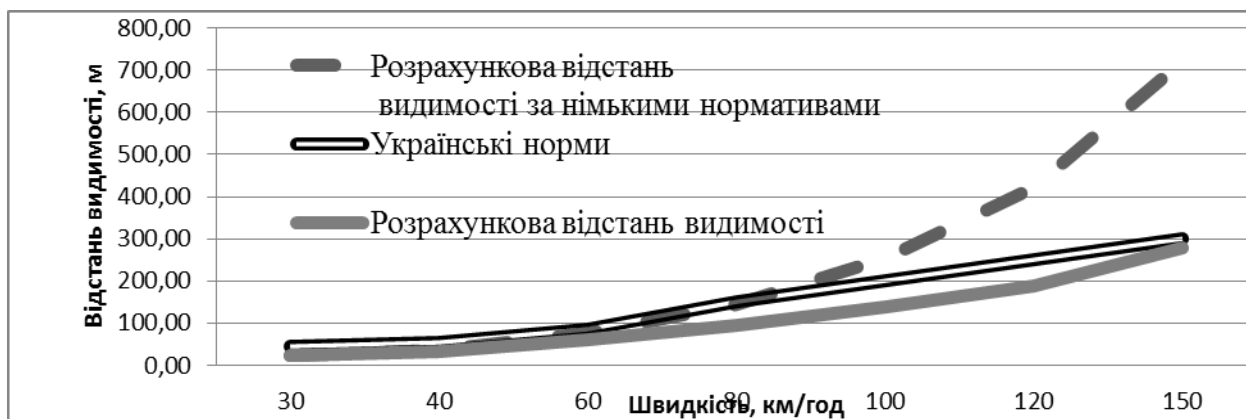


Рисунок 1 – Порівняння розрахункової відстані видимості

Таблиця 8 – Відстань видимості з умови обгону

Країна	Проектна швидкість, км/год					
	110	100	90	80	60	50
Німеччина			625	575	500	475
Україна	450	350	300	250	170	130

В більшості країн Європи приймаються різні коефіцієнти зчеплення в залежності від швидкості руху та стану покриття (табл. 9). В українських нормах при визначенні відстаней видимості коефіцієнт зчеплення приймається сталим.

Виходячи з того, що визначення коефіцієнтів зчеплення потребує спеціальних приладів, були проаналізовані дані літературних джерел щодо залежності коефіцієнтів зчеплення від швидкостей руху. Зокрема, подібні дослідження проводилися Бабковим В. Ф. [3]

Підставивши значення з таблиці 9 а також нормативне значення 0,45, яке, згідно норм, відповідає важким умовам руху, в розрахункову формулу (1), отримані графіки залежності відстані видимості від швидкості при різних значеннях коефіцієнта зчеплення (Рис. 2).

$$S = \frac{Vt}{3,6} + \frac{K_3 V^2}{254(\varphi + f \pm i)} + l \quad (1)$$

де S – розрахункова відстань видимості поверхні автомобільної дороги;
 V – розрахункова швидкість автомобіля; t – час реакції водія;
 K_3 – коефіцієнт експлуатації гальмівної системи автомобіля;
 φ – коефіцієнт зчеплення колеса автомобіля з поверхнею проїзної частини;
 f – коефіцієнт опору кочення; i – величина поздовжнього похилу; l – величина запасу.

Таблиця 9 - Нормативні коефіцієнти зчеплення, прийняті в різних країнах світу

Країна	Проектна швидкість руху, км/год									
	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
США	0,40	0,38	0,35	0,33	0,31	0,30	0,30	0,29	0,28	0,28
Австралія	-	-	0,52	0,48	0,45	0,43	0,41	0,39	0,37	0,35
Австрія	0,44	0,39	0,35	0,31	0,27	0,24	0,21	0,19	0,17	0,16
Німеччина	0,51	0,46	0,41	0,36	0,32	0,29	0,25	0,23	0,21	0,19
Греція	0,46	0,42	0,39	0,35	0,32	0,30	0,28	0,26	0,24	0,23
СНД ¹	0,50	0,45	-	0,39	-	0,35	-	0,32	-	0,29

Примітка: ¹ дані отримані проф. Бабковим для цементобетонного покриття.

Отже, необхідно більш детально досліджувати залежність коефіцієнтів зчеплення від швидкості, особливо для великих швидкостей руху, а також враховувати його при визначенні відстаней видимості.

В нормативних документах деяких країн наведені методики розрахунку коефіцієнта зчеплення в залежності від швидкості руху.

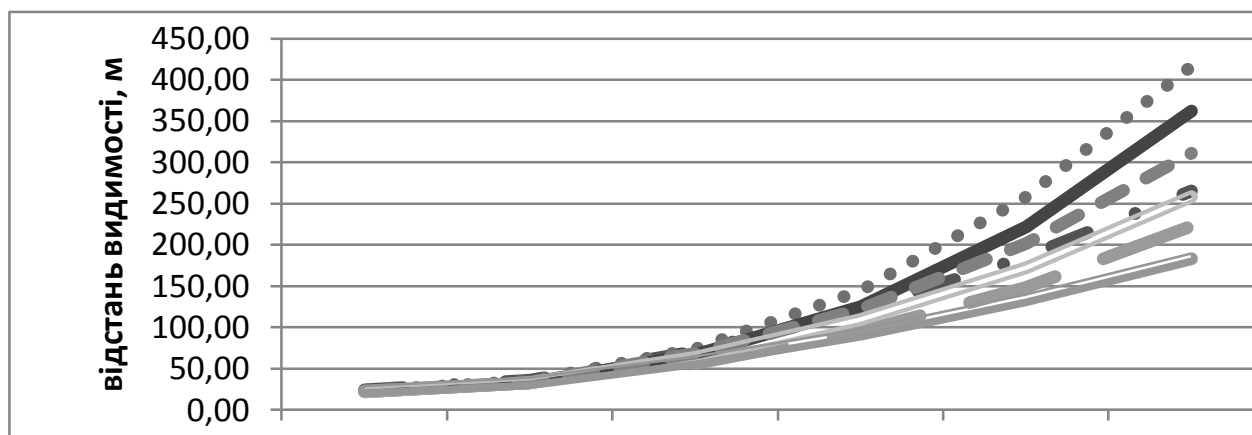


Рисунок 2 – Вплив коефіцієнта зчеплення на відстань видимості.

Наприклад, в Німеччині пропонують коефіцієнт зчеплення розраховувати наступним чином:

$$f = 0,241 \left(\frac{v}{100} \right)^2 - 0,721 \left(\frac{v}{100} \right) + 0,708 \quad (2)$$

а у Франції:

$$f = 0,55e^{-0,0057v} \quad (3)$$

де V – розрахункова швидкість, км/год.

Висновки

Аналіз та порівняння вітчизняної і європейської нормативних баз на проектування доріг засвідчив дещо відмінний підхід до визначення параметрів.

Відмінності полягають у визначенні категорій доріг - не за інтенсивністю, а функціональним призначенням та місцем розташування дороги. Крім розрахункової швидкості, вводиться швидкість 85% забезпечення; якщо перша використовується при розрахунках на допустимі і рекомендовані значення для більшості геометричних елементів: мінімальні радіуси кривих в плані і в поздовжньому профілі, параметри клотоїд, максимальні поздовжні похили, то друга - при розрахунку поперечних похилів на кривих, мінімальних радіусів кривих в плані при негативному поперечному похилі, необхідних відстаней видимості, тобто, базових елементів, які забезпечують безпеку руху.

При встановленні розрахункової відстані видимості вітчизняні норми не враховують зміни коефіцієнту зчеплення від швидкості руху.

В основі визначення розрахункової відстані видимості закладений шлях гальмування, що визначає безпеку та комфортність руху. Вітчизняні норми забезпечують відстань видимості на рівні з європейськими для доріг невисоких категорій, і нижчі значення - для автомагістралей, що може знижувати якість поїздок транспортними коридорами.

Література

1. Государственная служба дорожного хозяйства Министерства транспорта Российской Федерации «Анализ норм проектирования полотна зарубежных стран автомобильных дорог на примере последних норм и правил федеративной республики Германия», приложение 1, II
2. Автомобільні дороги. ДБН В.2.3-4-2007. – К.: Мінрегіонбуд України, 2007. – 87 с.
3. Бабков В. Ф., Андреев О. В. «Проектирование автомобильных дорог», - М.: Транспорт, 1987,- ч.1 – 367 с.