

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**до практичних робіт з навчальної дисципліни**  
**«Технічна експлуатація автомобілів, автотехнічна експертиза**  
**та ресурсозбереження»**  
для студентів денної та заочної форми навчання  
за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»

Затверджено редакційно –  
видавничою радою університету,  
протокол № 2 від 27.06.2024 р

Харків  
НТУ «ХПІ»  
2024

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «Технічна експлуатація автомобілів, автотехнічна експертиза та ресурсозбереження» для студентів денної та заочної форми навчання за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт» / уклад.: О. О. Островерх – Харків: НТУ «ХПІ». – 2024. – 62 с

Укладач: О. О. Островерх

Рецензент В. М. Краснокутський

Кафедра автомобіле- і тракторобудування

## ВСТУП

Дані методичні вказівки призначені для виконання практичних робіт і поліпшення самостійного навчання студентів з навчальної дисципліни «Технічна експлуатація автомобілів, автотехнічна експертиза та ресурсозбереження» для студентів денної та заочної форми навчання за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»

Поданий матеріал міститься в 4 практичних роботах, які охоплюють основні види робіт з експлуатації автомобілів, автотехнічної експертизи та ресурсозбереження. З кожної теми робота містить список рекомендованої літератури, контрольні запитання та рисунки для кращого засвоєння матеріалу при самостійному вивченні студентами.

Звіт з практичних робіт оформляється згідно з правилами:

1. Титульний аркуш оформляється відповідно до додатка А.
2. Звіт повинен містити наступні розділи:
  - завдання на виконання практичної роботи;
  - мета виконання практичної роботи;
  - порядок виконання практичної роботи;
  - висновки.

## Методика розрахунків ДТП

*Завдання:* виконати розрахунки руху автомобіля при ДТП.

*Мета роботи:* ознайомитися з методами розрахунку ДТП при різних умовах руху автомобіля.

### 1 Розрахунки руху автомобіля:

#### 1.1 Розрахунок руху автомобіля при його гальмуванні накатом

Гальмування автомобіля двигуном і рух накатом у ході ДТП рідко зустрічаються у вигляді самостійних режимів руху набагато частіше вони або передують екстремому гальмуванню, або йдуть за ним.

У першому випадку водій, створюючи можливість виникнення небезпечної обстановки (наприклад, у вигляді пішохода, що стоїть на краю проїжджої частини), відпускає педаль управління подачі палива або вимикає передачу та застосовує гальмування, коли небезпечна обстановка вже виникла (пішохід почав рух по проїжджій частині).

У другому випадку водій відпускає гальмівну педаль, хоча автомобіль ще не зупинився (наприклад, у момент наїзду на пішохода, велосипедиста), після чого автомобіль до зупинки рухається накатом.

Динамічність автомобіля при цих режимах руху найкраще досліджувати шляхом слідчого експерименту та на місці ДТП. Для визначення найбільш ймовірного значення параметра, що вимірюється, потрібно прагнути до того, щоб стан всіх агрегатів автомобіля (а не тільки гальмівної системи) якомога ближче відповідав їх стану під час ДТП.

Для зменшення розкиду параметрів, що вимірюються, потрібно повторювати експеримент 6-7 разів і усереднювати результати.

Для розрахунку руху автомобіля накатом (з відключеним двигуном) використовуємо рівняння силового балансу:

$$P_K = P_D + P_B + P_{XX}, \quad (1.1)$$

де  $P_K$  – приведена сила інерції автомобіля (на ведучих колесах), Н;

$P_D$  та  $P_B$  – сили опору дороги та повітря відповідно, Н;

$P_{XX}$  – сила спротиву трансмісії при холостому ході приведенного до ведучих коліс, Н.

Сила інерції автомобіля:

$$P_u = G \cdot \delta_{sp} \cdot j_H / g, \quad (1.2)$$

де  $G$  – фактична вага автомобіля, Н;

$\delta_{вр}$  – коефіцієнт урахування обертових мас;

$j_n$  – уповільнення автомобіля під час руху накатом, м/с<sup>2</sup>;

$g$  – прискорення сили тяжіння,  $g = 9,81$  м/с<sup>2</sup>.

Значення  $\delta_{вр}$  обчислюють за емпіричною формулою:

$$\delta_{вр} = 1 + (0,03 + 0,05U_k^2) \cdot G_a / G, \quad (1.3)$$

де  $U_k$  – передаточне число коробки передач;

$G_a$  – повна вага автомобіля, Н.

При русі накатом  $U_k = 0$  и  $\delta_{вр} = 1 + 0,03 \cdot G_a / G$ .

Сила опору дороги:

$$P_{д} = G(\Psi \cos \alpha_{д} + \sin \alpha_{д}) = G \cdot \Psi_{д}, \quad (1.4)$$

де  $\Psi$  – коефіцієнт опору коченню;

$\alpha_{д}$  – кут подовжнього нахилу дороги.

При русі на підйом його вважають позитивним, при русі на спуску – негативним;

$\Psi_{д}$  – коефіцієнт опору дороги;  $\Psi_{д} = \cos \alpha_{д} + \sin \alpha_{д}$ .

Сила опору повітря:

$$P_{г} = W_{г} \cdot V_a^2 = K \cdot A \cdot V_a^2, \quad (1.5)$$

де  $W_{г}$  – фактор обтікання автомобіля,  $H \cdot c^2 / M^2$ .

Силу спротиву трансмісії під час руху накатом (при холостому ході) визначають за емпіричною формулою:

$$P_{хх} = (2 + 0,009V_a) \cdot G_a \cdot 10^{-3}. \quad (1.6)$$

З виразів емпіричних формул (1.1) – (1.6) отримуємо миттєве значення уповільнення при поточному значенні швидкості:

$$j_n = (\Psi_{д} + \frac{P_{г} + P_{хх}}{G \cdot \delta_{вр}}) \cdot q = \Psi_{дг} \cdot q,$$

де  $\Psi_{дг}$  – коефіцієнт сумарного опору руху.

Коефіцієнт:

$$\Psi_{\text{дв}} = \Psi_{\text{д}} + \frac{P_{\text{в}} + P_{\text{хх}}}{G \cdot \delta_{\text{сп}}} . \quad (1.7)$$

Задавшись декількома значеннями швидкості, обчислюють миттєві значення уповільнень та після визначення середнього уповільнення у кожному інтервалі швидкості (наприклад, від  $V_a$  до  $V$ ):

$$j_{\text{сп}} = 0,5(j_1 + j_2), \quad (1.8)$$

визначають відстань, пройдену автомобілем при зміні швидкості в тому ж інтервалі:

$$\Delta S = V_{\text{сп}} \cdot \Delta V_a / j_{\text{сп}} = (V_a^2 - V_H^2) / (2j_{\text{сп}}), \quad (1.9)$$

де  $V_{\text{сп}}$  – середня швидкість в інтервалі, рівна напівсумі швидкостей  $V_a$  та  $V_H$ ;

$\Delta V_a$  – збільшення швидкості в тому ж інтервалі, м/с;

$$\Delta V_a = V_a - V_H .$$

Час руху автомобіля визначають також, графоаналітично, обчислюючи в кожному інтервалі зміни швидкості збільшення часу:

$$\Delta t = \Delta V_a / J_{\text{сп}} . \quad (1.10)$$

Таблиця 1.1 – Лобова площа та коефіцієнт опору повітря

Автомобілі	$A, \text{м}^2$	$K, \text{Н} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^2$
Легкові	1,6...2,8	0,25...0,40
Вантажні	3,0...5,0	0,6...0,7
Автобуси	4,5...6,5	0,4...0,5

Пояснення до таблиці 1.1:  $K$  – коефіцієнт опору повітря;  $A$  – лобова площа автомобіля,  $\text{м}^2$ ;  $A=0,75B_1 \cdot H_a$  – для легкового автомобіля;  $A=B_1 \cdot H_a$  – для вантажного автомобіля;  $B_1$  – найбільша ширина автомобіля;  $B$  – колія автомобіля;  $H_a$  – найбільша висота автомобіля.

Для полегшення роботи експерта-автотехніка провівши математичні розрахунки за емпіричними формулами складено таблиці 1.1–1.11, де виведено основні параметри для автомобілів під час руху накатом по умовно рівній поверхні дороги. Швидкість від 2,7 м/с до 27,7 м/с.

Характеристика легкового автомобіля №1, повна маса 1685 кг, порожня 1260 кг.

Таблиця 1.2 – Легковий автомобіль №1

$V$ , км/год, м/с	$P_B$	$P_{ХХ}$	$P_D$	$P_H$	$\Psi_{дв}$	$j_H$	$j_{ср}$	$S$	$T$
100/27,7	306,916	37,9	151,2	502,0	0,0383	0,375		201,3	
90/25	250	37,491		444,7	0,0339	0,332		211,5	
80/22,2	197,136	37,066		391,4	0,0298	0,293		211,8	
70/19,4	150,544	36,642		344,4	0,0262	0,257		208,2	
60/16,6	110,224	36,217		303,2	0,0231	0,227		198,8	
50/13,8	76,176	35,792		269,2	0,0205	0,201		175,9	
40/11,1	49,284	35,383		241,9	0,0184	0,181		157,5	
30/8,3	27,556	34,958		218,7	0,0167	0,164		121,8	
20/5,5	12,1	34,534		204,4	0,0155	0,153		77	
10/2,7	2,916	34,109		194,2	0,0148	0,145			

Характеристика легкового автомобіля №2, маса повна 2010кг, порожня 1110кг.

Таблиця 1.3 – Легковий автомобіль №2

$V$ , км/год, м/с	$P_B$	$P_{ХХ}$	$P_D$	$P_H$	$\Psi_{дв}$	$j_H$	$j_{ср}$	$S$	$T$
100/27,7	306,916	45,21	151,2	552,47	0,033	0,324		232	
90/25	250	44,722		495	0,029	0,29		240,7	
80/22,2	197,136	44,215		440,7	0,026	0,259		237,7	
70/19,4	150,544	43,709		394,6	0,023	0,231		230,1	
60/16,6	110,224	43,202		353,7	0,021	0,207		216	
50/13,8	76,176	42,696		319,2	0,019	0,187		188,3	
40/11,1	49,284	42,207		289,3	0,017	0,17		165,6	
30/8,3	27,556	41,701		269,6	0,016	0,158		125,8	
20/5,5	12,1	41,194		253,6	0,015	0,149		78,6	
10/2,7	2,916	40,688		243,9	0,014	0,143			

Характеристика легкового автомобіля №3, маса повна 1755 кг, порожня 1355 кг.

Таблиця 1.4 – Легковий автомобіль №3

$V, \text{км/ГОД, м/с}$	$P_B$	$P_{ХХ}$	$P_D$	$P_{И}$	$\Psi_{дв}$	$j_n$	$j_{ср}$	$S$	$T$
100/27,7	306,916	39,475	162,6	514,9	0,036	0,359		209,5	73,7
90/25	250	39,048		457,6	0,03	0,32		220,2	74
80/22,2	197,136	38,606		404,3	0,028	0,28		219,8	73,2
70/19,4	150,544	38,164		357,3	0,025	0,25		214,4	70,6
60/16,6	110,224	37,722		316,6	0,022	0,22		204,1	66,3
50/13,8	76,176	37,28		282,14	0,02	0,197		179,8	59,4
40/11,1	49,284	36,853		254,8	0,018	0,177		160,2	49,1
30/8,3	27,556	36,41		232,7	0,0165	0,162		123,4	35,2
20/5,5	12,1	35,986		216,8	0,0154	0,151		77,83	18,4
10/2,7	2,916	35,5263		207,2	0,0147	0,144		209,5	73,7

Легковий автомобіль №4, повна маса 1830 кг, порожня 1330 кг.

Таблиця 1.5 – Легковий автомобіль №4

$V, \text{км/ГОД, м/с}$	$P_B$	$P_{ХХ}$	$P_D$	$P_{И}$	$\Psi_{дв}$	$j_n$	$j_{ср}$	$S$	$t$
100/27,7	306,916	41,161	171,6	526,2	0,0354	0,347			
90/25	250	40,717		468,8	0,0315	0,31		216,6	76,2
80/22,2	197,136	40,256		415,5	0,0279	0,274		226,3	76
70/19,4	150,544	39,795		368,5	0,0248	0,243		225,3	75,2
60/16,6	110,224	39,334		327,7	0,022	0,216		219,6	72,5
50/13,8	76,176	38,872		293,2	0,0197	0,193		208,1	67,5
40/11,1	49,284	38,428		265,8	0,0176	0,175		182,7	60,3
30/8,3	27,556	37,967		243,6	0,0164	0,161		161,6	49,4
20/5,5	12,1	37,505		227,7	0,0153	0,15		124,2	35,4
10/2,7	2,916	37,044		218,1	0,0146	0,144		78,1	18,4

Легковий автомобіль №5, повна маса 1675 кг, порожня 1240 кг.

Таблица 1.6 – Легковий автомобіль №5

$V, \text{км/год}$ $\text{м/с}$	$P_B$	$P_{ХХ}$	$P_D$	$P_{И}$	$\Psi_{дв}$	$j_n$	$j_{ср}$	$S$	$t$
100/27,7	306,916	37,563	149,4	499,8	0,0386	0,378			
90/25	250	37,157		442,5	0,034	0,355		199,5	70,2
80/22,2	197,136	36,736		389,2	0,03	0,295		209,7	70,4
70/19,4	150,544	36,315		342,2	0,026	0,259		210,2	70
60/16,6	110,224	35,984		301,5	0,023	0,228		206,9	68,3
50/13,8	76,176	35,474		267	0,02	0,2		198,9	64,5
40/11,1	49,284	35,068		239,7	0,0185	0,018		170,6	56,3
30/8,3	27,556	34,647		217,6	0,0168	0,016		157,9	48,3
20/5,5	12,1	34,226		201,7	0,015	0,015		121,9	34,8
10/2,7	2,916	33,805		192,1	0,0148	0,014		77,1	18,1

Легковий автомобіль №6, повна маса 2180 кг, порожня 1790 кг.

Таблица 1.7 – Легковий автомобіль №6

$V, \text{км/год}$ $\text{м/с}$	$P_B$	$P_{ХХ}$	$P_D$	$P_{И}$	$\Psi_{дв}$	$j_n$	$j_{ср}$	$S$	$t$
100/27,7	306,916	49,034	214,8	578,5	0,031	0,306			
90/25	250	48,505		521	0,028	0,27		247	86,8
80/22,2	197,136	47,955		467,6	0,025	0,24		259	87
70/19,4	150,544	47,406		420,48	0,022	0,222		253	84,3
60/16,6	110,224	46,856		379,6	0,02	0,2		240	79,1
50/13,8	76,176	46,307		345,01	0,018	0,018		222	72,3
40/11,1	49,284	45,777		317,6	0,017	0,017		192	63,4
30/8,3	27,556	45,228		295,4	0,0159	0,0159		167	51,2
20/5,5	12,1	44,679		279,3	0,015	0,015		127	36,4
10/2,7	2,916	44,129		269,6	0,0145	0,0145		79	18,7

Вантажний автомобіль №1, повна маса 23305 кг, порожня 15305 кг.

Таблиця 1.8 – Вантажний автомобіль №1

$V, \text{км/год, м/с}$	$P_B$	$P_{ХХ}$	$P_D$	$P_{И}$	$\Psi_{дв}$	$j_n$	$j_{ср}$	$S$	$t$
100/27	1381,2	524,199	1836,6	3824,5	0,023	0,23			
90/25	1125	518,536		3562,8	0,022	0,21		314,8	113,6
80/22,2	887,11	512,663		3319	0,021	0,20		313,9	105,4
70/19,4	677,44	506,79		3103,4	0,019	0,19		296,38	98,7
60/16,6	496	500,917		2916,2	0,018	0,17		273,9	90,2
50/13,8	342,8	495,044		2757,1	0,017	0,16		245,3	79,5
40/11,1	221,77	489,381		2620,4	0,016	0,16		204,3	67,7
30/8,3	124	483,508		2526,7	0,015	0,15		175,2	53,5
20/5,5	54,45	477,635		2451,3	0,015	0,15		128,8	36,6

Вантажний автомобіль №2, повна маса 14525 кг, порожня 9525 кг.

Таблиця 1.9 – Вантажний автомобіль №2

$V, \text{км/год, м/с}$	$P_B$	$P_{ХХ}$	$P_D$	$P_{И}$	$\Psi_{дв}$	$j_n$	$j_{ср}$	$S$	$t$
100/27,7	1381,2	326,71	1143	2905	0,029	0,28			
90/25	1125	323,18		2640	0,026	0,26		263,5	92,6
80/22,2	887,12	319,52		2403	0,024	0,236		266,45	89,5
70/19,4	677,44	315,86		2189	0,021	0,21		261,2	83,3
60/16,6	496	312,2		1929	0,019	0,19		252	80,3
50/13,8	342,8	308,54		1847	0,018	0,18		230	74,6
40/11,1	221,77	305,01		1722	0,017	0,169		192,6	63,6
30/8,3	124	301,35		1621	0,016	0,159		165,6	50,6
20/5,5	54,45	297,68		1548	0,015	0,152		127,9	36,4
10/2,7	13,122	294,02		1563	0,015	0,148		76,5	18

Вантажний автомобіль №3, повна маса 7770 кг, порожня 5770 кг.

Таблиця 1.10 – Вантажний автомобіль №3

$V, \text{км/год, м/с}$	$P_B$	$P_{ХХ}$	$P_D$	$P_{И}$	$\psi_{дв}$	$j_n$	$j_{ср}$	$S$	$t$
100/27,7	1381,2	174,77	692,4	2275,9	0,037	0,372			
90/25	1125	172,88		2017,9	0,033	0,329		202,9	71,3
80/22,2	887,12	170,92		1778,1	0,029	0,29		213,5	71,7
70/19,4	677,45	169,96		1556,5	0,025	0,254		214,1	71,3
60/16,6	496	167,00		1383,1	0,023	0,226		210	69,2
50/13,8	342,8	165,05		1227,9	0,02	0,2		199,8	64,8
40/11,1	221,77	163,16		1105,0	0,018	0,18		176,9	58,4
30/8,3	124	161,20		1005,3	0,016	0,16		159,8	48,8
20/5,5	54,45	159,24		933,8	0,015	0,15		124,6	35,5
10/2,7	13,122	157,28		890,5	0,014	0,145		77,8	18,3

Пасажи́рський автобус №1, повна маса 7825 кг, порожня 4535 кг.

Таблиця 1.11 – Пасажи́рський автобус №1

$V, \text{км/год, м/с}$	$P_B$	$P_{ХХ}$	$P_D$	$P_{И}$	$\psi_{дв}$	$j_n$	$j_{ср}$	$S$	$t$
100/27,7	1381,12	250,23	939	2609,8	0,032	0,31			
90/25	1125	247,53		2350,9	0,028	0,28		241,2	84,7
80/22,2	887,112	244,72		2110,3	0,025	0,253		247,9	83,3
70/19,4	677,448	241,92		1887,8	0,023	0,227		242,6	80,8
60/16,6	496	111,25		1579,1	0,19	0,19		241,7	79,6
50/13,8	342,8	236,31		1554,2	0,191	0,187		225,7	73,2
40/11,1	221,778	233,61		1429,6	0,017	0,172		187,2	61,8
30/8,3	124	230,81		1329,8	0,016	0,16		163,6	50
20/5,5	54,45	238,00		1255,0	0,015	0,151		124,3	35,4
10/2,7	13,122	225,20		1213,4	0,014	0,146		77,3	18,2

Визначивши середнє уповільнення  $j_{ср}$  у кожному інтервалі швидкості

визначаємо відстань, пройдену автомобілем при зміні швидкості у тому ж інтервалі.

На підставі математичних розрахунків будемо криву функції  $S(Vn)\Delta t$ .

## 1.2 Розрахунки руху автомобіля при гальмуванні його двигуном

Розраховуючи рух автомобіля при гальмуванні його двигуном, використовують гальмівну характеристику двигуна, залежність моменту опору двигуна (гальмівного моменту)  $M_{ov}$  від частоти обертання колінчатого валу  $\omega_c$ . Гальмівні характеристики, що знімаються підприємством-виробником при стендових випробуваннях двигуна, характеризують опір двигуна при повністю відкритій дросельній заслонці та вимкненому запалюванні.

$\omega_{ov} = 100 \dots 400 c^{-1}$  , частота обертання колінчатого валу  $n = 1000 \dots 4500 xв^{-1}$ .

Для визначення гальмівної характеристики застосовуємо емпіричну формулу:

$$M_{ov} = (a \cdot \omega_{ov} + \vartheta) \cdot V_d , \quad (1.11)$$

де  $a$  та  $\vartheta$  – емпіричні коефіцієнти;

$V_d$  – робочий об'єм двигуна, л;

Для карбюраторних двигунів:  $a = 0,035 \dots 0,045$  та  $\vartheta = 2 \dots 4$ ;

Для дизельних двигунів:  $a = 0,06 \dots 0,08$  та  $\vartheta = 2,5 \dots 4,5$ .

Для розрахунку швидкості автомобіля від частоти обертання колінчатого валу використовуємо формулу:

$$v_a = \omega_{ov} \cdot r / U_{mp} , \quad (1.12)$$

де  $r$  – радіус ведучих коліс, м;

$U_{mp}$  – передавальне число трансмісії.

Використовуючи граничне число трансмісії:

$$U_{mp} = U_k \cdot U_{zn} = \omega_{ov} / \omega_k , \quad (1.13)$$

де  $U_k$  – передавальне число коробки передач;

$U_{zn}$  – передавальне число головної передачі.

Таблиця 1.12 – Технічні характеристики автомобілів

Тип а/м	Літраж двигуна $V_l$ , л	$r_k$ , радіус колеса, мм	Маса, кг		Передавальне число			
			мах (повна)	корисна (вантаж)	коробки передач			ГП
					1-я	2-я	3-я	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Легк.- №1	1,2	290	1355	400	3,75	2,30	1,49	4,3
Легк.- №2	1,45	290	1355	400	3,75	2,30	1,49	4,1
Легк.- №3	1,3	290	1430	400	3,67	2,10	1,36	4,3
Легк.- №4	1,6	290	1430	400	3,24	1,98	1,28	4,1
Легк.- №5	1,3	290	1245	425	3,64	1,95	1,36	3,9
Легк.- №6	1,1	290	1260	425	3,64	1,95	1,36	4,13
Легк.- №7	1,57	290	1610	400	3,24	1,99	1,36	4,3
Легк.- №8	1,478	290	1300	400	3,49	2,04	1,33	4,22
Легк.- №9	2,445	313	1790	390	3,50	2,26	1,45	3,9
Легк.- №10	2,445	313	1850	400	3,5	2,26	1,45	3,9
Вант.- №1	4,25	542	5770	2000	6,55	3,09	1,7	6,83
Вант.- №2	6,0	490	9525	5000	7,442	4,10	2,29	7,34
Вант.- №3	10,85	490	15305	8000	7,82	4,03	2,50	5,43
Автобус №1	4,25	460	7825	3300	6,48	3,09	1,71	6,83

Звідси ми можемо знайти кутову швидкість обертання колеса:

$$\omega_{\kappa} = \omega_{\text{дв}} / U_{\text{мп}} .$$

Швидкість автомобіля дорівнює лінійній швидкості точки колеса автомобіля радіусом  $r_{\kappa}$ :

$$V_a = \omega_{\kappa} \cdot r_{\kappa} = \omega_{\text{дв}} \cdot r_{\kappa} / U_{\text{мп}} .$$

Звідси на заданій швидкості автомобіля можна знайти частоту обертання колінчатого валу двигуна (або кінцеву) швидкість, визначити кінцеву (або початкову) швидкість.

Час руху автомобіля визначається також графо-аналітично, обчислюючи в кожному інтервалі зміни швидкості збільшення часу.

$$\Delta t_n = \Delta V_n / j_{\text{сп}n} .$$

Після цього, підсумовуючи окремі значення  $\Delta t_n$ , будуюмо криву часу як функцію швидкості.

По кривій визначаємо значення часу для відомого перепаду швидкості.

Гальмівна сила двигуна, приведена до кола ведучих коліс автомобіля:

$$P_{\text{мд}} = (M_{\text{дв}} U_{\text{мп}} + M_{\text{мп}}) / r = M_{\text{дв}} \cdot U_{\text{мп}} / r + P_{\text{мп}} , \quad (1.14)$$

де  $M_{\text{мп}}$  та  $P_{\text{мп}}$  – момент і сила тертя трансмісії, наведена до ведучих коліс відповідно.

Значення  $M_{\text{мп}}$  та  $P_{\text{мп}}$  – визначають експериментально або за формулою:

$$M_{\text{мп}} = (M_{\text{дв}} \cdot (1 - \eta_n) + P_{\text{хх}} \cdot r) \eta_n = P_{\text{мп}} \cdot r , \quad (1.15)$$

де  $\eta_n$  - коефіцієнт впливу навантаження;

$$\eta_n = 0,97^{\kappa} \cdot 0,98^l \cdot 0,99^m = 0,94 ,$$

де  $\kappa$ ,  $l$ ,  $m$  - відповідно кількість пар конічних шестерень, карданних шарнірів, що передають навантаження при гальмуванні двигуном.

$\eta_n = 0,94$  - середнє значення коефіцієнта впливу навантаження на трансмісію.

Знаючи окремі сили, можна визначити миттєве уповільнення автомобіля  $j_{\text{мд}}$  при даному значенні швидкості:

$$j_{mo} = \frac{P_{mo} + P_D + P_g}{G \cdot \delta_{ep}} \cdot g, \quad (1.16),$$

$$P_D = G \cdot \psi_D = G(f \cos \alpha + \sin \alpha),$$

де  $\alpha$  - кут подовжнього уклону дороги;

$G$  – фактична вага автомобіля, Н;

$f$  – коефіцієнт опору коченню.

$$P_g = W_g \cdot V_a^2 = K \cdot A \cdot V_a^2.$$

Таблиця 1.13 – Коефіцієнт опору коченню на різному покритті

Тип покриття	$f$
Асфальтобетонне	0,012...0,018
Гравійне	0,04...0,07
Ґрунтове	0,03..0,05
Пісок	0,1...0,3

Таблиця 1.14 – Лобова площа та коефіцієнт опору повітря

Автомобілі	$A, \text{м}^2$	$K, \text{Н} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^2$
Легкові	1,6...2,8	0,25...0,40
Вантажні	3,0...5,0	0,6...0,7
Автобуси	4,5...6,5	0,4...0,5

Задаючись кількома значеннями швидкості, обчислюють миттєві значення уповільнень та після визначення середнього уповільнення  $j_{cp}$  – у кожному інтервалі швидкості:

$$j_{cp} = 0,5(j_1 + j_2). \quad (1.17)$$

Швидкість час і шлях автомобіля розраховують так само, як і для руху автомобіля накатом, тобто. визначивши спочатку миттєві, а потім середні значення уповільнень і за формулами:

$$\Delta S = V_{cp} \cdot \Delta V_a / j_{cp} = (V_a^2 - V_n^2) / (2j_{cp}),$$

$$\Delta V_a = V_a - V_n \text{ м / сек},$$

$$\Delta t = \Delta V_a / j_{cp}.$$

Після цього будуються криві  $S = S(V_a)$  та  $t = t(V_a)$ , за якими визначають необхідні параметри.

Основні параметри руху автомобіля при гальмуванні двигуном можна визначити без відповідного математичного розрахунку, а за таблицею та номограмами.

### **1.3 Гальмування при постійному коефіцієнті зчеплення**

#### **1.3.1 Гальмування при невеликому опорі дороги**

Водій у ході ДТП гальмував до зупинки автомобіля, то початкову швидкість  $v_a$  можна досить точно визначити довжиною сліду ковзання (юз) на дорожньому покритті. Такий слід залишається при повному блокуванні коліс, які ковзають дорогою, не обертаючись. Якщо в результаті огляду місця ДТП зафіксовано різні довжини гальмівних слідів правих та лівих коліс автомобіля, то враховують велику довжину. За 1-2 години слід гальмування на асфальтобетонному покритті може стати коротшим на 20-30 см. На вологих покриттях сліди юза малопомітні, а на зледенілій дорозі можуть бути не видно зовсім.

Розглянемо випадок руху автомобіля по рівній, горизонтальній дорозі, в початковий момент водій автомобіля, що рухається з початковою швидкістю  $V_a$ , помічає небезпеку. Він приймає рішення про гальмування, включає зчеплення та переносить ногу на педаль гальма. Інтервал з моменту появи сигналу про небезпеку до початку дії на органи керування транспортним засобом – називають часом реакції водія  $t_1$ .

Це залежить від його статі, віку, кваліфікації, стану здоров'я, алкогольного чи наркотичного сп'яніння та інших факторів. Правильно застосувати значення часу  $t_1$ , диференційовано залежно від складності та ступеня, небезпеки дорожньо-транспортної пригоди (ДТП), що передувала пригоді. У нас в країні прийнято диференційовані значення часу реакції водія.

Час запізнення гальмівного приводу  $t_2$  залежить головним чином від типу приводу та його технічного стану. На час  $t_2$  не впливають дорожні умови, і навіть ступінь завантаженості автомобіля.

При експертних розрахунках час запізнення  $t_2$  гальмівного приводу приймають для транспортних засобів різних категорій за положенням.

Таблиця 1.15 – Категорії транспортних засобів

Тип транспортних засобів	Категорія
пасажирські з кількістю місць не більше 8	M <sub>1</sub>
те ж із числом місць понад 8 повною масою до 5 т	M <sub>2</sub>
те ж повною масою більше 5 т	M <sub>3</sub>
вантажні одиничні та автопоїзди повною масою не більше 3,5 т	N <sub>1</sub>
вантажні одиничні та автопоїзди повною масою 3,5-12 т	N <sub>2</sub>
вантажні одиничні та автопоїзди повною масою більш 12 т	N <sub>3</sub>

Час наростання уповільнення  $t_3$  залежить від типу гальмівного приводу, стану дорожнього полотна та маси автомобіля. Експериментально-розрахункові значення параметрів гальмування транспортних засобів у не завантаженому стані на асфальто- та цементобетонному покритті:

Таблиця 1.16 – Час наростання уповільнення

Категорія тр. засобів	Час $t_3$ , с, при $\phi_x$							
	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
M <sub>1</sub>	0,60	0,55	0,45	0,40	0,30	0,25	0,15	0,10
M <sub>2</sub> и M <sub>3</sub>	1,05	0,95	0,80	0,65	0,55	0,40	0,25	0,10
N <sub>1</sub> – N <sub>3</sub> (одиначні та автопоїзди)	1,15	1,05	0,90	0,75	0,60	0,45	0,30	0,15

Таблиця 1.17 – Уповільнення транспортних засобів

Категорія тр. засобів	Уповільнення $j$ , м/с <sup>2</sup> , при $\phi_x$							
	більше 0,6	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	
M <sub>1</sub>	5,2	5,20	4,90	3,90	2,90	2,00	1,00	
M <sub>2</sub> та M <sub>3</sub>	4,50	4,50	4,50					
N <sub>1</sub> – N <sub>3</sub> (одиначні та автопоїзди)	4,00	4,00	4,00					

Уповільнення транспортних засобів при повному використанні зчеплення всіма шинами автомобіля:

$$j = \phi_x \cdot g, \quad (1.18)$$

де  $\phi_x$  – коефіцієнт поздовжнього зчеплення шин із дорогою, який вибирають залежно від стану опорної поверхні.

В експертній практиці використовують значення  $j$ , отримані внаслідок масових випробувань автомобілів.

Таблиця 1.18 – Коефіцієнт зчеплення  $\phi_x$  на різній поверхні

Покриття	Стан поверхні	
	сухе	мокре
асфальтобетонне або цементобетонне	0.7-0.	0.35-0.45
щебеневе покриття	0.6-0.7	0.3-0.4
грунтова дорога	0.5-0.6	0.2-0.4
дорога вкрита укатаним снігом	–	0.2-0.3
зледеніла дорога	–	0.1-0.2

При експертних роботах, особливо у їхній початковій стадії, швидкість автомобіля перед гальмуванням зазвичай невідома і її визначають за довжиною сліду гальмування на дорожньому покритті – довжиною сліду юза шин. При відомій довжині сліду юза швидкість автомобіля на початку повного гальмування знаходимо:

$$V_{ю} = \sqrt{2 \cdot S_{ю} \cdot j}, \quad (1.19)$$

початкова швидкість автомобіля згідно з виразом:

$$V_a = 0.5 \cdot t_3 \cdot j + \sqrt{2 S_{ю} \cdot j}, \quad (1.20)$$

при експертному аналізі наїзду на пішохода часто необхідно визначити швидкість  $V_H$  автомобіля в момент удару.

Якщо переміщення автомобіля  $S_{III}$  після наїзду менше довжини сліду юза або дорівнює їй, то швидкість автомобіля в момент наїзду:

$$V_H = \sqrt{2 \cdot S_{III} \cdot j}. \quad (1.21)$$

Якщо ж шлях переміщення  $S_{ПН}$  більше шляху юзом  $S_{ю}$ , то необхідно визначити шлях автомобіля за час збільшення уповільнення:

$$S_3 = t_3 \sqrt{2S_{ю} \cdot j},$$

після цього порівнюють відстань  $S_{ПН}$  із сумарною відстанню ( $S_{ю} + S_3$ ). Якщо  $S_{ПН} > (S_{ю} + S_3)$ , то наїзд стався, коли автомобіль ще не був загальмований і його швидкість дорівнювала:

$$V_a = 0.5 \cdot t_3 \cdot j + \sqrt{2S_{ю} \cdot j}.$$

Якщо шлях менший від сумарної відстані ( $S_{ю} + S_3$ ), але разом з тим, більше довжини сліду юза ( $S_{ю} + S_3 > S_{ПН} > S_{ю}$ ), то наїзд стався в процесі наростання уповільнення, коли швидкість автомобіля вже зменшувалась, але ще не досягла  $V_{ю}$ :

$$V_H = V_a \cdot S_x^2 \cdot j / (2V_a^2 \cdot t_3),$$

$$\text{де } S_x = S_{ю} + S_3 - S_{ПН}.$$

Таблиця 1.19 – Час запізнення, уповільнення транспорту

Категорія транс. засобу з гальмівним приводом		Час $t_2$ , с на мокрому покритті	Час $t_3$ , с на покритті		Уповільнення $j$ , м/с <sup>2</sup> на покритті	
гідрравлічним	пневматичним		сухо-му	мокро-му	сухо-му	мокро-му
М <sub>1</sub>	-	0,2	0,4	0,3	6,7/6,4*	5,0
М <sub>2</sub>	-	0,2	0,5	0,4	6,0	4,5
М <sub>3</sub>	-	0,3	0,6	0,5	5,3	4,0
-	М <sub>3</sub>	0,3	0,6	0,5	5,0	4,0
Н <sub>1</sub>	-	0,3	0,4	0,3	5,6	4,5
Н <sub>2</sub>	-	0,3	0,6	0,4	5,9	4,0
-	Н <sub>2</sub>	0,3	0,6	0,4	5,7	4,0
-	Н <sub>3</sub> (одиначні)	0,3	0,6	0,4	6,1	4,0
	Н <sub>2</sub> (автопоїзди)	0,4	0,7	0,4	5,1	4,0

Таким чином, якщо в момент наїзду автомобіля на пішохода колеса були загальмовані, але ще не заблоковані та уповільнення не досягло максимуму, то розраховувати швидкість потрібно в такій послідовності:

- знайти значення  $V_a$  та  $S_3$ ;
- відповідно до матеріалів справи обчислити шлях автомобіля від початку уповільнення до моменту наїзду на пішохода за формулою (1.20);
- і за формулою (1.21) знайти швидкість  $V_n$ .

#### Контрольні запитання

1. Що необхідно для визначення найбільш ймовірного стану під час ДТП?
2. Що потрібно для зменшення розкиду параметрів експерименту?
3. Які параметри використовують для розрахунку руху автомобіля при його гальмуванні двигуном?
4. Що характеризують гальмівні характеристики?
5. Що називають часом реакції водія?

## Розрахунок руху пішохода при наїзді автомобіля

*Завдання:* виконати розрахунки руху пішохода при ДТП.

*Мета роботи:* ознайомитися з методами розрахунку безпечних швидкостей руху автомобіля.

### 2.1 Безпечні швидкості руху автомобіля

Для об'єктивного розслідування ДТП та встановлення можливості його запобігання необхідно оцінити поведінку всіх учасників події. Технічно безграмотно визначати допустиму швидкість автомобіля виходячи з дій пішохода, який є ініціатором створення небезпечної обстановки.

Відповідальність водія за наслідки наїзду на пішохода може бути встановлена лише в тому випадку, коли водій бачив, що пішохід рухався, нехтуючи власною безпекою, але своєчасно не вжив заходів до запобігання наїзду.

Перша безпечна швидкість автомобіля.

Існує так звана безпечна швидкість автомобіля  $V_6$ , тобто, мінімальна швидкість з якою, слідуючи водій може, своєчасно застосувавши екстрене гальмування, зупинити автомобіль біля лінії прямивання пішохода:

$$V_{o1} = -T \cdot j + \sqrt{T^2 \cdot j^2 + 2 \cdot S_{yo} \cdot j}, \quad (2.1)$$

де  $j$  – уповільнення автомобіля;

$$T = t_1 + t_2 + 0.5t_3;$$

$t_1$  – час реакції водія = 0,8с;

$t_2$  – час запізнення гальмівного приводу = 0,2...0,4 с;

$t_3$  – час наростання уповільнення.

$$S_o = T \cdot V_a + \frac{V_a^2}{2j}.$$

Якщо загальмований автомобіль не зупинився і швидкість його від  $V_a$  зменшилася до  $V_H$ , то ми маємо:

$$S_a = T \cdot V_a + (V_a^3 - V_H^2) / (2j),$$

$$t_a = T + (V_a - V_H) / j.$$

Друга безпечна швидкість автомобіля  $V_{62}$  – мінімальна швидкість, за якою автомобіль повністю пройде лінію прямування пішохода в момент, коли той підійде до його смуги руху:

$$V_{62} = (S_y + L_a) \cdot V_n / \Delta y, \quad (2.2)$$

де  $L_a$  - габаритна довжина автомобіля;

$\Delta y$  – відстань за цей же час пройде пішохід.

У цьому випадку для збереження безпеки має бути виконана умова:

$$V_a \geq V_{62}.$$

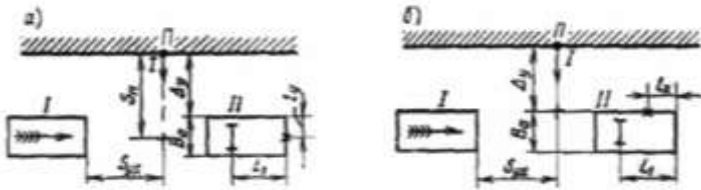


Рисунок 2.1 – Схема наїзду на пішохода

Третя безпечна швидкість автомобіля  $V_{63}$  – максимальна швидкість, рухаючись з якою автомобіль досягає лінії слідування пішохода до того моменту, коли пішохід вже піде з його смуги руху.

$$V_{63} = S_{y0} \cdot V_n / \Delta y + B_a, \quad (2.3)$$

де  $B_a$  – габаритна ширина автомобіля.

У цьому випадку умова безпеки:

$$V_a \leq V_{63}.$$

Четверта безпечна швидкість автомобіля  $V_{64}$  – максимальна швидкість, коли водій, своєчасно застосувавши екстрене гальмування, встигає пропустити пішохода.

$$V_4 = \frac{2S_{yy} + (t_n - T)^2 \cdot j}{2t_n} = \frac{V_3 + (t - T)^2 \cdot j}{2t_n}. \quad (2.4)$$

При  $t_n \leq T$  четверта безпечна швидкість дорівнює третій. Чим менш інтенсивно гальмує водій (тобто менше  $j$ ), тим менше має бути початкова швидкість ( $V_n$ ) автомобіля, щоб пропустити пішохода.

П'ята безпечна швидкість автомобіля  $V_{65}$  – швидкість, з якою водій, навіть застосувавши екстрене гальмування в момент виникнення небезпеки, встигає проїхати повз пішохода.

$$V_5 = \frac{2(S + L_a) + (t_n - T)^2 \cdot j}{2t_n} = V_2 + \frac{(t_n - T)^2 \cdot j}{2t_n}. \quad (2.5)$$

Розглядаючи безпечні швидкості автомобіля та дії водія, необхідно вказати, що, як правило, у пішохода набагато більше шансів побачити автомобіль, що наближається, ніж, у водія помітити пішохода, так як параметри зовнішньої інформативності автомобіля (розміри, шумність, сигналізація) у кілька разів вищі, чим у людини.

#### Контрольні запитання

1. В якому випадку відповідальність за наслідки наїзду на пішохода, лежить на водієві?
2. Що таке перша безпечна швидкість?
3. Яка швидкість забезпечує своєчасне застосування екстреного гальмування?
4. За якої швидкості водій встигає проїхати повз пішохода застосувавши екстрене гальмування?
5. Які параметри зовнішньої інформативності перешкоджають водієві вчасно побачити пішохода?

## **Методи розрахунку наїзду автомобіля на пішохода, велосипедиста, мотоцикліста**

*Завдання:* виконати розрахунки наїзду на пішохода, велосипедиста, мотоцикліста при ДТП.

*Мета роботи:* розглянути етапи наїзду на пішохода за різних умов руху автомобіля.

### **3.1 Етапи автотехнічної експертизи та аналізу ДТП**

Одним із етапів автотехнічної експертизи та аналізу ДТП є визначення взаємного розташування учасників події в момент виникнення небезпечної обстановки. Будь-яку ДТП можна розглядати як поодинокую реалізацію події, що відбувається під дією великої кількості факторів, у тому числі випадкових. Кожен наїзд на пішохода має свої специфічні особливості, характерні тільки для нього та відрізняють його від інших аналогічних подій.

В основу методики розрахунку покладено синхронність та взаємозв'язок руху пішохода транспортного засобу під час події.

Експерт, вивчаючи матеріали, надані у його розпорядження, та розробляючи модель ДТП, відбирає параметри, специфічні для цієї події. До них відносяться:

- положення місця наїзду на пішохода на дорозі та місця удару на автомобілі;
- довжина сліду юза;
- швидкість руху пішохода.

В першу чергу експерт спираючись на встановлені слідством обставини, він відновлює механізм події і, використовуючи свої спеціальні знання, визначає положення транспортних засобів та пішоходів у різні моменти часу встановлює чисельні значення параметрів, що з найбільшою ймовірністю характеризують дійсний процес ДТП.

У другу чергу аспект експертного дослідження полягає в тому, що експерт, ґрунтуючись на прийнятій моделі дійсного процесу ДТП, розглядає його ймовірні версії, які могли мати місце, якби змінилися деякі обставини справи. Вносячи відповідні зміни до моделі, експерт досліджує протікання нового механізму ДТП та визначає можливі наслідки.

Третій етап експертного дослідження ДТП – визначення моменту

виникнення небезпечної дорожньої обстановки – це означає – встановити момент, коли якийсь із елементів ДТС набув властивостей джерела небезпеки, і подальші зміни ситуації характеризуються таким ступенем аварійних наслідків, які вимагають вживання екстрених заходів для запобігання ДТП.

### 3.2 Наїзд на пішохода при необмеженій видимості та обзорності

Розглянемо метод експертного дослідження наїздів різного виду, прийнявши при цьому наступний порядок.

Спочатку опишемо аналіз наїзду під час руху автомобіля з постійною швидкістю, розглядаємо найбільш докладно, при нанесеному пішоходу ударом передньої частини автомобіля. Водій перед наїздом не гальмував, то після зупинки автомобіль може займати на проїжджій частині будь-яке положення.

З матеріалів справи, представлених експерту, вибираємо значення наступних параметрів:

– шляхи пішохода з моменту виникнення небезпечної обстановки до наїзду  $S_{п}$ ;

– швидкість  $V_a$  автомобіля та пішохода  $V_{п}$ ;

– відстань  $l_y$ , пройденого пішоходом на смузі руху автомобіля.

Для дослідження ДТП експерту необхідні такі значення параметрів:

- уповільнення автомобіля  $j$ ;
- значення часу  $t_1, t_2, t_3$ ;
- габаритні розміри автомобіля.

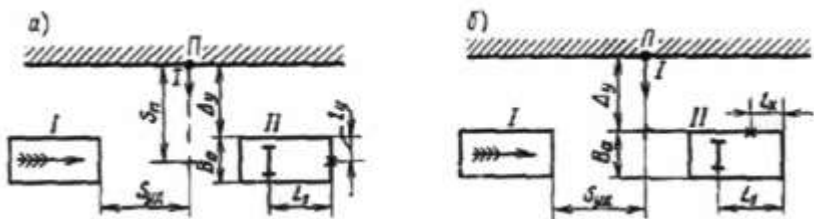


Рисунок 3.1 – Схема наїзду на пішохода при необмеженій видимості та оглядовості

Приблизна послідовність розрахунку:

1. Визначають віддалення автомобіля від місця наїзду:

$$S_{y0} = V_A \cdot S_{II} / V_{II}. \quad (3.1)$$

2. Довжину зупинного шляху автомобіля:

$$S_0 = T \cdot V_A + V_A^2 / 2j, \quad (3.2)$$

де  $T = t_1 + t_2 + 0,5 \cdot t_3$ ;

або  $S_0 = T_1 \cdot V_a + S_{yo}$ .

3. Умови зупинки автомобіля до лінії проходження пішохода при своєчасному гальмуванні:

$$S_0 < S_{y0}$$

Якщо результат розрахунків виявиться, що  $S_0 < S_{y0}$ , то дослідження у цьому напрямі закінчується.

Якщо ж  $S_0 \geq S_{y0}$ , то розрахунки можна продовжити так;

4. Відстань, на яку перемістився б загальмований автомобіль після перетину лінії проходження пішохода (якби водій діяв технічно правильно і своєчасно загальмував):

$$S_{II}' = S_0 - S_{y0},$$

де  $S_{II}'$  - переміщення автомобіля після наїзду.

5. Час руху автомобіля в момент перетину ним лінії прямування при своєчасному гальмуванні:

$$V_H = \sqrt{2S_{II}' \cdot j}. \quad (3.3)$$

6. Час руху автомобіля з моменту виникнення небезпечної обстановки до перетину лінії прямування пішохода за умови своєчасного гальмування:

$$t = T + (V_a - V_H) / j. \quad (3.4)$$

7. Переміщення пішохода  $t_{он}'$ :

$$s_{II}' = v_b \cdot t_{он}'. \quad (3.5)$$

8. Умова безпечного переходу смуги руху автомобіля пішоходом:

$$S_{II}' > (\Delta y + B_a) + \Delta \delta, \quad (3.6)$$

де  $\Delta \delta$  - безпечний інтервал, що обчислюється за формулою:

$$\Delta \delta = 0,005 \cdot L_a \cdot V_a.$$

Перед експертом ставлять питання: «Чи мав водій технічну можливість у цій дорожній обстановці розпочати гальмування?». Для відповіді на це питання визначають час руху пішохода в полі зору водія та порівнюють його з часом  $T$ , необхідним для початку повного гальмування автомобіля.

Якщо в результаті розрахунків буде встановлено, що час руху пішохода  $t_{II} \leq T$ , то можна дійти висновку, що водій не мав у своєму розпорядженні технічних засобів застосування яких дозволило б йому запобігти наїзду на пішохода. Навіть при своєчасному гальмуванні водію при  $t_{II} \leq T$  не вдалося б уникнути наїзду через малий час, яким він мав у своєму розпорядженні.

При  $t_{II} \geq T$  можна зробити висновок про те, що водій не використав всіх наявних у нього засобів для запобігання ДТП, тобто діяв неправильно з технічного погляду.

Відповідаючи на поставлене вище питання, експерт проводить такі розрахунки:

Час руху пішохода у полі зору водія:

$$t_{ВП} = t_{II} = S_{II} / V_{II} = (\Delta y + l_y) / V_{II}. \quad (3.7)$$

Умова неможливості початку гальмування:

$$t_{II} \leq T. \quad (3.8)$$

Якщо ця умова виконана, подальші розрахунки не потрібні.

#### **Удар пішохода бічною поверхнею автомобіля.**

При наїздах з ударом, нанесеним бічною поверхнею автомобіля, віддалення автомобіля та час руху пішохода у полі зору водія не збігаються з переміщенням та часом руху автомобіля до наїзду. Після того, як автомобіль досяг лінії прямування пішохода, водій практично позбавлений

можливості спостерігати за діями останнього та реагувати на них. При такому наїзді віддалення автомобіля  $S_{уд}$  завжди менше його переміщення  $S_{дн}$  за час  $t_{п}$ .

Віддалення автомобіля:

$$S_{уд} = S_{дн} - L_x = S_{п} \cdot V_a / V_{п} - L_x . \quad (3.9)$$

Час руху пішохода у полі зору водія:

$$T_{он} = S_{п} / V_{п} - L_x / V_a = S_y / V_a . \quad (3.10)$$

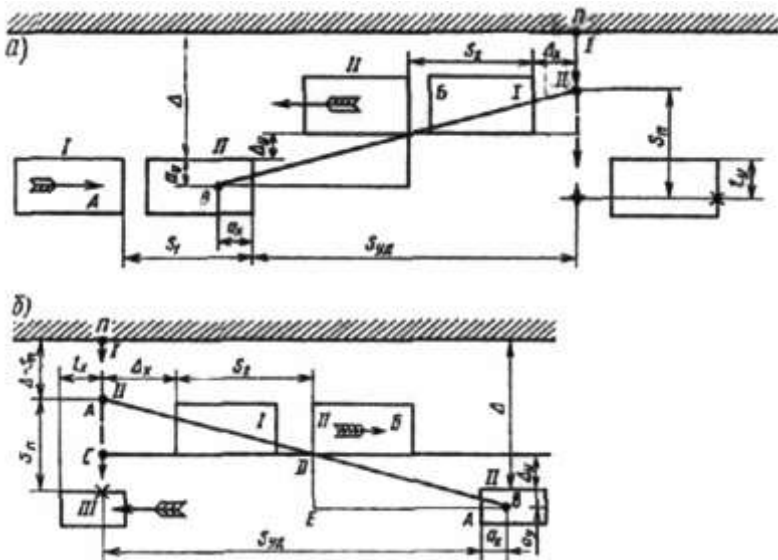


Рисунок 3.2 – Схема при наїздах з ударом, завданім бічною поверхнею автомобіля

При невеликих значеннях  $L_x$  різниця між часом руху пішохода до наїзду  $t_{п}$  і часом  $t_{вп}$  невелика, але за деяких обставин вона може бути суттєвою.

Умови, що визначають можливість зупинки автомобіля до лінії проходження пішохода та безпечної смуги руху автомобіля, залишаються тими ж, що і при ударі нанесеному передньою частиною автомобіля:

$$S_0 < S_{yo},$$

$$S'_n > (\Delta y + B_a) + \Delta \delta,$$

де  $\Delta \delta$  - безпечний інтервал.

$$\Delta \delta = 0.005 \cdot L_a \cdot V_a.$$

Якщо удар пішоходу був нанесений детально в зоні заднього моста автомобіля, а тим більше напівпричепи та розмір  $l_x$  досить великий, то розрахунки можуть показати, що пішохід почав рух, вже перебуваючи поза полем зору водія.

При аналізі ДТП автомобіль подумки відводять від місця наїзду назад на відстані, що дорівнює зупиночному шляху, після чого визначають положення пішохода.

Орієнтовний порядок розрахунку при такому способі аналізу ДТП наступний:

1 Зупинний шлях автомобіля розраховують за формулою:

$$S_0 = TV_a + V_a^2 / 2j,$$

або

$$S_0 = T_1 V_a + S_{yo} = (t_1 + t_2 + t_3) \cdot V_a + S_{yo}.$$

2 Час руху автомобіля на дорозі  $S_0$  в процесі ДТП, тобто з постійною швидкістю:

$$t'_a = S_0 / V_a.$$

3 Шлях пішохода за час  $t'_a$ :

$$S'_n = t'_a \cdot V_n.$$

4 Умови зупинки автомобіля до лінії прямування пішохода:

$$S'_n < S_n.$$

Якщо остання нерівність дотримується, то в той момент, коли автомобіль знаходився від місця наїзду на відстані, що дорівнює зупиночному шляху, пішохід уже перетнув кордон проїжджої частини і знаходився в небезпечній зоні.

Отже, коли пішохід був на межі небезпечної зони, відстань, що відокремлювала автомобіль від місця наїзду, була більшою за зупинку і водій шляхом екстреного гальмування міг уникнути наїзду на пішохода.

При  $S_n' > S_n$  у нього не було такої можливості.

### 3.3 Наїзд при уповільненому русі автомобіля

Подібний наїзд може бути наслідком неправильних дій, як пішохода, так і водія.

Наприклад, пішохід, що стояв на краю проїжджої частини або поблизу її (осьової лінії), раптово починає рух (бігти) через дорогу на близькій відстані перед автомобілем, і водій, хоч і застосовують екстрене гальмування, і може запобігти наїзду. Непоодинокі випадки, коли водій відволікається, перестає на якийсь час стежити за оточенням і виявляють небезпеку лише в останній момент. Іноді водій помічає пішохода на проїжджій частині, але сподівається «проскочити» повз нього, не зачепивши або розраховує, що пішохід сам вживе необхідних запобіжних заходів і зупиниться або позадкує назад. В результаті, застосувавши гальмування із запізненням, водій уже не може ні зупинити автомобіль на безпечній дистанції, ні пропустити пішохода, і ДТП стає неминучим.

Вихідними даними для експертного дослідження даного різновиду, експерт повинен знати переміщення автомобіля  $S_{nn}$  у загальмованому стані після наїзду на пішохода та повну довжину гальмівного сліду  $S_{ю}$ .

Порядок експертного дослідження:

визначають швидкості  $V_a$  та  $V_H$  потім знаходять віддалення автомобіля від місця наїзду:

$$S_y = (T + t_{зап}) \cdot V_a + (V_a^2 - V_H^2) / 2j ,$$

де  $t_{зап}$  – час запізнення, прострочений водієм із прийняттям заходів безпеки. При своєчасному гальмуванні  $t_{зап} = 0$ .

Разом з тим:

$$T + t + (V_a - V_H) / j = S_n / V_n .$$

Отже:

$$S_y = S_n \cdot V_a / V_n - (V_a - V_H) / j + (V_a^2 - V_H^2) / 2j .$$

Звідки шукане віддалення автомобіля від місця наїзду:

$$S_{y0} = S_n \cdot \frac{V_a}{V_n} - (V_a - V_n)^2 / (2j). \quad (3.11)$$

Виразивши значення швидкостей  $V_a$  та  $V_n$  через відповідні відстані  $S_{ю}$  та  $S_{nn}$  можна написати:

$$S_{y0} = \frac{S_n V_a}{V_n} - \frac{(0.5t_3 j + \sqrt{2S_{ю} j} - \sqrt{2S_{nn} j})^2}{2j},$$

або при  $(0,5t_3 j)=0$

$$S_{y0} = S_n \cdot \frac{V_a}{V_n} - (\sqrt{S_{ю}} - \sqrt{S_{nn}})^2. \quad (3.12)$$

Отримане віддалення порівнюють із зупинним шляхом. При  $S_o \leq S_{y0}$  – висновок про наявність у водія технічної можливості зупинитися до лінії проходження пішохода при своєчасному реагуванні на нього. При  $S_o \geq S_{y0}$  – можна дати значення протилежного характеру.

Експерт повинен також вміти відповісти на питання, чи своєчасно водій застосував гальмування, та аналізувати варіант, коли водій, побачивши пішохода, не загальмував би, а продовжував рух з колишньою швидкістю.

Розглянемо варіанти даного ДТП.

Визначимо у водія технічної можливості уникнути наїзду на пішохода. Послідовність розрахунку:

Переміщення автомобіля у загальмованому стані після наїзду на пішохода:

$$S_{пнт} = S_{ю} + L.$$

Швидкість автомобіля у момент наїзду:

$$V_H = \sqrt{2S_{пнт} \cdot j}.$$

Швидкість автомобіля в момент, що передувал гальмування:

$$V_a = 0.5 \cdot t_3 \cdot j + \sqrt{2S_{ю} \cdot j}.$$



Якщо ж переміщення автомобіля  $S_{yo} \leq S_0$ , запобігти наїзду на пішохода шляхом зупинки було неможливо навіть при своєчасному гальмуванні.

Перевіряючи, чи була у водія можливість пропустити пішохода, то розрахунок продовжуємо наступним чином.

Переміщення автомобіля після перетину лінії прямування пішохода при своєчасному гальмуванні:

$$S'_{PH} = (S_0 - S_{yo}),$$

Швидкість автомобіля в момент перетину ним лінії прямування пішохода:

$$V_H' = \sqrt{2S'_{PH} \cdot j}.$$

Час руху автомобіля до лінії прямування пішохода:

$$t'_{он} = T + (V_a - V_H') / j.$$

Шлях пішохода за час  $t'_{дн}$  за тих же умов:

$$S'_П = V_П \cdot t'_{он}.$$

Умови безпечного переходу пішоходом смуги руху автомобіля:

$$S'_П > (\Delta y + B_a + \Delta b).$$

Дотримання цієї умови вказує на те, що водій мав технічну можливість уникнути наїзду на пішохода. Якби водій не запізнився з початком гальмування, то пішохід встиг би піти з небезпечної зони на той момент, коли автомобіль, рухаючись у загальмованому стані, наблизився до лінії прямування пішохода..

### **3.4 Наїзд на пішохода при обзорності, обмеженій нерухомою перешкодою**

Момент появи пішохода через перешкоду та відповідне положення автомобіля на дорозі обчислюють виходячи з двох умов ДТП:



Таблиця 3.1-Координати місця водія

Автомобілі	Відстань, м		
	$a_x$	$a_{y1}^*$	$a_{y2}^{**}$
Легковий №1	1,45	0,35	1,05
Легковий №2	1,8	0,5	1,1
Легковий №3	2,2	0,5	1,32
Автобус №1	1,1	0,5	2,0
Вантажний №1	2,4	0,6	1,9
Вантажний №2	1,0	0,6	1,9

Виключивши з виразів (3.13) та (3.14) показник  $S_n$ , отримуємо рівняння з одним невідомим ( $S_{y0}$ ):

$$(S_{y0} + a_x - \Delta x) \cdot (S_{y0} \cdot V_n / V_n - \Delta y - l_y) = (\Delta y + a_y) \Delta x. \quad (3.15)$$

При  $S_{y0} \leq S_0$  перевіряють наявність у водія можливості пропустити пішохода шляхом своєчасного гальмування. Оскільки в момент зіткнення небезпечної обстановки ототожнюються з моментом можливого виявлення пішохода водієм, потрібно враховувати не тільки відстані  $(\Delta y + l_y)$ , пройдена пішоходом у зоні обмеженої обзорності, а весь шлях  $S_n$ , який трохи більше.

Умови безпечного переходу при ударі, завданому торцевій поверхні автомобіля, повинні бути записані:

$$S_n' = V_n \cdot t_{\text{дн}}' > (S_n + B_a - l_y),$$

де  $S_n'$  - переміщення пішохода за умови гальмування, здійсненого водієм у той момент, коли він мав можливість помітити пішохода.

Переходимо до аналізу наїзду на пішохода при уповільненому русі автомобіля. Експертні розрахунки щодо таких наїздів більш трудомісткі і складні проти розрахунками, проведеними раніше. Однак з методичної точки зору великих відмінностей від варіантів розглянутих вище немає. Спочатку визначають параметри руху автомобіля. Потім, виходячи з умов обзорності, знаходять віддалення автомобіля в момент появи пішохода в полі зору водія.

Геометрична умова обзорності залишається тою самою, що і при наїзді

з постійною швидкістю:

$$(S_{y0} + a_x - \Delta x) / (\Delta y + a_y) = \Delta x / (S_n - \Delta y - l_y).$$

Визначили з вираження переміщення пішохода:

$$S_n = \Delta x(\Delta y + a_y) / (S_{y0} + a_x - \Delta x) + \Delta y + l_y.$$

Разом з тим, згідно з формулою:

$$S_n = V_n / V_a (S_y + (V_a - V_H)^2 / (2j)).$$

Прирівнявши праві частини цих виразів, отримуємо одне рівняння. Вирішуючи його, знаходимо віддалення автомобіля від місця наїзду  $S_{уд}$ .

Приблизна послідовність розрахунків.

Швидкість автомобіля перед гальмуванням:

$$V_a = 0.5t_3 \cdot j + \sqrt{2S_{ю} \cdot j}.$$

Швидкість автомобіля у момент наїзду на пішохода:

$$V_H = \sqrt{2S_{nn} \cdot j}.$$

де  $S_{nn}$  – переміщення автомобіля після наїзду.

Обчислюють відстань видимості пішохода.

Визначають можливість зупинки автомобіля до лінії проходження пішохода при своєчасному вжитті заходів водієм та можливість безпечного переходу смуги руху автомобіля пішоходом.

Наприкінці з'ясовують, чи водій не міг забезпечити безпеку без застосування гальмування..

Для безперешкодного проїзду повз пішохода з постійною швидкістю  $V_a$  необхідно виконання умови:

$$(S_n - L_y - \Delta\delta) / V_n > (S_{y0} + L_a) / V_a.$$

Можливе таке поєднання вихідних даних, у якому час  $t_n$  отримане розрахунком, виявляється менше часу руху пішохода в умовах повної

видимості. Відстань видимості при цьому може виявитися рівним нулю або навіть негативним.

Такий результат означає, що при заданих вихідних параметрах об'єкт, що знаходився осторонь автомобіля, що скоїв наїзд, не обмежував обзорності і його не можна вважати перешкодою, що заважала водію своєчасно помітити пішохода. Тому всі експертні розрахунки слід проводити за методикою аналізу наїзду, скоєного за необмежених обзорності та видимості.

Наїзд на пішохода при обзорності, обмеженій перешкодою, що рухається.

Розрахунковий аналіз наїзду на пішохода, що з'явився через автомобіль, що рухається, проводиться в тій же послідовності, що і аналіз ДТП, розглянутий вище. Однак необхідно враховувати транспортні засоби, що рухаються, та обмежують обзорність, вимагають додаткових відомостей про їх швидкість і розташування на проїжджій частині.

З подоби трикутників обзорності отримуємо:

$$(S_{y0} + a_x - \Delta_x - S_2) \cdot (S_n - \Delta_y - l_y) = (\Delta_x + S_2)(\Delta_y + a_y). \quad (3.16)$$

Як пішохід, так і автомобілі рухалися рівномірно, тому дійсні наступні співвідношення:

$$S_n = \frac{V_n \cdot S_{y0}}{V_1}, \quad (3.17)$$

$$S_2 = (\Delta + l_y - S_n) \cdot \frac{V_2}{V_n} = (\Delta + l_y) \cdot \frac{V_2}{V_n} - S_{y0} \cdot \frac{V_2}{V_1}, \quad (3.18)$$

де  $\Delta$  – відстань від границі проїжджої частини до смуги руху автомобіля А.

Підставивши значення  $S_n$  та  $S_2$  в формулу (3.16) отримуємо:

$$\frac{S_{y0} \left( 1 + \frac{V_2}{V_1} \right) - (\Delta + l_y) \cdot \frac{V_2}{V_n} + a_x - \Delta_x}{\Delta_y + a_y} = \frac{\Delta_x + (\Delta + l_y) \cdot \frac{V_1 - S_{y0}}{V_n} \cdot \frac{V_2}{V_1}}{S_{y0} \cdot \frac{V_n}{V_1} - \Delta_y - l_y}. \quad (3.19)$$

Розв'язання рівняння (3.19) дає відстань  $S_{yd}$ , після чого дослідження імовірних версій не повинно складати труднощів.

Схема (б) дана для аналогічного випадку при ударі, нанесеному пішоходу боковою стороною автомобіля.

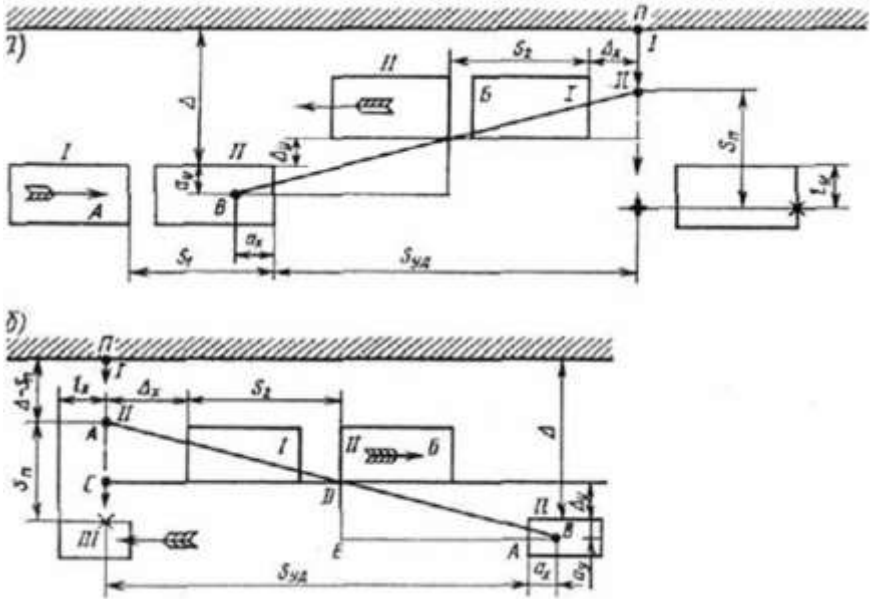


Рисунок 3.5 – Схема наїзду при обзорності, що обмежена зустрічним транспортним засобом:  
 а – варіант А-III-2; б – варіант А-III-4

Рівняння для розрахунку відстані видимості пішохода:

$$\frac{S_{y0} \left( 1 + \frac{V_2}{V_1} \right) + a_x - \Delta_x + V_2 \left( \frac{l_x}{V_1} - \frac{\Delta}{V_n} \right)}{\Delta_y + a_y} = \frac{\Delta_x + V_2 \left( \frac{\Delta}{V_n} - \frac{(S_{y0} + l_x)}{V_1} \right)}{(S_y + l_x) \cdot \frac{V_n}{V_1} - \Delta_y}$$

Розглянемо експертизу наїзду під час обгону, в процесі якого пішохода вдарила передня частина автомобіля.

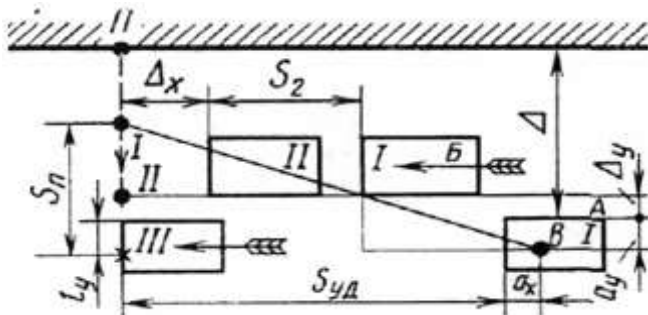


Рисунок 3.6 – Схема наїзду на пішохода під час обгону, удар передньої частиною автомобіля

$$\frac{S_{y0} \left( 1 - \frac{V_2}{V_1} \right) + a_x - \Delta_x + (\Delta_y + l_y) \cdot \frac{V_2}{V_1}}{\Delta_y + l_y} = \frac{S_{y0} \cdot \frac{V_2}{V_1} + \Delta_x - (\Delta_y + l_y) \cdot \frac{V_2}{V_1}}{S_{y0} \cdot \frac{V_n}{V_1} - \Delta_y - l_y} \quad (3.20)$$

Відстань  $\Delta_x$  між пішоходом та автомобілем Б не можна призначати довільно, тому що від нього більшою мірою залежить значення  $S_{уд}$ . Розмір  $\Delta_x$  має бути встановлений слідчим шляхом з максимальною точністю, оскільки навіть невеликі зміни  $\Delta_x$  (на 1-2 м) можуть призвести до зміни  $S_{уд}$  у 2-3 рази, що позначиться на висновках експерта.

Наїзд при обгоні, під час якого удар пішоходу нанесений боковою поверхнею автомобіля.

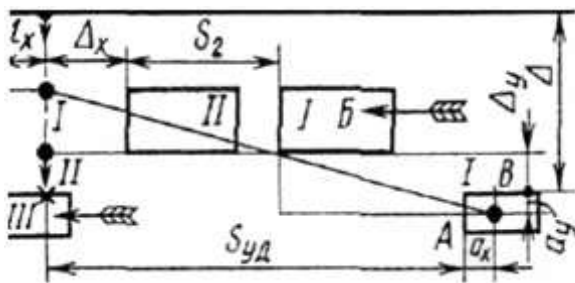


Рисунок 3.7 – Схема наїзду на пішохода під час обгону, удар боковою поверхнею автомобіля

$$\frac{S_{y\partial} \left( 1 - \frac{V_2}{V_1} \right) + a_x - \Delta_x + \left( \frac{\Delta_y}{V_n} - \frac{L_x}{V_1} \right) \cdot V_2}{\Delta_y + a_y} = \frac{\Delta_x + (S_{y\partial} + L_x) \cdot \frac{V_2}{V_1} - \Delta_\Delta \cdot \frac{V_2}{V_n}}{(S_{y\partial} + L_x) \cdot \frac{V_n}{V_1} - \Delta_y} \quad (3.21)$$

Таблиця 3.2 – Найзд на велосипедиста та мотоцикліста

Габаритні розміри та компонування велосипедів	
Довжина $L_B$ , м	1,5-1,9
Ширина $B_B$ , м	0,6-0,8
Висота (з велосипедистом) $H_B$ , м	1,0-1,2
База $L$ , м	1,0-1,4
Відстань від центру тяжкості до передньої осі (з велосипедистом) $a_B$ , м	0,6-0,7
Висота центру тяжіння $h_B$ , м	0,5-0,8
Власна маса велосипеда $m_B$ , кг	10,0-18,0
Повна маса велосипеда $M_B$ , кг	60-90

Зупинковий шлях для велосипеда з гальмом на задньому колесі:

$$S_0 = V_B \cdot T + V_B^2 \cdot (L + \phi_x \cdot h_B) \cdot K_3 \cdot \frac{\delta_{BP}}{2qa_B \cdot \phi_x},$$

де  $V_B$ - швидкість велосипеда.

Зупинковий час:

$$t_0 = T + V_B \cdot (L + \phi_x \cdot b_B) \cdot K_3 \cdot \frac{\delta_{BP}}{q \cdot a_B \cdot \phi_x}.$$

Зупинковий шлях для велосипеда з гальмом на передньому колесі:

$$S_0 = V_B \cdot T + V_B^2 \cdot (L - \phi_x \cdot h_B) \cdot K_3 \cdot \frac{\delta_{BP}}{2 \cdot q \cdot b_B \cdot \phi_x}.$$

Зупинковий час:

$$t_0 = T + V_B \cdot (L - \phi_{xx} \cdot h_B) \cdot K_3 \cdot \frac{\delta_{bBP}}{q \cdot b_B \cdot \phi_x}.$$

Час реакцій водія приймають рівним часу реакції водія автомобіля або мотоцикла.

Час спрацювання гальмівного приводу велосипеда  $t_2=0,2\text{с}$

Коефіцієнт ефективного гальмування:

$$K_3 = 1,1 \pm 1,2.$$

Коефіцієнт обліку обертових мас для велосипеда  $\delta_{BP} \approx 1,05$

Час наростання уповільнення  $t_3=0,2\text{с}$

При аналізі наїзду автомобіля на велосипедиста (мотоцикліста) зазвичай враховують лише габаритну довжину велосипеда, нехтуючи його шириною.

Момент виникнення небезпечної обстановки визначають за тими самими ознаками, що у випадках наїзду автомобіля на пішохода.

Дослідження поперечного наїзду автомобіля на велосипедиста проводиться у тій самій послідовності, що й дослідження наїзду на пішохода.

Можливість запобігти зустрічному чи попутному зіткненню автомобіля з мотоциклом (велосипедом) досліджують у тій же послідовності, що й наїзд на пішохода.

Уникнути зіткнення можна лише шляхом зупинки як автомобіля, так і велосипеда (мотоцикла).

#### Контрольні запитання

1. Які параметри відбирає експерт розробляючи модель ДТП?
2. Скільки етапів автотехнічної експертизи. Коротко описати?
3. За яких умов водій мав можливість запобігти наїзду на пішохода, а при яких не використав всіх наявних у нього засобів, при обмеженій видимості?
4. Коли водій має можливість уникнути наїзду бічною поверхнею автомобіля?
5. Які умови передують наїзду при уповільненому русі автомобіля?

**Методика аналізу наїзду на нерухому перешкоду та зіткнення автомобілів**

*Завдання:* виконати аналіз наїзду на нерухому перешкоду та зіткнення автомобілів

*Мета роботи:* ознайомлення з основними положенням теорії удару, та зіткнення автомобілів

**4.1 Основні положення теорії удару**

Події, пов'язані з зіткненням автомобілів та їх наїздом на нерухому перешкоду, мають багато спільного. У процесі зіткнення пасажирки та водії зазнають впливу ударних навантажень, що діють протягом короткого проміжку часу, але дуже значних.

Процес удару прийнято розділяти на дві фази.

Перша фаза - від моменту зіткнення тіл до моменту їхнього найбільшого зближення. 0,5-0,10с).

Друга фаза - від кінця першої фази до моменту роз'єднання тіл (тривалість 0,02-0,04с).

Таблиця 4.1 – Характеристики наїзду на нерухому перешкоду автомобілів

Автомобілі	Перша фаза			Друга фаза		
	$K1$	$\mu_1$	$\tau_1$	$K2$	$\mu_2$	$\tau_2$
Легковий №1, 2, 3, 4, 5	575000	8900	0,080	929000	31600	0,08
Легковий №6, 7, 8	316000	12400	-	1050000	26800	
Легковий №9	800000	4200	0,063	1143000	22700	0,09
Легковий №10, 11	464000	14400	-	622000	9500	
Легковий №11, 12	524000	22200	0,073	1042070	11800	0,078
Легковий №12, 13, 14	218000	5100	0,077	1066945	21300	0,01

Таблиця 4.3 – Коефіцієнт  $K_{уд}$  відновлення

Алюміній об алюміній	0,23	Сталь о сталь	0,70
Бронза о бронзу	0,40	Полістирол о сталь	0,95
Чавун о чавун	0,60		

Таблиця 4.2 – Ударні характеристики автомобілів при наїзді на нерухому перешкоду

Автомобілі	Поч. швидкість, м/с	Коеф. пружності $K_{упр}$	Коефіцієнт відновлення $K_{уд}$	Упов. при відкаті $j$ , м/с	Число випробуваних автомобілів
Легковий №1	14,9	1,21-1,24	0,117-0,132	5,10-6,50	2
Легковий №2	14,0-14,3	1,16-1,32	0,086-0,132	2,90-6,32	3
Легковий №3	13,9	1,20	0,090	2,44	1
Легковий №4	13,9	1,29	0,101	3,50	1
Легковий №5	14,0-14,2	1,25-1,32	0,086-0,102	5,10-8,50	2
Легковий №6	14,0	1,15	0,099	4,76	1
Легковий №7	14,1	14,1	0,099-0,106	3,80-6,25	2
Легковий №8	13,3	1,22	0,120	5,12	1
Легковий №9	13,9	1,23	0,113	4,76	1
Легковий №10	14,0	1,13-1,15	0,104-0,130	4,26	1
Легковий №11	14,1-14,3	1,19-1,21	0,090-0,092	4,97-7,04	2
Легковий №12	13,9	1,26-1,32	0,129	5,16	1
Легковий №13	13,5	1,30	0,134	5,30	1
Легковий №14	13,9-14,4	1,17-1,37	0,090-0,115	4,50-6,40	4
Легковий №15	13,9	1,45-1,60	0,110-0,136	5,23-5,84	2
Легковий №16	13,9-14,3	1,17-1,22	0,102-0,146	2,50-5,70	2
Легковий №17	13,8-14,4	1,1-1,31	0,110-0,143	1,60-7,30	2
Легковий №18	13,4	1,32	0,164	2,00	1
Легковий №19	11,8	1,22	0,118	4,90	1
Автобус №1	11,8	1,05	0,170	10,50	1

#### 4.2 Приблизна послідовність розрахунку деформацій:

1. Залишкова деформація передньої частини автомобіля:

$$\Delta_3 = L - L_a^1. \quad (4.1)$$

2. Повна деформація передньої частини:

$$\Delta_1 = \Delta_3 \cdot K_{\text{ymp}} . \quad (4.2)$$

3. Пружна деформація передньої частини:

$$\Delta_2 = \Delta_1 - \Delta_3 = \Delta_3 \cdot (1 - K_{\text{ymp}}) . \quad (4.3)$$

4. Швидкість автомобіля у момент його відокремлення від перешкоди:

$$X = \Delta_2 (n_2^2 + w_2^2) \cdot e^{-n_2 t} \cdot \sin \frac{(\omega_2 \cdot t)}{\omega^2} . \quad (4.4)$$

5. Початкова швидкість автомобіля, якщо водій перед наїздом не гальмував:

$$V_a = \frac{V_a^1}{K_{\text{yd}}} . \quad (4.5)$$

Якщо водій застосував гальмування та на покритті залишені сліди завдовжки  $S_{10}$ , то:

$$V_a = \sqrt{2 \cdot S_{10} \cdot j + \left( \frac{V_a^1}{K_{\text{yd}}} \right)^2} . \quad (4.6)$$

При відомій довжині шляху відкату  $S_{\text{пн}}$  розрахунок складе.

Швидкість автомобіля у момент його відокремлення від перешкоди:

$$V_a^1 = \sqrt{2 \cdot S_{\text{пн}} \cdot j_{\text{om}}} . \quad (4.7)$$

Початкова швидкість автомобіля при наїзді:

- без гальмування;

$$V_a = \frac{V_a^1}{K_{\text{yd}}} , \quad (4.8)$$

- при наїзді з гальмуванням;

$$V_a = \sqrt{2S_{ю} \cdot j_{om}} + \left( \frac{V_a^1}{K_{y\partial}} \right)^2. \quad (4.9)$$

### 4.3 Зіткнення автомобілів

Для відновлення механізму ДТП, пов'язаного із зіткненням автомобілів, необхідно визначити; місце зіткнення, взаємне накладення автомобілів у момент удару та розташування їх на дорозі, швидкості автомобілів перед ударом.

Положення місця розташування автомобілів на проїжджій частині визначають, виходячи зі свідчень учасників та очевидців ДТП. Однак показання свідків, як правило, неточні, що пояснюється наступними причинами: стресовий стан учасників ДТП; короткочасністю процесу зіткнення; відсутністю в зоні ДТП нерухомих предметів за якими водії та пасажери можуть зафіксувати у пам'яті місце зіткнення; мимовільним чи умисним спотворенням обставин справи свідками.

Для визначення місця зіткнення треба досліджувати всі об'єктивні дані, що стали результатом події. Такими даними, що дозволяють експерту визначити розташовані місця зіткнення на проїжджій частині, можуть бути:

- відомості про сліди залишених транспортним засобом в зоні зіткнення (сліди кочення, ковзання шин по дорозі, подряпини, вибоїни від деталей транспортних засобів); транспортних засобів, що обсипалися з нижньої частини при зіткненнях;

- інформація про сліди, залишені на проїжджій частині предметами, відкинутими в результаті удару (у такому ж випадку і тілом пішохода), вантажем, що звалився, і деталями, що відокремилися від транспортних засобів;

- характеристика ушкодження, отриманих транспортними засобами у процесі зіткнення;

- розташування транспортних засобів на проїжджій частині після ДТП.

З перерахованих вихідних даних найбільшу інформацію для експерта дають сліди шин на дорозі, вони характеризують дійсне становище транспортних засобів на проїжджій частині та їхнє переміщення у процесі ДТП.

Місце зіткнення та положення транспортних засобів у момент удару іноді можна визначити по зміні характеру слідів шин. Так, при позацентровому зустрічному та поперечному зіткненнях сліди шин у місці

зіткнення зміщується у поперечному зіткненні у бік руху автомобіля.

При зустрічному зіткненні сліди газу можуть перерватися або стати менш помітними. Якщо ударні навантаження, що діють на загальмоване колесо, спрямовані зверху донизу, воно може на мить розблокуватися, оскільки сила зчеплення перевищить гальмівну силу.

Якщо ударне навантаження спрямоване знизу вгору, то колесо може відірватися від дороги. Іноді, навпаки, колесо в момент удару заклинюється деформованими деталями автомобіля і, переставши обертатися, залишає на дорозі слід шин, зазвичай невеликий.

Деталі кузова, ходової частини та трансмісії автомобіля, що зруйнувалися від удару, можуть залишити на покритті сліди у вигляді вибоїн, борозен чи подряпин. Початок цих слідів розташовано, зазвичай, неподалік місця зіткнення. Подряпини та борозни на покритті починаються з мало помітного сліду, потім глибина його збільшується. Досягши максимальної глибини, слід різко обривається. На асфальтобетонному покритті в кінці вм'ятини утворюється горбок внаслідок пластичної деформації маси. На деталях машини, що пошкодила покриття, залишаються частинки маси. Ідентифікація цих частинок дозволяє уточнити деталь, що стикається з покриттям.

Дуже часто при зіткненні автомобілів розбиваються шибки та пластмасові деталі, уламки яких розлітаються в різні боки. Частина осколків падає на деталі кузова автомобіля і відскакують від них, або на кришці капота рухаються, після чого падають на дорогу.

Частинки скла, які контактували безпосередньо з деталями зустрічного автомобіля, падають поблизу місця зіткнення, оскільки їхня абсолютна швидкість невелика.

В зоні ДТП, як правило, залишається багато ознак, кожна з яких по своєму характеризує місце зіткнення. Тільки комплексні дослідження всієї сукупності відомостей дозволяє експерту вирішити з необхідною точністю поставлені йому завдання.

Визначення швидкості автомобіля перед ударом.

При визначенні початкової швидкості автомобіля до удару вважатимемо, що коефіцієнт відновлення ( $K'_{уд}=0$ ) тобто вважасмо удар абсолютно непружним.

Розглянемо випадок, коли один автомобіль до удару був нерухомий, і швидкість  $V_2=0$ .

Після удару обидва автомобілі переміщуються як одне ціле зі швидкістю  $V_1^1$ .

При цьому можливі різні варіанти.

1 Не загальмовані обидва автомобілі, і після удару відкотяться вільно з початковою швидкістю  $V_1^1$ .

Рівняння кінетичної енергії при цьому:

$$(m_1 + m_2) \cdot \frac{(V_1^1)^2}{2} = (m_1 + m_2) \cdot g \cdot \Psi_{\text{ос}} = S_{\text{ин}},$$

де  $S_{\text{ин}}$  – переміщення автомобіля після удару;

$\Psi_{\text{ос}}$  – коефіцієнт сумарного опору руху,

$$\Psi_{\text{ос}} = \Psi_{\text{д}} + \frac{P_{\text{г}} + P_{\text{хх}}}{G * \delta_{\text{БР}}}.$$

Отже:

$$V_1^1 = \sqrt{2g\Psi_{\text{ос}}} \cdot S_{\text{ин}},$$

при  $V_2=0$  та  $V_1^1 = V_2^1$ .

Швидкість автомобіля перед ударом:

$$V_1 = (m_1 + m_2) \cdot \frac{V_1^1}{m_1}. \quad (4.10)$$

2 Обидва автомобілі загальмовані, після удару переміщуються спільно на відстань  $V_{\text{ин}}$  початковою швидкістю  $V_1^1$

Швидкість автомобіля після удару:

$$V_1^1 = \sqrt{2g\phi_x} S_{\text{ин}}.$$

Швидкість автомобіля в момент удару:

$$V_1 = (m_1 + m_2) \cdot \frac{V_1^1}{m_1}.$$

Швидкість автомобіля на початку гальмівного шляху:

$$V_{a1} = \sqrt{2g\phi_x S_{ю1}} + (V_1^1)^2, \quad (4.11)$$

де  $S_{ю1}$  - довжина сліду юза автомобіля 1 перед ударом.  
Швидкість автомобіля 1 перед початком гальмування:

$$V_a = 0,5 \cdot t_3 \cdot g \cdot \phi_x + V_{a1}. \quad (4.12)$$

3 Загальмований автомобіль 2, автомобіль 1 не загальмований, обидва автомобілі після удару переміщуються на одну і ту ж відстань  $S_{пн}$  з початковою швидкістю  $V_1^1$ :

$$V_1^1 = \frac{\sqrt{2q(m_1\phi_x S_{пн} + m_2\Psi_{де} S_{пн})}}{(m_1 + m_2)}.$$

4 Стоячий автомобіль 2 не загальмований. Задній автомобіль 1 перед ударом у загальмованому стані перемістився на відстані  $S_{ю1}$ . Після удару переміщення автомобіля 1 дорівнює  $S_{пн1}$ , а переміщення автомобіля 2 –  $S_{пн2}$ :

$$V_1^1 = \frac{\sqrt{2q(m_1\phi_x S_{пн1} + m_2\Psi_{де} S_{пн2})}}{(m_1 + m_2)},$$

$$V_2 = \frac{(m_1 + m_2)V_1^1}{m},$$

$$V_{a1} = \sqrt{2q\phi_x S_{10}} + (V_1^1)^2,$$

$$V_a = 0,5t_3q\phi_x + V_{a1}.$$

5 При перехресному зіткненні обидва автомобілі зазвичай роблять складний рух, тому що в результаті кожен з автомобілів починає обертатися біля центру тяжкості. Центр тяжкості у свою чергу переміщується під деяким кутом до початкового напрямку руху.

Нехай водії автомобілів 1 та 2 перед зіткненням гальмували, і на схемі зафіксовано гальмівні сліди  $S_1$  та  $S_2$ . Після зіткнення центр тяжіння автомобіля 1 перемістився на відстань  $S_1^1$  під кутом  $\varphi_1$ , а центр тяжкості автомобіля 2 – на відстань  $S_2^1$  під кутом  $\varphi_2$ .

Всі величини руху системи, кількість руху системи можна розкласти на дві складові відповідно до початкового напрямку руху автомобілів 1 і 2.

Оскільки кількість руху в кожному із зазначених напрямків не зміниться, то:

$$m_1 V_1 = m_1 V_1^{-1} \cdot \cos \varphi_1 + m_2 V_2^{-1} \cdot \cos \varphi_2, \quad (4.13)$$

$$m_2 V_2 = m_1 V_1^{-1} \cdot \sin \varphi_1 + m_2 V_2^{-1} \cdot \sin \varphi_2, \quad (4.14)$$

де  $V_1^1$  та  $V_2^1$  - швидкості автомобілів 1 та 2 після удару.

Ці швидкості можна знайти, припустивши, що кінетична енергія кожного автомобіля після удару перейшла в роботу тертя шин по дорозі під час поступального переміщення на відстань  $S_{\text{пн1}}$  ( $S_{\text{пн2}}$ ) та повороту навколо центру тяжіння на кут  $\varepsilon_1$  ( $\varepsilon_2$ ).

Робота тертя шин на дорозі під час поступального руху автомобіля 1:

$$A^1 = m_1 \cdot q \cdot S_{\text{пн1}} \cdot \phi_y.$$

Те саме при повороті його щодо центру тяжіння на кут  $\varepsilon_1$ :

$$A^{11} = R_{z1} a_1 \varepsilon_1 \phi_y + R_{z2} b_1 \varepsilon_1 \phi_y,$$

де  $a_1$  та  $b_1$  - відстань від переднього та заднього мостів автомобіля 1 до його центру тяжіння;

$R_{z1}$  та  $R_{z2}$  - нормальні реакції дороги, що діють на передній та задній мости автомобіля 1;

$\varepsilon_1$  - кут повороту автомобіля 1, рад.

При цьому:

$$R_{z1} \approx \frac{m_1 q b_1}{L^1},$$

$$R_{z2} \approx \frac{m_1 q a_1}{L^1},$$

де  $L^1$  - база автомобіля 1

Швидкість автомобіля 1 після зіткнення:

$$V_1^1 = \sqrt{2q\phi_y \left( \frac{S_{\text{пн1}} + 2a_1 b_1 \varepsilon_1}{L^1} \right)}. \quad (4.15)$$

Так само знаходимо швидкість автомобіля 2 після зіткнення:

$$V_2 = \sqrt{2q\phi_y \left( \frac{S_{nn2} + 2a_2 b_2 \varepsilon_2}{L^{11}} \right)}. \quad (4.16)$$

Швидкість автомобілів перед зіткненням:

$$V_1 = \frac{\left[ \sqrt{2q\phi_y} \left( m_1 \cos \varphi_1 \sqrt{S_{nn1}} + \frac{2a_1 b_1 \varepsilon_1}{L^1} + m_2 \cos \varphi_2 \sqrt{S_{nn2}} + \frac{2a_2 b_2 \varepsilon_2}{L^{11}} \right) \right]}{m_1}, \quad (4.17),$$

$$V_2 = \frac{\left[ \sqrt{2q\phi_y} \left( m_1 \sin \varphi_1 \sqrt{S_{nn1}} + \frac{2a_1 b_1 \varepsilon_1}{L^{11}} + m_2 \sin \varphi_2 \sqrt{S_{nn2}} + \frac{2a_2 b_2 \varepsilon_2}{L^1} \right) \right]}{m_2}. \quad (4.18)$$

У практиці нерідкі ДТП, у яких автомобілі стикаються під кутом  $\lambda_{cm}$ , відрізняється від прямого. Послідовність розрахунку здійснюється при визначенні швидкостей автомобілів перед ударом:

$$V_1 = \frac{A_1 - B_1 \cos \lambda_{cm}}{m_1 \sin^2 \lambda_{cm}}, \quad (4.19)$$

$$V_2 = \frac{B_1 - A_1 \cos \lambda_{cm}}{m_2 \sin^2 \lambda_{cm}}, \quad (4.20)$$

де  $A_1 = m_1 V_1^1 \cos \varphi_1 + m_2 V_2^1 \cos \varphi_2$ ;

$$B_1 = m_1 V_1^1 \cos(\lambda_{cm} - \varphi_1) + m_2 V_2^1 + m_2 V_2^1 \cos(\lambda_{cm} - \varphi_2).$$

Швидкості автомобілів перед перехресним зіткненням, визначені описаним способом, є мінімально можливими, оскільки в розрахунках не враховано енергію, витрачену на обертання обох автомобілів.

Фактичні швидкості можуть бути на 10 ÷ 20 % вище розрахункових.

#### Контрольні запитання

1. Фази удару, описати?
2. Об'єктивні дані для визначення місця зіткнення?
3. Найбільш важлива інформація для експерта на місці зіткнення?
4. Що можна визначити по зміні характеру слідів шин?
5. Які елементи автомобіля часто руйнуються або пошкоджуються під час ДТП, перелічити?

**Додаток А**  
(довідкове)

**Приклад розрахунку ДТП**

Відбувся наїзд автомобіля «Легковий №1» під керуванням водія К на пішохода Х.

На вирішення автотехнічної експертизи поставлено такі питання:

- 1 Визначити швидкість та зупинний шлях автомобіля «Легковий №1»
- 2 Визначити видалення автомобіля "Легковий №1" від місця наїзду в момент початку руху пішохода по проїжджій частині.
- 3 Визначити чи міг автомобіль «Легковий №1» проїхати лінію прямування пішохода, не роблячи наїзду, якби рухався. щонайменше руху.
- 4 Чи мав водій автомобіля «Легковий №1» технічну можливість запобігти наїзду шляхом гальмування з моменту початку руху пішохода по проїзній частині?

Вихідні дані.

Дорожні умови: проїжджа частина вул. Суворова у місці події має рівне асфальтове покриття шириною 12 м, призначена для руху в одному напрямку, горизонтального профілю, на момент наїзду перебувала у сухому стані – з протоколу огляду місця ДТП, схеми щодо нього та постанови.

Висвітлення під час події природне, видимість 300м з довідки з ДТП та постанови.

Місце наїзду розташоване за 9 м від правого кордону проїзної частини (вважаючи у напрямку руху автомобіля «№1»), з протоколу огляду місця ДТП, схеми до нього та постанови.

Пішохід Х рухався праворуч наліво (вважаючи по ходу руху автомобіля «№1») спочатку тротуаром, а потім проїжджою частиною і подолав від правого тротуару до місця наїзду 9 м, зі швидкістю 1,5 м/с, з постанови.

Перед наїздом водій автомобіля " №1" гальмував. Наїзд на пішохода стався у процесі гальмування, після наїзду автомобіль подолав у загальмованому стані до зупинки 3м. Загальна довжина сліду гальмівного 18,0м. .

Автомобіль «№1» технічно справний, без пасажирів, наїзд скоєно лівим переднім кутом – з протоколу огляду транспортного засобу та

постанови.

Значення коефіцієнтів та параметрів з літератури:

Правила дорожнього руху

Короткий автомобільний довідник

Визначення та застосування в експертній практиці параметрів гальмування автотранспортних засобів.

Дослідження.

Швидкість автомобіля «№1» дорівнювала приблизно 16,5 м/с (59,4 км/год.):

$$V_a = 0.5t_3 j + \sqrt{2S_{10} j}$$

Час наростання уповільнення  $t_3=0.4$  с;

уповільнення автомобіля на сухому асфальтовому покритті  $j = 6,4$  м/с<sup>2</sup>;

довжина гальмівного сліду  $S_{10}=18.0$  м;

швидкість  $V_a = 0.5 \cdot 0.4 \cdot 6.4 + \sqrt{2 \cdot 18.0 \cdot 6.4} \approx 16.5$  м/с<sup>2</sup>,

або  $V_a = 16.5 \cdot 3.6 \approx 59.4$  км/ч.;

зупинковий шлях автомобіля «№1» при цій швидкості міг скласти приблизно 41,1 м

$$S_0 = (t_1 + t_2 + t_3) \cdot V_a + S_{10};$$

час реакції водія  $t_1=0.8$  с;

час запізнення гальмівного приводу  $t_2=0.2$  с.;

зупинний шлях  $S_{10} = (0.8 + 0.2 + 0.4) \cdot 16.5 + 18.0 = 41.1$  м.

Вилучення автомобіля «№1» з місця наїзду в момент початку руху пішохода по проїжджій частині могло становити приблизно 90,7 м.

$$S_{yo} = \frac{S_n V_a}{V_n} - \frac{(V_a - V_n)^2}{2i}$$

Швидкість пішохода  $V_n=1.5$  м/с;

шлях пішохода проїжджою частиною 9 м;

швидкість автомобіля в момент наїзду на пішохода

$$V_n = \sqrt{2S_{mj}} = -6,2 \text{ м/с};$$

Переміщення автомобіля після наїзду на пішохода  $S_{пн}=3,0 \text{ м}$

$$V_n = \sqrt{2 \cdot 3,0 + 6,4} = 6,2 \text{ м/с},$$

отже,  $S_{уд}=9,0/1,5 \cdot 16,5 - (16,5 - 6,2)^2 / 2 \cdot 6,4 = 90,7 \text{ м}$ .

Автомобіль «№1» міг без гальмування проїхати лінію проходження пішохода з відстані 62,5 м приблизно за 5,7 с;

$$t_a = \frac{(S_{y\partial} + L_a)}{V_a} = \frac{(90,7 + 4,25)}{16,5} = 5,7 \text{ с}$$

Габаритна довжина автомобіля «№1» -  $L_a=4,25 \text{ м}$

Автомобіль рухався від правого краю проїжджої частини на відстані біля 7,45м:

$$\Delta_y = S_n - B_a = 9,0 - 1,55 = 7,45 \text{ м}$$

Габаритна ширина автомобіля «№1»- $B_a=1,55 \text{ м}$

Пішоходу для подолання такої відстані потрібно близько 5с

$$t_n = \frac{\Delta_y}{V_n} = \frac{7,45}{1,5} \approx 5,0 \text{ с}$$

Час, необхідний автомобілю для проїзду повз лінію проходження пішохода (5,0 с), більше часу, необхідного пішоходу для того, щоб дійти до смуги руху автомобіля (5,0 с). Тому автомобіль «№1» не міг без зниження швидкості проїхати лінію проходження пішохода, не зачепивши його.

Водій автомобіля «№1» мав технічну можливість запобігти наїзду на пішохода шляхом екстреного гальмування, оскільки в момент початку руху останнього по проїжджій частині віддалення автомобіля від місця наїзду (90,7 м) перевищувало зупинний шлях (41,1 м) автомобіля.

Водій автомобіля «№1» мав керуватися вимогами Правил дорожнього руху.

Відповідно до ПДД "У населених пунктах дозволяється рух транспортних засобів зі швидкістю не більше 60 км/год". Оскільки швидкість автомобіля перед гальмуванням дорівнювала приблизно 59,4

км/год, то вимоги даного пункту водієм автомобіля «№1»-виконано згідно «При виникненні перешкоди або небезпеки для руху, які водій може виявити, він повинен прийняти заходи щодо зниження швидкості аж до зупинки транспортного засобу...»

Час руху автомобіля з моменту початку реагування водія до наїзду на пішохода становить приблизно 2,8 с

$$t_{он} = t_1 + t_2 + 0.5 \cdot t_3 + \frac{(V_a - V_n)}{j} = 0.8 + 0.2 + 0.5 \cdot 0.4 + \frac{(16.5 - 6.2)}{6.4} = 2.8с$$

Час руху пішохода по дорозі 9,0 м зі швидкістю 1,5 м/с становить 6,0 с

$$t_n = \frac{S_n}{V_n} = \frac{9.0}{1.5} = 6.0с$$

Отже, водій автомобіля «№1» вжив заходів до зниження швидкості не у разі виникнення небезпеки для руху, а із запізненням на 3,2 с:

$$t_{зан} = t_n - t_{он} = 6,0 - 2,8 = 3,2с$$

Дії водія автомобіля "№1" не відповідали вимогам Правил дорожнього руху.

Висновки.

Швидкість автомобіля «№1» перед гальмуванням могла дорівнювати приблизно 16,5 м/с (59,4 км/год)

Вилучення автомобіля «№1» від місця наїзду в момент початку руху пішохода по проїзній частині могло становити 90,7 м.

автомобіль «№1» не міг без зниження швидкості проїхати лінію проходження пішохода не зачепило його.

Водій автомобіля «№1» мав технічну можливість запобігти наїзду на пішохода шляхом екстреного гальмування..

**Додаток Б**  
(довідкове)

**Коефіцієнт зчеплення  $\phi_x$**

Види покриття	Сухе	Мокре
Асфальтобетонне або цементно-бетонне	0,7-0,8	0,35-0,45
Щебеневе	0,6-0,7	0,3-0,4
Ґрунтова дорога	0,5-0,6	0,2-0,4
Дорога, вкрита укатаним снігом	0,2-0,3	0,2-0,3
Зледеніла дорога	0,1-0,2	0,1-0,2

**Додаток В**  
(довідкове)

**Швидкість руху (м/с) пішоходів-чоловіків**

Хар-ка пішоходів / Школярі років:	Шаг			Біг	
	повільний	спокійний	швидкий	спокійний	швидкий
7-8	0,86	1,22	1,64	2,36	3,39
8-10	0,94	1,28	1,67	2,47	3,53
10-12	1,0	1,36	1,72	2,58	3,83
12-15	1,05	1,44	1,80	2,77	4,05
молоді 15-20	1,1	1,5	1,89	2,86	4,53
20-30 лет	1,2	1,58	1,92	3,05	4,64
середнього віку 30-40	1,08	1,58	1,89	2,84	4,31
те ж 40-50 лет	1,06	1,47	1,83	2,67	3,97
літні 50-60	0,94	1,33	1,67	2,39	3,47
60-70 лет	0,83	1,08	1,41	1,94	2,92
старі за 70	0,69	0,89	1,17	1,56	2,42
з протезом ноги	0,64	0,94	1,25	1,67	-
у стані алког. сп'яніння	0,89	1,22	1,5	2,27	2,78
ведучі дитину за руку	0,75	1,19	1,52	1,67	3,14
з дитиною на руках	0,97	1,22	1,47	1,86	-
з громіздкими речами	1,08	1,28	1,61	-	3,25
що йдуть під руку	0,97	1,36	1,67	2,5	-

Швидкості руху пішоходів – жінок зазвичай на 5-12 % менше від зазначених у таблиці.

**Додаток Г**  
(довідкове)

**Параметри руху пішохода**

Стан дорожнього покриття	Вік пішоходів, років	Швидкість, м/с	$a_{п}$ , с	$b_{п}$ , м
Укатаний	8-9	3,2	1,8	2,3
сніг	19-25	4,0	2,1	2,8
	35-45	3,4	1,3	0,8
	60 і більше	2,7	1,9	1,2
Ожеледиця	Любий	3,1	2,8	3,5
Сухий асфальтобетон, весна Те ж літо	19-25	4,2	1,5	1,8
	19-25	4,5	1,2	2,0

**Додаток Д**  
(довідкове)

**Координати місця водія**

№ п/п	Автомобілі	Відстані , м		
1	Мікролітражний автомобіль	1,43	0,25	1,05
2	Малого класу	1,7	0,4	1,1
3	Легковий автомобіль універсал	1,8	0,5	1,1
4	Легковий автомобіль седан	2,0	0,5	1,65
5	Легковий автомобіль середнього класу	2,2	0,5	1,32
6	Легковий автомобіль представницького класу	2,2	0,6	1,4
7	Легковий автомобіль лімузин	2,7	0,7	1,4
8	Мікроавтобус	1,0	0,4	1,8
9	Автобус малого класу	1,1	0,5	2,0
10	Мікроавтобус	1,0	0,5	1,4
11	Вантажівка середньотоннажна	2,05	0,6	1,8
12	Вантажівка середньотоннажна	2,5	0,7	1,8
13	Вантажівка середньотоннажна	2,4	0,6	1,9
14	Вантажівка великотоннажна	2,4	0,7	1,8
15	Вантажівка великотоннажна	1,1	0,7	1,8
16	Вантажівка великотоннажна	1,0	0,6	1,9
17	Вантажівка великотоннажна	2,8	0,9	1,6

\* Від лівого боку автомобіля

\* \* Від правого боку автомобіля

**Додаток Е**  
(довідкове)

**Час наростання уповільнення (сек), мототранспортних засобів при одночасному впливі на ручний та ножний приводи гальм**

Дорожнє покриття	Мопеди без навантаження (з водієм)	Мотоцикли та моторолери				
		Без коляски		З коляскою (фургон) або платформою		
		без навантаження (з водієм)	з повним навантаженням	без навантаження (з водієм)	1 пас. (50% навантаження)	з повним навантаженням
Цементно-асфальто-щебенева або бруківка, ґрунтова дорога суха	$\frac{0,20}{0,15}$	$\frac{0,20}{0,15}$	$\frac{0,25}{0,20}$	$\frac{0,20}{0,15}$	$\frac{0,25}{0,20}$	$\frac{0,30}{0,25}$
Те ж мокре	0,10	0,10	0,15	0,10	0,15	$\frac{0,20}{0,15}$
Зледеніла або покрита укоченим снігом	0,05	0,05	$\frac{0,10}{0,05}$	0,05	$\frac{0,10}{0,05}$	0,10

ДОДАТОК Ж

**Форма титульного аркуша звіту  
про виконання практичної роботи**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

Кафедра автомобіле- і тракторобудування

«Технічна експлуатація автомобілів, автотехнічна експертиза та  
ресурсозбереження»

Семестр 1-й

ЗВІТ  
про виконання практичної роботи  
“Назва практичної роботи”

Звіт виконав студент гр. МІТ –М723А Н.І. Рогозин \_\_\_\_\_  
(підпис) (дата)

Керівник доц . А.І. Ковенко \_\_\_\_\_  
(підпис) (дата)

Харків

2024

60

## ЗМІСТ

Вступ .....	3
Практична робота №1 Методика розрахунків ДТП .....	4
Практична робота №2 Розрахунок руху пішохода при наїзді автомобіля .....	21
Практична робота №3 Методи розрахунку наїзду автомобіля на пішохода, велосипедиста, мотоцикліста .....	24
Практична робота №4 Методика аналізу наїзду на нерухому перешкоду та зіткнення автомобілів .....	42
Додаток А. Приклад розрахунку ДТП.....	51
Додаток Б. Коефіцієнт зчеплення .....	55
Додаток В. Швидкість руху пішоходів .....	56
Додаток Г. Параметри руху пішохода .....	57
Додаток Д. Координати місця водія .....	58
Додаток Е. Час наростання уповільнення, мототранспортних засобів .....	59
Додаток Ж. Форма титульного аркуша звіту про виконання практичної роботи .....	60

Навчальне видання

Методичні вказівки  
до практичних робіт з навчальної дисципліни  
«Технічна експлуатація автомобілів, автотехнічна експертиза та  
ресурсозбереження»  
для студентів денної та заочної форми навчання  
за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»

Укладач:  
ОСТРОВЕРХ Олександр Олегович

Відповідальний за випуск

проф. Ребров О. Ю,

Роботу до видання рекомендував

проф. Волонцевич Д. О.

В авторській редакції

План 2024 р., поз. 654

Підп. до друку 2024 р. Гарнітура Times New Roman

---

Видавничий центр НТУ «ХП»,  
вул. Кирпичова, 2, м. Харків, 61002

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК №5478 від 21.08.2017 р.

---

Електронна версія