

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ УНІВЕРСИТЕТ

А.М. Туренко, В.І. Клименко,
О.В. Сараєв, С.В. Данець

АВТОТЕХНІЧНА ЕКСПЕРТИЗА.

Дослідження обставин ДТП

*Затверджено Міністерством освіти і науки,
молоді та спорту України як підручник
для студентів вищих навчальних закладів*

Харків
ХНАДУ
2013

УДК 343.346.5
ББК 67.407
Т86

*Гриф надано Міністерством освіти і науки, молоді та спорту України,
лист № 1/11-20271 від 29.12.2012 р.*

Рецензенти:

Ларін О.М., начальник кафедри інженерної та аварійно-рятувальної техніки
Харківського національного університету цивільного захисту України,
доктор техн. наук, професор, полковник

Торлін В.М., завідувач кафедри автомобільного транспорту
Севастопольського національного технічного університету,
доктор техн. наук, професор

Шапа І.К., Начальник кафедри тактико-спеціальної підготовки
Харківського національного університету внутрішніх справ,
доктор техн. наук, професор, полковник міліції

Т86 **Туренко А.М.** Автотехнічна експертиза. Дослідження обставин ДТП: підручник для
вищих навчальних закладів / А.М. Туренко, В.І. Клименко, О.В. Сараєв, С.В. Данець.
– Х.: ХНАДУ, 2012. – 320 с.

ISBN

Розглянуто основні поняття аналізу дорожньо-транспортної пригоди, організаційно-правові питання судової автотехнічної експертизи, докладно подано процес гальмування транспортного засобу, проаналізовано різноманітні експертні методики, показано вплив керованості та стійкості руху автомобіля на безпеку руху, дана оцінка існуючим методикам розрахунку маневру автомобіля, наведено новітні технології дослідження обставин дорожньо-транспортної пригоди. У виданні вперше розглянуто вплив конструкції сучасної анти-блокувальної системи на ефективність гальмування транспортних засобів та надано конкретні рекомендації з визначення останньої. Отримало подальший розвиток дослідження складних варіантів наїзду на пішохода, що відбуваються в умовах оглядовості, обмеженою рухомою перешкодою.

Підручник призначений для студентів автодорожніх вищих навчальних закладів. Він також може використовуватись у межах програми підготовки судових експертів-автотехніків, фахівців з автотехнічних досліджень та аварійних комісарів.

Іл. 97. Табл. 30. Бібліогр. назв 35.

УДК 343.346.5
ББК 67.407

ISBN

© Туренко А.М., Клименко В.І.,
Сараєв О.В., Данець С.В., 2013
© ХНАДУ, 2013

ВСТУП

Актуальність «Автотехнічної експертизи», як прикладної дисципліни, обумовлена постійно зростаючою кількістю дорожньо-транспортних пригод (далі – ДТП) у світі та в Україні, зокрема. Об'єктивною причиною цьому є збільшення світового автомобільного парку. Для дослідження зростаючої кількості ДТП потрібні добре підготовлені фахівці: слідчі, експерти, працівники ДАІ та аварійні комісари, які повинні вміти якісно проводити огляд місця пригоди й огляд технічного стану дорожніх транспортних засобів, відновлювати та досліджувати механізм і технічну можливість запобігання ДТП.

Метою дисципліни «Автотехнічна експертиза» є підготовка студентів до самостійного вирішення задач, пов'язаних із дослідженням обставин ДТП.

За підсумками вивчення дисципліни студент повинен:

- володіти основними поняттями, якими оперують при аналізі ДТП;
- знати основні організаційно-правові принципи проведення автотехнічної експертизи в Україні;
- вміти досліджувати місце ДТП і скласти відповідні протокол та схему;
- вміти розрахувати параметри руху транспортного засобу в процесі аналізу ДТП;
- вміти застосовувати експертні методи дослідження ДТП у випадках наїзду та зіткнення, втрати стійкості та керованості транспортного засобу;
- вміти самостійно працювати з технічною та методичною літературою, робити технічну оцінку прийнятих рішень відносно дослідження обставин ДТП;

Сучасної літератури з автотехнічної експертизи небагато. Існуючі методичні вказівки для її проведення базуються на даних, які отримані при випробуванні автомобілів застарілої конструкції випуску 60–70 років минулого століття. В основному в них розглядаються дорожньо-транспортні пригоди за участю автомобілів, що мають конструкцію гальмівної системи, яка допускає блокування коліс, що

супроводжується появою слідів юза на дорожньому покритті. На практиці це приводить до того, що експерту дуже важко об'єктивно визначити початкову швидкість руху сучасного автомобіля, який обладнаний антиблокувальною системою, оскільки сліди гальмування на дорозі у випадку ДТП будуть відсутні. На цю проблему вказують різні літературні джерела. Підручник з автотехнічної експертизи в Україні – зовсім відсутній.

У даній роботі розглянуто варіанти дослідження ДТП, що сталися з автомобілем, обладнаним сучасною конструкцією антиблокувальної системи гальм, яка дозволяє йому гальмувати без блокування коліс й одночасно виконувати маневр з об'їзду перешкоди. На підставі виконаних експериментальних і теоретичних досліджень, авторами сформульовані конкретні рекомендації з визначення параметрів ефективності гальмування такого автомобіля.

Методика експертного дослідження такого поширеного виду ДТП як наїзд на пішохода в даний час вимагає подальшого розвитку. Це торкається, у першу чергу, складних варіантів наїздів, наприклад, таких, які відбуваються в умовах оглядовості, що обмежена рухомою перешкодою. Недоліки існуючої методики обумовлені недосконалістю розрахунково-графічного методу, що використовується експертами при дослідженні цього виду ДТП. У даній роботі запропоновано розрахунково-аналітичний метод дослідження подібних ДТП, який дозволяє проводити необхідні обчислення в автоматизованому режимі за допомогою різних прикладних редакторів програм.

Всі розрахункові формули наведені в міжнародній системі одиниць SI. Позасистемна одиниця виміру швидкості (км/год) використовується тільки при наданні вихідних даних до розрахунку або представленні остаточних його результатів.

При підготовці даного підручника було використано як відомі науково-методичні роботи з автотехнічних досліджень, зокрема, Науково-дослідного експертно-криміналістичного центру (НДЕКЦ) при ГУМВС України у Харківській обл., так і досвід кафедри автомобілів та лабораторії експертизи транспорту Харківського національного автомобільно-дорожнього університету (ХНАДУ) з розробки й випробування гальмівних систем автотранспортних засобів.

Колектив авторів даної роботи висловлює велику вдячність за надану допомогу методичного характеру професору, кандидату технічних наук Ломаці Степану Йосиповичу та автору багатьох видань з автотехнічних досліджень, кандидату педагогічних наук, полковнику міліції Шевцову Сергію Олександровичу.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АБС –	антиблокувальна система (Anti Blocking System (ABS));
ДТП –	дорожньо-транспортна пригода;
СДС –	система динамічної стабілізації;
ТЗ –	транспортний засіб;
ТЗ-1 –	транспортний засіб №1, що користується переважним правом на рух;
ТЗ-2 –	транспортний засіб №2, що не має переважного права на рух;
EDR –	Event Data Recorder, реєстрація даних про події;
g –	прискорення вільного падіння, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$;
a_x –	відстань від водія до передньої габаритної частини ТЗ, м;
B_a –	габаритна ширина ТЗ, м;
B_k –	колія коліс ТЗ, м;
e_y –	відстань від водія до бічної поверхні ТЗ з боку руху пішохода, м;
c_x –	коефіцієнт обтічності ТЗ;
F_a –	лобова площа ТЗ, м^2 ;
f –	коефіцієнт опору коченню коліс ТЗ;
h –	висота, м;
$h_{\text{цм}}$ –	висота центра мас ТЗ, м;
j –	сповільнення ТЗ (у разі експертних розрахунків усталене сповільнення ТЗ), м/с^2 ;
$j_{\text{уст}}$ –	усталене сповільнення ТЗ, м/с^2 ;
$j_{\text{от}}$ –	сповільнення ТЗ при відкиданні (відкоту) після зіткнення, м/с^2 ;
G –	вага ТЗ, Н;
G_1, G_2 –	статичні навантаження (вага), що діють на горизонтальній дорозі відповідно на колеса передньої і задньої осей ТЗ;
L –	колісна база ТЗ, м;
L_a –	довжина ТЗ, м;
$L_{\text{пт}}$ –	відстань від передньої габаритної точки до центра задньої осі ТЗ, м;

L_1, L_2	повздовжні координати центра мас ТЗ відносно передньої та задньої осі відповідно, м;
l_x	координата місця удару на бічній поверхні ТЗ, м;
l_y	координата місця удару на фронтальній поверхні ТЗ, м;
m_a	маса ТЗ, кг;
m_1, m_2	маси першого та другого ТЗ, кг;
m_i	маса, що доводиться на загальмовані колеса ТЗ, кг;
P_j	повздовжня сила інерції ТЗ, Н;
P_w	сила опору повітря, Н;
P_T	гальмівна сила ТЗ, Н;
P_f	сила опору коченню коліс ТЗ, Н;
P_λ	сила опору підйому ТЗ (у інших джерелах ця сила традиційно позначається як P_α), Н;
P_y	сила, що діє в бічному напрямку, Н;
P_{jy}	бічна сила інерції ТЗ, Н;
R	радіус траєкторії, м;
R_{cp}	радіус повороту середини задньої осі ТЗ на абсолютно жорстких шинах (середній радіус повороту), м;
R_δ	середній радіус повороту ТЗ з урахуванням впливу бічного відведення коліс, м;
$R_{цт}$	радіус повороту центру тяжіння ТЗ, м;
R_x	повздовжня (дотична) реакція, Н;
R_{xy}	рівнодіюча горизонтальна реакція, Н;
R_y	бічна реакція, Н;
$R_{y\max}$	максимальна бічна реакція в місці контакту колеса з дорогою за умов зчеплення, Н;
R_z	вертикальна (нормальна) реакція, Н;
S	відстань або довжина, м;
S_0	зупинний шлях ТЗ, м;
S_T	гальмовий (гальмівний) шлях ТЗ, м;
S_{ov}	відстань гальмування ТЗ до деякої кінцевої швидкості наїзду на перешкоду, м;

S_u –	ділянка гальмування ТЗ із усталеним сповільненням (у випадку блокування коліс ця ділянка дорівнює довжині слідів гальмування (юза) на дорозі), м;
S_a –	відстань між місцем ДТП та ТЗ у момент виникнення небезпеки або перешкоди для руху, м;
S_{a1} –	відстань від ТЗ до місця наїзду в момент виходу пішохода із-за краю перешкоди, м;
S_{a2} –	відстань від ТЗ до місця наїзду у момент виходу пішохода на проїжджу частину, м;
$S_{бд}$ –	безпечна дистанція до переднього ТЗ, м;
$S_{в.}$ –	виміряна відстань між переднім габаритом ТЗ та об'єктом при встановленій видимості, м;
$S_{п}$ –	відстань, яку подолав пішохід з моменту виникнення небезпеки до моменту наїзду, м;
$S_{пн}$ –	переміщення ТЗ з усталеним сповільненням від місця наїзду до зупинки, м;
S_2 –	шлях, який проїхала рухома перешкода з моменту появи пішохода в полі оглядовості водія ТЗ до моменту скоєння наїзду, м;
S_{Δ} –	відстань між задньою частиною стрічного ТЗ-перешкоди і пішоходом, у момент появи його в полі оглядовості водія, м;
S'_a –	гадана відстань між ТЗ і місцем перетину з лінією проходження пішохода в разі своєчасного гальмування, м;
$S'_п$ –	відстань, яку подолав би пішохід у гаданій версії з моменту виникнення небезпеки до моменту перетину ТЗ лінії проходження пішохода, м;
$S_{от}$ –	відстань відкидання ТЗ (відкоту) після зіткнення, м;
S_b –	відстань між ТЗ і пішоходом у момент виникнення небезпеки, м;
T –	період функції, с;
T_o –	час, який необхідний для зупинки ТЗ, с;
$T_{пр}$ –	сума інтервалів часу t_1 , t_2 , $0,5t_3$, протягом яких гальмівна система ТЗ приводиться в дію, с;
T_n –	інтервал часу з моменту реагування водія ТЗ на небезпеку або перешкоду до моменту наїзду, с;

T'_H –	гаданий час руху ТЗ з моменту виникнення небезпеки до перетину з лінією проходження пішохода, с;
t –	інтервал часу, с;
t_1 –	час реакції водія, с;
t_2 –	час запізнювання спрацьовування дії гальм ТЗ, с;
t_3 –	час наростання сповільнення ТЗ, с;
t_{2p} –	час запізнювання спрацьовування кермового керування, с;
t_{Π} –	час, який пройшов з моменту виникнення небезпеки для руху водія ТЗ до моменту наїзду (зіткнення), с;
$t_{\text{зап}}$ –	час, на який водій ТЗ запізнився з гальмуванням після виникнення небезпеки або перешкоди для руху, с;
t_{Δ} –	середньостатистичний інтервал часу між проїжджаючим мимо ТЗ і початком руху пішохода, с;
t_j –	інтервал часу від початку рівносповільненого руху ТЗ до моменту його перетину з лінією проходження пішохода, с;
t_m –	час маневру ТЗ, с;
u_1, u_2 –	швидкості ТЗ після зіткнення, м/с;
V_a –	швидкість руху ТЗ, км/год (несистемна одиниця виміру швидкості ТЗ, яка застосовується в експертних методиках);
v_a –	швидкість руху ТЗ, м/с;
v_H –	швидкість руху ТЗ у момент наїзду на пішохода або перешкоду, м/с;
v_{Π} –	швидкість руху пішохода, м/с;
v_B –	розрахункова швидкість руху ТЗ, яку не повинен перевищувати водій у заданих умовах видимості, м/с;
v_2 –	швидкість рухомої перешкоди, м/с;
v_{Δ} –	різниця між швидкостями ТЗ та пішохода, $v_{\Delta} = v_a - v_{\Pi} \cos \alpha$, м/с;
v'_H –	гадана швидкість ТЗ у разі його своєчасного гальмування в момент перетину лінії проходження пішохода, м/с.
v_0 –	початкова швидкість ТЗ, м/с;
$v_{\text{кр}}$ –	критична швидкість руху ТЗ за умов стійкості та керованості, м/с;
v_1, v_2 –	швидкості ТЗ безпосередньо перед зіткненням, м/с;
v_{a1} –	швидкість руху ТЗ-1, що користується переважним правом на рух, м/с;

v_{a2} –	швидкість руху ТЗ-2, що не має переважного права на рух, м/с;
x –	поздовжня координата (у випадку дослідження наїзду на пішохода – це відстань між рухомою перешкодою й місцем наїзду в момент скоєння наїзду, м;
x_0 –	початкова координата розташування ТЗ, м;
x_m –	відстань від ТЗ до перешкоди, на якій виконується маневр, м;
$x_{мп}, y_{мп}$ –	координати переміщення крайньої передньої габаритної точки ТЗ при маневрі, м;
x_m, y_m –	координати переміщення середини задньої осі ТЗ при маневрі, м;
y –	бічна координата (у випадку наїзду на пішохода – інтервал між ТЗ і перешкодою), м;
$y_{п}$ –	відстань від краю проїжджої частини до місця наїзду, м;
$y_{пр}$ –	координата частини перешкоди, що заважає руху ТЗ, м;
α –	кут удару (зустрічі) між ТЗ та рухомою перешкодою, градуси;
γ, γ_m –	курсовий кут ТЗ відносно його початкового напрямку руху, радіани;
γ_1, γ_2 –	кут відкидання відповідно кожного ТЗ після зіткнення, градуси;
Δ_i –	безпечний інтервал з кожного боку ТЗ при його прямолінійному русі, м;
Δ_m –	безпечний інтервал при маневрі, м;
Δ_x –	відстань між задньою частиною ТЗ-перешкоди і пішоходом у момент виходу його на проїжджу частину, м;
δ –	кут бічного відведення колеса ТЗ, радіани;
δ_i –	коефіцієнт інерції оберткових мас ТЗ;
δ_1, δ_2 –	кут бічного відведення коліс відповідно передньої та задньої осей ТЗ, радіани;
$\eta_{п}$ –	коефіцієнт, що враховує поперечний крен підвіски ТЗ;
θ –	середній кут повороту передніх керованих коліс ТЗ, радіани.
θ_{max} –	максимальний кут повороту керованих коліс за відповідних умов, радіани;
k_e –	поправковий коефіцієнт ефективності гальмування ТЗ;
k_{δ} –	коефіцієнт опору бічному відведенню шини ТЗ, Н/рад;
$k_{\delta 1}$ і $k_{\delta 2}$ –	коефіцієнти опору бічному відведенню шин відповідно передніх і задніх коліс ТЗ;

- k_j – коефіцієнт, який враховує перерозподіл нормального навантаження на колесах ТЗ, що відбувається під дією сили інерції при гальмуванні;
- λ – величина похилого ухилу дороги, градуси;
- λ' – безрозмірна величина похилого ухилу дороги;
- ρ – густина повітря, кг/м^3 ;
- φ – коефіцієнт зчеплення колеса з дорогою в напрямку його кочення;
- φ' або φ_y – коефіцієнт зчеплення колеса з дорогою в поперечному до кочення колеса напрямку;
- ω – частота функції.

Розділ 1. ЗАГАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЙНО-ПРАВОВІ ПИТАННЯ

1.1. Аналіз дорожньо-транспортних пригод

Протягом усього розвитку автомобільного транспорту кількість потерпілих у ДТП постійно зростала й на початку ХХІ століття досягла катастрофічної величини. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВОЗ) в Європейському регіоні, до якого належить 49 країн, щорічно в ДТП гине біля 120 тис. чоловік, 2,4 млн чоловік отримують поранення [12]. Збитки від ДТП можуть досягати 1–3 % валового внутрішнього продукту країн. Дорожньо-транспортний травматизм є основною причиною загибелі людей у віці 5–29 років. Показники загиблих у ДТП за регіонами різні. Так у регіоні СНД питома кількість загиблих у ДТП набагато більше ніж у країнах ЄС (рис. 1.1).

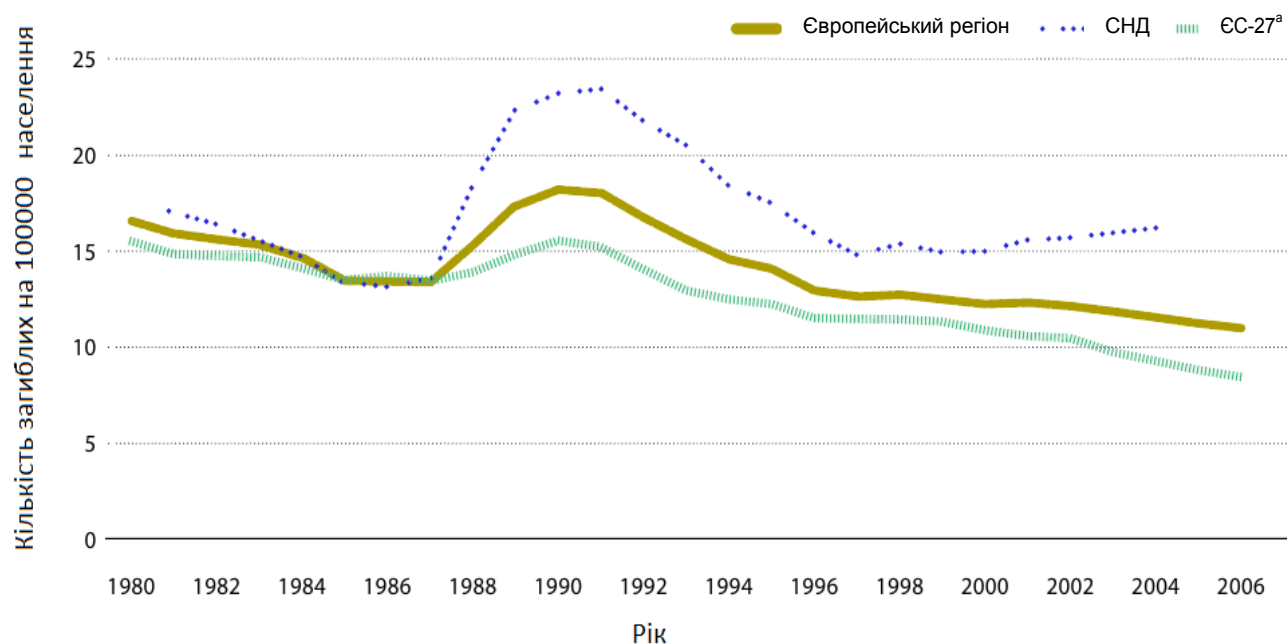


Рис. 1.1. Питомий розподіл загиблих у ДТП за регіонами за даними ВОЗ

За даними ВОЗ в Україні щорічно у ДТП одержують поранення близько 40,8 тис. людей і гине близько 8,5–9,5 тис. (рис. 1.2). З цієї загальної кількості загиблих 76 % складають чоловіки та 24 % жінки [12].

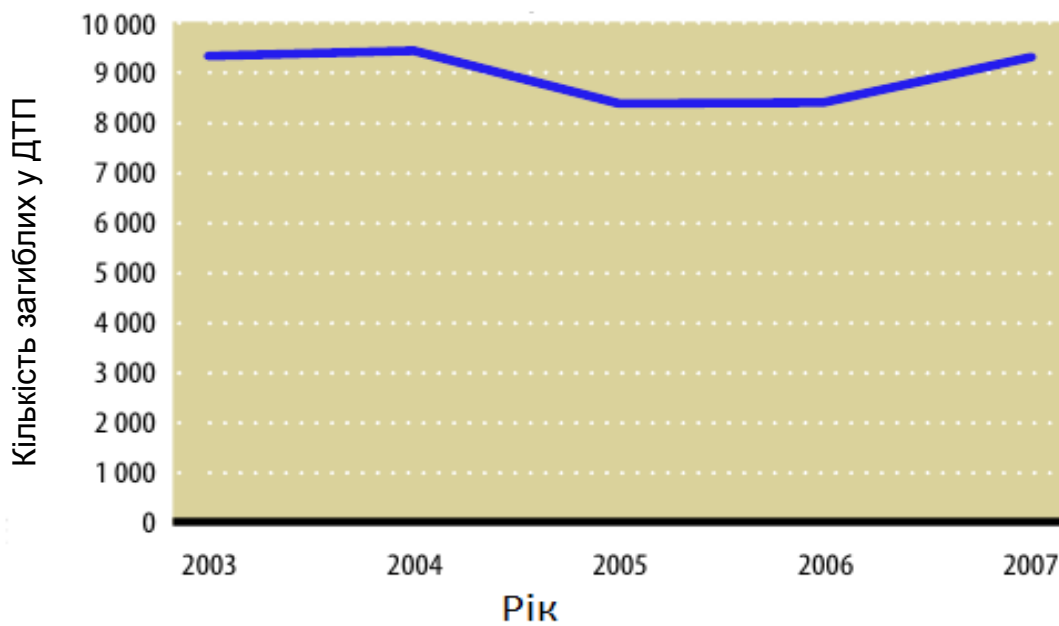


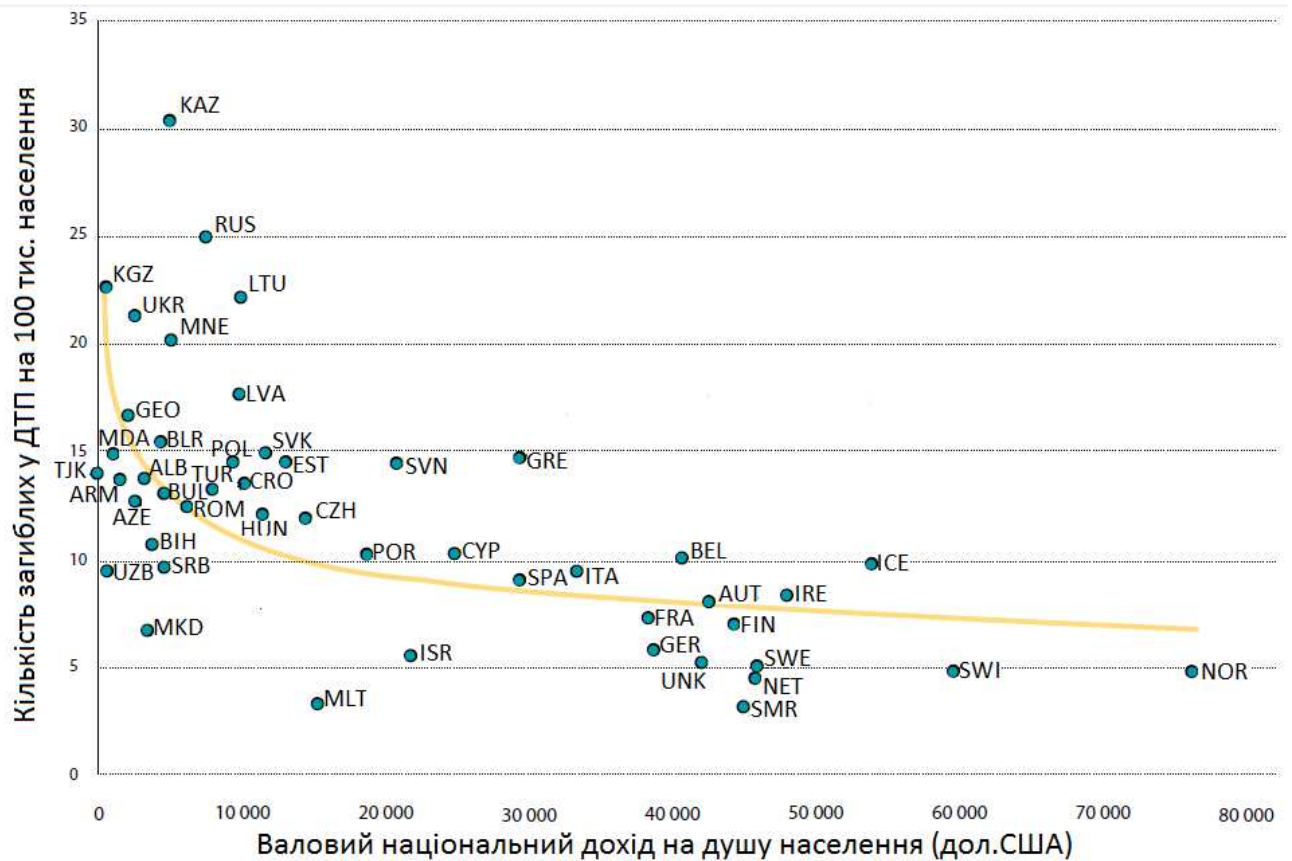
Рис. 1.2. Статистика загиблих у ДТП в Україні за даними ВОЗ

Для обліку ДТП, поряд із загальними показниками використовуються питомі показники. Якщо загальні показники дають кількісну уяву про наслідки ДТП у світі, або в окремо взятій країні, то питомі показники дають відносну оцінку, яка дозволяє порівняти якість організації безпеки руху на дорогах у різних за розміром країнах, з різною щільністю та кількістю населення, величиною доходу. Рівень доходу країни, транспортна політика в галузі безпеки руху, стан дорожньої інфраструктури, якість медичної допомоги, структура автомобільного парку – це основні фактори, що впливають на показники ДТП. Так, за оцінкою ВОЗ, у країнах з низьким та середнім доходом, що не перевищує 10 тис. дол. США на рік, питома кількість загиблих у ДТП в середньому вдвічі більше ніж у країнах з високим рівнем доходу (рис. 1.3). На рисунку використані акроніми Міжнародної організації по стандартизації. Валовий національний дохід на душу населення приводиться за даними Всесвітнього банку за 2007 р.

Найгірші показники тут має Казахстан – 30,6, Росія – 25,5, Киргизстан – 22,8, Литва – 22,4 та Україна – 21,5 загиблих на 100 тис. населення.

В останній час, одна з причин збільшення кількості ДТП у країнах з низьким та середнім рівнем доходу може бути пов'язана також з різким зростанням чисельності парку легкових автомобілів на фоні відсталої дорожньої інфраструктури. За оцінками фахівців, автомобі-

льний парк у країнах з низьким та середнім доходом і, зокрема, в Україні може інтенсивно збільшуватись, поки не досягне відмітки 350–500 автомобілів на 1000 жителів, як у країнах з великим доходом. Зараз цей показник в Україні, Росії, Білорусі, Болгарії, Сербії, Боснії та інших країнах з середнім доходом складає близько 150–200 легкових автомобілів на 1000 жителів [1, 12].



ALB: Албанія; ARM: Вірменія; AUT: Австрія; AZE: Азербайджан; BEL: Бельгія; BIH: Боснія й Герцеговина; BLR: Білорусь; BUL: Болгарія; CRO: Хорватія; CYP: Кіпр; CZH: Чеська Республіка; DEU: Німеччина; EST: Естонія; FIN: Фінляндія; FRA: Франція; GEO: Грузія; GRE: Греція; HUN: Угорщина; ICE: Ісландія; IRE: Ірландія; ISR: Ізраїль; ITA: Італія; KAZ: Казахстан; KGZ: Киргизстан; LVA: Латвія; LTU: Литва; MDA: Молдова; MKD: Колишня Югославська Республіка Македонія; MLT: Мальта; MNE: Чорногорія; NET: Нідерланди; NOR: Норвегія; POL: Польща; POR: Португалія; ROM: Румунія; RUS: Російська Федерація; SMR: Сан-Марино; SPA: Іспанія; SRB: Сербія; SVK: Словаччина; SVN: Словенія; SWE: Швеція; SWI: Швейцарія; TKM: Туркменістан; TUR: Туреччина; TJK: Таджикистан; UKR: Україна; UNK: Велика Британія; UZB: Узбекистан

Рис. 1.3. Питомі показники кількості загиблих у ДТП за даними ВОЗ (дані згідно 2009 року)

Також великі питомі показники кількості загиблих можуть свідчити про недостатній рівень пасивної й активної безпеки ТЗ, що продаються та експлуатуються в країні. Так, наприклад, антиблокувальна система гальм та подушки безпеки пасажирів є обов'язковими пристроями для автомобілів, що продаються в Німеччини, Франції, Італії, Швеції, Австрії та ін. В Україні, Росії та інших країнах з низьким та середнім доходом антиблокувальна система гальм та подушки безпеки пасажирів ТЗ не є обов'язковими.

Для аналізу аварійності в різних країнах застосовуються різні системи обліку загиблих і поранених в ДТП [12]. У більшості Європейських країн, у тому числі в Україні, загиблим в ДТП вважається особа, що померла від отриманих травм впродовж 30 днів. В інших країнах, наприклад, в Росії, Туркменистані, Азербайджані діє семи-денне визначення загиблого в ДТП. У Португалії, Албанії, Турції загиблими вважаються особи, смерть яких наступила на місці пригоди. Потерпілі в ДТП, смерть яких настає пізніше за прийняті терміни, реєструються як поранені.

Поранений при ДТП – це потерпілий, в якого є потреба в амбулаторному лікуванні, та який звернувся за відповідною медичною допомогою. Буває так, що людина в шоківому стані після ДТП не усвідомлює свій поганий фізичний стан і за медичною допомогою звертається через деякий час або через кілька днів, але така людина при відповідному висновку лікаря також буде враховуватися, як постраждала від ДТП.

Загальний аналіз ДТП проводиться з урахуванням усіх складових системи водій – автомобіль – дорога – навколишнє середовище. Класифікації причин ДТП в окремих країнах розходяться, але основні з них – це: недотримання водіями і пішоходами правил дорожнього руху; помилки водія в управлінні ТЗ; порушення правил експлуатації ТЗ і їх несправність; поганий стан дорожнього покриття; незадовільна організація руху.

Згідно з правилами дорожнього руху України до дорожніх транспортних засобів (ТЗ) віднесені пристрої, призначені для перевезення людей, вантажів, а також встановленого на ньому спеціального устаткування або механізмів [19]. Тому враховуються ДТП, що відбулися як з автомобілями, машинами на автомобільних шасі, так і з колісними тракторами, трамваями, тролейбусами, мотоциклами, моторолерами й мопедами, що підлягають реєстрації.

До ДТП не відносяться пригоди, що трапились на нерухомому ТЗ, наприклад, при виконанні навантажувально-розвантажувальних робіт, виникнення пожежі внаслідок загоряння від несправної електропроводки, удару блискавки або негерметичності паливної системи.

Таким чином, можна дати визначення ДТП як пригоди, що відбулася під час руху дорожнього транспортного засобу, у результаті чого загинули, отримали поранення люди, завдано матеріального збитку.

Більшість причин ДТП можна об'єднати в основні групи. Перша група причин ДТП (найчисленніша) пов'язана з діями учасників дорожнього руху, що не відповідають правилам і дорожній обстановці у зв'язку з чим відбувається понад 90 % ДТП від їх загальної кількості. Наприклад, це перевищення швидкості, порушення правил маневрування чи проїзду перехрестя, раптовий вихід пішохода на проїжджу частину та інше (рис. 1.4) [36].

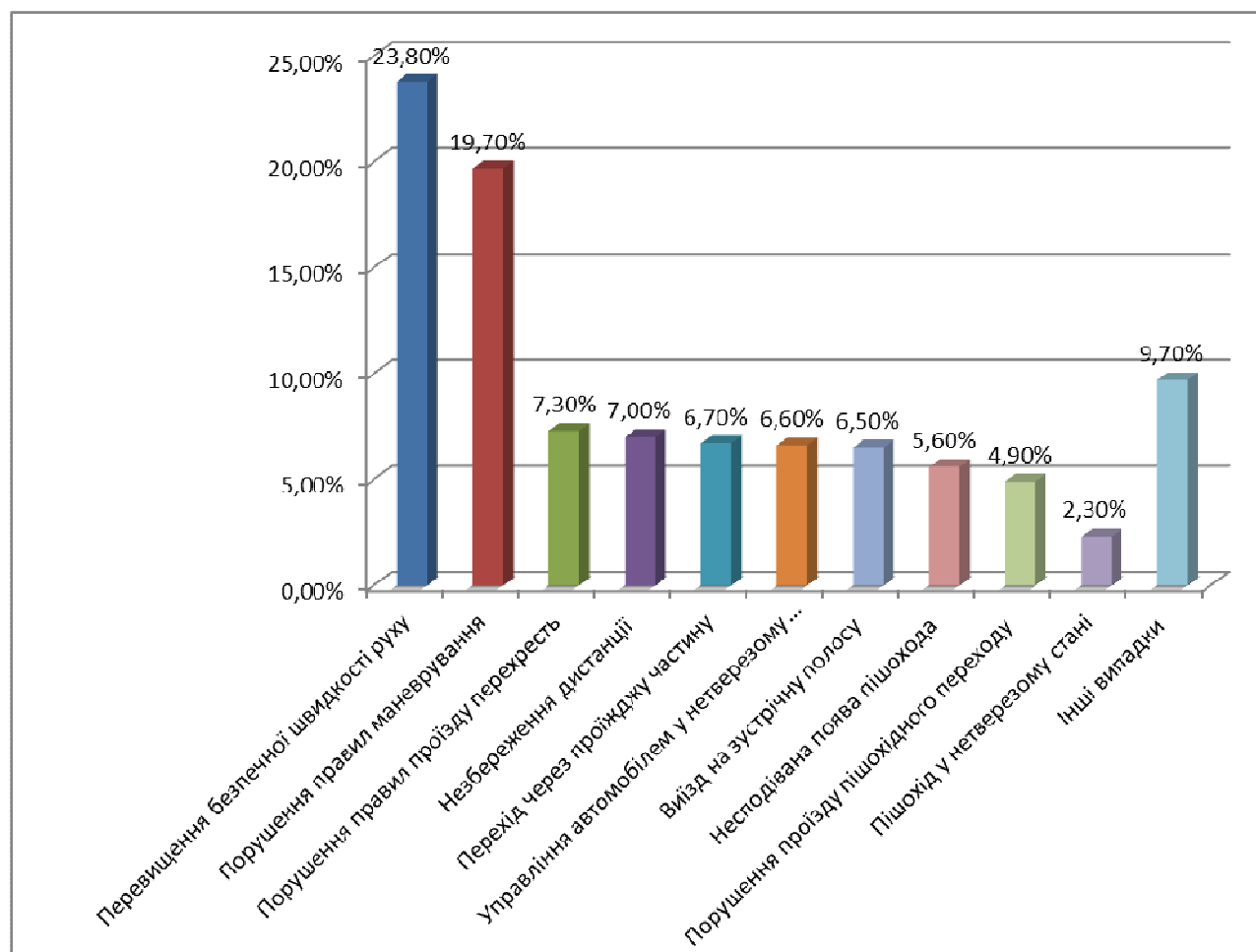


Рис. 1.4. Група причин ДТП, що пов'язана з діями, які не відповідають правилам дорожнього руху (за даними ДАІ України в 2012 р.)

Друга група причин ДТП пов'язана з несправністю ТЗ і багато в чому обумовлена щорічним збільшенням автомобільного парку України з великою часткою старих автомобілів (старше 10 років) в індивідуальному користуванні (рис. 1.5) [1].

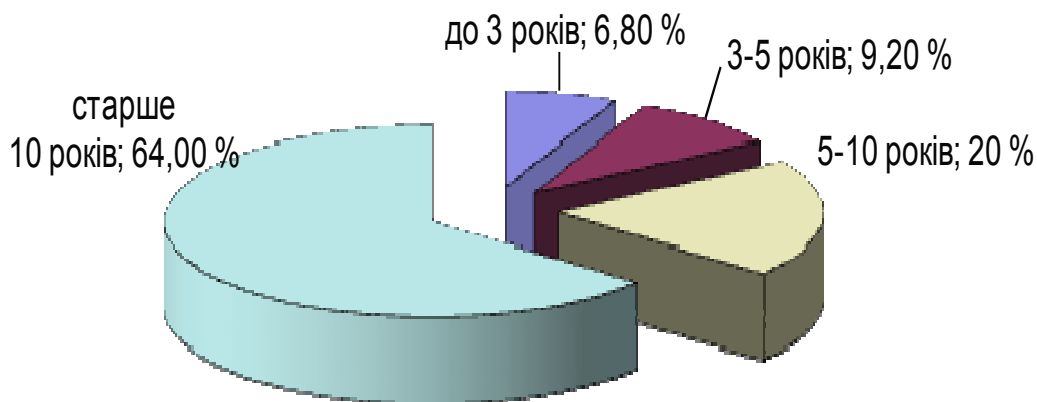


Рис. 1.5. Розподіл автомобілів індивідуального користування в Україні за терміном експлуатації за даними «ДержавтотрансНДІпроект»

Термін служби автомобіля в середньому розрахований на 8–10 років експлуатації. Старіння автомобіля супроводжується порушенням його працездатності. Технічний стан автомобіля характеризується ступенем відповідності або невідповідності його функціональних параметрів певним технічним вимогам. Розрізняють справний і несправний, працездатний і непрацездатний за технічним станом ТЗ. Дуже часто в експлуатації автомобіля зустрічаються випадки, коли вузли автомобіля знаходяться в несправному, але працездатному стані. Згідно вимог дорожнього руху, забороняється експлуатація автомобіля з несправностями, що впливають на безпеку дорожнього руху, а саме несправностями гальмівної системи, кермового керування, освітлення в темний час доби і склоочисника під час дощу.

Третя група причин ДТП пов'язана з незадовільними дорожніми умовами. Найважливішою складовою дорожньої обстановки є дорожні умови, які визначаються сукупністю чинників, що характеризують видимість і стан дороги. Видимість дороги за напрямком руху встановлюється з урахуванням пори року, періоду доби, атмосферних явищ, освітленості. Стан поверхні дороги залежить від типу покриття, атмосферних явищ, чистоти, рівності, шорсткості, ширини проїжджої частини, величини ухилів на спусках, підйомах і віражах. Покриття дороги може бути в незадовільному стані з вибоїнами або іншими дефектами. Залежно від атмосферних явищ воно буває мок-

рим, обмерзлим чи вкритим снігом. На асфальтобетонній поверхні дороги може бути присутній бруд, дрібний гравій, пісок, маслянисті речовини. Все це впливає на якість зчеплення коліс з дорогою, величину зупинного шляху і враховується при вивченні обставин ДТП.

Згідно з усталеною класифікацією, ДТП підрозділяють на сім основних видів: зіткнення ТЗ, наїзд ТЗ на пішохода, наїзд ТЗ на перешкоду, перекидання ТЗ, наїзд ТЗ на велосипедиста, падіння пасажирів, некерований виїзд за межі проїжджої частини (рис. 1.6).

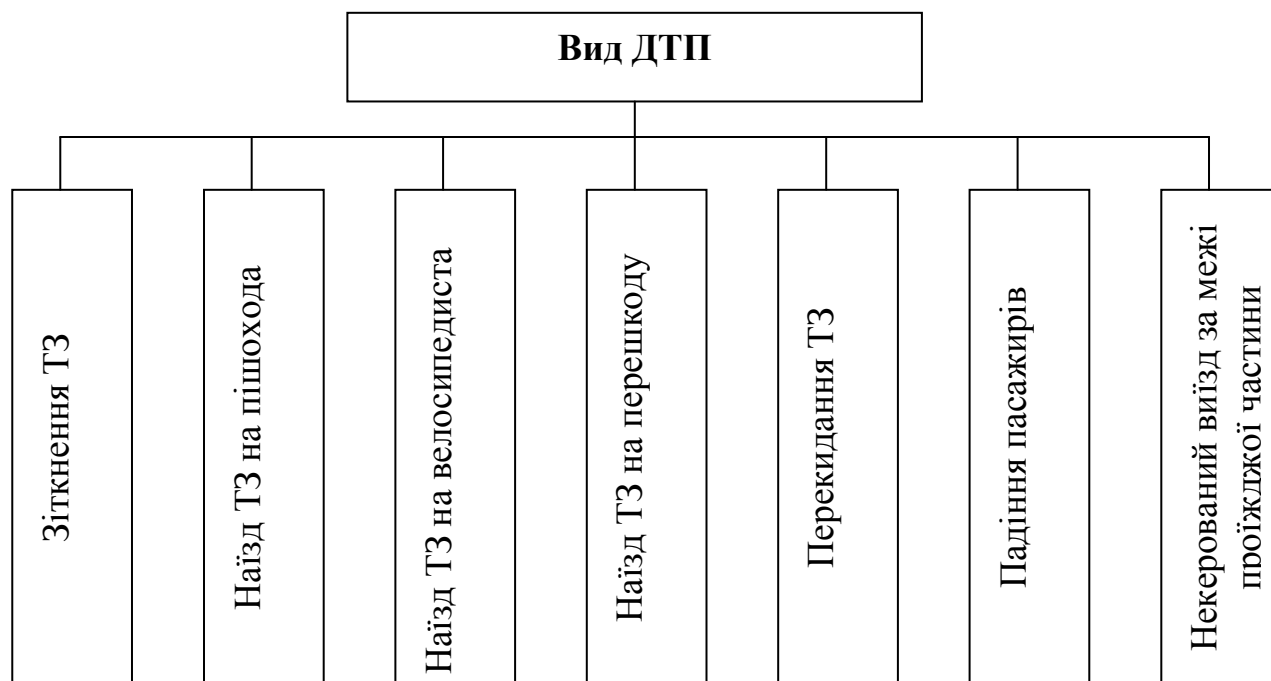


Рис. 1.6. Класифікація ДТП

Зіткнення ТЗ – це найчастіший вид ДТП. Може відбуватися зіткнення ТЗ між собою або з рухомим складом електротранспорту чи залізниці (трамваєм, потягом).

Наїзд на пішохода – це найбільш травматичний вид ДТП, в якому, за даними ВОЗ, в Україні гине близько 50 % від загальної кількості загиблих [12]. До наїзду на пішохода відносяться ДТП, в результаті яких ТЗ наїхав своєю фронтальною частиною на пішохода або коли сам пішохід наткнувся на бокову поверхню проїжджаючого мимо ТЗ. Пішохід – особа, яка бере участь у дорожньому русі поза транспортними засобами і не виконує на дорозі будь-яку роботу. До пішоходів прирівнюються також особи, які рухаються в інвалідних колясках без двигуна, ведуть велосипед, мопед, мотоцикл, везуть санки, візок, дитячу чи інвалідну коляску.

Наїзд на велосипедиста, як і наїзд на пішохода, трапляється у випадках, коли автомобіль наїхав на велосипедиста або коли сам велосипедист наткнувся на автомобіль. До велосипедів відноситься транспортний засіб, крім інвалідних колясок, що приводиться в рух мускульною силою людини, яка знаходиться на ньому [19].

При наїзді ТЗ на перешкоду відбувається зіткнення з нерухомим предметом, що знаходиться на проїжджій частині дороги або на узбіччі. Такими перешкодами можуть бути різні огорожі, стовпи, предмети, що залишені на дорозі або узбіччі, будівельні машини та матеріали і т.п.

Перекидання ТЗ трапляється внаслідок несприятливих дорожніх умов, неправильного укладання і розміщення вантажу, чи через технічну несправність або допущену помилку водія. Перекидання ТЗ, що виникло як наслідок його зіткнення або наїзду на перешкоду, вважається просто зіткненням або наїздом і до перекидання не відноситься.

До окремого виду ДТП відноситься падіння пасажирів, коли люди, що знаходились у кузові чи салоні автомобіля, впали в ньому або випали з нього внаслідок порушення правил перевезення людей або правил користування транспортом. Сюди не відносяться падіння людей при зіткненні, перекиданні або наїзді ТЗ на нерухомі перешкоди.

Некерований виїзд за межі проїжджої частини може відбутися з різних причин. Наприклад, коли водій не справився з керуванням або автомобіль мав відповідну несправність, чи цьому сприяла різка зміна дорожніх умов.

Таким чином, більшість ДТП відбувається з вини людей з причини порушення ними правил дорожнього руху, і тільки маленька частка ДТП припадає на фактори, незалежні від волі та діяльності учасників дорожнього руху.

1.2. Дослідження місця дорожньо-транспортної пригоди

Весь процес ДТП дуже швидкоплинний і триває декілька секунд. Чим повніше й всесторонньо відновлено й досліджено дорожню обстановку, відновлено механізм ДТП, тим більш об'єктивно й достовірно може бути встановлений причинно-наслідковий зв'язок ДТП.

Дорожня обстановка – це сукупність чинників, що характеризуються дорожніми умовами, присутністю перешкоди або небезпеки для руху, інтенсивністю та рівнем організації дорожнього руху з урахуванням наявності дорожньої розмітки, дорожніх знаків, дорожнього устаткування, світлофорів. Водій повинен постійно враховувати зміну дорожньої обстановки при виборі швидкості, смуги руху й прийомів управління транспортним засобом.

Дані про дорожню обстановку беруться в основу аналізу дорожньо-транспортної ситуації, що привела до ДТП, і дозволяють інспектору або експерту та слідству об'єктивно оцінити дію учасників дорожнього руху у відповідності з вимогами правил дорожнього руху, встановити момент виникнення небезпеки й дослідити механізм ДТП.

Механізм ДТП – це процес розвитку ДТП в часі з визначенням швидкості й траєкторії руху ТЗ. У відновленні й дослідженні механізму ДТП виділяють три основні фази: зближення об'єктів, їх взаємодія й відкидання після взаємодії (рис. 1.7).

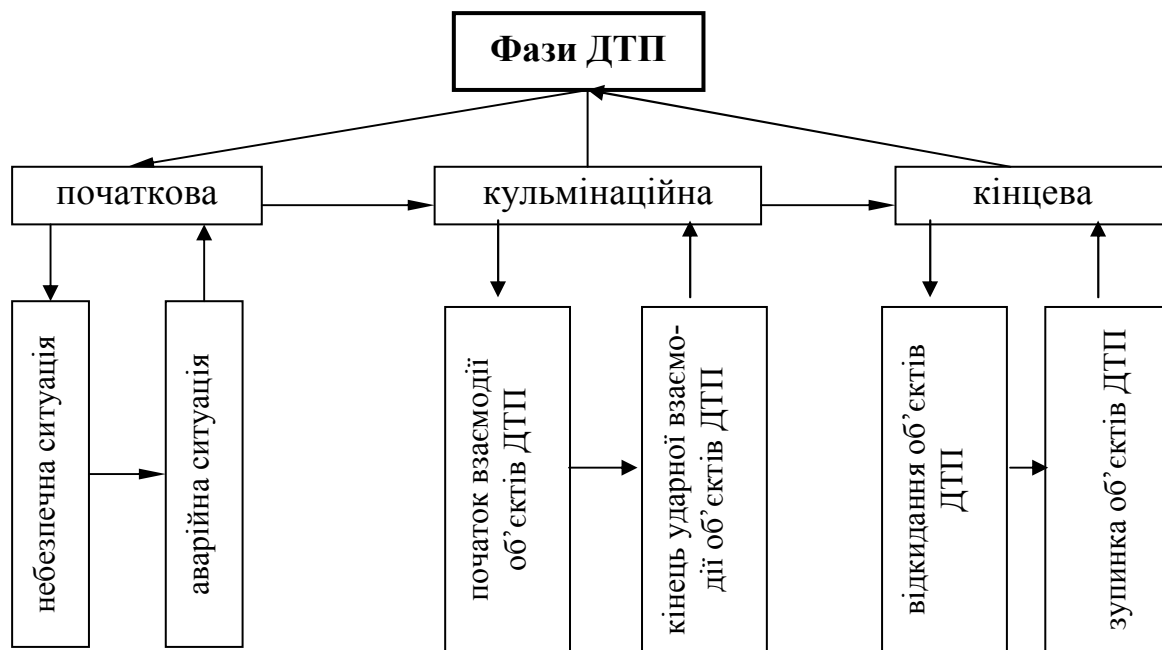


Рис. 1.7. Основні фази механізму ДТП

Перша фаза – початкова. Вона триває протягом зближення об'єктів з моменту виникнення небезпечної ситуації для руху водія до моменту початку взаємодії об'єктів ДТП. Під небезпечною ситуацією розуміють таку ситуацію, при якій учасники руху повинні негайно приймати всі наявні в їхньому розпорядженні заходи (маневр чи гальмування) для запобігання ДТП і зниження ваги його наслідку.

Якщо цих заходів не вжито, небезпечна ситуація переростає в аварійну ситуацію. Аварійною називають таку дорожньо-транспортну ситуацію, при якій учасники руху не мають можливості запобігти ДТП і остання стає неминучою.

Друга фаза (кульмінаційна) триває упродовж процесу інтенсивної взаємодії об'єктів ДТП. Починається вона з моменту контакту об'єктів і закінчується в момент їх повного роз'єднання, або в кінці ударного імпульсу сили. Ця фаза дуже швидкоплинна й триває долі секунди. Вона характеризується найбільш важкими наслідками: руйнуванням автомобілів і споруд, травмуванням людей. Третя фаза (кінцева) супроводжується відкиданням об'єктів і їх зупинкою.

На місці пригоди складається протокол огляду місця ДТП, який включає два додаткових документа – схему та довідку ДТП. У протоколі наводяться загальні відомості про ДТП, а в довідці – конкретніші відомості про транспорт, водія, потерпілих, та очевидців.

Протокол огляду місця ДТП оформляється інспектором державної автомобільної інспекції або слідчим, має встановлену форму, і складається із трьох частин: вступної, описової і завершальної (додаток А). У вступній частині вказується дата і тривалість огляду, посади та прізвища осіб, що беруть участь в огляді, П.І.Б. водіїв і понятих, вид пригоди.

В описовій частині протоколу фіксуються основні моменти, установлені в процесі огляду:

- місце пригоди;
- дорожні умови;
- організація руху на цій ділянці дороги;
- стан погоди й видимість у момент огляду;
- сліди пригоди, залишені на проїжджій частині;
- технічний стан основних систем і приладів автомобіля, що впливають на безпеку руху.

У завершальній частині протоколу вказуються:

- предмети, вилучені з місця ДТП;
- виконані дії з фіксації місця ДТП (чи складалася схема, чи робилися фотографування або відбитки протектора);
- заяви по суті огляду від водіїв, потерпілих, фахівців і понятих.

Протокол підписують особи, що оглядали й брали участь в огляді (водії, поняті та ін.).

До протоколу огляду місця пригоди додаються довідка ДТП і схема ДТП. Довідка ДТП дає коротку характеристику місця та умов

пригоди, короткий опис пригоди та основні відомості про транспорт, водія, потерпілих та очевидців (додаток Б).

Довідка ДТП містить:

- дані про час і місце пригоди;
- короткий опис пригоди;
- інформацію про потерпілих та адрес відповідної лікувальної установи;
- інформацію про автомобілі й водіїв із зазначенням даних з технічного паспорту автомобіля та посвідчення водія.

Схема ДТП – це розташування об'єктів на плані місцевості після ДТП. На схемі ДТП об'єкти повинні мати прив'язку до постійних нерухомих орієнтирів (стовпа, будівлі, дерева, перехрестя й тому подібне) і базової лінії, якою часто служить межа проїжджої частини дороги (рис. 1.8).

Координати розташування транспортних засобів указуються від осей коліс. Має бути вказано три розміри: один уздовж осьової лінії дороги, від якого-небудь колеса до вибраного орієнтиру – x_1 ; інші два – перпендикулярно межі проїжджої частини від передньої і задньої осей автомобіля – y_1, y_2 до вибраної базової лінії. На схемі також позначаються всілякі сліди та фрагменти, наприклад, юза, осколків скла, плям масла й рідини, ґрунту, що обсипався з-під крил автомобіля й тому подібне.

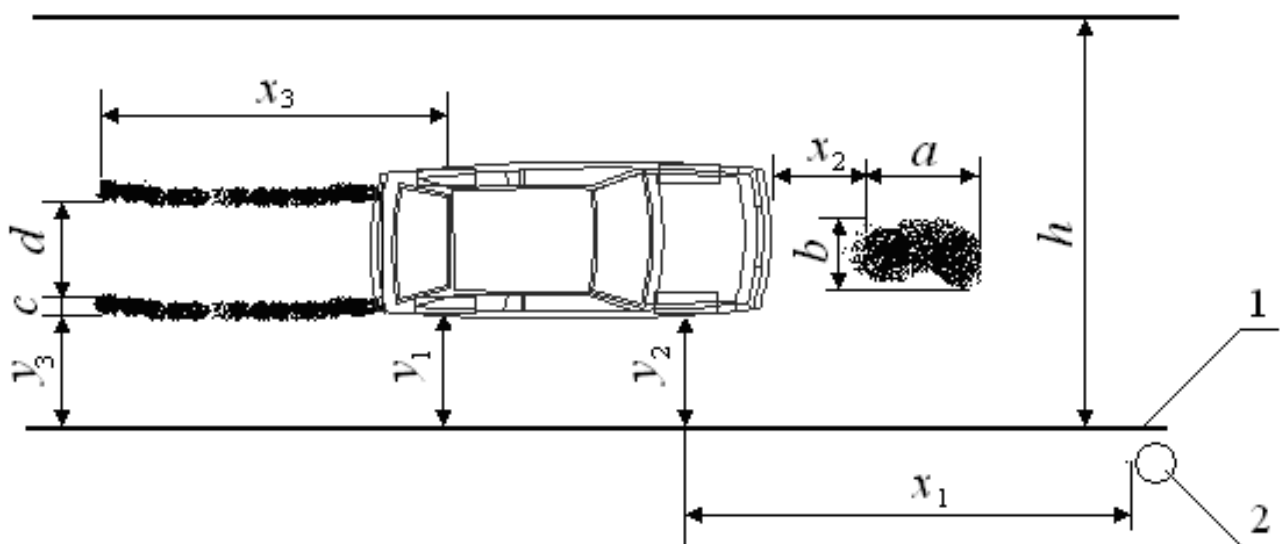


Рис. 1.8. **Схема ДТП:** x_1 - x_3 – подовжні координати об'єктів; y_1 - y_3 – поперечні координати; a, b, c, d – розміри слідів; 1 – межа проїжджої частини (базова лінія); 2 – стовп (орієнтир)

Схему рекомендується виконувати в такій послідовності:

- визначити межі ділянки, яку потрібно зафіксувати, та сфотографувати;
- позначити крейдою межі слідів та фрагментів, що підлягають виміру;
- сфотографувати обстановку й розташування об'єктів учасників ДТП;
- на місці пригоди вибрати орієнтир (умовну точку відліку) і базову лінію;
- провести виміри й зафіксувати їх на схемі ДТП.

Якщо межа проїжджої частини нечітка або відсутня, в якості базової лінії використовується шнур, який натягується між двома помітними орієнтирами.

Розміри на схемі ДТП треба надавати в метрах із вказівкою другого знаку після коми – це надає необхідної точності вимірам (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Координати об'єктів ДТП

Позначення координати	X_1	X_2	X_3	Y_1	Y_2	Y_3	H	a/b	c/d
Розмір, м	25,32	7,80	14,56	2,30	2,32	2,28	8,45	1,12/0,78	0,17/1,35

Схему ДТП, так само як і протокол, підписують особи, що брали участь в огляді місця ДТП (інспектор, водії, поняті, слідчий та експерт у разі присутності).

1.3. Організація судової автотехнічної експертизи в Україні

Судова експертиза призначається у випадках, коли для дозволу певних питань зі справи необхідні наукові, технічні або інші знання [30]. Метою судової автотехнічної експертизи є встановлення причинно-наслідкового зв'язку між діями учасників ДТП і вимогами правил дорожнього руху. З урахуванням результатів експертизи слідство й суд повинні відповісти на основне питання – чи мав місце нещасний випадок або пригода відбулася в результаті неправильних дій водія.

Дія або бездіяльність водія, що пов'язана з порушенням правил дорожнього руху, передбачає кримінальну відповідальність, якщо це порушення нанесло потерпілому тілесне пошкодження або призвело до смерті. Відповідальність водія настає, якщо факт порушення ним правил дорожнього руху буде доведений у суді.

Судові експертизи проводяться експертними установами, відповідно до регіональних зон обслуговування, працівниками, які мають вищу освіту, пройшли відповідну підготовку та атестовані як експерти певної спеціальності. Експертизи та інші дослідження в експертних установах можуть проводитись також позаштатними працівниками цих установ.

Проведення судових автотехнічних експертиз у справах про ДТП у нашій країні було організовано починаючи з 1959 року. Раніше такі експертизи доручалися особам, часом недостатньо об'єктивним і малокваліфікованим, працюючим в автогосподарствах або Державтоінспекції. Природно, в подібних умовах важко було досягти одноманітності в методиці проведення судових автотехнічних експертиз. Висновки експерта нерідко суперечили достовірним матеріалам справи. Іноді експерт навіть виходив за межі своєї компетенції, вирішуючи не тільки технічні, але й юридичні питання [4]. Тому, вже з 1965 року, в установах судової експертизи вводиться інструкція, в якій обумовлюється область спеціальних знань експерта-автотехніка. Згідно з експертною практикою, що склалася, експерт-автотехнік повинен володіти такими базовими знаннями в нижченаведених областях науки й техніки: математика й механіка, будова й робота ТЗ, технічна експлуатація й ремонт транспортних засобів, теорія експлуатаційних властивостей автомобіля й вибір безпечних режимів руху, правила дорожнього руху.

Поставлені перед експертом питання не можуть виходити за межі його спеціальних пізнань. Під компетенцією експерта маються на увазі його досвід і знання в проведенні експертизи, круг повноважень, наданих йому законом. Питання, для вирішення яких потрібні пізнання з інших областей науки й техніки, тобто питання, що відносяться до іншого виду експертизи, наприклад, судово-медичної, траєкторичної, товарознавської, виходять за межі компетенції експерта-автотехніка. Використовуючи одержані базові знання, експерт-автотехнік повинен бути здатним вирішувати основні завдання судової автотехнічної експертизи, якими є:

- визначення моменту виникнення небезпеки для водія (якщо цей момент не визначений слідчим);
- дослідження механізму ДТП;
- аналіз можливості запобігання ДТП;
- встановлення відповідності дій учасників ДТП вимогам правил дорожнього руху, визначення причинно-наслідкового зв'язку.

У процесі дослідження обставин ДТП визначається момент виникнення небезпеки для руху водія. У цей момент водій повинен був негайно прийняти відповідні заходи для запобігання аварійної ситуації. Як правило, цей момент має встановлюватись слідчим (судом) і зазначатись у постанові (ухвалі) про призначення експертизи. Якщо у постанові (ухвалі) момент виникнення небезпеки не вказаний, то експерт, виходячи з аналізу дорожньої обстановки, має право визначити його самостійно.

При дослідженні механізму ДТП встановлюються параметри руху ТЗ, пішохода та взаємне розташування об'єктів у різні моменти часу. Обстановку на місці ДТП експерт досліджує в разі потреби, щоб визначити характер руху ТЗ або пішохода в зоні ДТП. Досліджуючи технічну можливість запобігти пригоди, експерт аналізує можливий розвиток пригод у випадку, якщо б водій своєчасно відреагував на небезпеку. При дослідженні причинно-наслідкового зв'язку ДТП визначається ступінь відповідності фактичних дій учасників ДТП діям, які повинні були виконуватися згідно з правилами дорожнього руху.

Перед автотехнічною експертизою можуть бути поставлені й завдання, вирішення яких пов'язане з дослідженням технічного стану ТЗ, а саме:

- встановлення несправностей транспортного засобу, які загрожували безпеці руху;
- аналіз причин утворення несправності та часу її виникнення – до ДТП чи внаслідок ДТП;
- визначення ступеня впливу несправності на виникнення та розвиток ДТП.

Технічний стан ТЗ, що брали участь у ДТП, досліджується з метою встановлення можливих несправностей, які могли сприяти виникненню ДТП.

Під час дослідження механізму ДТП експерт використовує ряд технічних величин (параметрів), які ним визначаються самостійно, в

силу його компетенції. До них відносяться: час реакції водія, час запізнювання спрацювання гальмового привода, час наростання сповільнення при екстреному гальмуванні, коефіцієнт зчеплення шин з дорогою, коефіцієнт опору руху при коченні коліс, розміри та маса ТЗ тощо (додаток В). Ці технічні параметри експерт визначає згідно з довідковою літературою, за систематизованими таблицями з методичних рекомендацій, розрахунковим шляхом або в результаті експериментальних досліджень.

Експерт також повинен вміти аналізувати представлені йому слідчим і судом висновки інших експертів, щоб встановити, чи правильно в них проведені розрахунки, вибрані значення технічних величин, чи обґрунтовані висновки.

Експерт не може вирішувати питання про наявність і ступінь вини учасників ДТП, наприклад, чи є ці дії результатом неухважності, наміру, недосвідченості, самовпевненості того чи іншого учасника ДТП. Ці питання вирішують тільки слідчий і суд.

Обов'язки та права судового експерта відзначені в КПК України, а також в інструкції про проведення судових експертиз [14, 30].

На експерта покладаються такі обов'язки:

- прийняти до виконання доручену йому експертизу;
- повідомити в письмовій формі особу або орган, які призначили експертизу, про неможливість її проведення, якщо поставлене питання виходить за межі компетенції експерта (спеціаліста) або якщо надані матеріали недостатні для вирішені поставленого питання, чи зажадані додаткові матеріали не були отримані;
- з'явитися за викликом особи або органу, які призначили експертизу, для допиту з приводу проведеної експертизи чи повідомлення про неможливість її проведення;
- заявити самовідвід за наявності передбачених законом обставин;
- з дозволу особи або органу, які призначили експертизу, проводити дослідження в присутності підозрюваного, обвинуваченого, підсудного чи сторін у цивільних або арбітражних справах.

Експерт має право:

- ознайомитися з матеріалами справи, які стосуються експертизи;
- порушувати клопотання про надання додаткових та нових матеріалів, які необхідні для вирішення поставлених питань;

– з дозволу особи або органу, які призначили експертизу, бути присутнім під час проведення слідчих і судових дій, порушувати клопотання, що стосуються проведення експертизи, та задавати відповідні запитання особам, яких допитують;

– вказувати у висновку експертизи на факти, які мають значення для справи, навіть якщо не були поставлені в постанові відповідні питання;

– у випадку незгоди з іншими членами експертної комісії – скласти окремий висновок експертизи;

– викладати письмово відповіді на питання, які ставляться перед ним під час допиту;

– оскаржувати в установленому порядку дії та рішення особи або органу, який призначив експертизу, якщо порушують права експерта або порядок проведення експертизи.

Експерту забороняється:

– проводити експертизу без письмової вказівки керівника експертної установи, її структурного підрозділу, за винятком експертиз, доручених йому безпосередньо після слідчого огляду, в якому він брав участь як спеціаліст, а також експертиз, які проводяться під час судового розгляду;

– самостійно збирати матеріали, які підлягають дослідженню, а також вибирати вихідні дані для проведення експертизи, якщо вони відображені в наданих йому матеріалах неоднозначно;

– розголошувати без дозволу прокурора, слідчого, особи, яка виконує дізнання, дані попереднього слідства чи дізнання;

– вступати в контакти, не передбачені порядком проведення експертизи, з будь-якими особами, якщо такі особи прямо чи побічно стосуються експертизи;

– зберігати кримінальні, цивільні та арбітражні справи, а також речові докази, документи, що є об'єктами експертизи, поза службовим приміщенням.

Експерт складає висновок експертизи від свого імені та несе особисту відповідальність за його правдивість. За надання завідомо неправдивого висновку, за відмову без поважних причин від виконання покладених на нього обов'язків, а також за розголошення без дозволу прокурора, слідчого або особи, яка проводить дізнання, даних попереднього слідства чи дізнання експерт несе кримінальну відповідальність.

За злісне ухилення від явки до органів дізнання та попереднього слідства або суду експерт несе адміністративну відповідальність. За допущені порушення при проведенні експертизи, що не призвели до кримінальної чи адміністративної відповідальності, штатний співробітник експертної установи може бути притягнутий до дисциплінарної відповідальності, а позаштатний – звільнений з посади позаштатного експерта.

Строки проведення експертиз встановлюються керівником експертної установи, її структурного підрозділу в межах 10 днів – щодо матеріалів з невеликою кількістю об'єктів і не складних за характером досліджень експертиз, або 1-го місяця – щодо матеріалів із великою кількістю об'єктів або складних за характером досліджень. Якщо експертиза не може бути виконана в зазначені строки, більший строк встановлюється за домовленістю з органом чи особою, які призначили експертизу, після попереднього вивчення експертом наданих матеріалів. Попереднє вивчення не має перевищувати п'яти днів. Строк проведення експертизи починається з робочого дня, наступного за днем надходження матеріалів до експертної установи, і закінчується в день направлення її органу, який призначив експертизу. У строк проведення експертизи не включається строк виконання клопотань експертів, пов'язаних із зажаданням додаткових матеріалів або усуненням інших недоліків, допущених особою або органом, які призначили експертизу. Якщо експерт звернувся з клопотанням про надання йому додаткових матеріалів, але протягом місяця не отримав відповідь, він має право письмово повідомити особу або орган, які призначили експертизу, про неможливість її проведення.

Автотехнічна експертиза відноситься до інженерно-технічного виду судової експертизи. Розрізняють судові експертизи за черговостю проведення та складом учасників (рис. 1.9).

За черговостю проведення розрізняють первинну, додаткову й повторну експертизи. Первинна експертиза відповідає на конкретні питання, що містяться в ухвалі слідчого або суду й виконується вперше в справі.

Додаткова експертиза призначається при недостатній ясності або неповноті висновку експерта. Протягом додаткової експертизи уточнюється процес дослідження ДТП і значення висновків. Додаткова експертиза може бути призначена в тому разі, якщо експертиза буде визнана неповною або недостатньо ясною, тобто якщо у висновку

нечітко викладений хід дослідження й не в повному обсязі зроблені висновки. Неповнота висновку має місце тоді, коли експерт не дав вичерпних відповідей на всі поставлені перед ним питання або досліджував не всі надані в його розпорядження матеріали. Також додаткова експертиза призначається при виникненні нових питань, пов'язаних з об'єктами, які досліджувалися в ході проведення первинної експертизи. Виробництво додаткової експертизи може бути доручене як експертові, що виробляв первинну експертизу, так й іншому або іншим експертам.

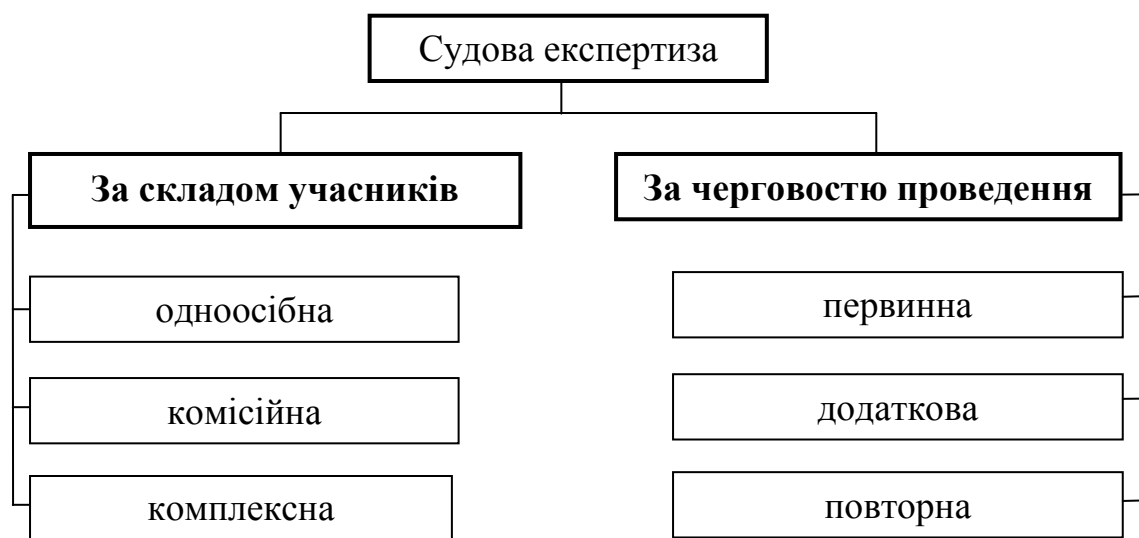


Рис. 1.9. Класифікація судової експертизи за черговістю проведення та складом учасників

Повторна експертиза призначається, якщо є сумніви в кваліфікації експерта й правильності висновків або в достовірності початкових даних, покладених в основу висновку. Така експертиза також призначається при виявленні додаткових початкових даних, раніше не відомих та які по-новому освітлюють справу. Повторна експертиза, як правило, доручається комісії і лише в новому складі. У комісію не можуть бути включені експерти, що раніше брали участь у первинній і додатковій експертизах. Повторна експертиза відповідає на ті ж питання, що й попередня, проте має відображати збіг з висновками попередньої експертизи або причини незгоди з ними.

За складом учасників експертизи підрозділяються на одноосібні, комісійні й комплексні. Одноосібна експертиза проводиться, коли характер пригоди не викликає розбіжностей у порівняно простих випадках.

Експертизу в складі комісії (комісійну експертизу) призначають при дослідженні складних ДТП із великою кількістю учасників, а також у разі повторної експертизи за наявності обставин справи, які викликають розбіжності в тлумаченні. До складу такої комісії входять 2–5 експертів однієї спеціальності. Члени комісії досліджують одні й ті ж об'єкти та відповідають на одні й ті ж питання. Комісія представляє загальний висновок, узгоджений з усіма її членами. При виникненні розбіжностей кожний член комісії може подати свою особливу думку.

Комплексна експертиза призначається при розборі складних пригод, коли питання не можуть бути вирішені експертами однієї спеціальності. Так, наприклад, судово-медичний експерт встановлює причини смерті та характер тілесних пошкоджень учасників ДТП, експерт-трасолог по слідах, залишених на проїжджій частині та на ТЗ, визначає взаємне розташування об'єктів у момент пригоди, а експерт-автотехнік досліджує обставини ДТП.

Підставою для проведення судових експертиз в експертних установах є передбачений законом процесуальний документ, а саме постанова слідчого або суду про призначення експертизи (додаток Г). Крім того, для проведення судової автотехнічної експертизи разом з постановою (ухвалою) слідчого або суду експерту передається протокол огляду місця ДТП, до якого додаються довідка та схема ДТП. Цей список може бути доповнений протоколом огляду і перевірки технічного стану ТЗ, протоколом слідчого експерименту, якщо він проводився, протоколами допитів свідків і всілякими довідками, наприклад, метеослужби про погодні умови в період пригоди, дорожньої служби про стан дорожнього покриття і організацію руху в зоні ДТП. Слідчий не має права вимагати від експерта, щоб той самостійно вибирав зі справи вихідні дані для проведення експертизи. Разом з тим слідчий може поставити перед експертом питання про технічну спроможність (неспроможність) тих чи інших даних, які є в справі.

У постанові (ухвалі) про призначення експертизи вказуються:

- місце й дата винесення постанови чи ухвали;
- посада, звання та прізвище особи, назва суду, який виніс постанову (ухвалу);
- назва справи та її номер;
- обставини справи, які стосуються експертизи;

- підстави призначення експертизи;
- прізвище експерта або назва установи, експертам якої доручається проведення експертизи;
- питання, поставлені експертові;
- перелік об'єктів, що підлягають дослідженню, а також матеріалів, направлених експертові для ознайомлення;
- інші дані, які мають значення для проведення експертизи.

Згідно науково-методичних рекомендацій з питань підготовки та призначення судових експертиз [17] у постанові (ухвалі) про призначення автотехнічної експертизи мають бути зазначені дані про параметри та стан дорожньої обстановки та дії учасників ДТП, з яких має виходити експерт при проведенні досліджень (вихідні дані). Якщо до моменту призначення експертизи слідчому (суду) не вдалося усунути протиріччя у вихідних даних, що були в справі, він має право зазначити в постанові (ухвалі) варіанти їх значень та отримати висновки відносно кожного з них. При призначенні експертизи обставин ДТП у постанові вказуються наступні вихідні дані:

- тип покриття дороги (асфальт, ґрунтова тощо);
- його стан (сухе, мокре, ожеледиця та ін.);
- ширина проїжджої частини;
- наявність і величина ухилів;
- наявність дорожніх знаків і розміток у районі ДТП;
- технічний стан ТЗ та його завантаженість;
- видимість та оглядовість дороги з місця водія, а в умовах обмеженої видимості ще й видимість перешкоди;
- розташування ТЗ по ширині дороги;
- швидкість руху ТЗ, якщо відсутні його сліди гальмування;
- момент виникнення небезпеки для руху;
- відстань, яку подолав пішохід з моменту виникнення небезпеки для руху до моменту наїзду;
- швидкість руху пішохода або час його руху з моменту виникнення небезпеки до моменту наїзду;
- чи застосовував водій термінове гальмування та якщо застосовував, то яка довжина сліду гальмування до задніх коліс автомобіля (якщо сліди розташовані на ділянках дороги з різним покриттям, наприклад, на проїзній частині та узбіччі, потрібно зазначити довжину сліду окремо на кожній з ділянок);

- місце наїзду відносно слідів гальмування (яку відстань пройшов ТЗ в стані гальмування до наїзду чи після наїзду на пішохода);
- якою частиною ТЗ було збито пішохода або якими частинами зіткнулись транспортні засоби;
- якщо ТЗ після залишення сліду гальмування до його остаточної зупинки рухався накатом, то яку відстань він пройшов у цьому стані.

Якщо ДТП скоїв водій мотоцикла, крім того, у постанові зазначається:

- ручним та нижнім гальмом чи одним з них (яким саме) гальмував водій;
- якщо на мотоциклі з коляскою був один пасажир, то де він знаходився: у колясці чи на задньому сидінні;
- якщо мотоцикл без коляски рухався в перекинутому стані, залишаючи сліди на дорозі, то відстань, на яку він перемістився в такому стані.

Щоб слідство та суд за допомогою експерта могло ретельніше дослідити обставини ДТП і досягти об'єктивного висновку в науково-методичних рекомендаціях з питань підготовки та призначення судових експертиз [28] є наступний перелік питань:

- Якою була швидкість ТЗ при даній довжині слідів гальмування?
- Яка максимально припустима швидкість ТЗ за умови даної видимості дороги?
- Яка максимально припустима швидкість ТЗ на закругленні дороги даного радіусу?
- Яка найменша безпечна дистанція між ТЗ в умовах даної дорожньої обстановки?
- Яка відстань необхідна для безпечного обгону попутного ТЗ в умовах даної дорожньої обстановки?
- Який гальмовий та зупинний шлях ТЗ за певної швидкості його руху в умовах даної дорожньої обстановки?
- Як повинен був діяти водій в даній дорожній обстановці, виходячи з технічних вимог Правил дорожнього руху України, з метою забезпечення безпеки руху?
- Чи мав водій технічну можливість запобігти наїзду з моменту виникнення небезпеки для руху?

– Чи відповідали дії водія технічним вимогам Правил дорожнього руху?

– З якою швидкістю рухався ТЗ? Якщо ця швидкість перевищувала встановлені обмеження (зазначається, які саме), то чи мав водій технічну можливість уникнути контакту з перешкодою (зазначається, якою саме), якщо ця швидкість не перевищувала припустиму?

– Чи мав водій технічну можливість шляхом екстреного гальмування зупинити ТЗ з моменту виникнення небезпеки для руху (вказується момент виникнення небезпеки), не доїжджаючи до потерпілого?

Перед автотехнічною експертизою можуть бути поставлені й питання, вирішення яких пов'язане з дослідженням технічного стану ТЗ, а саме:

– Які несправності, виходячи з вимог Правил дорожнього руху до технічного стану ТЗ, мала (мав) система (механізм, вузол, агрегат) даного ТЗ?

– Яке значення мала дана несправність у виникненні ДТП?

– Коли, до ДТП чи в процесі її розвитку, виникли дані несправності?

– Чи не має ТЗ ознак, які вказують на те, що наявні пошкодження або несправності не пов'язані з ДТП?

– Яка причина відмови даного механізму, системи (рульового керування, гальмової системи та ін.) ТЗ?

– Чи є відмова наслідком конструктивних недоліків системи (механізму) або порушення правил її (його) експлуатації?

– Чи мав водій можливість виявити несправність до відмови системи або механізму? Чи мав водій технічну можливість запобігти пригоді при наявності даної несправності?

Крім питань з рекомендованого переліку слідчим та судом можуть бути сформульовані інші питання, що не виходять за межі компетенції експерта автотехніка.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Загальні й питомі показники ДТП.
2. Що таке дорожньо-транспортна пригода (ДТП)?
3. Яка існує система обліку загиблих і поранених при ДТП?
4. Класифікація ДТП.
5. Основні причини ДТП.
6. За якою формою та структурою складається протокол огляду місця ДТП?
7. Яка інформація надається в довідці про ДТП?
8. Методика складання схеми ДТП.
9. У чому різниця між небезпечною та аварійною дорожньо-транспортною ситуацією?
10. Розкрийте поняття «механізм ДТП».
11. Що входить до компетенції експерта-автотехніка?
12. Які має обов'язки, права та відповідальність судовий експерт?
13. Поясніть мету та основні завдання судової автотехнічної експертизи.
14. Наведіть класифікацію судових експертиз.
15. Який порядок призначення судової експертизи?
16. Що включає постанова (ухвала) слідчого про призначення судової автотехнічної експертизи?
17. Які вихідні дані вказуються в постанові (ухвалі) про призначення автотехнічної експертизи?
18. Яку науково-технічну інформацію експерт-автотехнік вибирає самостійно?
19. Які матеріали можуть надаватися експерту разом із постановою (ухвалою) про призначення автотехнічної експертизи?
20. Наведіть перелік питань автотехнічної експертизи.

Розділ 2. ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ГАЛЬМУВАННЯ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ

2.1. Аналіз процесу гальмування за часом

У більшості випадків при виникненні небезпечної дорожньої ситуації водій повинен застосовувати екстрене гальмування. Предметне бачення процесу гальмування автомобіля дає гальмівна діаграма. При дослідженні ДТП гальмівну діаграму треба роздивлятися з урахуванням часу реакції водія (рис. 2.1).

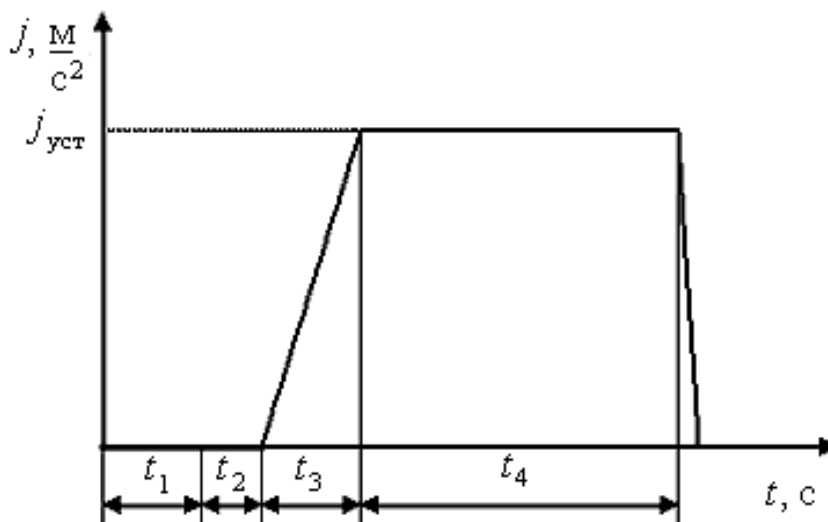


Рис. 2.1. Гальмівна діаграма: t_1 — час реакції водія; t_2 — час запізнювання спрацьовування дії гальм ТЗ; t_3 — час наростання сповільнення ТЗ; t_4 — час гальмування з усталеним сповільненням; $j_{\text{уст}}$ — усталене сповільнення ТЗ

Гальмівна діаграма — це графічне відображення залежності сповільнення автомобіля від часу. Час реакції водія t_1 — це інтервал часу з моменту реагування водія на небезпеку до початку дії його на педаль гальма. Час запізнювання спрацьовування гальма t_2 — проміжок часу з моменту натиснення на педаль гальма до моменту появи сповільнення автомобіля. Час наростання сповільнення t_3 — це інтервал часу з початку сповільнення автомобіля до моменту, коли сповільнення досягає свого сталого значення. Час усталеного сповільнення автомобіля t_4 — це інтервал часу, коли автомобіль гальмує з максимальною ефективністю.

Згідно з гальмівною діаграмою, загальний час, який необхідний для зупинки ТЗ становить $T_0 = t_1 + t_2 + t_3 + \frac{v_u}{j_{уст}}$. Якщо прийняти при-

пущення, що за час наростання сповільнення t_3 швидкість руху v_a транспортного засобу буде змінюватись рівно-сповільнено зі сповільненням, яке дорівнює половині усталеного сповільнення $0,5j_{уст}$, то швидкість ТЗ наприкінці часу t_3 у момент, коли починається гальмування з усталеним сповільненням, буде $v_u = v_a - 0,5j_{уст}t_3$. Тоді, час, який необхідний для зупинки ТЗ, можна записати як

$$T_0 = t_1 + t_2 + t_3 + \frac{v_a - 0,5j_{уст}t_3}{j_{уст}} = t_1 + t_2 + t_3 + \frac{v_a}{j_{уст}} - 0,5t_3.$$

Звідки

$$T_0 = t_1 + t_2 + 0,5t_3 + \frac{v_a}{j}, \quad (2.1)$$

де T_0 – час, який необхідний для зупинки ТЗ, с;

t_1 – час реакції водія, с;

t_2 – час запізнювання спрацьовування дії гальм ТЗ, с;

t_3 – час наростання сповільнення ТЗ, с;

v_a – швидкість руху ТЗ, м/с;

j – сповільнення ТЗ (у разі експертних розрахунків усталене сповільнення ТЗ), м/с²;

У формулі (2.1) та подальших формулах усталене сповільнення $j_{уст}$ може бути позначено в спрощеній формі, як j .

Якщо позначити суму інтервалів часу t_1 , t_2 , $0,5t_3$, протягом яких гальмівна система приводиться в дію, як

$$T_{пр} = t_1 + t_2 + 0,5t_3, \quad (2.2)$$

то формула часу, який необхідний для зупинки ТЗ матиме вигляд

$$T_0 = T_{пр} + \frac{v_a}{j}, \quad (2.3)$$

де $T_{пр}$ – сума інтервалів часу t_1 , t_2 , $0,5t_3$, протягом яких гальмівна система ТЗ приводиться в дію, с.

Якщо необхідно виконати розрахунки часу гальмування автомобіля не до повної зупинки, а до деякої проміжної швидкості, наприклад, швидкості в момент наїзду на пішохода чи перешкоду, то цей час складатиме

$$T_{\text{н}} = t_1 + t_2 + 0,5t_3 + \frac{v_{\text{а}} - v_{\text{н}}}{j}, \quad (2.4)$$

або

$$T_{\text{н}} = T_{\text{пр}} + \frac{v_{\text{а}} - v_{\text{н}}}{j}, \quad (2.5)$$

де $v_{\text{н}}$ – швидкість руху ТЗ у момент наїзду на пішохода або перешкоду, м/с.

Інтервали часу t_1 , t_2 , t_3 експерт (спеціаліст) має приймати відповідно до існуючих методичних рекомендацій [28, 32]. Час реакції водія залежить від безлічі чинників: статі, віку, кваліфікації, фізичного стану водія. Тому в експертних розрахунках використовуються середньостатистичні значення часу реакції водія. Наприклад, у Великобританії при експертизі ДТП час реакції водія вважався постійним і рівним 0,68 с. В Україні до 1983 р. час реакції водія приймався 0,8 с.

Вживання єдиного значення часу для всіх умов ДТП не завжди виправдано. Від водія не можна вимагати граничної напруги за будь-яких обставин й постійної готовності до виконання ефективних дій по попередженню ДТП. Іноді перешкода може з'явитися для водія без попередніх ознак небезпеки, наприклад, вихід пішохода на проїжджу частину за межами населеного пункту, де перехід не дозволений. В інших випадках, навпаки, водій може передбачати характер перешкоди та місце його появи, отже, має можливість наперед підготуватися до вживання необхідних заходів безпеки, наприклад, при виході пішохода на проїжджу частину, де перехід дозволяється, услід за другим пішоходом.

Тому фахівці обґрунтовано вважають, що більш правильно застосовувати значення часу реакції водія залежно від дорожньо-транспортної ситуації. У практиці судової автотехнічної експертизи України використовуються диференційовані значення часу реакції водія в межах 0,6–1,4 с (табл. 2.1), які методично обґрунтовані кандидатом технічних наук Суворовим Ю.Б. у 1987 р. [20].

**Час реакції водія при виникненні небезпеки для руху
або перешкоди**

Типові дорожньо-транспортні ситуації	t_1 , с
1	2
<i>Водій мав об'єктивну можливість наперед виявити вірогідну небезпеку та постійно слідкувати за нею:</i> – вихід пішохода поза об'єктом, що обмежує оглядовість, безпосередньо услід за іншим пішоходом; – пішохід знаходиться на проїжджій частині та починає рухатися за напрямом смуги руху ТЗ; – виїзд ТЗ, водій якого мав переважне право рухатися.	0,6
<i>Водій міг помітити явні ознаки небезпеки чи перешкоди й від водія була потрібна підвищена увага:</i> – вихід пішохода на нерегульований пішохідний перехід або проїжджу частину на перехресті, де перехід дозволено; – вихід пішохода на регульований пішохідний перехід або проїзду частину на перехресті, на дозволений сигнал світлофора або регулювальника; – вихід пішохода з тротуару, узбіччя, розподільної смуги, трамвайного полотна, резервної зони на проїжджу частину після того, як пішохід перед цим рухався в тому ж напрямі в полі зору водія; – вихід пішохода на проїжджу частину там, де перехід дозволяється після того, як пішохід до виходу на проїжджу частину рухався в іншому напрямку, стояв або вийшов з групи людей; – вихід пішохода на проїжджу частину там, де перехід дозволяється з-за нерухомого об'єкту, що обмежував оглядовість або з-за (чи) груп людей, що були на проїжджій частині; – вихід пішохода на проїжджу частину там, де перехід дозволяється з-за попутного ТЗ, що рухався по крайній смузі; – вихід пішохода на проїжджу частину там, де перехід дозволяється з-за зустрічного ТЗ, що рухався по крайній смузі від середини дороги; – рух пішохода до громадського транспорту або від нього на зупинки громадського транспорту; – виникнення небезпеки або перешкоди, про яку водія попереджував відповідний дорожній знак; – небезпечний маневр ТЗ, водій якого був вимушений зробити це через дорожні обставини; – небезпечний маневр ТЗ, водій якого до цього рухався не за правилами дорожнього руху;	0,8

1	2
<i>Не було явних ознак небезпеки, але від водія була потрібна увага до дорожньої ситуації:</i> – рух ТЗ проти дозволеного напрямку; – зміна траєкторії руху або екстрене гальмування ТЗ, що їде попереду, в процесі його обгону; – раптовий вихід пішохода на проїжджу частину, де перехід не дозволений, якщо пішохід до цього стояв, рухався в іншому напрямку, або вийшов з групи людей; – раптовий вихід пішохода на проїжджу частину там, де перехід не дозволяється з-за нерухомого об'єкту, що обмежував оглядовість, або з групи людей, що були на проїжджій частині; – раптовий вихід пішохода на проїжджу частину на ділянці, де перехід не дозволено, з-за попутного ТЗ, що рухався крайньою правою смугою; – раптовий вихід пішохода на проїжджу частину там, де перехід не дозволяється з-за зустрічного ТЗ, що рухався по крайній смузі від середини дороги; – вихід пішохода на проїжджу частину на ділянці, де перехід дозволено, з-за попутного ТЗ, що рухався не крайньою правою смугою, наприклад, другою чи третьою; – виїзд ТЗ, водій якого не мав переважного права руху; – поворот ТЗ на перехресті без подачі сигналу повороту.	1,0
<i>Від водія не вимагалось підвищеної уваги:</i> – раптовий вихід пішохода на проїжджу частину на ділянці, де перехід не дозволено, з-за попутного ТЗ, що рухався не крайньою правою смугою, наприклад, другою чи третьою; – раптовий вихід пішохода на проїжджу частину з обочини поза населеним пунктом, при відсутності пішохідного руху, якщо пішохід до цього стояв, рухався в іншому напрямку; – початок руху пішохода при забороненому сигналі світлофора (регулювальника); – виїзд ТЗ при забороненому сигналі світлофора (регулювальника); – раптова поява ТЗ на проїжджій частині населеного пункту з-за об'єкту, що обмежував оглядовість; – раптова зміна напрямку руху зустрічного або попутного ТЗ поза перехрестям, коли ознаки можливого здійснення маневру були відсутні; – гальмування попереднього ТЗ без включення стоп-сигналу з сповільненням 3–6 м/с².	1,2
<i>Мінімальна вірогідність виникнення небезпеки або перешкоди:</i> – раптова поява пішохода або ТЗ на проїжджій частині дороги поза населеним пунктом з-за об'єкту, що обмежував оглядовість; – гальмування переднього ТЗ без включення стоп-сигналу зі сповільненням до 3 м/с²; – нерівності й руйнування проїжджої частини або об'єкти, які знаходились на проїжджій частині й створювали ситуацію, яка не розглядалася вище.	1,4

Згідно з методичними вказівками [20], якщо об'єкт малопомітний, наприклад, при недостатньому освітленні, при світлі фар зустрічних ТЗ, або неконтрастному офарбленні об'єкту, що сприяло злиттю його з навколишнім фоном, то в конкретній дорожньо-транспортній ситуації, характеристика якої наведена в табл. 2.1, час реакції водія треба збільшити на 0,6 с.

У тих випадках, коли не виникає перешкоди для руху ТЗ і сам водій не створює перешкод для інших учасників руху (так звані вільні від перешкод дорожньо-транспортні ситуації), час реакції водія залежатиме від технічних чинників (табл. 2.2) [20].

Таблиця 2.2

Час реакції водія в дорожньо-транспортних ситуаціях за відсутності небезпеки та перешкоди

Типові дорожньо-транспортні ситуації	t_1 , с
Коли нема небезпеки або перешкоди для руху, і коли сам водій не створює небезпеки або перешкоди для інших учасників руху: Раптова відмова фар ТЗ; Перемикання сигналу світлофора з жовтого на червоний;	0,6
Раптове відкриття капота або кришки багажника спереду ТЗ; Раптове осліплення водія світлом фар зустрічного ТЗ;	0,8
Раптова відмова або неефективність органу управління ТЗ, проявлення інших несправностей, що загрожують безпеці руху; Фізичне втручання пасажирів в процес управління ТЗ.	1,2

При розрахунках максимально допустимої швидкості руху автомобіля в умовах обмеженої видимості, а також при розрахунку мінімально допустимої дистанції до переднього автомобіля час реакції водія буде мінімальним і дорівнювати 0,3 с (табл. 2.3).

Таблиця 2.3

Час реакції водія при виборі швидкості та дистанції

Типові дорожньо-транспортні ситуації	t_1 , с
Оцінка водієм дорожніх умов та обставин: – вибір водієм швидкості ТЗ за умов видимості у напрямку руху; – вибір водієм дистанції при русі за ТЗ-лідером.	0,3

Що стосується інтервалу часу запізнювання гальмування t_2 , то в даний час відсутня одноманітність у його оцінці [7], [12]. Час запіз-

нювання гальмування t_2 залежить від типу гальмового приводу, конструкції гальмівних механізмів і бази автомобіля (табл. 2.4, 2.5). Всі перераховані чинники варіюються залежно від категорії ТЗ [11].

Таблиця 2.4

Класифікація дорожніх транспортних засобів

Тип дорожнього транспортного засобу	Категорія
Пасажи́рські з числом місць не більше 8	M_1
Пасажи́рські з числом місць більше 8 і повною масою до 5 т	M_2
Пасажи́рські повною масою більше 5 т	M_3
Вантажні повною масою не більше 3,5 т	N_1
Вантажні повною масою 3,5–12 т	N_2
Вантажні повною масою більше 12 т	N_3

Таблиця 2.5

Час запізнювання спрацьовування гальм

Категорія ТЗ	Значення часу запізнювання спрацьовування гальм t_2 , с	
	за даними Іларіонова В.А. [13]	за даними Галаса П.В. [7]
M_1	0,2	0,2
M_2	0,2	0,2
M_3	0,3	0,4
N_1	0,3	0,4
N_2	0,3	0,4
N_3	0,3	0,4
N_3 (автопоїзда)	0,4	0,6

Аналізуючи дані, наведені в табл. 2.5, необхідно відзначити, що час запізнювання спрацьовування гальм автомобілів категорії N_1 складає 0,3–0,4 с, що більше, ніж в автомобілів категорії M_1 . Для сучасних автомобілів конструктивно таку розбіжність пояснити складно, оскільки вантажні автомобілі повною масою до 3,5 т конструюються на базі легкових автомобілів або автобусів малого класу, в яких час запізнювання спрацьовування гальм не перевищує 0,2 с. Це питання в автотехнічних дослідженнях залишається відкритим.

Крім того, вказане запізнювання гальм автопоїзда 0,4–0,6 с більше відповідає автопоїздам з одноконтурною гальмівною системою, яка вже більше трьох десятиріч заборонена до експлуатації. У даний час вантажні автопоїзди обладнуються двох- або трьохконтурним пневматичним гальмівним приводом з прискорювальним електропневмоклапаном. Це дозволяє значно скоротити запізнювання гальмування причіпних ланок автопоїзда.

На скільки питання уточнення часу гальмування ТЗ важливо для аналізу ДТП? – пояснимо на прикладі. Нехай ТЗ рухається зі швидкістю 90 км/год – це 25 м/с, тобто за 1 секунду ТЗ проїжджає шлях у 25 м. Тоді за час запізнювання спрацьовування гальм у 0,2 с він проїжджає 5 м, а за час 0,4 с – аж 10 м. Іноді, щоб уникнути ДТП, не вистачає декілька сантиметрів. Тому так важливо, щоб під час аналізу ДТП враховувалась кожна десята доля секунди. На нашу думку, час запізнювання спрацьовування гальм сучасних автомобілів необхідно передивлятися і корегувати для підвищення точності та об'єктивності автотехнічних досліджень ДТП.

Розглянемо час наростання сповільнення t_3 , який в основному залежить від категорії транспортного засобу, коефіцієнта зчеплення коліс з дорогою й у меншій мірі від завантаження ТЗ і типу гальмового приводу. Уявлення про тривалість часу наростання сповільнення t_3 у експертів періодично змінювалося [4], [13], [28], [32].

Існують загальні рекомендації щодо вибору часу наростання сповільнення. Наприклад, при $\phi = 0,7$ – $0,8$ для легкових автомобілів і вантажних на їх базі (категорії M_1 і N_1) $t_3 = 0,4$ с; для невеликих автобусів (категорія M_2) $t_3 = 0,5$ с і для всієї решти категорій ТЗ у спорядженому стані $t_3 = 0,6$ с [7].

З 1990 р. відомі більш докладні дослідження часу t_3 для 14 груп ТЗ, що вироблялися в Радянському союзі [32]. Аналіз цих даних дозволяє вибірково подати ті з них, які отримані для автомобілів з більш-менш сучасною гальмівною системою (табл. 2.6, табл. 2.7). Мається на увазі гальмівна система легкових автомобілів з підсилювачем гальм, переднім дисковим гальмом і регулятором гальмівних сил. Наприклад, це група автомобілів ВАЗ-2103 – ВАЗ-2109, ГАЗ-3102, Москвич-2140 та 2141. Якщо мова йде про вантажні автомобілі категорії N_3 , наприклад, такі, як КамАЗ-5320, то мається на увазі гальмівна система з двоконтурним пневматичним приводом, з гальмівними камерами та регулятором гальмівних сил.

Таблиця 2.6

Час наростання сповільнення t_3 (с) для ТЗ з гідроприводом гальм

Коефіцієнт зчеплення, ϕ	Категорія ТЗ M_1, N_1		Категорія ТЗ M_2		Категорія ТЗ M_3		Категорія ТЗ N_2	
	порожній	завантажений	порожній	завантажений	порожній	завантажений	порожній	завантажений
0,1	0,05	0,10	0,05	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
0,2	0,10	0,10	0,10	0,10	0,25	0,25	0,15	0,20
0,3	0,10	0,15	0,10	0,15	0,30	0,40	0,20	0,30
0,4	0,15	0,15	0,15	0,20	0,40	0,45	0,30	0,35
0,5	0,15	0,20	0,15	0,25	0,45	0,50	0,30	0,40
0,6	0,20	0,25	0,20	0,30	0,50	0,55	0,35	0,45
0,7	0,25	0,30	0,25	0,35	0,50	0,55	0,40	0,50
0,8 і більше	0,25	0,30	0,25	0,35	0,50	0,55	0,40	0,50

Таблиця 2.7

Час наростання сповільнення t_3 (с) для ТЗ з пневмоприводом гальм

Коефіцієнт зчеплення, ϕ	Категорія ТЗ M_3		Категорія ТЗ N_2		Категорія ТЗ N_3		Категорія ТЗ N_3 (автопоїзди)	
	порожній	завантажений	порожній	завантажений	порожній	завантажений	порожній	завантажений
0,1	0,10	0,10	0,10	0,15	0,10	0,10	0,10	0,15
0,2	0,20	0,20	0,20	0,25	0,20	0,20	0,25	0,30
0,3	0,30	0,30	0,30	0,40	0,25	0,25	0,35	0,45
0,4	0,40	0,40	0,40	0,45	0,30	0,30	0,45	0,50
0,5	0,45	0,45	0,45	0,50	0,35	0,35	0,50	0,55
0,6	0,50	0,60	0,50	0,55	0,40	0,45	0,50	0,60
0,7	0,55	0,60	0,50	0,55	0,45	0,50	0,50	0,60
0,8	0,55	0,60	0,50	0,55	0,45	0,50	0,50	0,60

Згідно з цими даними час наростання сповільнення t_3 залежить від категорії ТЗ, його завантаження й типу гальмового приводу, а також від коефіцієнта зчеплення коліс з дорогою.

Разом час запізнювання спрацьовування гальмівної системи та час наростання сповільнення об'єднують у нормативну величину, яка називається час спрацьовування гальм ТЗ. Час спрацьовування гальмівної системи – це проміжок часу з моменту натиснення на педаль гальма до моменту, коли сповільнення автомобіля досягає свого сталого значення. Час спрацьовування гальм ТЗ визначається сумою інтервалів часу запізнювання спрацьовування гальм і наростання сповільнення ($t_2 + t_3$). Відповідно до нормативних вимог, час спрацьовування гальмівної системи ТЗ з гідравлічним приводом гальм не має перевищувати 0,5 с, а з пневматичним або іншим типом приводу – 0,8 с. Для транспортних засобів випуску до 1988 р. допускається 10 % збільшення часу спрацьовування гальм [10]. Цей норматив оговорено тільки для ТЗ у спорядженому стані й тільки для екстреного гальмування з максимальною ефективністю. Треба відмітити, що не всі експертні дані узгоджуються з цим нормативом.

Наприклад, для автомобілів категорії N_3 у спорядженому стані сума інтервалів часу запізнювання спрацьовування гальм і наростання сповільнення на сухому асфальтобетонному покритті, згідно з існуючими експертними даними, складатиме 0,85–1 с, тобто буде перевищувати допустимі нормативні значення. Цей факт також указує на необхідність уточнення деяких експертних даних інтервалів часу запізнювання гальмування t_2 і наростання сповільнення t_2 з урахуванням модернізації гальмівної системи ТЗ, що відбулася за останні десятиріччя.

2.2. Визначення усталеного сповільнення автомобіля

Одним з основних критеріїв оцінки ефективності робочої гальмівної системи є усталене сповільнення ТЗ. Усталене сповільнення – це середнє значення сповільнення ТЗ в сталій фазі його гальмування з максимальною ефективністю (див. рис. 2.1) [10].

Для обліку та аналізу більшості чинників, які впливають на величину усталеного сповільнення, розглянемо схему зовнішніх сил, що діють на автомобіль у процесі його гальмування (рис. 2.2).

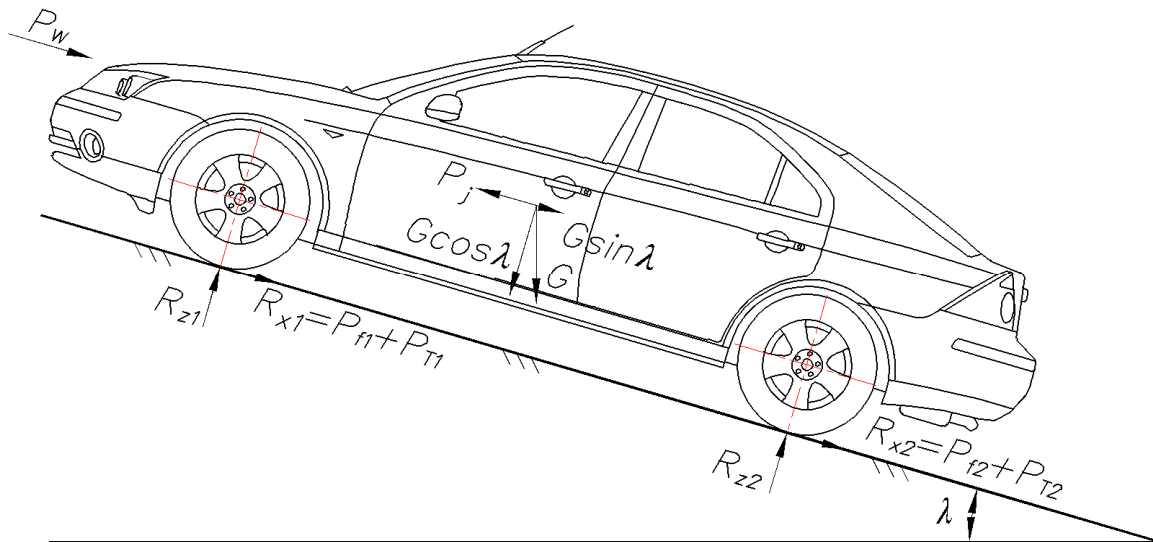


Рис. 2.2. Схема зовнішніх сил, діючих на автомобіль, що загальмовується

Виходячи з наведеної розрахункової схеми, після складання сил, що діють на передню та задню осі $P_{T1} + P_{T2} = P_T$ та $P_{f1} + P_{f2} = P_f$, запишемо рівняння рівноваги (балансу) сил, що діють на ТЗ при гальмуванні

$$P_j - P_w - P_T - P_f \mp P_\lambda = 0 \quad (2.6)$$

де P_j – повздовжня сила інерції ТЗ ($P_j = m_a j \delta_i$), Н;

P_w – сила опору повітря ($P_w = 0,5c_x \rho F v^2$), Н;

P_T – гальмівна сила ТЗ (максимальне значення якої у заданих дорожніх умовах буде $P_T = \phi m_a g \cos \lambda$ з урахуванням того, що вага автомобіля G буде дорівнювати $G = m_a g$), Н;

P_f – сила опору коченню коліс ТЗ ($P_f = f m_a g \cos \lambda$), Н;

P_λ – сила опору підйому ТЗ ($P_\lambda = m_a g \sin \lambda$, у інших джерелах ця сила традиційно позначається, як P_a), Н;

Величина сили опору підйому P_λ додається зі знаком «+», коли підйом дороги і віднімається зі знаком «-», коли спуск. З урахуванням наведених формул для визначення сил, що діють на ТЗ під час гальмування, рівняння рівноваги сил (2.6) можна представити у розгорнутому вигляді

$$m_a j \delta_i - 0,5c_x \rho F v_a^2 - \phi m_a g \cos \lambda - f m_a g \cos \lambda \mp m_a g \sin \lambda = 0, \quad (2.7)$$

де m_a – маса ТЗ, кг;

ρ – густина повітря, кг/м³;

c_x – коефіцієнт обтікання ТЗ;

F_a – лобова площа ТЗ, м²;

δ_i – коефіцієнт інерції обертових мас ТЗ;

φ – коефіцієнт зчеплення колеса з дорогою в напрямку його кочення;

λ – величина подовжнього ухилу дороги, градуси;

f – коефіцієнт опору коченню коліс ТЗ;

g – прискорення вільного падіння, $g = 9,81$ м/с².

З розгорнутого рівняння рівноваги сил (2.7) виразимо величину усталеного сповільнення ТЗ при гальмуванні

$$j = \left(\frac{c_x \rho F_a v_a^2}{2 m_a g} + \cos \lambda (\varphi + f) \pm \sin \lambda \right) \frac{g}{\delta_i}. \quad (2.8)$$

Коефіцієнт інерції обертових мас δ_i враховує інерційні моменти коліс та інерційні моменти елементів трансмісії та двигуна, що обертаються. У процесі гальмування ТЗ, кожне колесо якого обладнано гальмівним механізмом, коефіцієнт δ_i треба приймати рівним 1, так як інерційний момент обертових мас трансмісії і коліс сприймається гальмівним механізмом і не впливає на параметри руху.

Знак «+» перед $\sin \lambda$ ставиться в разі гальмування автомобіля на підйомі. Це відповідає тому, що усталене сповільнення автомобіля збільшується за рахунок сили опору підйому, хоча максимальна гальмівна сила, що може бути реалізована, при цьому зменшується. Відповідно знак «–» перед $\sin \lambda$ ставиться в разі гальмування автомобіля на спуску. Таке рівняння дозволяє при розрахунку усталеного сповільнення враховувати практично всі фактори, що визначають ефективність гальмування ТЗ, за винятком дії притискної або підйомної сили, яка може з'являтися в процесі взаємодії повітряного потоку з автомобілем на великих швидкостях.

В експертній практиці для спрощення розрахунків величини усталеного сповільнення не враховується сила опору повітря, тобто робиться припущення, що $P_w = 0$. Вважається, що це не вносить істотної помилки в експертний розрахунок величини усталеного сповільнення автомобіля у випадках коли початкова швидкість гальмування не перевищує 90 км/год, оскільки сила опору повітря при цьому не перевищує 3–5 % значення максимальної гальмівної сили.

Тоді теоретично максимальне усталене сповільнення ТЗ у заданих дорожніх умовах буде дорівнювати

$$j = g\varphi \cos \lambda \pm g \sin \lambda = g(\varphi \cos \lambda \pm \sin \lambda). \quad (2.9)$$

Усталене сповільнення ТЗ на горизонтальній ділянці дороги, коли $\lambda=0$, буде залежати тільки від коефіцієнта зчеплення шин з дорогою

$$j = \varphi \cdot g. \quad (2.10)$$

За відсутності експериментальних даних, коефіцієнт зчеплення шин з дорогою вибирають залежно від типу та стану опорної поверхні в межах $\varphi = [0,1; 0,8]$ (табл. 2.8) [28].

Таблиця 2.8

Коефіцієнт зчеплення шин з дорогою

Тип покриття	Значення коефіцієнта зчеплення, φ	
	на сухому покритті	на мокрому покритті
Асфальтобетон	0,7–0,8	0,4–0,6
Булижник, щебінь	0,6–0,7	0,3–0,5
Ґрунт	0,5–0,6	0,2–0,4
Сніг	0,2–0,3	
Ожеледь	0,1–0,2	

Слід зазначити, що коефіцієнт зчеплення залежить не тільки від стану дороги, але й від конструкції і властивостей самої шини, ступеня її спрацьованості [2].

На практиці повне й одночасне використання зчипної ваги всіма колесами автомобіля зустрічається дуже рідко. Це пов'язано з рядом причин, основні з яких: нестабільність роботи гальмового приводу та гальмівних механізмів, нерівномірність розподілу вагового навантаження на осі та колесах ТЗ. Тому значення усталеного сповільнення, що розраховані за формулою (2.10), виходять більшими, ніж реальні значення. Щоб понизити погрішність розрахунку, у цю формулу вводять поправковий коефіцієнт k_e , який в різних джерелах має різні назви: коефіцієнт експлуатаційних умов гальмування [4], коефіцієнт ефективності гальмування [13], коефіцієнт експлуатаційного стану гальм [16]

$$j = \frac{\varphi \cdot g}{k_e}, \quad (2.11)$$

де k_e – поправковий коефіцієнт ефективності гальмування.

Незалежно від категорії і завантаження ТЗ, якщо при гальмуванні всі колеса рухалися в заблокованому стані («юзом»), то експертам рекомендується обирати наступні максимальні значення поправочного коефіцієнту ефективності гальмування [28]:

- $k_e = 1,2$ при $\varphi \geq 0,7$;
- $k_e = 1,1$ при $\varphi = 0,5-0,6$;
- $k_e = 1,0$ при $\varphi \leq 0,4$.

У всіх інших випадках, коли сліди юза залишені не всіма колесами ТЗ, поправковий коефіцієнт ефективності гальмування знаходиться в межах $k_e = [1,0; 1,96]$. Цей коефіцієнт приймається для кожної категорії ТЗ тим вищим, чим більші завантаження автомобіля та коефіцієнт зчеплення шин з дорогою (табл. 2.9) [7].

Таблиця 2.9

Поправковий коефіцієнт ефективності гальмування

Категорія ТЗ		Значення коефіцієнту k_e у спорядженому стані ТЗ				Значення коефіцієнту k_e при повному навантаженні ТЗ			
		0,8	0,7	0,6	0,5	0,8	0,7	0,6	0,5
M_1		1,28	1,12	1,00	1,00	1,50	1,32	1,13	1,00
M_2		1,42	1,24	1,07	1,00	1,74	1,52	1,30	1,09
M_3		1,56	1,37	1,17	1,00	1,74	1,52	1,30	1,09
N_1		1,45	1,27	1,09	1,00	1,96	1,71	1,47	1,22
N_2		1,37	1,20	1,03	1,00	1,96	1,71	1,47	1,22
N_3		1,28	1,12	1,00	1,00	1,96	1,71	1,47	1,22
Авто-поїзд	N_1	1,66	1,46	1,25	1,04	1,96	1,71	1,47	1,22
	N_2	1,60	1,40	1,20	1,00	1,96	1,71	1,47	1,22
	N_3	1,56	1,37	1,17	1,00	1,96	1,71	1,47	1,22

Згідно з виразами (2.8, 2.9) ухил дорожнього полотна впливає на гальмівну ефективність автомобіля. Ухил дороги означає підйом або спуск. Ухил дороги може оцінюватись в промілях (‰), відсотках (%) і безрозмірною величиною. Незалежно від вибраного способу оцінки ухил дороги обчислюється, як відношення висоти h до основи ухилу S (рис. 2.4)

$$\lambda' = \frac{h}{S}, \quad (2.12)$$

де h – висота (у даному випадку ухилу дороги), м;

S – відстань чи довжина (у даному випадку основа ухилу дороги), м.

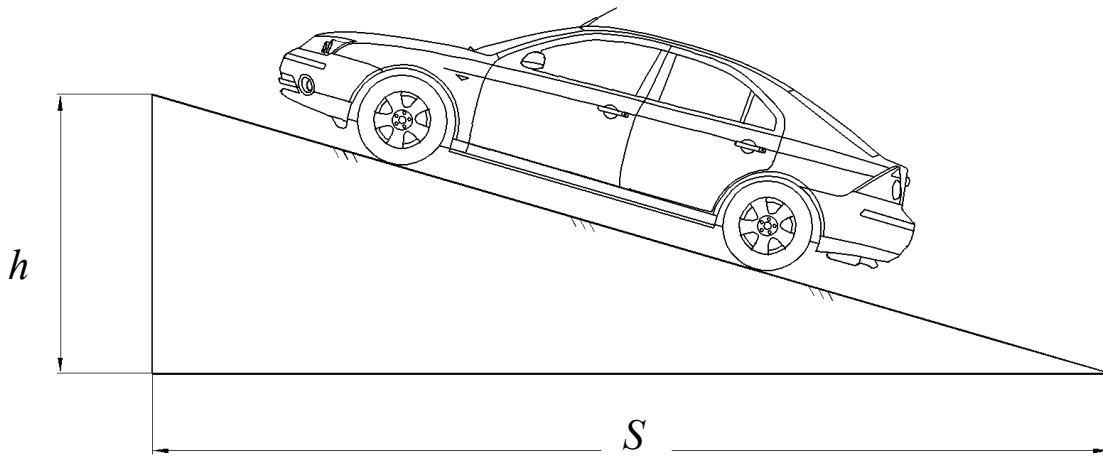


Рис. 2.4. Параметри ухилу дороги:

h – висота ухилу; S – основа ухилу

Ухил дороги дорівнює одній одиниці безрозмірної величини, якщо на 1 м основи дороги підйом (спуск) складає 1 м. Такий підйом (спуск) відповідає ухилу дороги в 45° і подолання його колісними транспортними засобами проблематичне. Безрозмірну величину ухилу дороги використовують, як правило, для обчислень. Дорожні знаки вказують ухил дороги у відсотках, а дорожні служби можуть позначати ухил у промілях.

Ухил дороги рівний одному відсотку, якщо на 1 м основи дороги підйом (спуск) складає 0,01 м, тобто $1\% = \frac{0,01 \text{ м}}{1 \text{ м}}$.

Ухил дороги дорівнює одній промілі, якщо на 1 м основи дороги підйом (спуск) складе 1 мм, тобто $1\text{‰} = \frac{1 \text{ мм}}{1 \text{ м}}$.

Співвідношення між величинами розмірності ухилу дороги наступне $1\% = 0,01 = 10\text{‰}$.

Якщо взяти арктангенс від безрозмірного значення величини ухилу дороги, то отримаємо величину ухилу в градусах

$$\lambda = \arctg \frac{h}{S}. \quad (2.13)$$

Відповідно, якщо взяти тангенс кута ухилу дороги, вираженого в градусах, то отримаємо безрозмірну величину ухилу

$$\lambda' = \operatorname{tg} \lambda. \quad (2.14)$$

На практиці використовуються декілька основних способів виміру ухилу дороги – за допомогою оптичних чи лазерних приладів, або за допомогою рідинного рівня. Найбільш простий і дешевий метод виміру ухилу дороги за допомогою рідинного рівня (рис. 2.5). Для цього треба покласти рівень 1 на дорогу уздовж напрямку лінії виміру ухилу. Підняти нижній кінець рівня до горизонтального положення. Утримуючи рівень у цьому положенні, виміряти відстань між піднятим кінцем рівня та дорогою за допомогою лінійки 2. Розділити цю відстань на довжину рівня. Чим довше рівень, тим точніше результат. При невеликих ухилах зручно використовувати замість лінійки штангенциркуль.

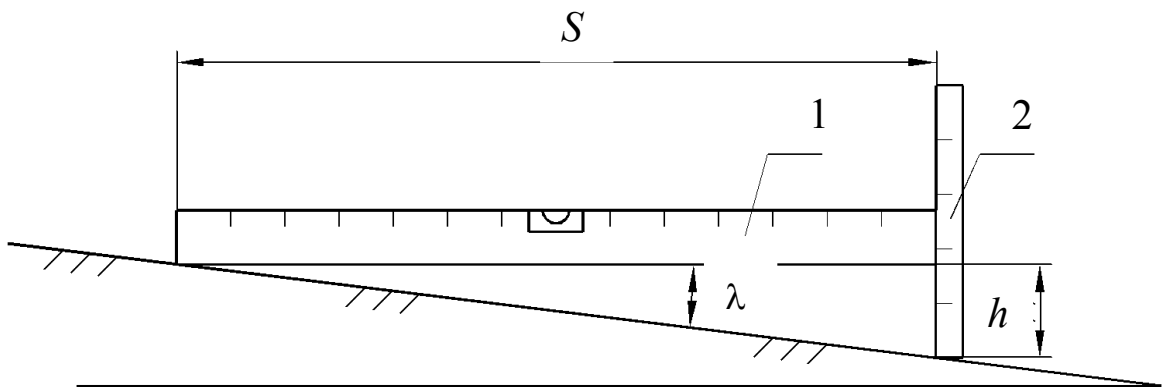


Рис. 2.5. Вимір ухилу дороги за допомогою рідинного рівня

Після того, як ухил дороги виміряний, стає можливим оцінити його вплив на ефективність гальмування. Якщо кут ухилу на ділянці гальмування не перевищує $\lambda \leq 6-8^\circ$, то $\cos \lambda$ можна прийняти рівним 1, а $\sin \lambda$ – рівним $\operatorname{tg} \lambda$. Тоді формула для розрахунку усталеного сповільнення (2.9) декілька спрощується й буде мати вигляд $j = g(\varphi \pm \operatorname{tg} \lambda)$. Далі, перетворивши величину ухилу із градусної міри в безрозмірну, за допомогою формули (2.14) отримаємо приблизну формулу для визначення усталеного сповільнення ТЗ на дорозі з ухилом

$$j \approx \frac{(\varphi \pm \lambda') \cdot g}{k_e}, \quad (2.15)$$

де λ' – безрозмірна величина подовжнього ухилу дороги.

Загальним недоліком розрахункового методу визначення усталеного сповільнення є використання коефіцієнтів $\varphi, k_e, c_x, \delta_i, f$, величина кожного з яких знаходяться в деякому діапазоні. За даними проф. Іларіонова В.А., значення усталеного сповільнення автомобіля, що буде розраховане двома різними експертами, може відрізнятись за величиною на 30 %. Тому, починаючи з 80-х років, щоб уникнути значних розбіжностей у розрахунках, експертам пропонується керуватися систематизованими середньостатистичними даними при визначенні усталеного сповільнення ТЗ на горизонтальній поверхні дороги (табл. 2.10) [7, 13].

Усталене сповільнення ТЗ є одним з основних параметрів до розрахунку ефективності гальмування. Тому висновок експерта з дослідження ДТП багато в чому буде залежати від правильності і достовірності встановленої величини усталеного сповільнення. Разом з тим, не можна вважати дані табл. 2.10 повністю об'єктивними, оскільки, наприклад, сповільнення вантажних автомобілів збільшується з $5,6 \text{ м/с}^2$ до $6,1 \text{ м/с}^2$ в міру зростання категорії від N_1 до N_3 . Тобто, на практиці це означає, що автомобіль КамАЗ-5320, який належить до категорії N_3 , буде ефективніше гальмувати ніж автомобіль Ford Transit або Mercedes Vito, які відносяться до категорії N_1 . Така неточність визначення величини сповільнення ТЗ в експертній практиці можлива при використанні застарілих систематизованих даних [7, 13].

Таблиця 2.10

Параметри гальмування ТЗ у спорядженому стані

Категорія ТЗ	Час запізнення гальмування t_2 , с	Час наростання гальмування t_3 , с		Усталене сповільнення $j_{\text{уст}}$, м/с^2	
		сухе покриття	мокре покриття	сухе покриття	мокре покриття
M_1	0,2	0,4	0,3	6,7/6,4*	5,0
M_2	0,2	0,5	0,4	6,0	4,5
M_3	0,3	0,6	0,5	5,3/5,0**	4,0
N_1	0,3	0,4	0,3	5,6	4,5
N_2	0,3	0,6	0,4	5,9/5,7**	4,0
N_3	0,3	0,6	0,4	6,1	4,0
N_3+O_4 (автопоїзд)	0,4	0,7	0,4	5,1	4,0

Примітки: * в чисельнику для автомобілів з підсилювачем, в знаменнику – без підсилювача;
 ** у чисельнику для автомобілів з гідроприводом, в знаменнику – з пневмоприводом.

Інші, дещо відмінні систематизовані статистичні дані, одержані в 1990 році при випробуваннях 14 груп автомобілів таких радянських виробників, як ВАЗ, АЗЛК, Москвич, ІЖ, ГАЗ, РАФ, ПАЗ, ЛАЗ, УАЗ, ЕрАЗ, ЛіАЗ, ЗІЛ, КАЗ, КрАЗ, МАЗ, КамАЗ [32]. Аналіз цих даних дозволяє вибірково прийняти до уваги ті з них, які мають кращі показники усталеного сповільнення ТЗ у своїй категорії (табл. 2.11, 2.12).

Систематизовані статистичні дані усталеного сповільнення, що наведено в таблицях 2.11 та 2.12 є більш об'єктивнішими ніж дані, які наведені в табл. 2.10, оскільки вони одержані в ході випробувань більш сучасних на той час моделей автомобілів. Але жодне з наведених у цих таблицях значень усталеного сповільнення не було отримано на автомобілі, який обладнано антиблокувальною системою гальм.

Якщо сповільнення ТЗ визначено за систематизованими табличними даними (див. табл. 2.10–2.12), але є необхідність його відкоригувати з урахуванням поздовжнього ухилу дороги λ в градусах, то у відповідності до рівнянь (2.9) та (2.10) можливо перерахувати величину усталеного сповільнення на ухилі за формулою

$$j = j_{\text{уст}} \cos \lambda \pm g \sin \lambda. \quad (2.16)$$

Таблиця 2.11

**Систематизовані дані значення усталеного сповільнення $j_{\text{уст}}$ (м/с²)
для ТЗ з гідروприводом гальм**

Коефіцієнт зчеплення, ϕ	Категорія ТЗ M_1, N_1		Категорія ТЗ M_2		Категорія ТЗ M_3		Категорія ТЗ N_2	
	порож- ній	заванта- жений	порож- ній	заванта- жений	порож- ній	заванта- жений	порож- ній	заванта- жений
0,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
0,2	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
0,3	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9
0,4	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9
0,5	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,5	4,9	4,9
0,6	5,9	5,9	5,9	5,4	5,9	4,7	5,9	4,9
0,7	6,9	6,7	6,9	5,4	6,7	4,9	6,3	4,9
0,8	7,5	6,7	7,5	5,4	6,7	4,9	6,3	4,9

**Систематизовані дані значення усталеного сповільнення $j_{уст}$ (м/с²)
для ТЗ з пневмоприводом гальм**

Коефіцієнт зчеплення, ϕ	Категорія M_3		Категорія N_2		Категорія N_3		Категорія N_3+O_4 (автопоїзд)	
	порож-ний	завантажений	порож-ний	завантажений	порож-ний	завантажений	порож-ний	завантажений
0,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
0,2	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
0,3	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9
0,4	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9
0,5	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,6	4,9	4,0
0,6	5,9	5,3	5,7	5,0	5,9	4,6	5,0	4,0
0,7	6,0	5,3	5,7	5,0	6,3	4,6	5,0	4,0
0,8	6,0	5,3	5,7	5,0	6,3	4,6	5,0	4,0

У формулі (2.16) $j_{уст}$ – це усталене сповільнення ТЗ, що прийняте за табличними систематизованими даними, а величина j – це усталене сповільнення перераховане з урахуванням ухилу дороги.

На даний час в Україні відсутні чіткі рекомендації з вибору або розрахунку величини усталеного сповільнення автомобіля, обладнаного антиблокувальною системою гальм. Тому в експертів виникає питання щодо правильності вибору величини усталеного сповільнення за встановленими систематизованими даними або розрахунковим шляхом у випадку ДТП, що відбулася з участю автомобіля, який обладнано антиблокувальною системою гальм.

Відомо, що найточніші значення величини сповільнення автомобіля можна отримати при проведенні слідчого експерименту. Проте автомобіль після ДТП може мати такі пошкодження, які не дозволять провести необхідні вимірювання. У такому разі, експерту все рівно треба використовувати середньостатистичні дані величини сповільнення автомобіля або визначати цю величину шляхом розрахунку, тобто присутність непередбаченої похибки не виключається.

Це проблемне питання оцінки ефективності гальмування автомобіля, що обладнаний антиблокувальною системою, вивчали в Харківському національному автомобільно-дорожньому університеті й НДЕКЦ при ГУМВС України в Харківській обл. [15]. Результати цих досліджень наведені далі в розділі 2.6.

2.3. Розрахунок зупинного та гальмового шляху автомобіля

При дослідженні ДТП в експертній практиці оперують поняттям зупинний шлях ТЗ – це відстань, яку проходить ТЗ від моменту реагування водія на небезпеку до моменту зупинки. Визначивши усталене сповільнення, можна провести розрахунок зупинного шляху ТЗ.

При складанні математичної моделі зупинного шляху ТЗ приймаються наступні припущення:

- за час реакції водія t_1 транспортний засіб рухається рівномірно зі швидкістю v_a і проходить шлях, що дорівнює $v_a t_1$;

- за час запізнювання спрацьовування гальмівної системи t_2 транспортний засіб рухається рівномірно й проходить шлях, що дорівнює $v_a t_2$;

- за час наростання сповільнення t_3 транспортний засіб рухається рівносповільнено зі сповільненням, яке дорівнює половині усталеного сповільнення $0,5j$, відкіля згідно основному рівнянню руху

$x = x_0 + v_0 t - \frac{jt^2}{2}$ шлях, який пройде ТЗ за час наростання сповіль-

нення буде дорівнювати $v_a t_3 - \frac{j t_3^2}{4}$;

- в усталеній фазі гальмування за час t_4 кінетична енергія ТЗ повністю переходить у роботу гальмівних сил $\frac{m_a v_u^2}{2} = m_a g \phi S_u$, відкіля з урахуванням формули (2.10) ділянка гальмування ТЗ із усталеним сповільненням буде дорівнювати $S_u = \frac{v_u^2}{2j}$.

З урахуванням прийнятих припущень зупинний шлях ТЗ можна представити, як $S_0 = t_1 v_a + t_2 v_a + t_3 v_a - \frac{j t_3^2}{4} + \frac{v_u^2}{2j}$. Оскільки за час наро-

стання сповільнення t_3 швидкість руху v_a транспортного засобу буде змінюватись рівносповільнено зі сповільненням, яке дорівнює половині усталеного сповільнення $0,5j$, то швидкість ТЗ наприкінці часу t_3 у момент, коли починається гальмування з усталеним сповільненням, буде $v_u = v_a - 0,5 j t_3$. Виразивши v_u через v_a отримаємо

$S_o = t_1 v_a + t_2 v_a + t_3 v_a - \frac{jt_3^2}{4} + \frac{(v_a - 0,5jt_3)^2}{2j}$. На підставі формули перетворення квадрата різниці $(a \pm b)^2 = a^2 \pm 2ab + b^2$ маємо

$$\begin{aligned} S_o &= t_1 v_a + t_2 v_a + t_3 v_a - \frac{jt_3^2}{4} + \frac{v_a^2 - v_a jt_3 + \left(\frac{1}{4} j^2 t_3^2\right)}{2j} = t_1 v_a + t_2 v_a + t_3 v_a = \\ &= -\frac{jt_3^2}{4} + \frac{v_a^2}{2j} - \frac{v_a t_3}{2} + \frac{j t_3^2}{8} = t_1 v_a + t_2 v_a + 0,5t_3 v_a + \frac{v_a^2}{2j} - \frac{j t_3^2}{8}. \end{aligned}$$

Якщо знехтувати останнім членом $\frac{j t_3^2}{8}$ отриманого виразу в силу його відносної малості, наприклад, при $t_3=0,4$ с, $j=7,5$ м/с² цей член буде дорівнювати $\frac{j t_3^2}{8} = \frac{7,5 \cdot 0,4^2}{8} = 0,15$ м, то формула для розрахунку зупинного шляху ТЗ буде мати наступний вигляд [7, 13, 28]

$$S_o = (t_1 + t_2 + 0,5t_3) v_a + \frac{v_a^2}{2j}, \quad (2.17)$$

або

$$S_o = T_{\text{пр}} v_a + \frac{v_a^2}{2j}, \quad (2.18)$$

де S_o – зупинний шлях ТЗ, м.

Коли необхідно визначити відстань гальмування не до повної зупинки ТЗ, а до деякої кінцевої швидкості наїзду на перешкоду v_H , то відстань гальмування ТЗ буде дорівнювати

$$S_{ov} = (t_1 + t_2 + 0,5t_3) v_a + \frac{v_a^2 - v_H^2}{2j}, \quad (2.19)$$

де S_{ov} – відстань гальмування ТЗ до деякої кінцевої швидкості наїзду на перешкоду, м.

У тих випадках, коли ефективність гальмування ТЗ треба визначити на дорозі з ухилом, то величину усталеного сповільнення можна розраховувати за формулою (2.15), а потім – величину зупинного шляху за формулою (2.18).

Якщо при визначенні усталеного сповільнення скористатися систематизованими табличними даними (див. табл. 2.10, 2.11, 2.12), то у формулу (2.18) треба внести коректування величини усталеного сповільнення з урахуванням повздовжнього ухилу дороги, скориставшись при цьому формулою (2.16). Тоді отримаємо формулу для визначення зупинного шляху ТЗ на дорозі з ухилом

$$S_o = (t_1 + t_2 + 0,5t_3)v_a + \frac{v_a^2}{2(j_{\text{уст}} \cos \lambda \pm g \sin \lambda)}. \quad (2.20)$$

Така форма запису розрахунку зупинного шляху ТЗ з урахуванням ухилу дороги може бути зручною при використуванні систематизованих табличних даних усталеного сповільнення.

На практиці часто плутають співзвучні, але різні за змістом поняття гальмовий і зупинний шлях автомобіля. Гальмовий шлях – це відстань, яку автомобіль проходить від моменту торкання водієм педалі гальма до моменту зупинки

$$S_T = (t_2 + 0,5t_3)v_a + \frac{v_a^2}{2j}, \quad (2.21)$$

де S_T – гальмовий (гальмівний) шлях ТЗ, м.

Поняттям гальмовий шлях найчастіше оперують у процесі гальмівних випробувань ТЗ. Гальмовий шлях ТЗ може бути встановлений, як розрахунковим, так і експериментальним способом. Що стосується зупинного шляху автомобіля, то він визначається розрахунковим шляхом з урахуванням часу реакції водія. Тому гальмовий шлях ТЗ буде завжди менше його зупинного шляху $S_T < S_o$ на відстань $v_a t_1$, яку долає автомобіль за час реакції водія.

2.4. Розрахунок швидкості автомобіля на початку гальмування

У практиці судової експертизи виділяють як об'єктивні, так і необ'єктивні передумови для визначення швидкості руху автомобіля

перед гальмуванням. До об'єктивних ознак, що дозволяють визначити швидкість автомобіля перед гальмуванням, відносяться сліди юза, які залишаються на дорожньому покритті в разі блокування коліс.

Для того, щоб одержати математичну модель визначення швидкості руху ТЗ за слідами юза, приймаються два наступних припущення:

– по-перше, за час наростання сповільнення t_3 швидкість руху v_a транспортного засобу буде змінюватись рівносповільнено зі сповільненням, яке приймається рівним половині усталеного сповільнення $0,5j$. Тоді швидкість ТЗ наприкінці часу t_3 у момент, коли починається гальмування з усталеним сповільненням буде дорівнювати $v_u = v_a - 0,5jt_3$;

– по-друге, в усталеній фазі гальмування кінетична енергія ТЗ повністю переходить у роботу гальмівних сил $\frac{m_a v_u^2}{2} = m_a g \phi S_u$. Тоді з урахуванням формули (2.10) швидкість ТЗ наприкінці часу t_3 у момент, коли починається гальмування з усталеним сповільненням, буде дорівнювати $v_u = \sqrt{2j S_u}$.

На підставі прийнятих припущень швидкість ТЗ перед гальмуванням можливо записати як [7, 13, 28]

$$v_a = 0,5jt_3 + \sqrt{2jS_u}, \quad (2.22)$$

де S_u – ділянка гальмування ТЗ із усталеним сповільненням (у випадку блокування коліс ця ділянка дорівнює довжині слідів гальмування (юза) на дорозі), м.

Формула (2.22) не враховує втрату енергії на зіткнення з перешкодою, наприклад, при наїзді на пішохода або велосипедиста. Це може впливати на точність розрахункової швидкості особливо коли в ДТП брав участь автомобіль особо малого класу з масою до 700–900 кг, а вага пішохода навпаки перевищувала 100 кг.

При розрахунку швидкості ТЗ за слідом гальмування (юза) треба враховувати не тільки його довжину, а й характер процесу гальмування ТЗ взагалі. Якщо сліди гальмування належать колесам ТЗ однієї осі, передньої чи задньої, то розрахувати швидкість руху ТЗ можливо за формулою (2.22). У випадку, коли колеса передньої та задньої осі ТЗ були загальмовані одночасно і сліди гальмування від передніх та задніх коліс тягнуться з початку гальмування до зупинки

ТЗ, розрахувати швидкість руху в цьому випадку можливо, попередньо віднявши від сліду гальмування довжину колісної бази ТЗ

$$v_a = 0,5 j t_3 + \sqrt{2 j (S_u - L_b)}, \quad (2.23)$$

де L_b – колісна база ТЗ, м.

У тих випадках, коли швидкість ТЗ треба визначити на дорозі з ухилом, величину усталеного сповільнення можливо розраховувати за формулою (2.15) і потім підставити у формулу (2.22) або (2.23). Якщо сповільнення ТЗ визначити за систематизованими табличними даними (див. табл. 2.10–2.12), то швидкість руху ТЗ на дорозі, що має повздовжній ухил у градусах λ з урахуванням формули (2.16) буде дорівнювати [28]

$$v_a = 0,5 t_3 (j_{\text{уст}} \cos \lambda \pm g \sin \lambda) + \sqrt{2 S_u (j_{\text{уст}} \cos \lambda \pm g \sin \lambda)}. \quad (2.24)$$

У своїй більшості сучасні ТЗ обладнуються гальмівними системами, що не допускають блокування коліс та утворення слідів юза. У такому разі об'єктивні дані, що характеризують початкову швидкість автомобіля, практично відсутні та для визначення швидкості автомобіля доводиться вдаватися до свідчень водія, свідків, потерпілих. Такий спосіб визначення початкової швидкості автомобіля не об'єктивний і зв'язаний з неминучими погрішностями та розбіжностями в свідченнях. Так дослідження вітчизняних та закордонних вчених показали, що більшість спостерігачів у своїх свідченнях занижує швидкість автомобіля, якщо він рухався менш ніж 40 км/год і, навпаки, завищують швидкість автомобіля, якщо той рухався більш ніж 60 км/год. Найбільший збіг оцінюваної з дійсною швидкістю спостерігається при 45–55 км/год [13].

Водії оцінюють швидкість свого автомобіля з відхиленням ± 5 км/год. Проте, у разі ДТП водії при опиті, як правило, прагнуть вказати швидкість на 15–30 % нижче за фактичну. Навіть якщо водій не перевищував швидкість, тенденція вказати явно занижену швидкість при його опиті зберігається. При цьому водій навіть не підозрює, що такого роду свідчення можуть обернутися проти нього самого. Оскільки зупинний шлях напряму залежить від початкової швидкості автомобіля, і буде тим менше, ніж менше початкова швидкість. У результаті розрахунки можуть показати, що водій міг

би запобігти ДТП або хоча б понизити тяжкість його наслідків при своєчасному гальмуванні автомобіля, якщо швидкість ТЗ була невелика й зупинний шлях відповідно незначний.

Проблема об'єктивного визначення швидкості автомобіля при дослідженні механізму ДТП на даний час повністю не розв'язана. Залежно від виду ДТП – чи це наїзд на пішохода або перешкоду, або зіткнення автомобілів – існують розрахункові методи, які дозволяють визначити швидкість автомобіля в різних фазах ДТП. Деякі з цих розрахункових і додаткових методів наводяться далі при розгляді відповідних видів ДТП.

2.5. Визначення ефективності гальмування автомобіля в дорожніх умовах

Параметрами ефективності гальмування ТЗ у дорожніх умовах є гальмовий шлях та усталене сповільнення. Нормативні значення гальмового шляху для ТЗ, що знаходяться в експлуатації, визначені в Правилах дорожнього руху України (табл. 2.13) [19].

Згідно з Правилами дорожнього руху України, для перевірки ефективності робочої гальмівної системи ТЗ, його випробування мають проводитися на горизонтальній ділянці дороги з рівним, сухим, чистим асфальтобетонним покриттям. Початкова швидкість гальмування має складати: 40 км/год – для автомобілів, автобусів та автопоїздів; 30 км/год – для мотоциклів, мопедів. Результати випробувань вважаються незадовільними, якщо ТЗ під час гальмування розвертається на кут більший ніж 8 градусів, чи займає смугу руху шириною більш ніж 3,5 м. Нормативне значення гальмового шляху для застарілих ТЗ випуску до 1988 року допускається перевищувати на 10 % від даних, передбачених Правилами дорожнього руху (табл. 2.13). Якщо нормативи гальмового шляху не виконуються, то гальмівна система ТЗ є несправною.

Згідно з ДСТУ-3649, усталене сповільнення, що розвивається за допомогою робочої гальмівної системи на рівному та сухому асфальтобетонному покритті, для легкових автомобілів у спорядженому стані не має бути менше $5,8 \text{ м/с}^2$, для решти автомобілів, включаючи автопоїзди, – не менш $5,0 \text{ м/с}^2$ [11]. Для застарілих ТЗ випуску до 1988 р. допускається 10 % зменшення усталеного сповільнення

автомобіля. Але ці нормативні показники величини усталеного сповільнення тільки встановлюють межу між справною та несправною гальмівною системою ТЗ і не дають повної інформації про процес гальмування автомобіля під час ДТП.

Таблиця 2.13

Гальмовий шлях транспортного засобу відповідно до правил дорожнього руху України

Тип транспортного засобу	Гальмовий шлях не більш, м
Легкові автомобілі та їх модифікації для перевезення вантажів	14,7
Автобуси	18,3
Вантажні автомобілі з дозволеною максимальною масою до 12 т включно	18,3
Вантажні автомобілі з дозволеною максимальною масою понад 12 т	19,5
Легкові автомобілі та їх модифікації з причепами	16,6
Вантажні автопоїзди	19,5
Двоколесні мотоцикли й мопеди	7,5
Мотоцикли з причепом	8,2

Значення параметрів гальмівної ефективності автомобіля можна визначити в процесі експериментального випробування з використанням спеціального устаткування. Для дослідження гальмівної динаміки автомобіля в дорожніх умовах широко використовуються три основні способи вимірювання: за допомогою приладу «п'яте колесо»; з використанням оптичного датчика; з використанням датчика прискорення (акселерометра).

Ці способи вимірювання мають як свої переваги, так і свої недоліки. Головна перевага вимірювальної системи з «п'ятим колесом» її невисока вартість і точність виміру. Прилад «п'яте колесо» служить для вимірювання пройденого шляху з подальшим розрахунком швидкості, сповільнення й гальмового шляху автомобіля. Прилад «п'яте колесо» складається з наступних основних елементів: колесо 1, важіль 2, амортизатор 3, карданний шарнір 4, кронштейн 5, верхній шарнір 6, чашка 7, пружина 8, вилка 9, датчик обертів колеса 10 (рис. 2.6).

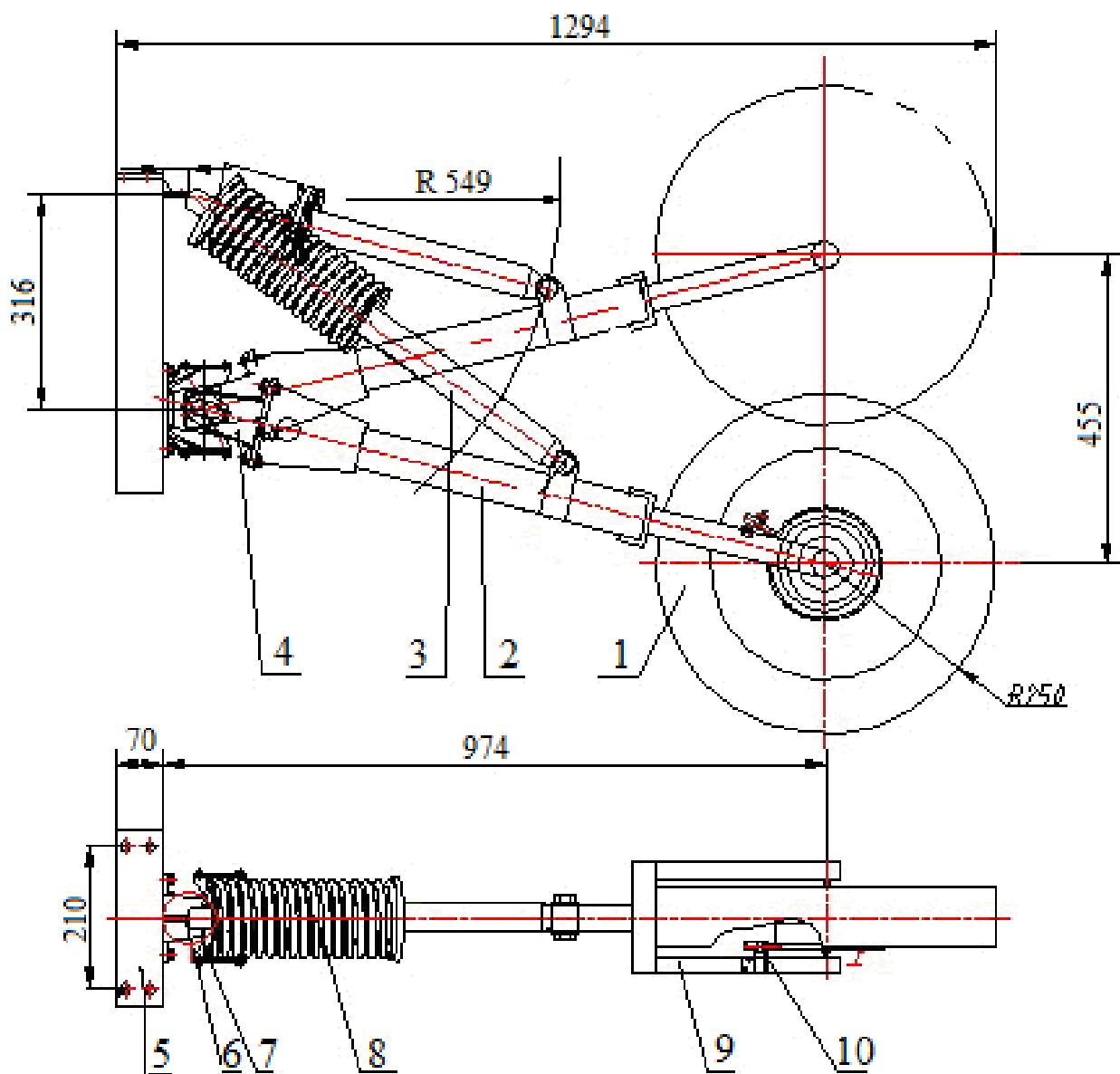


Рис. 2.6. Прилад «п'ять колесо»

Датчик 10 включає в себе зубчатий диск, закріплений на осі колеса 1, і котушку індуктивності, яка встановлена нерухомо на вилці 9. При сумісному обертанні колеса 1 і зубчатого диска в котушці індуктивності наводиться імпульсна електрорухаюча сила, частота якої пропорційна кутовій швидкості колеса та числу зубців диска. Далі всі розрахунки параметрів руху автомобіля виконуються програмно на базі електронного блоку приладу. Істотний недолік такого способу виміру полягає в утрудненні кріплення до автомобіля приладу «п'ять колесо» (рис. 2.7) і великих габаритах та маси цього приладу в порівнянні з пристроями, що використовують інші способи вимірювання.



Рис. 2.7. Приклад встановлення приладу «п'яте колесо» на ТЗ

Другий спосіб вимірювання гальмівної динаміки автомобіля передбачає використання оптичного датчика, який на кронштейнах з присосками кріпиться до кузова автомобіля. Це ультрасучасний прилад, але він і занадто дорогий (рис. 2.8).



Рис. 2.8. Оптичний комплекс фірми «Datron» для вимірювання гальмівної динаміки автомобіля

Вартість тільки датчика, що вимірює динаміку за однією координатою, складає 6400 EURO, а ціна вимірювальної системи в цілому досягає порядку 30000–40000 EURO. Проте, такий спосіб вимірю-

вання вигідно відрізняється тим, що він передбачає безпосередню обробку одержаної інформації в цифровому вигляді на комп'ютері. Датчик може виконувати вимірювання з точністю до 0,1 %. Найважливішою перевагою цього способу вимірювання є можливість швидкого монтажу приладів системи на автомобілі будь-якого виду та класу.

Як відзначають самі творці, цей спосіб вимірювання знаходиться на стадії безперервного вдосконалення. Внаслідок цього, динамічний діапазон частоти датчика обмежується 2–8 Гц. Одна з проблем, яка розв'язується розробниками цієї системи, полягає в необхідності зменшення погрішності вимірювання при низьких і високих швидкостях руху.

Третій спосіб вимірювання динамічних властивостей гальмуючого автомобіля передбачає використання акселерометра. Сучасний акселерометр – це електронний датчик, вартість якого не перевищує 100 EURO, а всієї системи виміру з цим датчиком 1000–1500 EURO. Тому цей відносно недорогий та інформативний спосіб вимірювання найчастіше використовують у сучасних приладах, наприклад, російського виробництва «Ефект» або польського АМХ 520 фірми AUTOMEX та інших виробників.

Прилад «Ефект» використовується для перевірки гальмівних систем вантажних і легкових автомобілів, автобусів й автопоїздів при проведенні державного технічного огляду, виконанні автотехнічної експертизи ТЗ, у процесі експлуатації та інших випадках, що вимагають оперативного контролю стану гальмівної системи транспортного засобу.

Прилад визначає, відповідно до існуючих стандартів, усталене сповільнення, пікове значення зусилля натиснення на педаль, довжину гальмового шляху, час спрацьовування гальмівної системи, початкову швидкість гальмування й лінійне відхилення ТЗ при гальмуванні. Прилад також робить перерахунок норми гальмового шляху до реальної початкової швидкості гальмування.

Прилад «Ефект» має такі технічні характеристики.

Умови експлуатації приладу:

– температура довкіллявід мінус 10 °С до плюс 45 °С;

- відносна вологість довкілля.....до 80 % при 25 °С;
- атмосферний тиск.....від 66,6 кПа до 106,6 кПа
(від 500 мм рт.ст. до 800 мм рт.ст.).

Діапазон контрольованих параметрів:

- усталене сповільнення.....від 0 до 9,81 м/с²;
- зусилля натиснення на педаль гальма.....від 10 до 1000 Н;
- гальмовий шляхдо 50 м;
- початкова швидкість гальмуваннявід 20 до 50 км/год;
- перерахована норма гальмового шляху.....до 50 м;
- час спрацьовування гальмівної системидо 3 с.

Межі основної відносної похибки, що припускається:

- усталене сповільнення, %.....± 4;
- зусилля натиснення на гальмівну педаль, %.....± 0,5;
- Напруга живлення, В12+2;
- Споживана потужність, Вт.....не більше 2.

Габаритні розміри приладу, мм:

- електронний блок205 × 75 × 50;
- датчик зусилля135 × 95 × 70;

Маса приладу, кг:

- електронний блок0,4;
- датчик зусилля0,5.

Конструктивно прилад «Ефект» складається з блоку обробки й відображення інформації з вбудованим в нього датчиком прискорення, датчика зусилля натиснення на гальмівну педаль, блоку живлення, принтера й сполучних дротів (рис. 2.9).

На лицьовій панелі електронного блоку 1 розташовані: індикатор 10, кнопка включення 5, кнопки ВВЕДЕННЯ 6, ВІДМІНА 7, ВИБІР 8, планка з фірмовим знаком, планка з найменуванням приладу й вказівкою напрямку у вигляді двох стрілок. Зверху знаходиться розетка для підключення кабелю від принтера. Внизу ліворуч – вилка для підключення датчика зусилля, внизу праворуч – вилка для підключення до джерела живлення. Прилад забезпечується автономним джерелом живлення – акумуляторною батареєю 14, або може живитися від бортової мережі автомобіля через гніздо підкурювання 11.

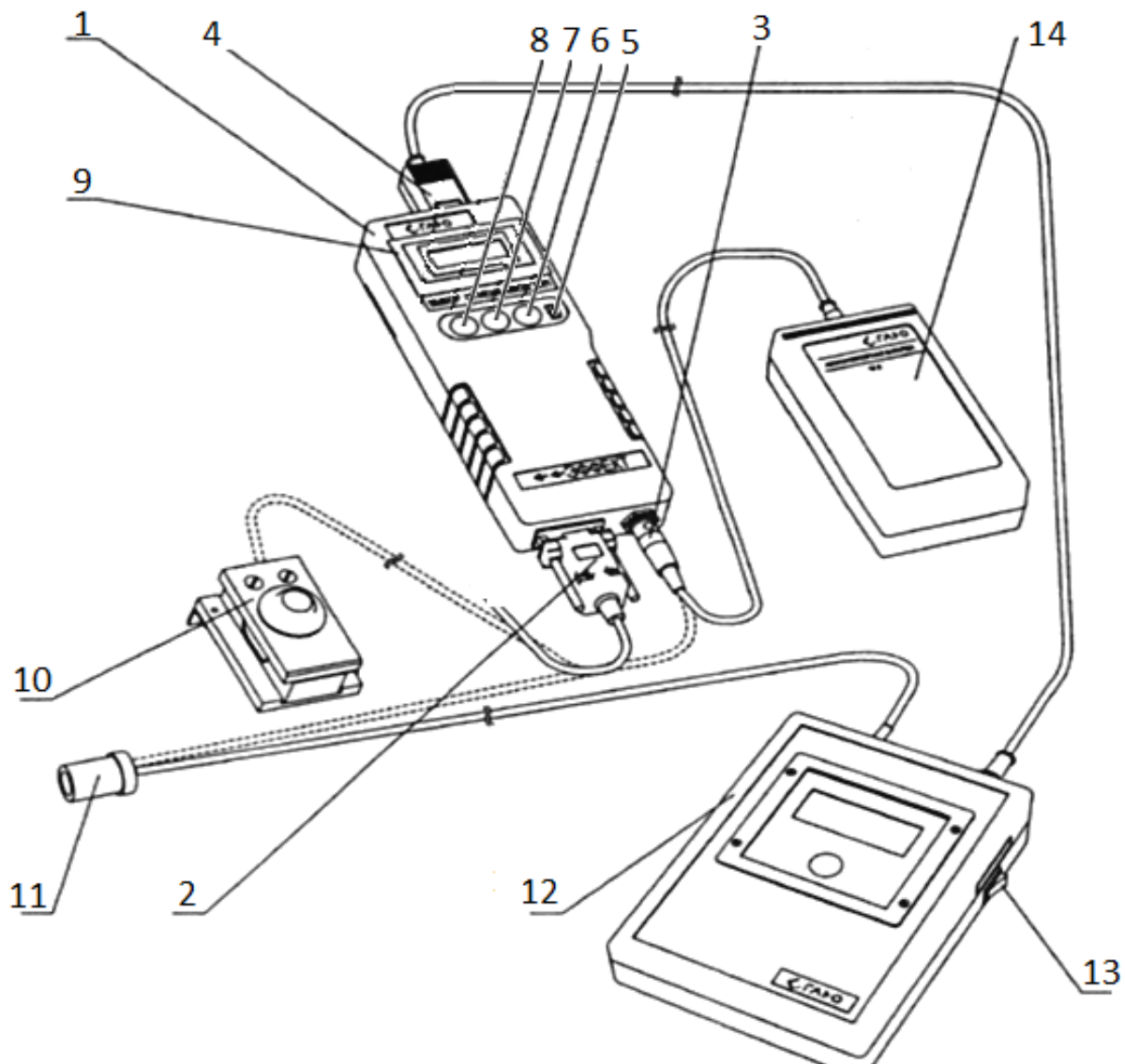


Рис. 2.9. Прилад «Ефект»:

1 – електронний блок з мікропроцесором та датчиком прискорення; 2 – роз'єднувач кабелю датчика зусилля; 3 – роз'єднувач дроту живлення; 4 – роз'єднувач кабелю принтера; 5 – тумблер включення живлення ВКЛ»; 6 – кнопка «ВВЕДЕННЯ»; 7 – кнопка ВІДМІНА; 8 – кнопка ВИБІР; 9 – дисплей; 10 – датчик зусилля з магнітом; 11 – роз'єднувач для підключення до гнізда підключення; 12 – принтер; 13 – тумблер включення принтера; 14 – блок живлення

Електронний блок 1 приладу з вбудованим у ньому датчиком прискорення закріплюється за допомогою скоби та присоски на бічному склі автомобіля (рис. 2.10).



Рис. 2.10. Установлення на бічне скло автомобіля електронного блоку приладу «Ефект»

За допомогою кронштейна з магнітом датчик зусилля 10 кріпиться на педаль гальма (рис. 2.11).



Рис. 2.11. Установка датчика зусилля на педаль гальма

Принцип випробування з таким приладом наступний. Автомобіль, що перевіряється, розганяється до необхідної швидкості, після чого водій натискає на педаль гальма через датчик зусилля 10. За сигналом датчика зусилля 10 електронний блок 1 відзначає момент початку гальмування. Сигнали від датчиків сповільнення та зусилля запам'ятовуються в пам'яті мікропроцесора електронного блоку 1.

Процес виміру сигналів триває до повної зупинки автомобіля, після чого мікропроцесор на основі прийнятих даних обчислює параметри ефективності гальмівної системи автомобіля. Результати виміру відображаються на дисплеї 9. Управління роботою приладу робиться за допомогою кнопок 6, 7, 8.

Прилад «Ефект» вимірює три параметра: сповільнення–прискорення автомобіля, зусилля на гальмовій педалі та час спрацювання гальмівної системи. На підставі цих вимірів електронний блок приладу розраховує швидкість автомобіля на початку гальмування та гальмовий шлях.

Слід зазначити, що в характеристиці даного приладу відсутні відомості про погрішність розрахункових величин – швидкості автомобіля та гальмового шляху. Це основний недолік даного класу приборів і способу виміру, оскільки швидкість автомобіля й гальмовий шлях не вимірюються, а розраховуються.

Аналогічний прилад AMX 520 фірми AUTOMEX польського виробництва. Прилад визначає максимальну величину миттєвого сповільнення та середню величину сповільнення за весь період гальмування. Інформація фіксується в графічному й текстовому вигляді (рис. 2.12).

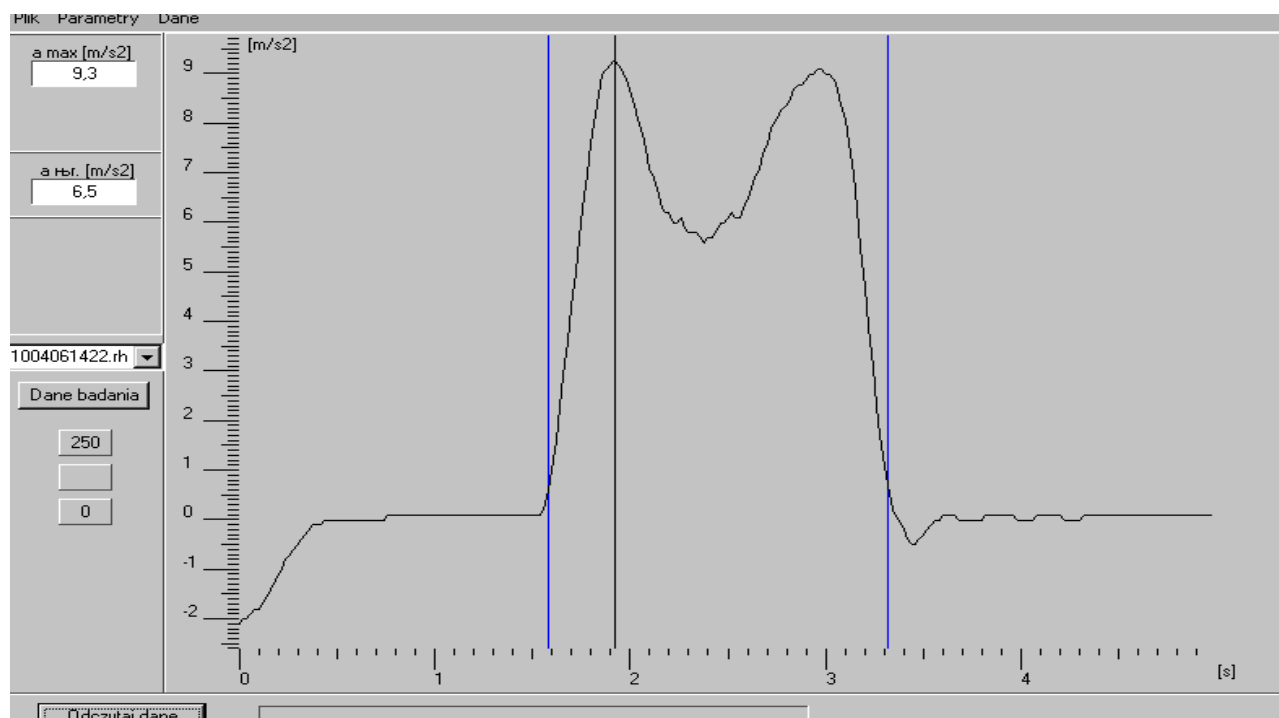


Рис. 2.12. Приклад функції сповільнення автомобіля, що фіксується приладом AMX 520 фірми AUTOMEX

Один із суттєвих недоліків приладу АМХ 520 полягає в недоробці програмного забезпечення, яка не дозволяє швидко та точно в автоматичному режимі встановити усталене сповільнення автомобіля.

Загальними недоліками всіх перерахованих способів і приладів виміру гальмівної ефективності автомобіля є те, що одні параметри вимірюються, а інші розраховуються. Це знижує точність оцінки параметрів гальмової ефективності автомобіля таких, як усталене сповільнення, гальмовий шлях, час спрацьовування гальм, а також точність визначення початкової швидкості гальмування автомобіля, тому що кожний метод розрахунку додає похибки в визначення величини того, чи іншого параметра.

Що стосується методики випробування з визначенням ефективності робочої гальмівної системи, то згідно з ОСТ 37.001. 067-86 ділянка дороги, на якій проводяться випробування, має бути пряма й горизонтальна [18]. Допускаються поздовжні ухили, що не перевищують 0,5 %. Покриття дороги має бути твердим і сухим, і достатнім для забезпечення високого коефіцієнта зчеплення коліс з дорогою ($\varphi \geq 0,7$). Випробування мають проводитись при температурі від +5 до +30 °C і швидкості вітру не більше 5 м/с. Початкова швидкість гальмування має складати 40 км/год для автомобілів, автобусів та автопоїздів. Натиснення на педаль гальма має здійснюватися шляхом однократної дії із зусиллям, не перевищуючим 500 Н. У процесі випробувань необхідно вчинити не менше двох контрольних гальмувань у кожному напрямі. Після чого розраховується середнє значення кожного параметра. При контрольних гальмуваннях не допускається доводити до блокування колеса автомобіля. Результати випробувань за визначенням ефективності гальмування вважаються незаліковими, якщо автомобіль у процесі гальмування повертається на кут понад 15°. При цьому не допускається коректування траєкторії руху автомобіля кермовим керуванням, якщо цього не вимагає безпека випробувань. Похибки вимірювання не мають перевищувати при визначенні гальмового шляху $\pm 1,5$ %, початкової швидкості гальмування $\pm 1,5$ %, сповільнення $\pm 4,0$ %.

Існуюча методика випробувань із визначення ефективності робочої гальмівної системи по суті створює оптимальні умови для оцінки ефективності гальмування автомобіля. У випадку ДТП дорожні

умови можуть бути далекими від тих, що передбачає дана методика випробувань. Тому в перспективі є необхідність у розробці методики слідчого експерименту з визначення гальмівної ефективності автомобіля, що буде пристосована до умов, максимально наближених до будь яких обставин ДТП.

2.6. Вплив сучасної антиблокувальної системи на ефективність гальмування легкового автомобіля

У разі виникнення небезпеки для руху або перешкоди водій повинен застосувати екстрене гальмування. Якщо при екстреному гальмуванні першими блокуються передні колеса, то автомобіль втрачає керованість, але рухається в заданому до гальмування напрямку, не зважаючи на поворот кермового колеса. У випадку, коли блокуються першими задні колеса, автомобіль втрачає поперечну стійкість і при цьому виникає занос задньої осі. Щоб уникнути випереджувального блокування коліс задньої осі, у конструкції гальмівної системи ТЗ використовується регулятор гальмівних сил. Очевидно, що для підвищення безпеки руху конструкція гальмівної системи автомобіля має взагалі не допускати блокування коліс. Такі гальмівні системи почали масово використовуватися на автомобілях у кінці ХХ століття.

Anti Blocking System (ABS) – антиблокувальна система (АБС) призначена для запобігання блокуванню коліс автомобіля при гальмуванні з максимальною ефективністю. Завдяки застосуванню АБС підвищується ефективність гальмування ТЗ, особливо на дорогах із низьким коефіцієнтом зчеплення, покращується стійкість і керованість автомобіля, зменшується зношуваність шин.

Функціонування АБС забезпечує циклічне розгальмовування й загальмовування коліс за визначеним алгоритмом для підтримки їх роботи з максимальною реалізацією гальмівних сил у даних дорожніх умовах без блокування коліс. АБС є замкнутою автоматичною системою управління, інтегрованою в гальмовий привід автомобіля. Розвиток АБС привів до впровадження у виробництво їх стандартних конструктивних рішень (рис. 2.13).

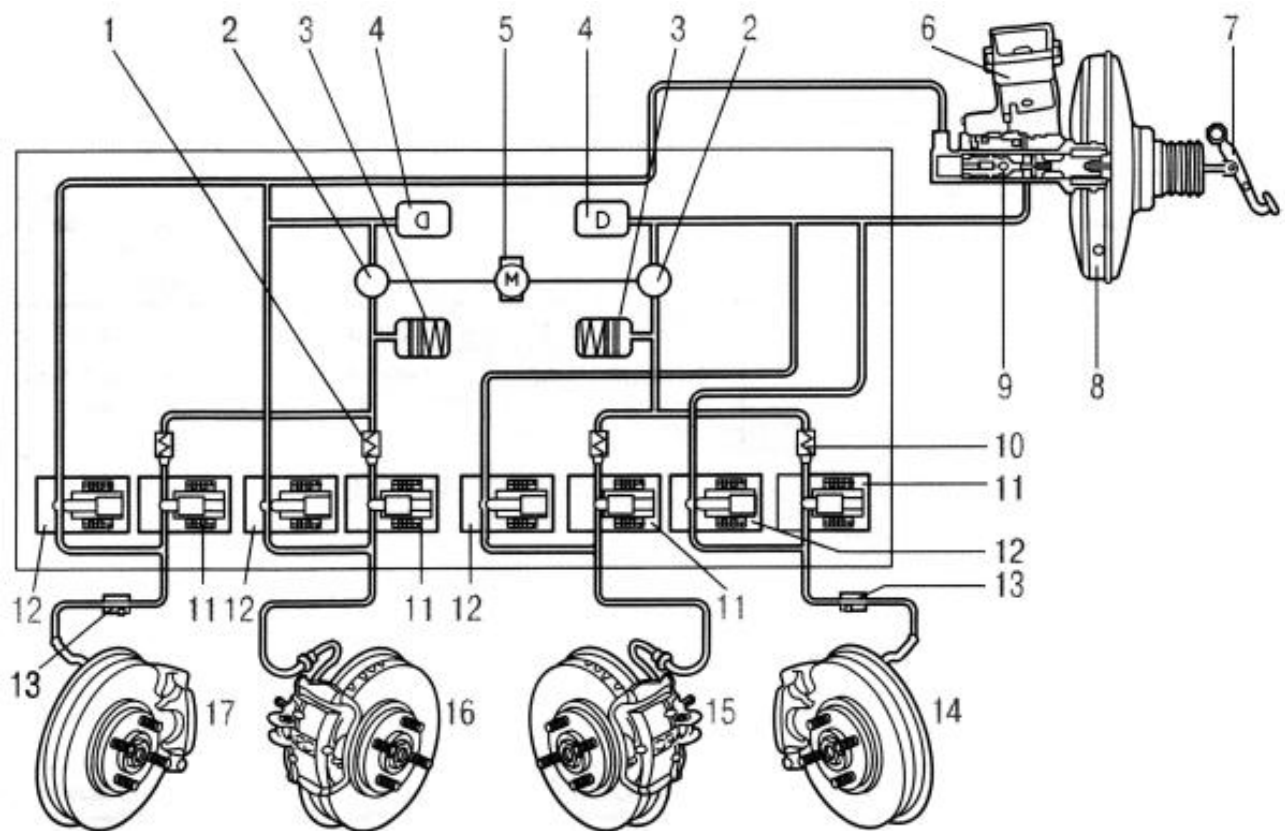


Рис. 2.13. Схема АБС фірми Bosch:

1 – зворотні клапани; 2 – клапан плунжерного насоса; 3 – гідроаккумулятор; 4 – камера згладження пульсації в системі; 5 – електродвигун з гідравлічним насосом; 6 – бачок для гальмової рідини; 7 – педаль робочого гальма; 8 – підсилювач гальм; 9 – головний гальмовий циліндр; 10 – блок АБС; 11 – випускні керовані клапани; 12 – впускні керовані клапани; 13 – дросельний клапан; 14–17 – гальмові механізми

При обладнанні автомобіля АБС можливо використання наступних принципів регулювання ковзання коліс:

- низькопорогове регулювання, тобто регулювання, що передбачає подачу команд на розгальмовування й загальмовування обох коліс осі одночасно за сигналом датчика колеса, що знаходиться в гірших за зчепленням умовах, – «слабкого» колеса (Select Low) – SL;
- високопорогове регулювання коліс однієї осі, коли сигнал подається датчиком «сильного» колеса, тобто того, що знаходиться в кращих за зчепленням умовах (Select High) – SH;
- індивідуальне регулювання роботи гальм кожного колеса окремо (Individual Regelung – IR);

– модифіковане індивідуальне регулювання – Modifizierte Individual Regelung (MIR) є компромісне регулювання між SL і IR. Особливість MIR полягає в тому, що колеса передньої осі, наприклад, тягача керується за індивідуальним регулюванням, а задньої осі – за низькопороговим принципом з поступовим переходом до високопорогового регулювання. MIR – є системою так званої поступливої IR, але за підсумком вона має кращі характеристики в порівнянні з SL і SH.

Сучасна АБС Bosch є чотириканальною [2]. Кожний мікроконтролер розраховує необхідні для регулювання параметри тільки за інформацією від індивідуальних колісних датчиків. З кутових швидкостей коліс виводиться прослизання квазіпропорційно до усередненої лінійної швидкості автомобіля. Відфільтрована похідна за часом від опорної швидкості приймається за сповільнення автомобіля. Дані величини служать параметрами регулювання АБС.

Апаратно робота АБС здійснюється таким чином. Якщо при гальмуванні одне з коліс близько до блокування (про що повідомляє датчик частоти обертання, які встановлені в кожному колесі), блок керування 10 перекриває впускний клапан 12 відповідного контуру, що перешкоджає подальшому росту тиску в контурі незалежно від росту тиску в головному циліндрі 9. У той же час починає працювати гідравлічний плунжерний насос 5. Якщо обертання колеса продовжує вповільнюватися, блок керування відкриває випускний клапан 11, дозволяючи гальмовій рідині вернутися в гідроаккумулятори 3. Це призводить до зменшення тиску в контурі й дозволяє колесу обертатися швидше. Якщо обертання колеса надмірно прискорюється (у порівнянні з іншими колесами) для підвищення тиску в контурі блок керування перекриває випускний клапан 11 і відкриває впускний 12. Гальмова рідина подається з головного гальмового циліндра 9 за допомогою плунжерного насоса 5 з гідроаккумуляторів 3. Демпферні камери 4 згладжують пульсації, що виникають у системі при роботі плунжерного насоса.

Сучасні гальмівні системи з АБС обладнуються додатковими пристроями, як Elektronische Bremskraftverteilung і Brake Assistant. Elektronische Bremskraftverteilung (EBV) – це електронний розподільник гальмівних сил, який перерозподіляє гальмівні сили на колесах пропорційно діючим на них нормальним навантаженням. Це робить роботу гальмового приводу з АБС більш стабільною та ефективною. EBV вступає в дію до початку роботи АБС або при її неспрацьову-

ванні із-за несправності. Треба зазначити, що EBV більш точно слідує за перерозподілом навантажень на колеса в процесі гальмування автомобіля, ніж звичайний регулятор гальмівних сил, який здійснює в основному статичне регулювання в залежності від маси вантажу автомобіля. Хоча по суті EBV є сучасним аналогом регулятора гальмівних сил.

Аналіз причин ДТП з участю автомобілів, які були обладнані першими конструкціями АБС, свідчив про те, що величина сили, яку прикладає водій до гальмівної педалі в разі екстреного гальмування, є недостатньою, щоб подолати силу, яка протидіяла з боку АБС і не давала натиснути на педаль гальма з максимальною ефективністю. Це було причиною збільшення гальмового шляху та багатьох ДТП. Щоб уникнути такого негативного явища з боку АБС, був розроблений новий пристрій – це асистент гальмування (Brake Assistant, Smart Booster), який призначено для зміни швидкості подачі робочого тіла (рідини) до виконавчих апаратів гальмівної системи залежно від інтенсивності дії водія на гальмівну педаль (службове або екстрене гальмування). Цей пристрій має акселерометричний датчик, вмонтований в гальмівну педаль, або підсилювач гальм, за сигналом з якого блок управління може визначити, що має місце екстрене гальмування, і включити прискорювальні апарати гальмового приводу або змінити передаточне відношення підсилювача (рис. 2.14).

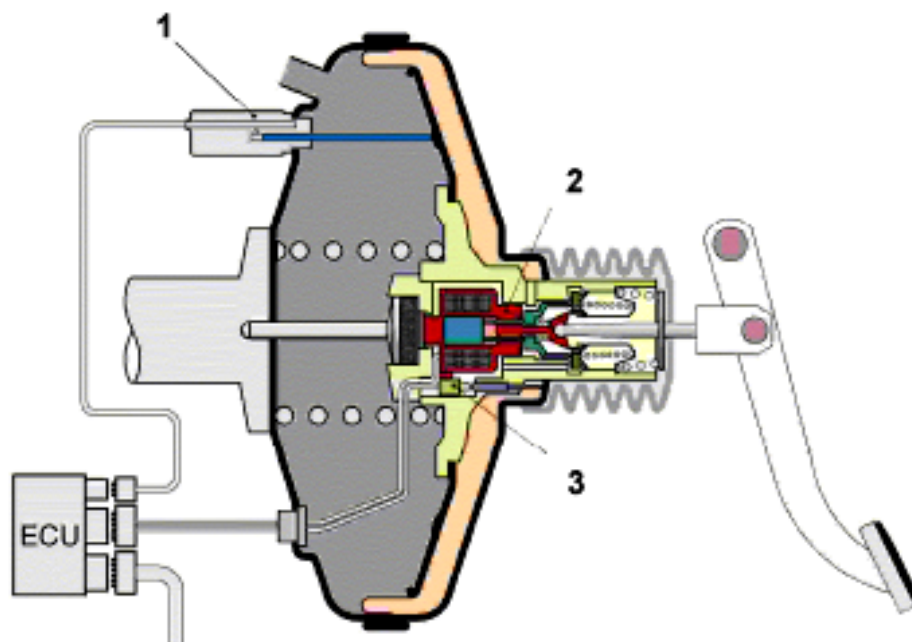


Рис. 2.14. Автоматичний пристрій – асистент гальмування:

- 1 – датчик переміщення; 2 – електромагнітний клапан;
3 – перемикач режиму посилення

З урахуванням того, що асистент гальмування фактично є апаратом гальмового приводу та не має чітких ознак автономної системи, його можна віднести до пристрою, який входить до складу удосконаленої АБС.

Для нормального функціонування АБС необхідно, щоб усі колеса та шини автомобіля були однакові за розмірами. Тиск у шинах має відповідати нормі. Тільки при виконанні цих умов блок управління АБС може правильно оцінювати ступінь прослизання коліс при гальмуванні. Підвищений або знижений у порівнянні з нормою тиск повітря в шинах або установка на автомобіль коліс і шин різного розміру може понизити ефективність гальмування.

Під час гальмування автомобіля, що обладнаний АБС, водій відчуває на педалі гальм легку вібрацію, яка буде відчутнішою під час руху на дорозі з низьким коефіцієнтом зчеплення, наприклад, по льоду або снігу. Крім того, у салоні автомобіля можливо почути характерний шум, супроводжуючий роботу АБС. Цей шум є абсолютно нормальним явищем і пов'язаний з роботою гідронасоса АБС. Якщо водій намагається імітувати роботу АБС, періодично відпускаючи й натискаючи на гальмівну педаль, то це може призвести до зниження ефективності АБС, збільшення гальмового шляху й може стати причиною ДТП. Тому при екстреному гальмуванні автомобіля, обладнаного АБС, слід натискати на гальмівну педаль з постійним зусиллям.

На сьогодні значна частина дорожніх транспортних засобів, що експлуатуються в Україні, обладнані антиблокувальною системою гальм. Але в експертній практиці на сьогоднішній день відсутні будь які рекомендації щодо вибору або розрахунку величини сповільнення дорожніх транспортних засобів, обладнаних антиблокувальною системою гальм.

Відомо, що найточніші значення величини сповільнення транспортних засобів можна одержати при проведенні слідчого експерименту в дорожніх умовах. Однак провести такі дослідження не завжди можливо із відомих причин, наприклад, автомобіль після ДТП може мати значні пошкодження. У такому разі, експертом використовуються систематизовані табличні значення, згідно з якими установлене сповільнення легкового автомобіля в спорядженому стані на сухому асфальтобетонному покритті може бути $6,7 \text{ м/с}^2$ (табл. 2.10) [13, 28] або $7,5 \text{ м/с}^2$ (табл. 2.11) [32]. Більш високі результати усталеного сповільнення до $8,5 \text{ м/с}^2$ для сучасних легкових автомобілів, що обладнані АБС, опубліковані в Росії професором Суворовим Ю.Б. [27].

Як показують експериментальні дослідження [15] фахівців Харківського національного автомобільно-дорожнього університету (ХНАДУ) і НДЕКЦ при ГУМВС України в Харківській обл., усталене сповільнення легкових автомобілів, що обладнані антиблокувальною системою гальм, на сухому асфальті складає $7,67\text{--}8,8\text{ м/с}^2$. Ці дані отримані шляхом випробування, які проводилися з урахуванням чинного в Україні галузевого стандарту ОСТ37.001.067-86, а саме – на прямій ділянці дороги з поперечними та поздовжніми ухилами, які не перевищують 0,5 %, з сухим чистим асфальтобетонним покриттям, що забезпечує високий коефіцієнт зчеплення коліс з дорогою $\varphi \geq 0,7$. Випробування проводилися при температурі від +8 до +12 °С і швидкості вітру, що не перевищував 3–5 м/с.

В якості об'єктів випробувань були вибрані довільно 3 моделі легкових автомобілів (рис. 2.15), що експлуатуються в Україні. Це легковий автомобіль малого класу Mitsubishi Lancer, автомобіль середнього класу Ford Mondeo та автомобіль великого класу позашляховик Mitsubishi Pajero Vagon. Всі ці автомобілі відносяться до категорії M_1 .



Рис. 2.15. Автомобілі, які брали участь у гальмівних випробуваннях

На автомобілі Mitsubishi Lancer, 2008 року випуску були встановлені шини марки Barum Polaris 2. Автомобіль Ford Mondeo, 2006 року випуску мав шини марки Hankong Prima Ventus. Позашляховик Mitsubishi Pajero Vagon, 2006 року випуску з автоматичною коробкою передач був обладнаний шинами Goodrich BF Macadam.

Для підвищення точності вимірювання сповільнення автомобіля експеримент проводився одночасно двома вимірювальними приладами – це прилад російського виробництва «ЕФЕКТ» і польського виробництва AMX 520, фірми AUTOMEX. Під час випробувань прилад «ЕФЕКТ» закріплювався вертикально на боковому склі автомобіля, а прилад AMX 520 розташовувався горизонтально на підлозі автомобіля.

Гальмові випробування проводилися за наступним алгоритмом. Вмикалися обидва прилади, які незалежно фіксували вимірювання, після чого автомобіль розганявся до заданої швидкості 40 км/год і здійснювалось екстрене гальмування. На кожному автомобілі виконувалося чотири гальмування – по два в кожен бік ділянки дороги.

Приладом «Ефект» в автоматичному режимі вимірювалося зусилля на педалі гальма, час спрацьовування гальмівної системи, усталене сповільнення й гальмовий шлях. Після випробувань розраховувалося середнє статистичне значення цих величин.

Прилад AMX 520 фірми AUTOMEX вимірював величину сповільнення автомобіля від початку до кінця гальмування й автоматично фіксував процес гальмування графічно й в текстовому файлі. Далі шляхом обробки цих текстових файлів у програмному середовищі Excel обчислювалося усталене сповільнення. Слід зауважити, що в ході експерименту не враховувалися величини миттєвого сповільнення й середня величина сповільнення за весь цикл гальмування (які приладом AMX 520 фірми AUTOMEX визначаються автоматично), оскільки облік цих значень не передбачений вітчизняними та міжнародними стандартами й правилами.

Всі результати випробувань, виконані за допомогою обох приладів, занесені до протоколу (табл. 2.14–2.16).

Згідно з виконаними вимірюваннями, на сухому рівному асфальтобетонному покритті значення величини усталеного сповільнення для автомобілів, обладнаних антиблокувальною системою гальм, з урахуванням свідчень обох приладів у середньому становить $8,25 \text{ м/с}^2$, що на 9–18 % перевищує систематизовані табличні дані $6,7 \text{ м/с}^2$ та $7,5 \text{ м/с}^2$, які рекомендовано використовувати в судовій автотехнічній експертизі.

Таблиця 2.14

Результати випробування автомобіля Mitsubishi Lancer

Найменування параметру	Значення параметру				Середнє значення
Гальмовий шлях (виміряний), м	8,9	—	14,7	13,6	11,9
Гальмовий шлях (розрахований), м	14,9	—	20,6	18	17,05
Усталене сповільнення за прибором «Ефект», м/с ²	7,88	—	7,62	7,75	7,75
Час спрацювання гальмівної системи, с	0,22	—	0,6	0,45	0,37
Сила на педалі гальм, Н	320	—	250	360	267,5
Швидкість автомобіля, км/год	38,6	—	46,5	43	41,63
Усталене сповільнення за прибором АМХ 520, м/с ²	7,41	—	7,94	—	7,67

Таблиця 2.15

Результати випробування автомобіля Ford Mondeo

Найменування параметру	Значення параметру				Середнє значення
Гальмовий шлях (виміряний), м	10,8	9,8	10,2	11,5	10,57
Гальмовий шлях (розрахований), м	17,6	17,6	16,8	19,2	17,8
Усталене сповільнення за прибором «Ефект», м/с ²	7,69	7,75	8,65	9,8	8,47
Час спрацювання гальмівної системи, с	0,15	0,15	0,30	0,37	0,24
Сила на педалі гальм, Н	660	850	370	590	617,5
Швидкість автомобіля, км/год	42,5	42,5	41,4	44,6	42,75
Усталене сповільнення за прибором АМХ 520, м/с ²	7,44	7,84	—	8,97	8,08

Таблиця 2.16

Результати випробування автомобіля Mitsubishi Pajero Vagon

Найменування параметру	Значення параметру				Середнє значення
Гальмовий шлях (виміряний), м	—	—	—	—	—
Гальмовий шлях (розрахований), м	—	—	—	—	—
Усталене сповільнення за прибором «Ефект», м/с ²	8,2	—	8,97	8,97	8,71
Час спрацювання гальмівної системи, с	—	—	—	—	—
Сила на педалі гальм, Н	720	—	500	512	577,4
Швидкість автомобіля, км/год	40,5	—	42,0	41,7	41,4
Усталене сповільнення за прибором АМХ 520, м/с ²	8,61	—	—	9,1	8,8

Примітка. Прочерк у таблицях, якщо параметр не було зафіксовано.

Таким чином, виконані експериментальні дослідження показали, що існуючі рекомендації в експертній практиці з вибору табличних даних величини усталеного сповільнення, які одержані при випробуваннях застарілих конструкцій легкових автомобілів радянського виробництва, на даний час вимагають доповнення й подальшого методичного розвитку з урахуванням вдосконалення гальмівної системи автомобіля.

Слід рекомендувати для експертної практики оцінювати усталене сповільнення легкових автомобілів, які обладнані антиблокувальною системою гальм, шляхом випробувань за допомогою спеціальних приладів, або за останніми систематизованими даними [32], що запропоновані до виробництва в судовій автотехнічній експертизі. Це підвищить точність експертних розрахунків та обґрунтованість висновків у цілому.

Надалі для потреб автотехнічної експертизи в Україні з метою отримання більш точних статистичних даних величини усталеного сповільнення автомобілів, обладнаних антиблокувальною системою гальм, необхідне проведення багатфакторних експериментальних досліджень, результати яких треба обробляти зі застосуванням методів математичної статистики.

Оскільки втілення АБС у гальмівну систему ТЗ набуває все більш масовий характер, у силу переваг цієї системи, потрібно розвивати та застосовувати нові методики дослідження ДТП. І тут основна проблема полягає в труднощах при встановленні швидкості руху ТЗ, що обладнаний АБС. Дійсно, ця система не допускає блокування коліс, а звідси й відсутність слідів гальмування на дорозі. Тому встановити швидкість руху ТЗ існуючими експертними методами дуже важко, або зовсім неможливо. У цих випадках швидкість руху ТЗ встановлюється слідством шляхом опитування водія, свідків, потерпілих. При цьому показання можуть відрізнятися один від одного суттєво. Застосування поліграфа для визначення правдивого показання може не дати очікуваного результату, оскільки опитувані можуть по-різному сприйняти аварійну ситуацію.

У такому випадку, коли є великі труднощі з визначенням швидкості руху ТЗ перед екстреним гальмуванням, можливо порадити слідчому та експертові провести наступні експериментально-розрахункові дії. Шляхом слідчого експерименту визначити відстань $S_{\text{дн}}$ до місця наїзду або зіткнення, на якій водій почав реагувати на небезпеку. Для цього треба виїхати на місце ДТП і запропонувати

водію показати відстань де був його ТЗ і де була перешкода в момент, коли він почав реагувати на небезпеку. Далі, у випадку дослідження наїзду на пішохода, шляхом розрахунку визначити швидкість руху ТЗ за наступних умов. Записати зупинний шлях ТЗ, як послідові ділянки гальмування $S_o \approx S_{дн} + S_{пн}$, де $S_{пн}$ – відстань переміщення ТЗ у режимі гальмування після наїзду на пішохода до зупинки. Ця відстань $S_{пн}$ визначається з протоколу огляду місця ДТП або за результатами трасологічної експертизи. Прирівнявши записаний таким чином зупинний шлях до відомої формули $S_o = T_{пр}v_a + \frac{v_a^2}{2j}$ (2.17),

одержимо квадратне рівняння вигляду $\frac{v_a^2}{2j} + T_{пр}v_a + (-S_{дн} - S_{пн}) = 0$, рішенням якого є більше значення кореню

$$v_a = jT_{пр} \left(\sqrt{\frac{2(S_{дн} + S_{пн})}{j T_{пр}^2} + 1} - 1 \right), \quad (2.25)$$

де $S_{дн}$ – відстань від ТЗ до місця наїзду або зіткнення, на якій водій почав реагувати на небезпеку, м;

$S_{пн}$ – переміщення ТЗ у режимі гальмування після наїзду на перешкоду, м.

У випадку дослідження зіткнення ТЗ після проведення слідчого експерименту з встановлення відстані до місця зіткнення $S_{дн}$, на якій водій почав реагувати на небезпеку, можливо визначити швидкість руху ТЗ за наступних умов. Прирівняти встановлену експериментально відстань $S_{дн}$ до розрахункової відстані гальмування S_{ov} (2.18).

Одержимо квадратне рівняння з однією невідомою v_a у вигляді

$$\frac{v_a^2}{2j} + (t_1 + t_2 + 0,5t_3)v_a + \left(-S_{дн} - \frac{v^2}{2j} \right) = 0, \text{ рішенням якого є більше}$$

значення кореню

$$v_a = jT_{пр} \left(\sqrt{\frac{2 \left(S_{дн} + \frac{v^2}{2j} \right)}{j T_{пр}^2} + 1} - 1 \right). \quad (2.26)$$

Швидкість v руху ТЗ у момент наїзду на перешкоду (зіткнення) визначається розрахунковим шляхом, наприклад, за законом збереження імпульсу (5.1).

Приклад. Водій автомобіля Nissan Tiana Іванов С.В., реєстраційний номер ВМ01-11АТ, виконував гальмування в процесі маневру, щоб уникнути наїзду на пішохода Петрову Г.К., але це йому не вдалось. При цьому слідство встановило, що на момент огляду автомобіля Nissan Tiana, реєстраційний номер ВМ01-11АТ, системи, які безпосередньо впливають на безпеку руху, знаходяться в наступному стані: гальмівна система працездатна, кермове керування працездатне, ходова частина працездатна. Також на правому узбіччі було зафіксовано дугоподібні сліди коліс автомобіля: довжина правого сліду становить 39,0 м, довжина лівого сліду гальмування становить 32,2 м (рис. 2.16).

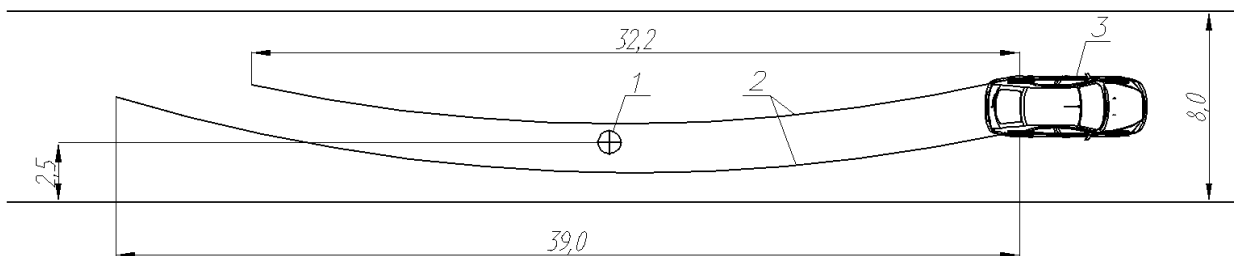


Рис. 2.16. Схема ДТП:

- 1 – місце наїзду на пішохода; 2 – дугоподібні сліди автомобіля Nissan Tiana;
3 – кінцеве розташування автомобіля Nissan Tiana, реєстраційний номер ВМ01-11АТ

Питання дослідження

1. Чи може автомобіль Nissan Tiana, реєстраційний номер ВМ01-11АТ, що обладнаний працездатною антиблокувальною системою гальм, при екстреному гальмуванні залишати на проїжджій частині сліди гальмування (юза)?
2. Чи мав можливість автомобіль Nissan Tiana, реєстраційний номер ВМ01-11АТ, виконувати маневр з об'їзду перешкоди у випадку заблокованих коліс, коли залишаються сліди гальмування (юза) на дорожньому покритті?
3. Чи є дугоподібні сліди довжиною 39,0 м та 32,2 м, що належать автомобілю Nissan Tiana, реєстраційний номер ВМ01-11АТ, та які зафіксовані у фотоматеріалі кримінальної справи, слідом гальмування цього автомобіля?
4. Чи можливо за слідом коліс довжиною 39,0 м та 32,2 м з матеріалів кримінальної справи встановити розрахунковим шляхом швидкість руху автомобіля Nissan Tiana, реєстраційний номер ВМ01-11АТ?

Дослідження

Треба зазначити, що на дорожньому покритті залишаються сліди гальмування коліс тільки у разі їх блокування. Але не всі гальмові системи транспортних засобів допускають блокування коліс на дорожньому покритті. Так, наприклад, сучасні гальма з антиблокувальною системою не допускають блокування коліс. Це дозволяє в процесі екстреного гальмування виконувати маневр автомобіля, щоб уникнути зіткнення з перешкодою. У даному випадку такою антиблокувальною системою обладнаний автомобіль Nissan Tiana, реєстраційний номер ВМ01-11АТ.

Таким чином, по-перше, автомобіль Nissan Tiana, реєстраційний номер BM01-11AT, що обладнаний працездатною антиблокувальною системою гальм, при екстремому гальмуванні не може залишати на проїжджій частині сліди гальмування (юза). По-друге, автомобіль Nissan Tiana, реєстраційний номер BM01-11AT, у процесі гальмування виконував маневр, а це можливо тільки при незаблокованих колесах, які не можуть залишати сліди гальмування (юза) на дорозі.

Якщо уважно роздивитися сліди, що належать автомобілю Nissan Tiana, реєстраційний номер BM01-11AT (рис. 2.17), та які зафіксовані в кримінальній справі, то можна побачити на всій їх поверхні поперечні лінії від рисунка протектора.



Рис. 2.17. Вигляд сліду від коліс автомобіля Nissan Tiana, реєстраційний номер BM01-11AT

Такий чіткий відбиток поперечних ліній рисунка протектора можливий тільки при коченні незаблокованого колеса. У випадку гальмівного сліду від заблокованого колеса відбиток поперечних ліній рисунка протектора побачити неможливо. Таким чином, дугоподібні сліди, що були зафіксовані слідством за кримінальною справою на правому узбіччі дороги довжиною 39,0 м та 32,2 м не є слідами гальмування (юза) заблокованих коліс автомобіля Nissan Tiana, реєстраційний номер BM01-11AT, а є слідами кочення незаблокованих коліс цього автомобіля.

Аналізуючи матеріали кримінальної справи з технічної точки зору, треба зауважити наступне. Встановити наявність чи відсутність процесу гальмування за слідами кочення коліс не має можливості протягом всього руху автомобіля Nissan Tiana, реєстраційний номер BM01-11AT, тим паче не має можливості за цими слідами кочення коліс довжиною 39,0 м та 32,2 м встановити розрахунковим шляхом швидкість руху цього автомобіля на початку гальмування.

Висновки

1. (До першого питання) Автомобіль Nissan Tiana, реєстраційний номер BM01-11AT, що обладнаний працездатною антиблокувальною системою гальм, при екстремому гальмуванні не може залишати на проїжджій частині сліди гальмування (юза).

2. (До другого питання) Автомобіль Nissan Tiana, реєстраційний номер BM01-11AT, у процесі гальмування виконував маневр, а це можливо тільки при незаблокованих колесах і відсутності слідів гальмування (юза) на дорозі.

3. (До третього питання) Дугоподібні сліди довжиною 39,0 м та 32,2 м, що належать автомобілю Nissan Tiana, реєстраційний номер ВМ01-11АТ, та які зафіксовані у фотоматеріалі кримінальної справи, мають на всій поверхні поперечні лінії від рисунка протектора. Такий чіткий відбиток поперечних ліній рисунка протектора можливий тільки при коченні колеса без його блокування та руху юзом.

4. (До четвертого питання) Неможливо за слідом кочення коліс довжиною 39,0 м та 32,2 м встановити розрахунковим шляхом швидкість руху автомобіля Nissan Tiana, реєстраційний номер ВМ01-11АТ.

Особиста думка

Оскільки при дослідженні обставин ДТП існують великі труднощі з визначенням швидкості руху автомобіля, обладнаного АБС, можливо порадити слідчому та експертові провести наступні експериментально-розрахункові дії. Шляхом слідчого експерименту визначити відстань $S_{\text{дн}}$ до місця наїзду, на якій водій почав реагувати на небезпеку шляхом гальмування. Наприклад, ця відстань буде $S_{\text{дн}} = 40$ м. Тоді швидкість руху ТЗ визначимо за формулою (2.25)

$$v_a = j T_{\text{пр}} \left(\sqrt{\frac{2(S_{\text{дн}} + S_{\text{пн}})}{j T_{\text{пр}}^2} + 1} - 1 \right) = 2,9 \cdot 1,25 \left(\sqrt{\frac{2(40 + 20)}{2,9 \cdot 1,25^2} + 1} - 1 \right) = 15,38 \text{ м/с} = 55,36 \text{ км/год},$$

де $S_{\text{пн}} = 20$ м – відстань переміщення ТЗ у режимі гальмування після наїзду на пішохода до зупинки (ця відстань $S_{\text{пн}}$ визначається за протоколом огляду місця ДТП або за результатами трасологічної експертизи);

$j_{\text{уст}} = 2,9 \text{ м/с}^2$ – усталене сповільнення ТЗ на снігу (див. табл. 2.11);
 $T_{\text{пр}} = t_1 + t_2 + 0,5t_3 = 1 + 0,2 + 0,5 \cdot 0,1 = 1,25 \text{ с}$ – сума інтервалів часу t_1 , t_2 , $0,5t_3$, протягом яких водій реагує на небезпеку та приводить в дію гальмівну систему ТЗ.

Отримані результати розрахункової швидкості автомобіля виконані не за експертною методикою, оскільки гальмівна система даного автомобіля обладнана АБС. Альтернативою цьому розрахунку є визначення швидкості шляхом опитування свідків, водія та потерпілого.

2.7. Особливості розрахунку параметрів ефективності гальмування велосипеда, мопеда та мотоцикла

Згідно з Правилами дорожнього руху, велосипед – це ТЗ, що приводиться в рух мускульною силою людини (крім інвалідних колясок). Мопед – це двоколісний ТЗ, що має двигун з робочим об'ємом до 50 см^3 . Мотоцикл – двоколісний механічний ТЗ з боковим причепом або без нього, що має двигун з робочим об'ємом 50 см^3 і більше. До мотоциклу прирівнюються моторолери, мотоциляски, триколісні та інші механічні транспортні засоби, дозволена максимальна маса яких не перевищує 400 кг.

Велосипеди обладнуються гальмівними механізмами, які можуть установлюватись тільки на задньому або задньому та передньому колесах. У мопедів і мотоциклів гальмами обладнуються завжди обидва колеса – переднє та заднє. Причому приводиться в дію гальма коліс можуть як одночасно, так і порізно, тобто незалежно одне від одного.

Як правило, у випадку екстреного гальмування мотоцикліст приводить у дію гальма всіх коліс одночасно. Те ж саме робить і велосипедист, якщо і переднє, і заднє колесо обладнанні гальмівним механізмом. У такому випадку гальмівна динаміка велосипеда, мопеду або мотоциклу розраховується за формулами, які застосовуються для автомобіля. При цьому час реакції велосипедиста t_1 або мотоцикліста приймають аналогічно, як для водія автомобіля за систематизованими даними (табл. 2.1–2.3). Час запізнювання спрацьовування гальм велосипеда t_2 приймають рівним 0,2 с, а час наростання сповільнення велосипеда – t_3 береться в межах 0,1–0,2 с, хоча, за зауваженням Іларіонова В.А., надійні статистичні дані з параметрів гальмування велосипеда так і не були отримані [13].

Для мототранспортних засобів час запізнювання спрацьовування гальм t_2 приймають рівним 0,05 с, а час наростання сповільнення визначають за систематизованими даними (табл. 2.17) [13].

Поправковий коефіцієнт гальмування k_e при гальмуванні двоколісного ТЗ на дорозі з сухим асфальтобетонним покриттям приймають рівним 1,2, в інших випадках – 1 [13].

Таблиця 2.17

Час наростання сповільнення t_3 , с, мототранспортних засобів при одночасному використанні передніх та задніх гальм

Дорожнє покриття	Мопеди в спорядженому стані	Двоколісні мотоцикли		Мотоцикли з коляскою, фургоном, платформою	
		споряджені	з повним навантаженням	споряджені	з повним навантаженням
Тверде сухе: асфальтобетон, щебінь, буліжник, ґрунт	0,20/0,15	0,20/0,15	0,25/0,20	0,2/0,15	0,30/0,25
Те ж мокре	0,10	0,10	0,15	0,10	0,20/0,15
Ожеледь, сніг	0,05	0,05	0,1/0,05	0,05	0,10

Примітки: у чисельнику – час, що відповідає гальмуванню з блокуванням коліс, а в знаменнику – без блокування.

Існують велосипеди різних типів: дорожні, спортивні, спеціальні. Крім того є різні модифікації велосипедів, а саме – чоловічі, жіночі, підліткові. Однак, не дивлячись на різноманітність конструкцій всі велосипеди мають приблизно однаковий габаритний та ваговий діапазон параметрів (табл. 2.18) [13].

Таблиця 2.18

Габаритні розміри і компонування велосипедів

Параметри	Величина
Довжина велосипеду L_B , м	1,5–1,9
Ширина велосипеду B_B , м	0,6–0,8
Висота велосипеду, м	1,0–1,2
База велосипеду L , м	1,0–1,4
Відстань від центру тяжіння до передньої осі (з велосипедистом) L_1 , м	0,6–0,7
Висота центру тяжіння $h_{цм}$, м	0,5–0,8
Власна маса велосипеда, кг	10,0–18
Повна маса велосипеда m_B , кг	60,0–90,0

На підставі цих систематизованих геометричних та вагових параметрів велосипедів, можна розрахувати їх гальмівну динаміку. Так при гальмуванні велосипеда гальмом заднього колеса зупинний шлях та час гальмування відповідно будуть дорівнювати [13]

$$S_0 = T_{пр} v_a + \frac{v_a^2 (L + \varphi h_{цм}) k_{eD_i}}{2g\varphi L_1}, \quad (2.27)$$

$$T_0 = T_{пр} + \frac{(L + \varphi h_{цм}) k_{eD_i}}{g\varphi L_1}, \quad (2.28)$$

а гальмуванні велосипеда гальмом переднього колеса [13]

$$S_0 = T_{пр} v_a + \frac{v_a^2 (L - \varphi h_{цм}) k_{eD_i}}{2g\varphi L_2}, \quad (2.29)$$

$$T_0 = T_{пр} + \frac{v_a (L - \varphi h_{цм}) k_{eD_i}}{g\varphi L_2}. \quad (2.30)$$

При дослідженні гальмування велосипеда, що відбулося із застосуванням тільки одного з гальм – переднього чи заднього, коефіцієнт δ_i впливу інерції обертання незагальмованого колеса рекомендується приймати рівним 1,05 [13].

У випадку, коли гальмування велосипеда відбулося із застосуванням заднього гальма на ділянці дороги з сухим асфальтобетонним покриттям горизонтального профілю, при експертних розрахунках рекомендується приймати усталене сповільнення $j = 2,7 \text{ м/с}^2$ [13].

Якщо різноманітність сучасних моделей мотоциклів та мопедів не дозволяє встановити геометричні й вагові параметри за систематизованими або довідковими даними, то можна застосувати інші засоби розрахунку гальмівної динаміки. Наприклад, якщо гальмування мопеда або мотоцикла здійснювалося гальмом тільки одного колеса (переднього чи заднього), то усталене сповільнення при частковому використуванні зчіпної ваги можна визначити з умови рівноваги між силами інерції та гальмування $P_j = P_T$, звідси $j m_a = \varphi m_i g$. Тоді усталене сповільнення ТЗ буде дорівнювати $j = \varphi \frac{m_i}{m_a} g$. Масу m_i , що

приходиться на переднє або заднє колесо мотоцикла чи мопеда, можна визначити за технічною характеристикою, або шляхом зважування на вагах. Крім того, якщо гальмування мотоцикла або мопеда здійснюється тільки одним гальмом, переднім чи заднім, у розрахунках треба враховувати перерозподіл нормального навантаження на колесах, що відбувається під дією сили інерції – переднє колесо навантажується, а заднє розвантажується. Такий перерозподіл нормального навантаження на колесах можливо врахувати через відповідний коефіцієнт k_j . Тоді усталене сповільнення мотоцикла чи мопеда, на яке також впливає наявність позовжнього ухилу дороги λ (2.15) та коефіцієнт інерції обертання незагальмованого колеса δ_i буде дорівнювати

$$j = \frac{(\varphi \pm \lambda) g m_i k_j}{\delta_i m_a k_e}, \quad (2.31)$$

де k_j – коефіцієнт, який враховує перерозподіл нормального навантаження на колесах ТЗ, що відбувається під дією сили інерції при гальмуванні.

При гальмуванні заднього колеса мотоцикла на сухому асфальтобетоні коефіцієнт k_j буде дорівнювати 0,8 при $\varphi > 0,4$ та 0,9 при $\varphi \leq 0,4$ [28].

При гальмуванні переднім колесом перерозподіл нормального навантаження на колесах мотоцикла чи мопеда може бути настільки значним, що буде відбуватися відрив заднього колеса від поверхні дороги. Тобто гальмування двоколісного ТЗ тільки переднім колесом може бути достатньо ефективним але й небезпечним процесом, який важко розрахувати. Можна припустити, що коефіцієнт перерозподілу нормального навантаження на переднє колесо k_j буде дорівнювати близько 1,2 при $\varphi > 0,4$ та 1,1 при $\varphi \leq 0,4$ [28].

Коефіцієнт впливу інерції обертання незагальмованого колеса мотоцикла δ_i рекомендується приймати рівним 1,1 [28].

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Поясніть принцип побудови гальмівної діаграми.
2. Від яких чинників залежить час реакції водія та в яких межах приймається для розрахунків?
3. Що таке час запізнювання спрацьовування гальм і час наростання сповільнення ТЗ, і від чого залежить цей час?
4. Як розрахувати час зупинки ТЗ у разі екстреного гальмування?
5. Що таке усталене сповільнення ТЗ і від яких чинників залежить його значення?
6. Наведіть способи визначення усталеного сповільнення ТЗ.
7. Як розрахувати ухил дороги?
8. Як впливає ухил дороги на ефективність гальмування ТЗ?
9. Як розраховується зупинний шлях ТЗ?
10. Як розраховується гальмовий шлях ТЗ?
11. Чим відрізняється гальмовий шлях ТЗ від зупинного шляху?
12. Від яких умов залежить ефективність екстреного гальмування ТЗ?
13. Наведіть нормативні значення ефективності гальмування ТЗ.
14. Як проводиться випробування гальмівної системи автомобіля?
15. Як впливає антиблокувальна система на ефективність гальмування легкового автомобіля?

16. Як визначається швидкість ТЗ за слідом гальмування?
17. Як встановити швидкість ТЗ при відсутності слідів гальмування?
18. Як експериментально-розрахунковим шляхом визначити швидкість руху ТЗ, обладнаного АБС, у процесі дослідження наїзду на пішохода або зіткнення ТЗ?
19. В яких випадках і чому при екстреному гальмуванні не залишаються сліди гальмування (юза) на дорожньому покритті?
20. Як розраховується ефективність гальмування велосипеда або мотоцикла?

Розділ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ НАЇЗДУ АВТОМОБІЛЯ НА ПІШОХОДА

3.1. Аналіз обставин наїзду автомобіля на пішохода

При експертному дослідженні ДТП пішоходом називається будь-яка особа, що знаходиться на дорозі зовні автомобіля. Наїздом автомобіля на пішохода вважається ДТП, у процесі якої автомобіль наїхав фронтальною частиною на пішохода або пішохід наткнувся на бічну сторону проїжджаючого повз автомобіля. При цьому можна виділити ряд характерних особливостей, які впливатимуть на вибір тих або інших методик розрахунку, а саме:

- умови видимості;
- умови оглядовості;
- режим руху автомобіля – рівномірний (без гальмування) чи уповільнений (з гальмуванням);
- напрямок руху пішохода (поперек, попутно, назустріч автомобілю);
- тип удару (фронтальний чи боковий).

Значна частина наїздів на пішохода відбувається в умовах необмеженої видимості та оглядовості, коли водію ніщо не заважає правильно оцінити ситуацію та своєчасно зробити гальмування. Проте, водій продовжував рух, не знижуючи швидкості, а якщо гальмував, то безпосередньо перед наїздом.

У разі дослідження ДТП, пов'язаного з наїздом на пішохода, характерними режимами руху автомобіля є рівномірний рух або з певним сповільненням. Це пов'язано з тим, що за малий час реакції водія прискорення автомобіля, якщо воно мало місце, буде неістотно впливати на зміну швидкості автомобіля.

Напрямок руху пішохода встановлюється слідством у градусах відносно краю проїжджої частини. В автотехнічній експертизі зручно пов'язувати напрямок руху пішохода з кутом наїзду. Кут наїзду на пішохода α – це кут між траєкторіями руху автомобіля й пішохода. Для зручності розрахунку кут наїзду відкладають від траєкторії руху автомобіля проти годинникової стрілки. Залежно від напрямку руху пішохода розрізняють наступні кути наїзду (рис. 3.1):

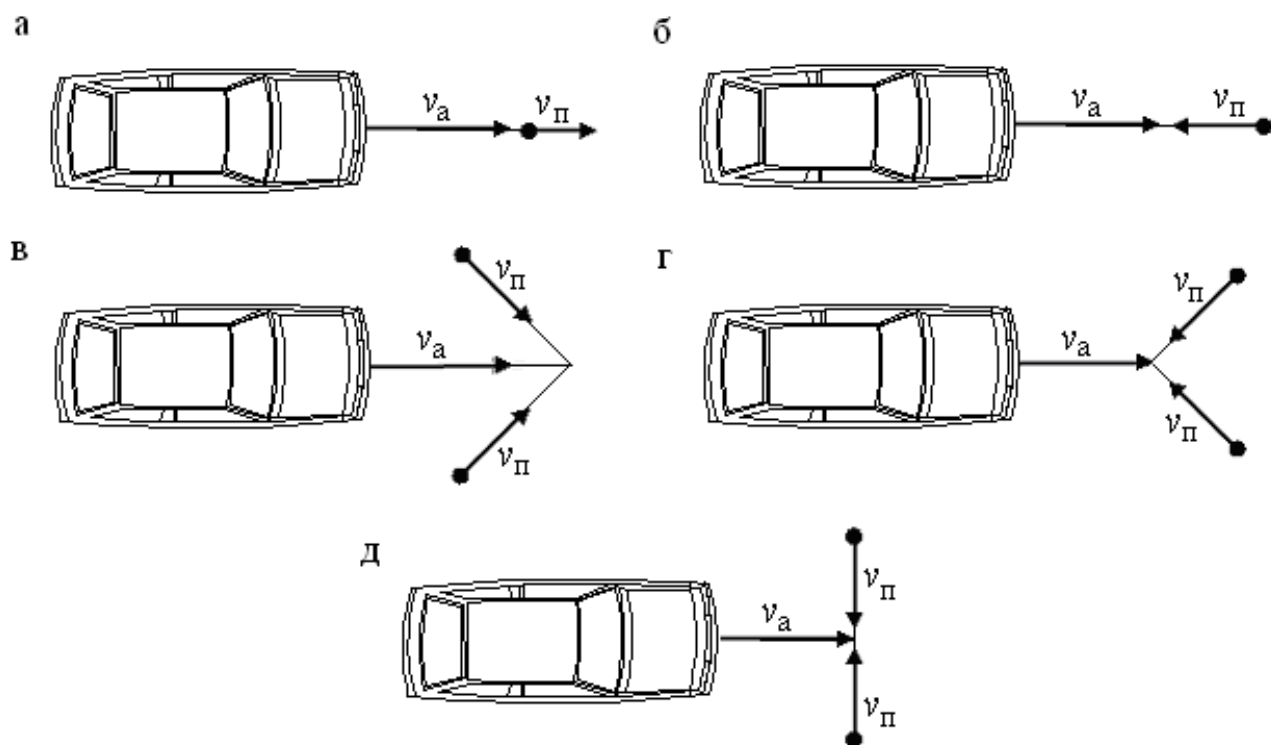


Рис. 3.1. Типи наїзду на пішохода:

а – попутний наїзд; б – стрічний наїзд; в – косий попутний наїзд;
 г – косий стрічний наїзд; д – поперечний наїзд; $\overrightarrow{v_a}$ – напрям руху автомобіля; $\bullet \rightarrow$ – напрям руху пішохода

- попутний наїзд ($\alpha = 0^\circ$);
- стрічний наїзд ($\alpha = 180^\circ$);
- косий попутний наїзд ($0 < \alpha < 90^\circ$, $270 < \alpha < 360^\circ$);
- косий стрічний наїзд ($90 < \alpha < 180^\circ$, $180 < \alpha < 270^\circ$);
- поперечний наїзд ($\alpha = 90^\circ$, $\alpha = 270^\circ$).

За розташуванням місця удару на автомобілі виділяють фронтальний і бічний наїзд. Координата удару вимірюється від переднього кута автомобіля з боку руху пішохода (рис. 3.2).

Найбільш часто зустрічаються пригоди з фронтальним наїздом на пішохода. Різновидом фронтального наїзду можна вважати удар, нанесений пішоходу задньою частиною автомобіля, при його русі назад.

Для проведення досліджень ДТП, пов'язаних з наїздом автомобіля на пішохода, експерту необхідно знати темп руху пішохода, щоб далі можна було встановити його швидкість руху. Розрізняють такі темпи руху пішохода:

- повільний крок;
- спокійний крок;
- швидкий крок;
- спокійний біг;
- швидкий біг.

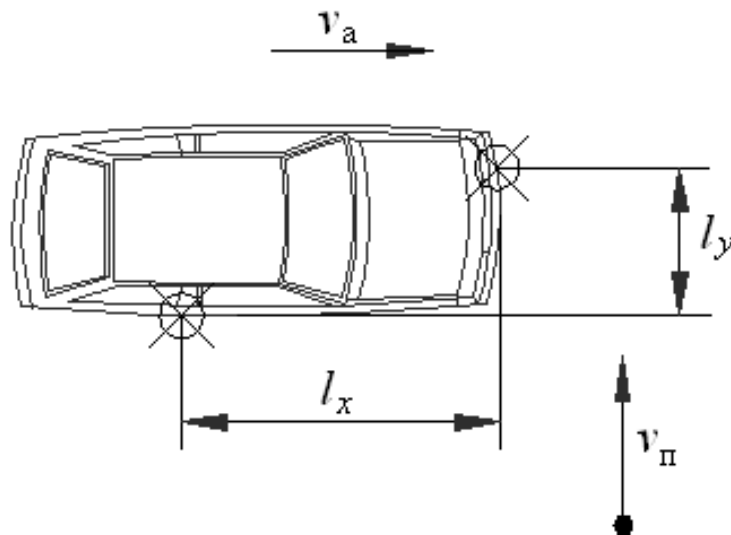


Рис. 3.2. Координата місця удару на автомобілі:
 l_y – для фронтального наїзду; l_x – для бічного наїзду

Швидкість руху пішохода може бути встановлена двома способами – на підставі систематизованих середньостатистичних даних руху пішохода або шляхом слідчого експерименту. Найчастіше швидкість пішохода встановлюється експертом з використанням систематизованих середньостатистичних даних (табл. 3.1) [28]. При цьому враховується темп руху пішохода, його стать і вік. Наприклад, середньостатистична швидкість пішохода чоловіка у віці 35 років при повільному темпі руху складає 3,9 км/год, при спокійному темпі – 5,7 км/год, а при швидкому темпі – 6,8 км/год.

У практиці експертного дослідження наїзду автомобіля на пішохода робиться припущення, що пішохід з моменту виникнення небезпеки рухається прямолінійно й рівномірно. Це допущення ґрунтується на тому, що в разі виникнення небезпечної обстановки водію не слід розраховувати, що пішохід в останню мить змінить характер своїх дій. Відповідно, якщо з моменту виникнення небезпеки для водія пішохід змінював темп або напрям свого руху, всі подальші розрахунки можуть проводитись за умов, що пішохід не змінював швидкість і напрям руху.

Швидкість руху пішохода

Вік, категорія	Стать	Повільний крок, км/год	Спокійний крок, км/год	Швидкий крок, км/год	Спокійний біг, км/год	Швидкий біг, км/год
7–8 років	Ч	3,1	4,4	5,9	8,5	12,2
	Ж	2,9	4,9	5,3	8,0	11,8
8–10 років	Ч	3,4	4,6	6,0	8,9	12,7
	Ж	3,0	4,3	5,5	8,4	12,5
10–12 років	Ч	3,7	4,9	6,2	9,3	13,8
	Ж	3,3	4,8	5,8	8,8	13,4
12–15 років	Ч	3,8	5,2	6,5	10,0	14,6
	Ж	3,6	5,0	6,1	9,5	14,1
15–20 років	Ч	3,9	5,4	6,8	10,3	16,3
	Ж	3,7	5,2	6,3	10,0	14,9
20–30 років	Ч	4,2	5,7	6,9	11,0	16,7
	Ж	4,1	5,3	6,6	10,6	15,3
30–40 років	Ч	3,9	5,7	6,8	10,6	15,5
	Ж	3,8	5,2	6,5	9,8	14,1
40–50 років	Ч	3,8	5,9	6,6	9,6	14,3
	Ж	3,6	4,9	6,1	8,9	12,7
50–60 років	Ч	3,4	4,8	6,0	8,6	12,5
	Ж	3,3	4,5	5,6	7,9	11,2
60–70 років	Ч	3,0	3,9	5,1	7,0	10,5
	Ж	2,9	3,8	4,9	6,8	9,5
Старше 70 років	Ч	2,5	3,2	4,2	5,6	8,7
	Ж	2,4	3,2	4,1	5,6	7,3
З протезом ноги	Ч	2,3	3,4	4,5	6,0	–
У стані сп'яніння	Ч	3,2	4,4	5,4	8,2	10,0
З дитиною за руку	Ч	2,7	4,3	5,5	6,0	11,3
	Ж	3,0	4,1	5,2	6,9	10,0
З дитиною на руках	Ч	3,5	4,4	5,3	6,7	–
	Ж	3,3	4,2	5,1	9,0	–
З громіздки- ми речами	Ч	3,9	4,6	5,8	–	–
	Ж	3,4	4,6	5,5	–	–
З дитячою коляскою	Ж	2,6	4,0	5,2	6,9	–

Більш точний спосіб є експериментальний. Оскільки до слідчого експерименту притягується або сам потерпілий пішохід, або схожа з ним особа за фізичними даними, віком і статтю. У ході експерименту на місці пригоди проводиться 3–4 виміри руху пішохода в заданому темпі. Швидкість пішохода розраховується за відомою формулою

$v_n = \frac{S_n}{t_n}$, де S_n – шлях пішохода, м; t_n – час руху пішохода, с. Після

цього визначається середня швидкість руху пішохода за всіма вимірами.

На точність встановлення швидкості руху пішохода впливають умови проведення експерименту, які мають бути максимально наближені до фактичних обставин ДТП – це пора року, стан покриття проїжджої частини, час доби. Треба також враховувати, що всі подробиці обставин пригоди добре пам'ятаються протягом 10 днів, тому найбільш достовірні результати отримують при проведенні експерименту безпосередньо після ДТП.

3.2. Встановлення моменту виникнення небезпечної ситуації для водія

Ключовою точкою експертного дослідження наїзду на пішохода є встановлення моменту виникнення небезпеки для руху водія. При дослідженні наїзду на пішохода слідство й експертиза, в першу чергу, повинні з'ясувати питання, коли для водія виникла небезпечна ситуація, тобто небезпека або перешкода для руху. Передбачається, що з цього моменту водій повинен зробити всі дії (гальмування або маневр), що є в його розпорядженні, щоб уникнути або понизити тяжкість наслідків ДТП.

Хоча визначення моменту виникнення небезпечної ситуації відноситься до компетенції слідчого, не виключається право та можливість визначення цього моменту експертом. Але якщо момент, вказаний слідчим суперечитиме дорожній ситуації, що склалася, і виявиться технічно необґрунтованим, то експерт має право в своєму висновку навести два варіанти розрахунків і висновків з урахуванням двох моментів виникнення небезпеки.

У загальному випадку, рекомендується за момент виникнення небезпечної ситуації приймати один з наступних моментів:

- перетин пішоходом якої-небудь лінії, що приймається за межу небезпечної зони;
- відстань до пішохода, що дорівнює зупинному шляху ТЗ;
- початок руху або зміна напрямку, темпу руху пішохода, що знаходиться на проїжджій частині;

- пішохід змушений до переміщення в небезпечному напрямі рухом іншого ТЗ;
- пішохід, знаходячись на проїжджій частині, поводить себе невпевнено, вірогідні його дії невизначені;
- поява пішохода в полі зору водія в разі обмеженої видимості або оглядовості;
- поява предметів гри дітей на проїжджій частині;
- діти без нагляду дорослих знаходяться на близькій відстані від смуги руху ТЗ, що не виключає можливості попадання їх на проїжджу частину дороги за час наближення до них ТЗ.

У простому випадку, коли пішохід переходить дорогу справа наліво по відношенню до автомобіля, який рухається в крайньому правому або другому ряду, за момент виникнення небезпеки приймається момент перетину пішоходом межі проїжджої частини; аналогічно, якщо пішохід рухається зліва направо та перетинає дорогу з однією смугою в кожному напрямку (рис. 3.3).

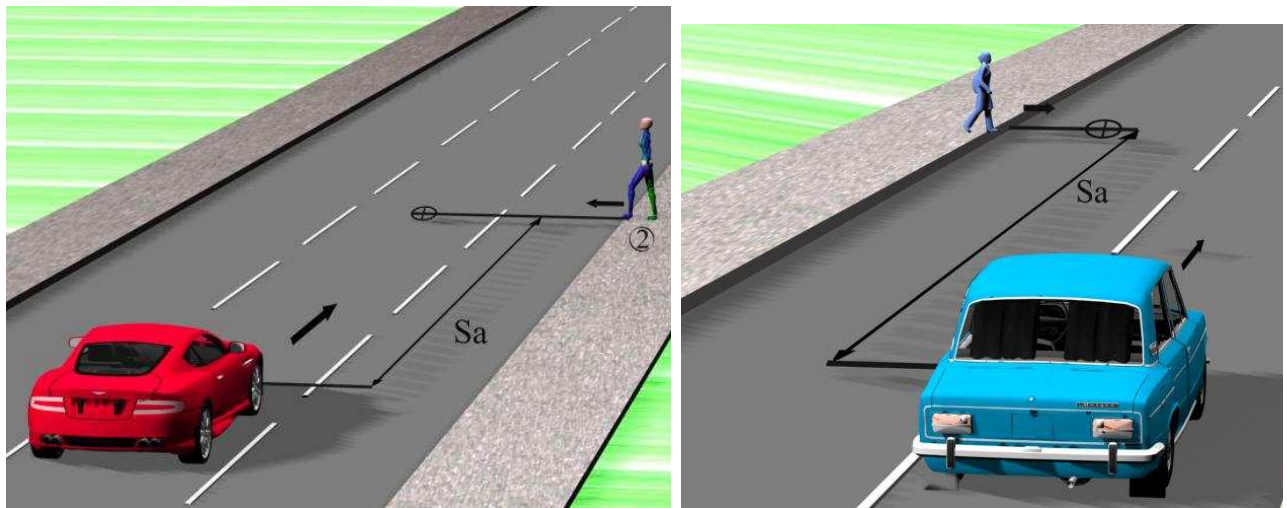


Рис. 3.3. Виникнення небезпеки для водія з моменту виходу пішохода на проїжджу частину

Коли пішохід до виходу на проїжджу частину стоїть біля її краю або рухається до неї кроком, а потім починає перебігати проїжджу частину справа наліво, за момент виникнення небезпеки приймається момент перетину пішоходом межі проїжджої частин, незалежно від її ширини та розташування на ній ТЗ (рис. 3.4).

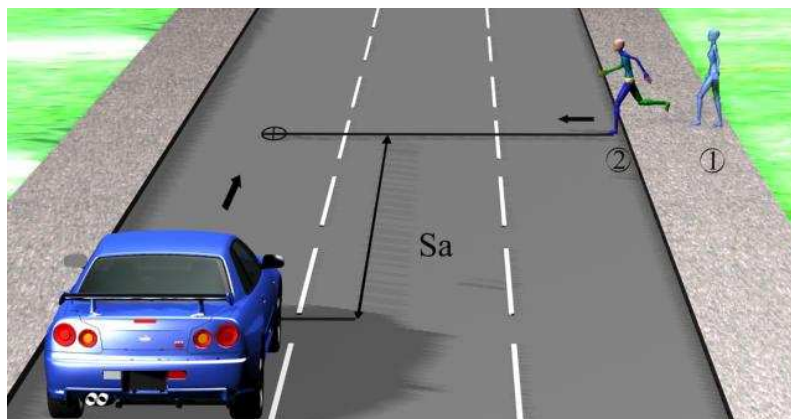


Рис. 3.4. Виникнення небезпеки для водія з моменту, коли пішохід починає перебігати проїжджу частину

Якщо дорога має декілька смуг для руху в кожному напрямку й пішохід перетинає дорогу зліва направо в будь-якому темпі, то, незалежно від розташування ТЗ на проїжджій частині, початком небезпеки можна вважати момент, коли ТЗ буде знаходитись на відстані зупинного шляху до лінії руху пішохода (рис. 3.5).

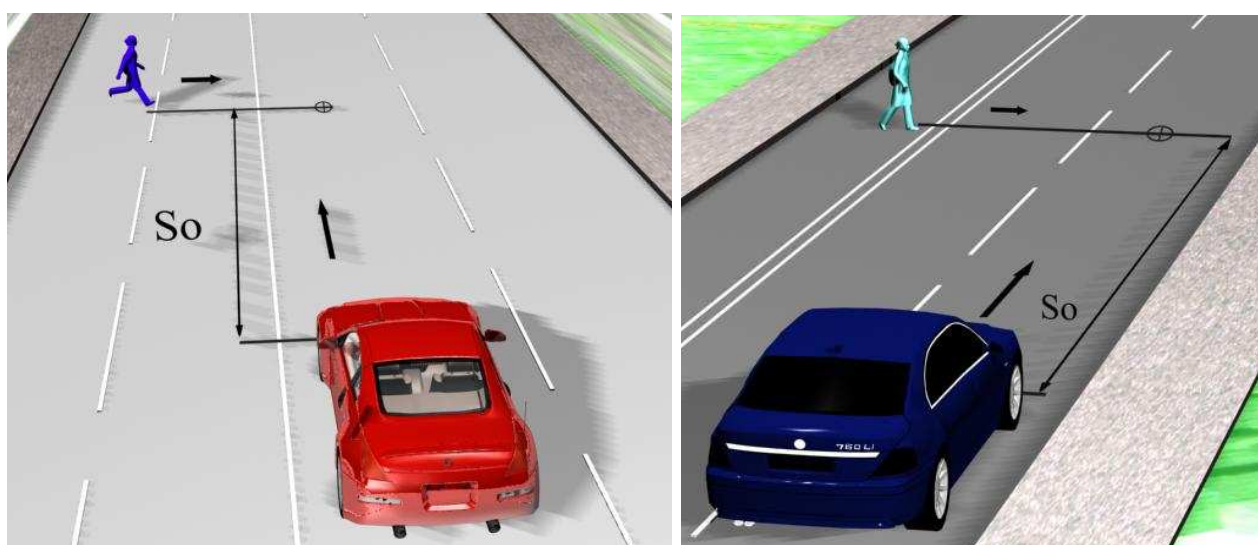


Рис. 3.5. Виникнення небезпеки на відстані зупинного шляху

Такий підхід при визначенні моменту небезпеки має сенс, оскільки після перетину пішоходом суцільної лінії ТЗ вже може знаходитись ближче до пішохода ніж довжина зупинного шляху.

Під час руху ТЗ оглядовість дороги може бути обмежена перешкодою у вигляді іншого ТЗ, що рухається попутно чи на зустріч, або нерухомою перешкодою. І якщо пішохід раптово з'являється з-за перешкоди – це є момент небезпеки для руху водія (рис. 3.6).

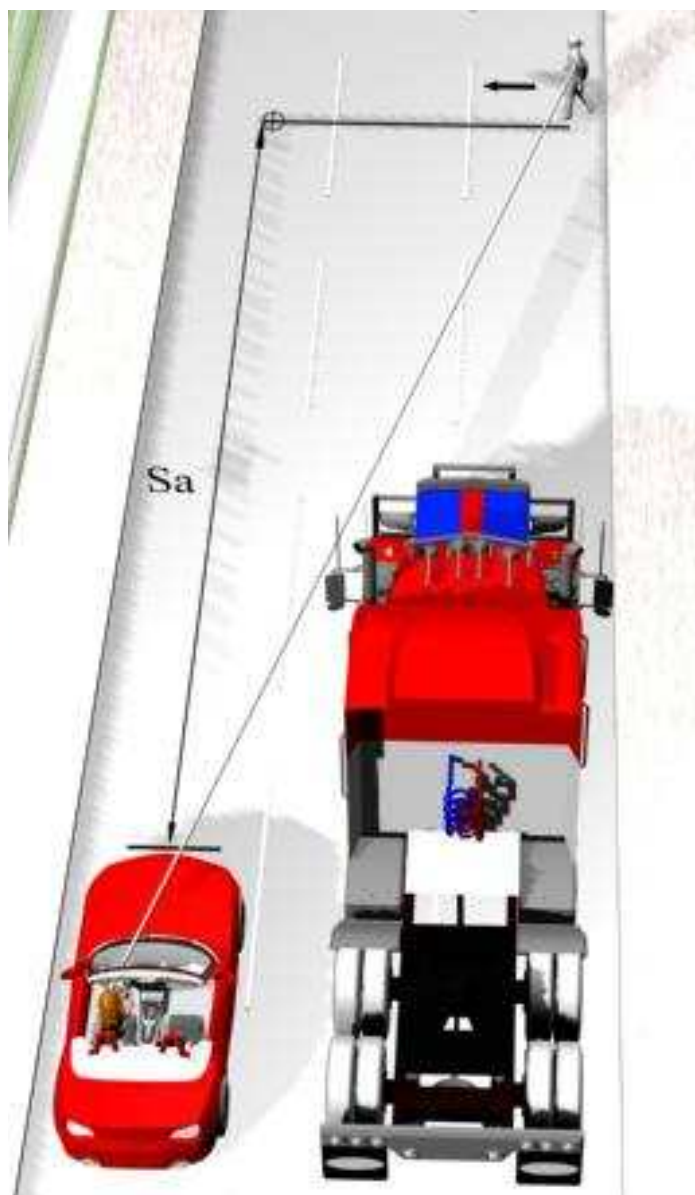


Рис. 3.6. Виникнення небезпеки для водія, коли пішохід раптово з'являється з-за перешкоди

Небезпечна ситуація, що вимагає від водія вживання негайних заходів, може виникати також, коли водій хоча й не бачив пішохода, але за різними ознаками може передбачити його появу, наприклад, м'яч, що викотився на проїжджу частину, пішоходи, що вибігають один за одним в умовах обмеженої оглядовості через перешкоду.

Пішоходами можуть бути люди здорові та хворі, з різними фізичними дефектами, вони можуть знаходитися в стані сильного збудження або пригніченості. У результаті дії на них навіть малозначних обставин вони можуть не помітити небезпеки, що наближається. Знаходячись від пішохода на відстані зупинного шляху, водій пови-

нен негайно застосувати гальмування, якщо пішохід продовжує бігти або йти в небезпечному напрямі.

Діти частіше відволікаються від нагляду за дорожньою обстановкою та менше ніж дорослі схильні сприймати небезпеку. Коли діти захоплені рухомими іграми або їх увага відвернута, вони можуть припуститися будь-якої необережності. Малолітні діти взагалі не можуть правильно оцінити виникаючу небезпеку, і пригода не виключається, навіть якщо їх увага зосереджена на транспортному засобі, що наближається. При оцінці можливих дій дітей при наближенні до них транспортного засобу ці обставини мають бути враховані. Очевидно, що питання про можливість точного визначення водієм віку дітей не має значення, оскільки у всіх випадках, коли може виникнути сумнів, з погляду безпеки, водій повинен розраховувати на менш сприятливі умови. Тобто небезпечна обстановка виникає у випадку, коли водій бачить дітей шкільного віку, захоплених рухомими іграми, які можуть опинитися в небезпечній зоні, або малолітніх дітей (дошкільного віку) без нагляду дорослих, а також якщо він знаходить інші обставини, наприклад, м'яч на проїжджій частині, що свідчить про можливість раптового виникнення перешкоди на близькій відстані.

Слід вважати, що небезпека для руху транспортного засобу діями пішоходів і дітей не створюється при наступних обставинах:

- пішохід до моменту зближення з ним транспортного засобу при вибраній швидкості не встигає досягти небезпечної зони або встигає вийти за її межі навіть при русі транспортного засобу без гальмування якщо, звичайно, водій не може знайти обставин, які могли б вплинути на характер дій пішохода;

- пішохід, що пропускає транспортний засіб, знаходиться на безпечній відстані від смуги його руху, а водій не може знайти обставин, які могли б змусити пішохода вчинити рухи в небезпечному напрямі;

- діти шкільного віку в спокійному стані знаходяться за межами проїжджої частини;

- діти дошкільного віку знаходяться під наглядом дорослих в безпосередній близькості від смуги руху транспортного засобу та дії дорослих повинні виключати можливість попадання дитини в небезпечну зону (дорослі утримують дітей за руку тощо).

При наближенні до учасників з підвищеною небезпекою для руху, а також у випадках, коли водій, згідно з Правилами дорожнього руху, повинен дотримуватися особливої обережності, йому слід вжити заходів, що зменшують вірогідність виникнення небезпечної обстановки – підвищити увагу, понизити швидкість руху транспортного засобу, збільшити інтервал та дистанцію.

Небезпечна обстановка не виникає, якщо пішохід, який бігом перетинає проїзну частину встигає покинути межу небезпечної зони. Проте якщо пішохід біжить, щоб зупинити транспортний засіб, небезпечна обстановка виникає в мить, коли за характером дій пішохода водій міг визначити його наміри.

На вибір моменту виникнення небезпеки впливають різні чинники такі, як напрям руху пішохода (справа наліво або зліва направо), кількість смуг для руху в кожному напрямку, розташування ТЗ на проїжджій частині, умови видимості та оглядовості, організація переходу проїжджої частини (табл. 3.2–3.5) [26].

Необхідно мати на увазі, що наведені небезпечні ситуації є типовими, але вони дозволяють експерту дійти правильного висновку про момент виникнення небезпечної обстановки в більшості випадків. Проте в окремих випадках, залежно від конкретних обставин пригоди, при рішенні питання про момент виникнення небезпечної обстановки експерт може дійти інших висновків.

Таблиця 3.2

Момент небезпеки для водія, що створений діями пішохода, який перетинає проїжджу частину справа наліво

Характеристика типових дорожньо-транспортних ситуацій	Момент виникнення небезпеки для водія
Одна чи дві смуги для руху в кожному напрямку. ТЗ рухається по першій чи другій смузі. Незалежно від темпу руху пішохода.	З моменту виходу пішохода на проїжджу частину дороги.
Три та більше смуг для руху в кожному напрямку. ТЗ рухається по третій або подальшій смузі, пішохід рухається кроком.	З моменту, коли ТЗ знаходиться на відстані зупинного шляху до лінії руху пішохода.
Незалежно від ширини проїжджої частини й розташування на ній ТЗ. Пішохід до виходу на проїжджу частину стоїть біля її краю, а потім починає перебігати проїжджу частину.	З моменту, коли пішохід вибігає на проїжджу частину дороги.

Характеристика типових дорожньо-транспортних ситуацій	Момент виникнення небезпеки для водія
Незалежно від ширини проїжджої частини та розташування на ній ТЗ. Пішохід кроком рухається до проїжджої частини, а потім з моменту виходу на проїжджу частину змінює свій темп з шагу на біг.	З моменту, коли пішохід вибігає на проїжджу частину дороги.
Незалежно від ширини проїжджої частини та розташування на ній ТЗ. Пішохід рухається по проїжджій частині в темпі, при якому за час зближення з ТЗ не досягає небезпечної зони або встигає покинути її. Раптово темп руху пішохода змінюється таким чином, що пішохід створює небезпеку для руху водія ТЗ, що наближується.	З моменту, коли пішохід змінює свій темп руху (прискорюється, уповільнюється, зупиняється).
Незалежно від ширини проїжджої частини та розташування на ній ТЗ. Пішохід виходить на проїжджу частину по нерегульованому пішохідному переходу.	З моменту виходу на проїжджу частину дороги.
Незалежно від ширини проїжджої частини та розташування на ній ТЗ. Пішохід з'являється в полі зору водія на проїжджій частині з-за нерухомої перешкоди, що обмежує оглядовість.	З моменту появи пішохода з-за нерухомої перешкоди.
Незалежно від ширини проїжджої частини та розташування на ній ТЗ. Пішохід з'являється в полі зору водія на проїжджій частині з-за перешкоди (інший ТЗ), що рухається в попутному напрямку.	З моменту появи пішохода з-за рухомої перешкоди (іншого ТЗ).

Таблиця 3.3

Момент небезпеки для водія, що створений діями пішохода, який перетинає проїжджу частину зліва направо

Характеристика типових дорожньо-транспортних ситуацій	Момент виникнення небезпеки для водія
Проїжджа частина має одну смугу руху в кожному напрямку. Незалежно від темпу руху пішохода.	З моменту виходу пішохода на проїжджу частину.
Проїжджа частина має одну або дві смуги руху на дорозі з одностороннім рухом. Незалежно від розташування ТЗ на проїжджій частині та темпу руху пішохода.	З моменту виходу пішохода на проїжджу частину.

Характеристика типових дорожньо-транспортних ситуацій	Момент виникнення небезпеки для водія
Проїжджа частина має дві та більш смуг руху в кожному напрямку. ТЗ рухається по правій крайній смузі. Пішохід рухається кроком.	З моменту коли ТЗ знаходиться на відстані зупинного шляху до лінії руху пішохода.
Проїжджа частина має три та більше смуг руху на дорозі з одностороннім рухом. ТЗ рухається по правій крайній смузі. Пішохід рухається кроком.	З моменту коли ТЗ знаходиться на відстані зупинного шляху до лінії руху пішохода.
Проїжджа частина має дві та більше смуг руху в кожному напрямку. Незалежно від розташування ТЗ на проїжджій частині. Пішохід рухається бігом.	З моменту коли ТЗ знаходиться на відстані зупинного шляху до лінії руху пішохода.
Проїжджа частина має три та більше смуг руху на дорозі з одностороннім рухом. Незалежно від розташування ТЗ на проїжджій частині. Пішохід рухається бігом.	З моменту коли ТЗ знаходиться на відстані зупинного шляху до лінії руху пішохода.
Проїжджа частина має три та більше смуг руху на дорозі з одностороннім рухом. ТЗ рухається по другій і далі смузі руху. Пішохід рухається кроком.	З моменту виходу пішохода на проїжджу частину.
Проїжджа частина має дві та більше смуг руху в кожному напрямку. Незалежно від розташування ТЗ на проїжджій частині. Пішохід рухається кроком.	З моменту коли ТЗ знаходиться на відстані зупинного шляху до лінії руху пішохода.
Незалежно від ширини проїжджої частини та розташування на ній ТЗ. Пішохід рухається по проїжджій частині в темпі, при якому за час зближення з ТЗ не досягає небезпечної зони або встигає покинути її. Раптово темп руху пішохода змінюється таким чином, що пішохід створює небезпеку для руху водія ТЗ, що наближується.	З моменту, коли пішохід змінює свій темп руху (прискорюється, уповільнюється, зупиняється).
Незалежно від ширини проїжджої частини та розташування на ній ТЗ. Пішохід виходить на проїжджу частину по нерегульованому пішохідному переходу.	З моменту виходу пішохода на проїжджу частину дороги.
Незалежно від ширини проїжджої частини та розташування на ній ТЗ. Пішохід з'являється в полі зору водія на проїжджій частині з-за нерухомої перешкоди, що обмежує оглядовість.	З моменту появи пішохода з-за нерухомої перешкоди.
Незалежно від ширини проїжджої частини та розташування на ній ТЗ. Пішохід з'являється в полі зору водія на проїжджій частині з-за перешкоди (інший ТЗ), що рухається в попутному напрямку.	З моменту появи пішохода з-за рухомої перешкоди (іншого ТЗ).
Пішохід раптово з'являється в полі зору водія на смузі руху ТЗ чи в небезпечній близькості від неї.	З моменту видимості пішохода.

Таблиця 3.4

**Момент небезпеки для водія, що створений діями пішохода,
який знаходиться на проїжджій частині**

Характеристика типових дорожньо-транспортних ситуацій	Момент виникнення небезпеки для водія
Пішохід стоїть на проїжджій частині дороги, на безпечній відстані від смуги руху ТЗ. Раптово пішохід починає рухатися до смуги руху ТЗ.	З моменту руху пішохода до смуги руху ТЗ.
Пішохід рухається на безпечній відстані від смуги руху ТЗ, попутно або на зустріч ТЗ. Раптово пішохід починає рухатися до смуги руху ТЗ.	З моменту руху пішохода до смуги руху ТЗ.
Пішохід стоїть на смузі руху ТЗ чи в небезпечної близькості від неї.	З моменту коли ТЗ знаходиться на відстані зупинного шляху до пішохода або на відстані, що дозволяє ТЗ зробити безпечний об'їзд пішохода.
Пішохід рухається назустріч або попутно по смузі руху ТЗ чи в небезпечній близькості від неї.	З моменту коли ТЗ знаходиться на відстані зупинного шляху до місця зустрічі з пішоходом або на відстані, що дозволяє ТЗ зробити безпечний об'їзд пішохода.
Пішохід раптово з'являється в полі зору водія на смузі руху ТЗ чи в небезпечній близькості від неї.	З моменту видимості пішохода.

Таблиця 3.5

**Момент небезпеки для водія, що створений діями особливої
категорії пішоходів (діти, сліпі, п'яні)**

Характеристика типових дорожньо-транспортних ситуацій	Момент виникнення небезпеки для водія
Діти дошкільного віку без нагляду батьків знаходяться за межами проїжджої частини на такій відстані від смуги руху ТЗ, що була не виключена можливість створення дітьми небезпечної ситуації за час наближення ТЗ.	З моменту руху дитини до смуги руху ТЗ.
Діти дошкільного віку без нагляду батьків знаходяться на проїжджій частині.	З моменту виявлення дітей на проїжджій частині.
На проїжджій частині з'являється предмет дитячої гри, наприклад, м'яч.	З моменту появи предмету гри дітей на смузі руху ТЗ, або в безпосередній близькості від неї.
Поява на проїжджій частині або в її межах сліпого пішохода, який подає сигнали білою тростиною.	З моменту виявлення сліпого пішохода.
Пішохід знаходиться на проїжджій частині та проявляє явні ознаки сп'яніння (хитається, падає) або його дії не адекватні поведінці пішохода на проїжджій частині.	З моменту виявлення такого пішохода водієм ТЗ.

3.3. Основи розрахунку механізму наїзду автомобіля на пішохода

З урахуванням характерних особливостей наїзду автомобіля на пішохода, а саме умов видимості та оглядовості, режиму руху ТЗ, напрямку руху пішохода, типу удару (фронтальний чи боковий) можна виділити декілька десятків методичних ліній розрахунку механізму ДТП.

Завжди за основу дослідження механізму наїзду на пішохода береться синхронність і взаємозв'язок рухів пішохода та автомобіля відносно точки наїзду в різні моменти часу. Тому першорядними задачами дослідження наїзду є:

- визначення швидкості руху автомобіля та швидкості автомобіля у момент наїзду на пішохода;
- визначення моменту небезпеки та часу, що пройшов з моменту виникнення небезпеки до наїзду;
- розрахунок відстані від автомобіля до місця наїзду в момент виникнення небезпеки;
- оцінка своєчасності дій водія.

У простому випадку момент небезпеки асоціюється з виходом пішохода на проїжджу частину (рис. 3.7). На розрахунковій схемі позначені: місце наїзду – хрестом, відстань від автомобіля до місця наїзду в момент виникнення небезпеки – S_a , переміщення автомобіля після наїзду – $S_{\text{пн}}$, сліди юза – S_u .

За наявності слідів юза швидкість руху автомобіля перед гальмуванням визначається за формулою (2.22) або (2.23), (2.24).

З урахуванням прийнятого раніше допущення, що при гальмуванні кінетична енергія ТЗ повністю переходить у роботу гальмівних сил, швидкість руху ТЗ у момент наїзду на пішохода складе:

при фронтальному наїзді

$$v_H = \sqrt{2jS_{\text{пн}}}, \quad (3.1)$$

при бічному наїзді

$$v_H = \sqrt{2j(S_{\text{пн}} - l_x)}, \quad (3.2)$$

де $S_{\text{пн}}$ – переміщення ТЗ з усталеним сповільненням від місця наїзду до зупинки, м;

l_x – координата місця удару на бічній поверхні ТЗ, м.

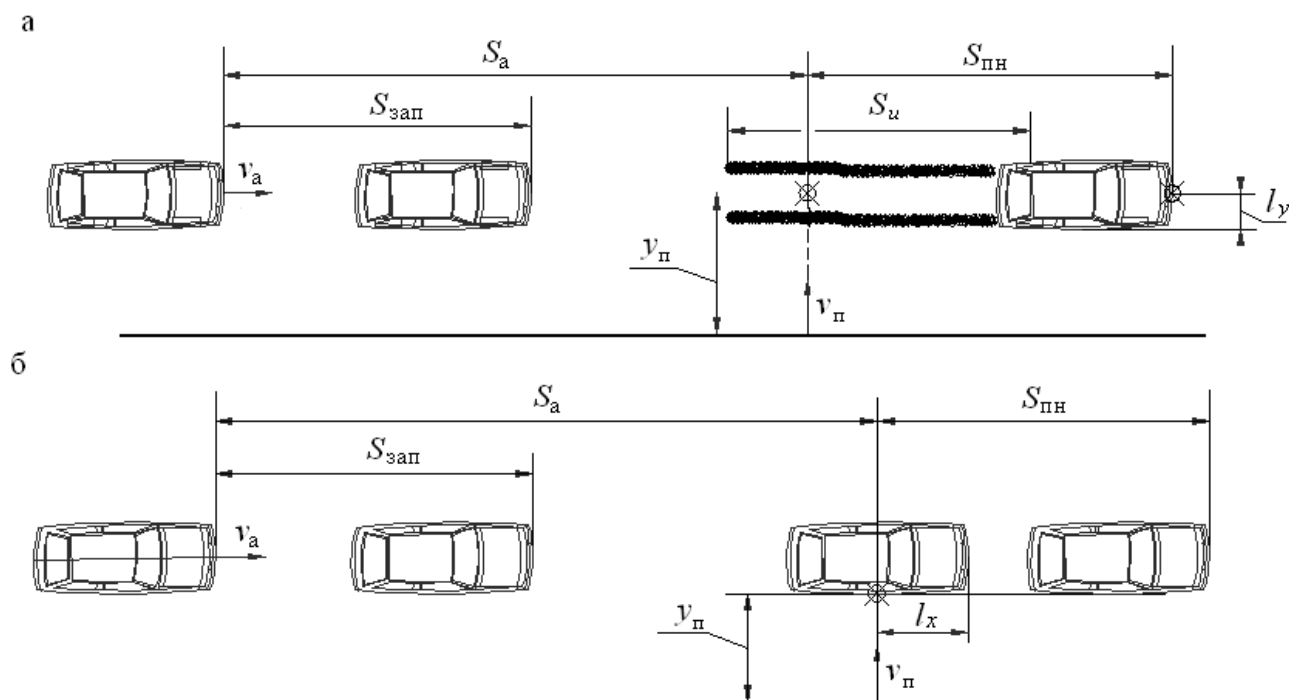


Рис. 3.7. Розрахункова схема наїзду на пішохода:
а – фронтальний наїзд; б – бічний наїзд

Пройдений шлях пішохода, що рухається під довільним кутом з моменту виникнення небезпеки до моменту наїзду

$$S_{\text{п}} = \frac{y_{\text{п}}}{|\sin \alpha|}, \quad (3.3)$$

де $y_{\text{п}}$ – відстань від краю проїжджої частини до місця наїзду, м;

α – кут удару (зустрічі) між ТЗ та рухомою перешкодою, градуси.

Час руху пішохода від краю проїжджої частини до місця наїзду

$$t_{\text{п}} = \frac{S_{\text{п}}}{v_{\text{п}}} = \frac{y_{\text{п}}}{v_{\text{п}} |\sin \alpha|}, \quad (3.4)$$

де $S_{\text{п}}$ – відстань, яку подолав пішохід з моменту виникнення небезпеки до моменту наїзду, м;

$v_{\text{п}}$ – швидкість руху пішохода, м/с.

У тому випадку, коли час руху пішохода в небезпечній зоні великий і знаходиться в межах 1–2 с, виникає питання: чи мав водій нагоду почати гальмування до моменту наїзду на пішохода? Для цього необхідно визначити час приведення в дію гальмівної системи з урахуванням часу реакції водія $T_{\text{пр}} = t_1 + t_2 + 0,5t_3$. Потім порівняти

одержані інтервали t_{Π} і $T_{\text{пр}}$, якщо $t_{\Pi} < T_{\text{пр}}$, то водій не мав технічної можливості застосувати гальмування.

У разі бічного наїзду водій не має можливості спостерігати за пішоходом після того, як автомобіль зрівняється з ним. Тому при великих значеннях l_x може виявитися, що водій навіть не бачив початку руху пішохода, якщо виконуватиметься нерівність

$$t_{\Pi} < \frac{l_x}{v_a}, \quad (3.5)$$

де t_{Π} – час, який пройшов з моменту виникнення небезпеки для руху водія ТЗ до моменту наїзду (зіткнення), с.

Методика розрахунку відстані S_a від автомобіля до місця наїзду в момент виникнення небезпеки залежатиме від режиму руху автомобіля. У випадку, якщо водій не здійснив гальмування та наїзд відбувся при рівномірному русі автомобіля, то відстань від автомобіля до місця наїзду в момент виникнення небезпеки складе

$$S_a = v_a t_{\Pi}. \quad (3.6)$$

При бічному наїзді відстань S_a завжди менше переміщення автомобіля з початку небезпеки до точки наїзду на величину l_x

$$S_a = v_a t_{\Pi} - l_x. \quad (3.7)$$

Якщо наїзд на пішохода відбувся в режимі гальмування автомобіля, то відстань між автомобілем і місцем наїзду в момент виникнення небезпеки можна формалізувати, як $S_a = (t_{\Pi} - t_j)v_a + \frac{(v_a^2 - v_{\text{н}}^2)}{2j}$,

де $t_j = \frac{v_a - v_{\text{н}}}{2j}$ – час рівносповільненого руху ТЗ до моменту наїзду.

З урахуванням виразу (3.4) маємо $S_a = \left(\frac{S_{\Pi}}{v_{\Pi}} - \frac{v_a - v_{\text{н}}}{j} \right) v_a + \frac{(v_a^2 - v_{\text{н}}^2)}{2j}$.

Розкривши дужки й виконавши необхідні перетворення, отримаємо

$$S_a = \frac{S_{\Pi} v_a}{v_{\Pi}} - \left[\frac{(v_a - v_{\text{н}}) v_a}{j} - \frac{(v_a^2 - v_{\text{н}}^2)}{2j} \right] = \frac{S_{\Pi} v_a}{v_{\Pi}} - \frac{v_a^2 - 2v_a v_{\text{н}} + v_{\text{н}}^2}{2j},$$

звідки шукана відстань від автомобіля до місця наїзду в момент виникнення небезпеки буде

$$S_a = \frac{S_{\Pi} v_a}{v_{\Pi}} - \frac{(v_a - v_{\Pi})^2}{2j}, \quad (3.8)$$

де S_{Π} – відстань, яку подолав пішохід з моменту виникнення небезпеки до моменту наїзду, м;

Якщо пішохід рухається під довільним кутом, одержаний вираз з урахуванням формул (3.3) і (3.4) зручно подати як

$$S_a = \frac{y_{\Pi} v_a}{v_{\Pi} |\sin \alpha|} - \frac{(v_a - v_{\Pi})^2}{2j} \quad (3.9)$$

або

$$S_a = t_{\Pi} v_a - \frac{(v_a - v_{\Pi})^2}{2j}, \quad (3.10)$$

де S_a – відстань між місцем ДТП та ТЗ у момент виникнення небезпеки або перешкоди для руху, м.

У разі бічного наїзду вираз для розрахунку відстані між автомобілем і місцем наїзду в момент виникнення небезпеки може приймати один із таких виглядів

$$S_a = \frac{S_{\Pi} v_a}{v_{\Pi}} - \frac{(v_a - v_{\Pi})^2}{2j} - l_x; \quad (3.11)$$

$$S_a = \frac{y_{\Pi} v_a}{v_{\Pi} |\sin \alpha|} - \frac{(v_a - v_{\Pi})^2}{2j} - l_x; \quad (3.12)$$

$$S_a = t_{\Pi} v_a - \frac{(v_a - v_{\Pi})^2}{2j} - l_x. \quad (3.13)$$

Для того, щоб оцінити своєчасність дій водія, необхідно розрахувати інтервал часу T_H з моменту реагування водія на небезпеку до моменту наїзду

$$T_H = T_{\text{пр}} + \frac{v_a - v_{\Pi}}{j}. \quad (3.14)$$

Якщо водій своєчасно відреагував на небезпеку, то

$$T_H = t_{\Pi}. \quad (3.15)$$

Коли водій почав реагувати завчасно, то

$$T_H > t_{\Pi}, \quad (3.16)$$

а якщо водій запізнився з гальмуванням, то

$$T_H < t_{\Pi}. \quad (3.17)$$

Час $t_{\text{зап}}$, на який водій запізнився з гальмуванням після виникнення небезпеки або перешкоди для руху, складе

$$t_{\text{зап}} = t_{\Pi} - T_H, \quad (3.18)$$

де $t_{\text{зап}}$ – час, на який водій ТЗ запізнився з гальмуванням після виникнення небезпеки або перешкоди для руху, с;

T_H – інтервал часу з моменту реагування водія ТЗ на небезпеку або перешкоду до моменту наїзду, с.

У випадку, якщо водій запізнився з гальмуванням або зовсім його не застосував, експерт шляхом розрахунку визначає зупинний шлях автомобіля в даних дорожніх умовах (2.17). Якщо пішохід рухається в попутному напрямі або переходить проїжджу частину під довільним кутом, віддаляючись від автомобіля, то розраховується зупинний шлях автомобіля до моменту, коли швидкість автомобіля знизиться до швидкості пішохода. Причому враховується проекція швидкості пішохода на напрям руху автомобіля

$$S_o = (t_1 + t_2 + 0,5t_3)v_a + \frac{v_a^2 - v_{\Pi}^2 \cos^2 \alpha}{2j}, \quad (3.19)$$

або

$$S_o = T_{\text{пр}}v_a + \frac{v_a^2 - v_{\Pi}^2 \cos^2 \alpha}{2j}. \quad (3.20)$$

Після цього можливо порівняти величину зупинного шляху S_o з відстанню S_a між автомобілем і місцем наїзду в момент виникнення

небезпеки. На підставі результатів порівняння експерт може дійти одного з наступних висновків:

– якщо

$$S_o < S_a, \quad (3.21)$$

то водій мав технічну нагоду зупинити автомобіль до місця наїзду;

– якщо

$$S_o \geq S_a, \quad (3.22)$$

то водій не мав технічної нагоди зупинити автомобіль до місця наїзду при своєчасному гальмуванні.

Вирази (3.21), (3.22) дають однозначну відповідь, якщо пішохід переходив проїжджу частину під прямим кутом. Якщо ж пішохід рухався під довільним кутом і різниця між S_o і S_a незначна, то більш точні результати можна одержати, розглянувши гадану версію ДТП.

Приклад 1. Легковий автомобіль AUDI A-8 у завантаженому стані, що рухався, зі слів водія, із швидкістю 40 км/год, а за свідченням свідка, – 50 км/год, вчинив бічний наїзд на пішохода 67 років, який знаходився справа на проїжджій частині та почав рухатися в напрямі смуги руху AUDI A-8 спокійним кроком під кутом 90° . Відстань від місця відкїля почав рухатись пішохід до місця наїзду – 2,5 м. Відстань від передньої частини автомобіля до місця удару – 4 м. Дорожнє покриття сухе, асфальтобетонне, без ухилу.

Рішення. Небезпека для руху виникла в момент виходу пішохода на проїжджу частину. Час, який пройшов з моменту виникнення небезпеки до наїзду

$$t_{\pi} = \frac{S_{\pi}}{v_{\pi}} = \frac{2,5}{1,08} = 2,31 \text{ с},$$

де $v_{\pi} = 3,9 \text{ км/год} = 1,08 \text{ м/с}$ – швидкість пішохода (табл. 3.1).

Оскільки нерівність $\frac{S_{\pi}}{v_{\pi}} < \frac{l_x}{v_a}$ не виконується, тому що $\frac{2,5}{1,08} > \frac{4}{11,11}$, то водій бачив початок руху пішохода по проїжджій частині.

Час приведення гальмівної системи в дію з урахуванням часу реакції водія

$$T_{\text{пр}} = t_1 + t_2 + 0,5t_3 = 0,6 + 0,2 + 0,2 = 1 \text{ с},$$

де $t_1 = 0,6 \text{ с}$ – час реакції водія (див. табл. 2.1);

$t_2 = 0,2 \text{ с}$ – час запізнювання спрацьовування гальмового приводу (див. табл. 2.10);

$t_3 = 0,4 \text{ с}$ – час наростання сповільнення автомобіля (див. табл. 2.10).

Оскільки виконується нерівність $t_{\pi} > T_{\text{пр}}$, то водій мав нагоду застосувати гальмування до моменту наїзду на пішохода.

Відстань від автомобіля до місця наїзду в момент виникнення небезпеки: при швидкості 40 км/год (11,11 м/с)

$$S_a = v_a t_{\pi} - l_x = 11,11 \cdot 2,31 - 4 = 21,5 \text{ м}$$

при швидкості 50 км/год (13,89 м/с)

$$S_a = 13,89 \cdot 2,31 - 4 = 28,1 \text{ м.}$$

Зупинний шлях автомобіля в даних дорожніх умовах:
при швидкості 40 км/год

$$S_o = T_{\text{пр}} v_a + \frac{v_a^2}{2j_{\text{уст}}} = 1 \cdot 11,11 + \frac{123,43}{2 \cdot 6,7} = 20,3 \text{ м,}$$

при швидкості 50 км/год

$$S_o = 13,89 + \frac{192,93}{2 \cdot 6,7} = 28,3 \text{ м,}$$

де $j = 6,7 \text{ м/с}^2$ – усталене сповільнення автомобіля (див. табл. 2.11).

Таким чином, при швидкості 40 км/год водій шляхом своєчасного гальмування міг би зупинити автомобіль до лінії проходження пішохода, оскільки $S_o < S_a$. При швидкості 50 км/год водій не мав технічної можливості зупинити автомобіль до лінії проходження пішохода, оскільки $S_o > S_a$. В обох варіантах дії водія не відповідали Правилам дорожнього руху, оскільки водій не застосував своєчасне гальмування.

Приклад 2. У місті легковий автомобіль ВАЗ-2170 «Пріора» в завантаженому стані фронтальною частиною збив пішохода віком 55 років, що переходив проїжджу частину спокійним кроком справа наліво під кутом 90° на ділянці, де пішохідний перехід не дозволений. Після наїзду автомобіль перемістився на 5 м і зупинився. Відстань від краю проїжджої частини до місця наїзду 4 м. Відстань від правої сторони автомобіля до місця удару 1,5 м. На місці пригоди зафіксовані сліди гальмування передніх коліс довжиною 20 м. Дорожнє покриття сухе, асфальтобетонне, без ухилу.

Рішення. Початкова швидкість автомобіля перед гальмуванням

$$v_a = 0,5 j t_3 + \sqrt{2 j S_u} = 0,5 \cdot 6,7 \cdot 0,4 + \sqrt{2 \cdot 6,7 \cdot 20} = 17,71 \text{ м/с} = 63,75 \text{ км/год} \approx 64 \text{ км/год,}$$

де $t_3 = 0,4 \text{ с}$ – час наростання сповільнення автомобіля в спорядженому стані категорії M_1 на сухому асфальті (див. табл. 2.10);

$j = 6,7 \text{ м/с}^2$ – усталене сповільнення автомобіля (див. табл. 2.11).

Швидкість автомобіля в момент наїзду на пішохода

$$v_H = \sqrt{2 j S_{\text{пн}}} = \sqrt{2 \cdot 6,7 \cdot 5} = 8,18 \text{ м/с} = 29,56 \text{ км/год} \approx 30 \text{ км/год.}$$

Небезпека для руху виникла в момент виходу пішохода на проїжджу частину. Час, який пройшов з моменту виникнення небезпеки до наїзду

$$t_{\text{п}} = \frac{S_{\text{п}}}{v_{\text{п}}} = \frac{4}{1,33} = 3 \text{ с,}$$

де $v_{\text{п}} = 1,33 \text{ м/с}$ – швидкість пішохода (див. табл. 3.1).

Час приведення гальмівної системи в дію з урахуванням часу реакції водія

$$T_{\text{пр}} = t_1 + t_2 + 0,5 t_3 = 1 + 0,2 + 0,2 = 1,4 \text{ с,}$$

де $t_1 = 1 \text{ с}$ – час реакції водія (див. табл. 2.1);

$t_2 = 0,2 \text{ с}$ – час запізнювання спрацювання гальмового приводу (див. табл. 2.10).

Час з моменту реагування водія на небезпеку до моменту наїзду

$$T_H = T_{\text{пр}} + \frac{v_a - v_H}{j} = 1,4 + \frac{17,71 - 8,2}{6,7} = 2,82 \text{ с.}$$

Водій запізнився з гальмуванням, оскільки виконується нерівність

$$T_H < t_{\text{п.}}$$

Час, на який водій запізнився з гальмуванням

$$t_{\text{зап}} = t_{\text{п.}} - T_H = 3 - 2,82 = 0,18 \text{ с.}$$

Відстань між автомобілем і місцем наїзду в момент виникнення небезпеки

$$S_a = \frac{S_{\text{п.}}}{v_{\text{п.}}} v_a - \frac{(v_a - v_H)^2}{2j} = \frac{4}{1,33} 17,71 - \frac{(17,71 - 8,2)^2}{2 \cdot 6,7} = 46,5 \text{ м.}$$

Зупинний шлях автомобіля в даних дорожніх умовах

$$S_o = T_{\text{пр}} v_a + \frac{v_a^2}{2j} = 1,4 \cdot 17,71 + \frac{17,71^2}{2 \cdot 6,7} = 48,2 \text{ м.}$$

Оскільки виконується умова $S_o > S_a$, то водій не мав технічної можливості зупинити автомобіль до лінії проходження пішохода навіть при своєчасному гальмуванні. Водій запізнився з гальмуванням на 0,18 с, тим самим його дії не відповідали вимогам Правил дорожнього руху. Пішохід, у свою чергу, почав перехід, не переконавшись у відсутності небезпеки, що також не відповідає вимогам Правил дорожнього руху.

Приклад 3. У місті вантажний автопоїзд МАЗ-MAN, обладнаний електропневматичним приводом гальм, що не допускає блокування коліс, збив пішохода віком 59 років, що переходив проїжджу частину зліва направо спокійним кроком під кутом 285° до напрямку руху автопоїзда на ділянці, де пішохідний перехід не дозволений. Водій встиг зробити екстрене гальмування. Після наїзду автопоїзд перемістився на відстань 5 м і зупинився. До гальмування автопоїзд рухався зі швидкістю 50 км/год. Місце удару на автопоїзді знаходиться в 2 м від його лівої сторони. Місце наїзду на пішохода знаходиться на відстані 4 м від краю проїжджої частини. Дорожнє покриття у момент пригоди сухе. Умови видимості та оглядовості не обмежені. Автопоїзд знаходився в завантаженому стані.

Рішення. Швидкість наїзду на пішохода

$$v_H = \sqrt{2jS_{\text{пн}}} = \sqrt{2 \cdot 4 \cdot 5} = 6,32 \text{ м/с} \approx 23 \text{ км/год,}$$

де $j = 4 \text{ м/с}^2$ – сповільнення автопоїзда (див. табл. 2.12).

Шлях пішохода з моменту виникнення небезпеки (вихід пішохода на проїжджу частину) до місця наїзду

$$S_{\text{п.}} = \frac{y_{\text{п.}}}{|\sin \alpha|} = \frac{5}{0,966} = 5,18 \text{ м.}$$

Відстань між автопоїздом і пішоходом у момент виникнення небезпеки

$$S_a = \frac{S_{\text{п.}} v_a}{v_{\text{п.}}} - \frac{(v_a - v_H)^2}{2j} = \frac{5,18 \cdot 13,88}{1,33} - \frac{(13,88 - 6,32)^2}{2 \cdot 4} = 46,92 \text{ м,}$$

де $v_{\text{п.}} = 4,8 \text{ км/год} = 1,33 \text{ м/с}$ – швидкість пішохода (див. табл. 3.1).

Час приведення гальмівної системи в дію з урахуванням часу реакції водія

$$T_{\text{пр}} = t_1 + t_2 + 0,5t_3 = 1 + 0,3 + 0,5 \cdot 0,4 = 1,5 \text{ с},$$

де $t_1 = 1 \text{ с}$ – час реакції водія (див. табл. 2.1);

$t_2 = 0,3 \text{ с}$ – час запізнювання спрацювання гальмового приводу (див. табл. 2.10);

$t_3 = 0,4 \text{ с}$ – час наростаючого сповільнення (див. табл. 2.10).

Шлях гальмування автомобіля, який необхідний для зниження швидкості руху до безпечної величини, тобто до величини проекції швидкості руху пішохода $v_{\text{п}} \cos \alpha$ на напрямок руху автомобіля, буде дорівнювати

$$S_o = T_{\text{пр}} v_a + \frac{v_a^2 - (v_{\text{п}} \cos \alpha)^2}{2j} = 1,5 \cdot 13,88 + \frac{13,88^2 - (1,33 \cdot 0,26)^2}{2 \cdot 4} = 44,89 \text{ м}.$$

Виконується умова $S_o < S_a$, при якій водій мав технічну можливість зупинити автомобіль до лінії проходження пішохода.

Визначимо своєчасність дій водія. Час з моменту виникнення небезпеки до наїзду

$$t_{\text{п}} = \frac{S_{\text{п}}}{v_{\text{п}}} = \frac{5,18}{1,33} = 3,89 \text{ с}.$$

Час з моменту реагування водієм на небезпеку до моменту наїзду

$$T_{\text{н}} = T_{\text{пр}} + \frac{(v_a - v_{\text{п}})}{j} = 1,5 + \frac{(13,88 - 6,32)}{4} = 3,39 \text{ с}.$$

Час, на який водій запізнився з гальмуванням

$$t_{\text{зап}} = t_{\text{п}} - T_{\text{н}} = 3,89 - 3,39 = 0,5 \text{ с}.$$

У причинному зв'язку з ДТП знаходиться невідповідність вимогам Правил дорожнього руху дій водія, який своєчасно не зробив гальмування, а також пішохода, який переходив проїжджу частину не під прямим кутом і не переконався у відсутності небезпеки.

3.4. Дослідження наїзду на пішохода при недостатній видимості

Згідно з Правилами дорожнього руху видимість у напрямку руху – це максимальна відстань, на якій з місця водія можна чітко розпізнати межі дороги й розташування учасників руху. Недостатньою видимістю руху є видимість дороги менше 300 м, наприклад, у сутінках, у ночі, в тумані, під час дощу, снігопаду тощо. В умовах недостатньої видимості водій повинен самостійно вибирати безпечну швидкість руху в межах дозволеної, щоб мати можливість своєчасно зупинити ТЗ або виконати безпечний маневр. Тому оцінка безпечної швидкості руху ТЗ в умовах недостатньої видимості напряму пов'язана з гальмовою ефективністю ТЗ.

Оцінити правильність вибраної водієм швидкості руху можливо шляхом порівняння зупинного шляху автомобіля S_0 з відстанню видимості S_B . Якщо $S_0 \leq S_B$, то водій правильно вибрав швидкість руху автомобіля відповідно до умов видимості. Максимально допустиму швидкість автомобіля в заданих умовах видимості визначимо з рівності $S_0 = S_B$. Одержимо квадратне рівняння вигляду $\frac{v_B^2}{2j} + T_{\text{пр}} v_B - S_B = 0$, рішенням якого є більше значення кореню

$$v_B = jT_{\text{пр}} \left(\sqrt{\frac{2S_B}{jT_{\text{пр}}^2} + 1} - 1 \right), \quad (3.23)$$

де v_B – розрахункова швидкість руху ТЗ, яку не повинен перевищувати водій у заданих умовах видимості, м/с;

S_B – відстань видимості, м.

Як уже відзначалось, при розрахунках безпечної швидкості руху автомобіля за умов недостатньої видимості час реакції водія треба обирати мінімальним 0,3 с (див. табл. 2.3).

Умови недостатньої видимості та момент небезпеки для руху водія визначається слідчим і вказується у вихідних даних до проведення автотехнічної експертизи (додаток Д). Якщо при дослідженні ДТП, що трапилась в умовах недостатньої видимості, у слідчого є труднощі з визначенням моменту небезпеки для руху водія, то такий момент може бути встановлений розрахунковим шляхом під час проведення експертизи. Для цього треба визначити час руху пішохода в зоні видимості водія. При цьому необхідно враховувати, що рух автомобіля та пішохода взаємопов'язані. Об'єднуюча точка є перетин траєкторій автомобіля та пішохода в місці наїзду. Хай ця точка наїзду є початком відліку в прямокутній системі координат (рис. 3.8).

Тоді, поступово відсовуючи автомобіль і пішохода від точки наїзду, потрібно визначити момент часу, коли відстань між пішоходом і водієм зрівняється з відстанню видимості. З цієї миті водій об'єктивно міг бачити пішохода. Отже, це є момент виникнення небезпеки для руху водія. У момент виникнення небезпеки відстань між автомобілем і пішоходом буде рівна відстані видимості за відрахуванням відстані від передньої частини автомобіля до водія $S_a - v_{\text{п}} t_{\text{п}} \cos \alpha = S_w - a$.

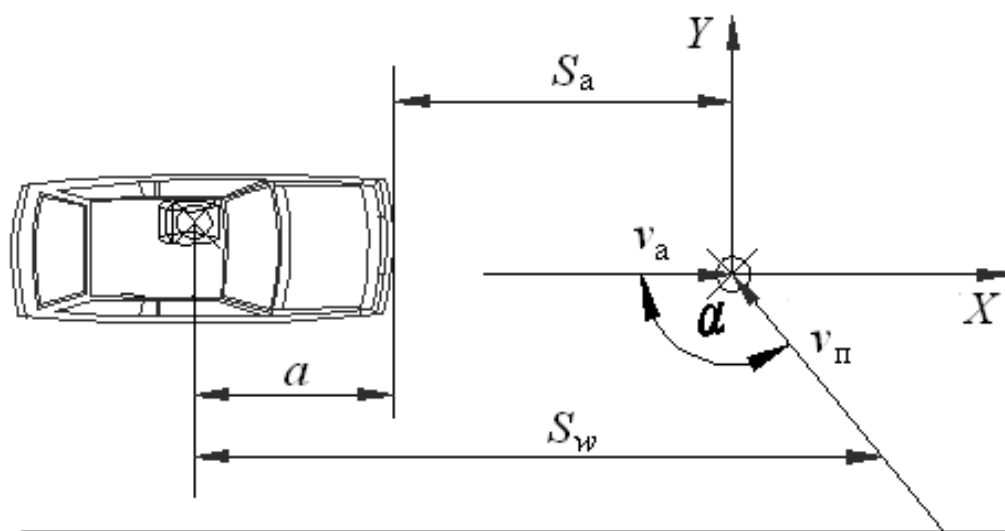


Рис. 3.8. Розрахункова схема до визначення моменту виникнення небезпечної ситуації

Якщо позначити $S_w - a = S_B$ на підставі того, що при слідчому експерименті під час встановлення відстані видимості вимірюється саме відстань між переднім габаритом ТЗ та пішоходом, отримаємо рівність $S_a - v_{\Pi} t_{\Pi} \cos \alpha = S_B$. Далі, залежно від режиму руху автомобіля, рівномірне або зі сповільненням, і типу наїзду, фронтальний чи бічний, у дану рівність можна підставити замість відстані S_a вирази (3.6), (3.7), (3.10) (3.13). Відповідно до цих виразів час t_{Π} з моменту виникнення небезпеки до наїзду в умовах обмеженої видимості буде:

– при рівномірному русі автомобіля та фронтальному наїзді

$$t_{\Pi} = \frac{S_B}{v_a - v_{\Pi} \cdot \cos \alpha}; \quad (3.24)$$

– при рівномірному русі автомобіля та бічному наїзді

$$t_{\Pi} = \frac{S_B + l_x}{v_a - v_{\Pi} \cdot \cos \alpha}; \quad (3.25)$$

– при русі автомобіля зі сповільненням і фронтальному наїзді

$$t_{\Pi} = \frac{S_B + \frac{(v_a - v_H)^2}{2j}}{v_a - v_{\Pi} \cdot \cos \alpha}; \quad (3.26)$$

– при русі автомобіля зі сповільненням і бічному наїзді

$$t_{\Pi} = \frac{S_{\text{в}} + \frac{(v_{\text{а}} - v_{\text{н}})^2}{2j} + l_x}{v_{\text{а}} - v_{\text{н}} \cdot \cos \alpha}, \quad (3.27)$$

де $S_{\text{в}}$ – виміряна відстань між переднім габаритом ТЗ та об’єктом при встановленій видимості, м.

Вирази (3.24)–(3.27) справедливі незалежно від напрямку руху пішохода. Наприклад, якщо пішохід рухається, наближаючись до автомобіля, то $\cos \alpha$ буде зі знаком «–», тоді зменшиться час t_{Π} .

У тих випадках, коли пішохід переходить проїжджу частину, доцільно провести додаткові розрахунки часу руху пішохода від краю проїжджої частини до місця наїзду (3.4). І якщо виявиться, що час руху пішохода по проїжджій частині менше часу, протягом якого водій здатний бачити пішохода, то можна зробити висновок, що момент небезпеки виник, коли пішохід вийшов на проїжджу частину.

Треба пам’ятати, що в умовах недостатньої видимості в тих випадках, коли пішохід є малопомітним, а саме при світлі фар зустрічних ТЗ, неконтрастного офарблення одягу пішохода, що сприяло злиттю його з навколишнім фоном, або недостатньому освітленні ділянки дороги в час, коли трапився наїзд на пішохода, згідно з методичними вказівками [20], час реакції водія треба збільшити на 0,6 с. Наприклад, якщо наїзд трапився при обставинах, коли пішохід раптово вийшов на проїжджу частину там, де перехід не дозволяється із-за зустрічного ТЗ, експерт мусить взяти час реакції водія 1,0 с (див. табл. 2.1), але якщо ДТП скоєно за тими ж обставинами тільки в темний час доби при поганому освітленні дороги експерт повинен збільшити цей час реакції водія до 1,6 с.

Приклад 1. На міській вулиці в нічний час доби навантажений автомобіль ГАЗ-3102 в режимі гальмування збив пішохода віком 40 років, що йшов по проїжджій частині швидким кроком у попутному автомобілю напрямі. На місці ДТП зафіксовані сліди гальмування передніх коліс довжиною 20,8 м. Місце наїзду знаходиться на відстані 15 м від кінця цих слідів за напрямком руху автомобіля. Встановлена експериментальним шляхом відстань від передньої частини автомобіля ГАЗ-3102 до місця наїзду на пішохода – 28 м. Проїжджа частина з сухим асфальтобетонним покриттям, горизонтального профілю. Вимагається оцінити правильність вибору водієм швидкості руху та визначити механізм ДТП.

Рішення. Момент небезпеки виник, коли водій об’єктивно міг бачити пішохода на відстані видимості.

Сповільнення навантаженого автомобіля категорії M_I у даних дорожніх умовах

$$j = \frac{\varphi \cdot g}{k_e} = \frac{0,7 \cdot 9,81}{1,32} = 5,2 \text{ м/с}^2,$$

де $\varphi = 0,7$ – коефіцієнт зчеплення коліс з дорогою (див. табл. 2.8);

$k_e = 1,32$ – коефіцієнт ефективності гальмування (див. табл. 2.9).

Швидкість автомобіля в момент наїзду на пішохода

$$v_H = \sqrt{2jS_{\text{пн}}} = \sqrt{2 \cdot 5,2 \cdot 15} = 12,48 \text{ м/с} \approx 45 \text{ км/год.}$$

Швидкість руху автомобіля

$$v_a = 0,5jt_3 + \sqrt{2jS_u} = 0,5 \cdot 5,2 \cdot 0,3 + \sqrt{2 \cdot 5,2 \cdot 20,8} = 15,48 \text{ м/с} = 55,75 \approx 56 \text{ км/год.}$$

Час приведення в дію гальмівної системи з урахуванням часу реакції водія при виборі допустимої швидкості за умови видимості

$$T_{\text{пр}} = t_1 + t_2 + 0,5t_3 = 0,3 + 0,2 + 0,5 \cdot 0,3 = 0,65 \text{ с,}$$

де $t_1 = 0,3$ с – час реакції водія при виборі допустимої швидкості (див. табл. 2.3);

$t_2 = 0,2$ с – час запізнювання спрацювання гальмового приводу (див. табл. 2.10);

$t_3 = 0,3$ с – час наростання сповільнення (див. табл. 2.6).

Максимально допустима швидкість автомобіля в заданих умовах видимості

$$v_B = jT_{\text{пр}} \left(\sqrt{\frac{2S_B}{jT_{\text{пр}}^2} + 1} - 1 \right) = 5,2 \cdot 0,65 \left(\sqrt{\frac{2 \cdot 28}{5,2 \cdot 0,75^2} + 1} - 1 \right) = 14,02 \text{ м/с} \approx 50 \text{ км/год.}$$

З моменту виникнення небезпеки до наїзду пройшов час

$$t_{\text{п}} = \frac{S_B + \frac{(v_a - v_H)^2}{2j}}{v_a - v_{\text{п}} \cdot \cos \alpha} = \frac{28 + \frac{(15,48 - 12,48)^2}{2 \cdot 5,2}}{15,48 - 1,89 \cdot 1} = 2,12 \text{ с,}$$

де $v_{\text{п}} = 6,8 \text{ км/год} = 1,89 \text{ м/с}$ – швидкість пішохода (див. табл. 3.1).

Час з моменту реагування водієм на небезпеку до моменту наїзду

$$T_H = t_1 + t_2 + 0,5t_3 + \frac{(v_a - v_H)}{j} = 1,2 + 0,2 + 0,5 \cdot 0,3 + \frac{(15,48 - 12,48)}{5,2} = 2,12 \text{ с,}$$

де $t_1 = 0,6 + 0,6 = 1,2$ с – час реакції водія на небезпеку з поправкою на умови недостатньої видимості.

Оскільки $T_H = t_{\text{п}}$, то водій почав реагувати на перешкоду та застосував гальмування своєчасно. Проте він неправильно вибрав допустиму швидкість руху автомобіля в межах дозволеної, перевищивши її на 6 км/год. Пішохід, у свою чергу, повинен був рухатись по тротуару або узбіччя, а в разі їх відсутності – назустріч руху транспортних засобів. Ці дії учасників ДТП не відповідали вимогам Правил дорожнього руху.

3.5. Дослідження наїзду на пішохода при обмеженій оглядовості в режимі гальмування автомобіля

Оглядовість – це об’єктивна можливість бачити дорожню обстановку з місця водія. Обмежена оглядовість – видимість дороги в напрямку руху, яка обмежена геометричними параметрами дороги, інженерними спорудами, насадженнями та іншими об’єктами, а також транспортними засобами [19].

Значна частина наїздів на пішохода відбувається в умовах обмеженої оглядовості, коли пішохід несподівано з’являється з-за перешкоди. Фахівці указують на складність дослідження таких пригод, особливо випадків, пов’язаних з наїздом на пішохода в режимі гальмування автомобіля, коли оглядовість обмежена рухомою перешкодою. Удосконалення методики рішення подібних задач є актуальною проблемою для автотехнічної експертизи.

Іларіонов В.А. одним з перших, застосувавши розрахунково-графічний метод, запропонував методику розрахунку механізму наїзду на пішохода в умовах обмеженої оглядовості з урахуванням характеру перешкоди (рухома, нерухома, рухається в попутному або стрічному напрямі) і режиму руху автомобіля в момент наїзду – рівномірний рух або зі сповільненням [13, 28]. Особливості даної методики полягають в наступному: по-перше, досліджується процес наїзду на пішохода, що рухається під прямим кутом до краю проїжджої частини; по-друге, методика аналітичного рішення задач розроблена для випадків, коли перешкода є нерухомою, або, коли автомобіль і перешкода рухаються без гальмування; по-третє, в найскладнішому випадку, коли наїзд на пішохода відбувається в режимі гальмування автомобіля, застосовується розрахунково-графічний метод дослідження.

Решетніков Є.Б., використовуючи розрахунково-аналітичний метод, запропонував методику дослідження процесу наїзду на пішохода, що переміщається під довільним кутом, розглянув найскладніше рішення експертної задачі, пов’язаної з наїздом на пішохода в умовах обмеженої оглядовості [11]. Це розширило спектр складних задач, пов’язаних з наїздом на пішохода, які можна дослідити аналітичним методом. Проте дана методика не набула належного поширення в експертній практиці.

Продовженням цих робіт стала розробка методики дослідження складних видів наїзду на пішохода, що сталися в умовах обмеженої оглядовості, коли сучасний ТЗ, який обладнаний антиблокувальною

системою гальм, під час наїзду в режимі гальмування не залишив слідів юза на дорожньому покритті [9, 30].

У будь-якому випадку, дослідження механізму пригоди, пов'язаної з наїздом на пішохода в умовах обмеженої оглядовості – непростий і трудомісткий процес з визначенням безлічі початкових параметрів. Проте в результаті розрахунків може виявитися, що наїзд був би неминучий навіть при необмеженій оглядовості або, навпаки, водій мав можливість зупинити автомобіль до лінії проходження пішохода після того, як пішохід з'явився з-за краю перешкоди. Тому при дослідженні такого роду механізму пригоди після попереднього визначення швидкостей руху автомобіля v_a і пішохода v_{Π} , усталеного сповільнення автомобіля j та швидкості наїзду на пішохода v_H за формулою (3.1) або (3.2) доцільно виконати додаткові розрахунки відстані S_{a1} від ТЗ до місця наїзду в момент виходу пішохода з-за краю перешкоди (рис. 3.9):

у разі фронтального наїзду за аналогією з формулою (3.8)

$$S_{a1} = \frac{(y + l_y)v_a}{|\sin \alpha| v_{\Pi}} - \frac{(v_a - v_H)^2}{2j}, \quad (3.28)$$

у разі бічного наїзду за аналогією з формулою (3.11)

$$S_{a1} = \frac{yv_a}{|\sin \alpha| v_{\Pi}} - \frac{(v_a - v_H)^2}{2j} - l_x, \quad (3.29)$$

де S_{a1} – відстань від ТЗ до місця наїзду в момент виходу пішохода з-за краю перешкоди, м;

y – бічна координата (у випадку наїзду на пішохода інтервал між ТЗ і перешкодою), м;

l_y – координата місця удару на фронтальній поверхні ТЗ, м.

Далі необхідно порівняти одержану відстань S_{a1} з відстанню зупинного шляху автомобіля S_o , що розраховується за формулою (2.17). Якщо $S_{a1} > S_o$, то перешкода не заважала водію запобігти пригоди шляхом своєчасного гальмування. У протилежному випадку необхідно розрахувати відстань S_{a2} від ТЗ до місця наїзду в момент виходу пішохода на проїжджу частину:

– у разі фронтального наїзду за аналогією з формулою (3.9)

$$S_{a2} = \frac{y_{\Pi}v_a}{|\sin \alpha| v_{\Pi}} - \frac{(v_a - v_H)^2}{2j}, \quad (3.30)$$

– у разі бічного наїзду за аналогією з формулою (3.12)

$$S_{a2} = \frac{y_{\Pi} v_a}{|\sin \alpha| v_{\Pi}} - \frac{(v_a - v_{\Pi})^2}{2j} - l_x, \quad (3.31)$$

де S_{a2} – відстань від ТЗ до місця наїзду в момент виходу пішохода на проїжджу частину, м.

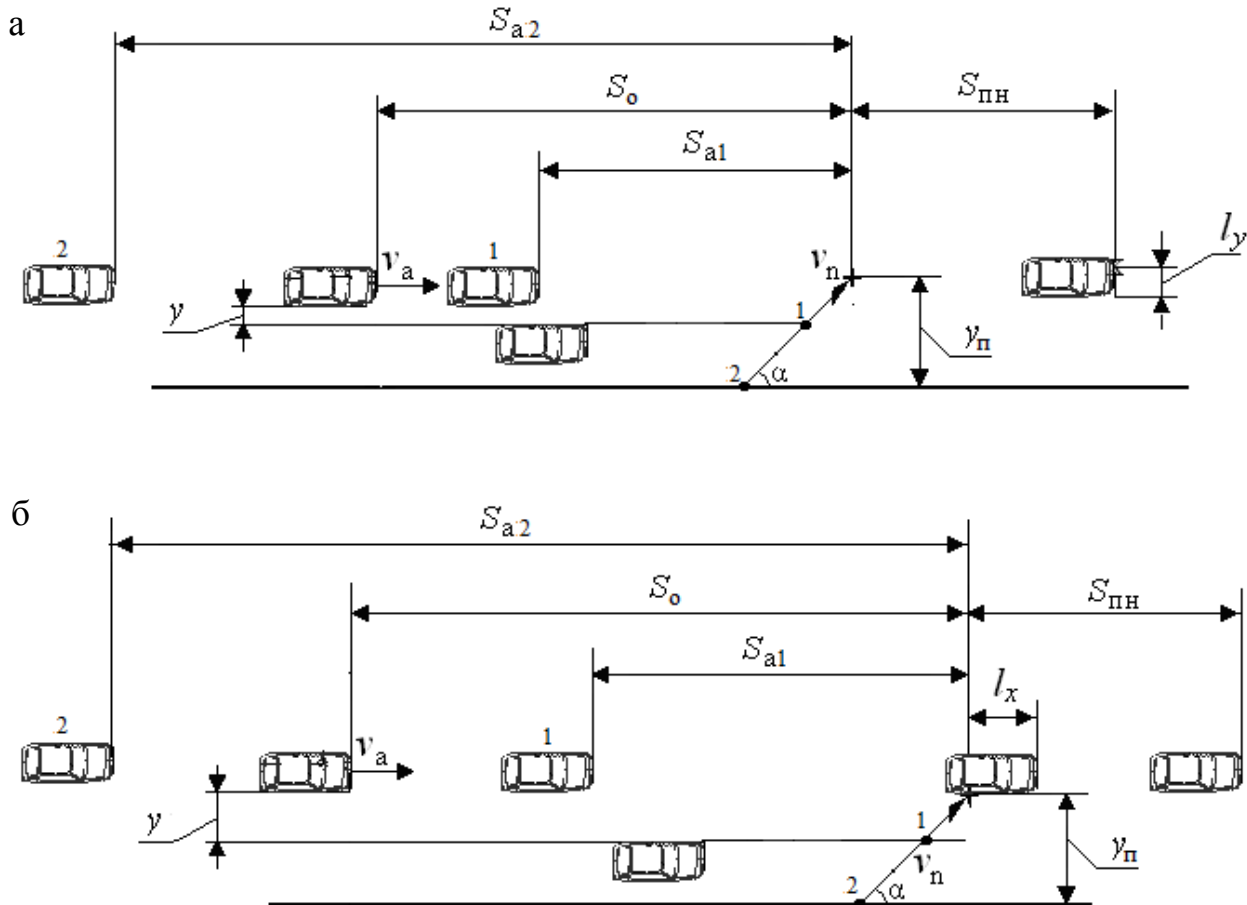


Рис. 3.9. Схема взаємного розташування ТЗ та пішохода в різні моменти часу: а – фронтальний наїзд; б – бічний наїзд; 1 – момент коли пішохід вийшов із-за краю перешкоди, а ТЗ знаходився на відстані S_{a1} від місця наїзду; 2 – момент коли пішохід вийшов на проїжджу частину дороги, а ТЗ знаходився на відстані S_{a2} від місця наїзду

Потім треба порівняти цю відстань з відстанню зупинного шляху автомобіля. Якщо $S_{a2} < S_o$, то водій не мав технічної можливості зупинити автомобіль до лінії проходження пішохода при необмеженій оглядовості. Отже, водій тим більше не мав технічної можливості запобігти наїзду за наявності перешкоди, обмежуючої оглядовість.

Можливий також проміжний варіант, коли $S_{a1} < S_0 < S_{a2}$, і який вимагає проведення складніших розрахунків. У такому варіанті розташування автомобіля та пішохода в момент появи останнього в полі видимості водія обчислюється виходячи з двох умов – кінематичної і геометричної. Кінематична умова полягає в тому, що за деякий певний час $t_{п}$, з моменту появи пішохода в полі оглядовості водія до моменту наїзду, пішохід, автомобіль і рухома перешкода пройшли відповідно певний шлях $S_{п}$, S_a і S_2 . Геометрична умова полягає в тому, що в момент появи пішохода в полі оглядовості водія, пішохід, лівий габаритний кут рухомої перешкоди та водій ТЗ знаходилися на одній лінії (рис. 3.10).

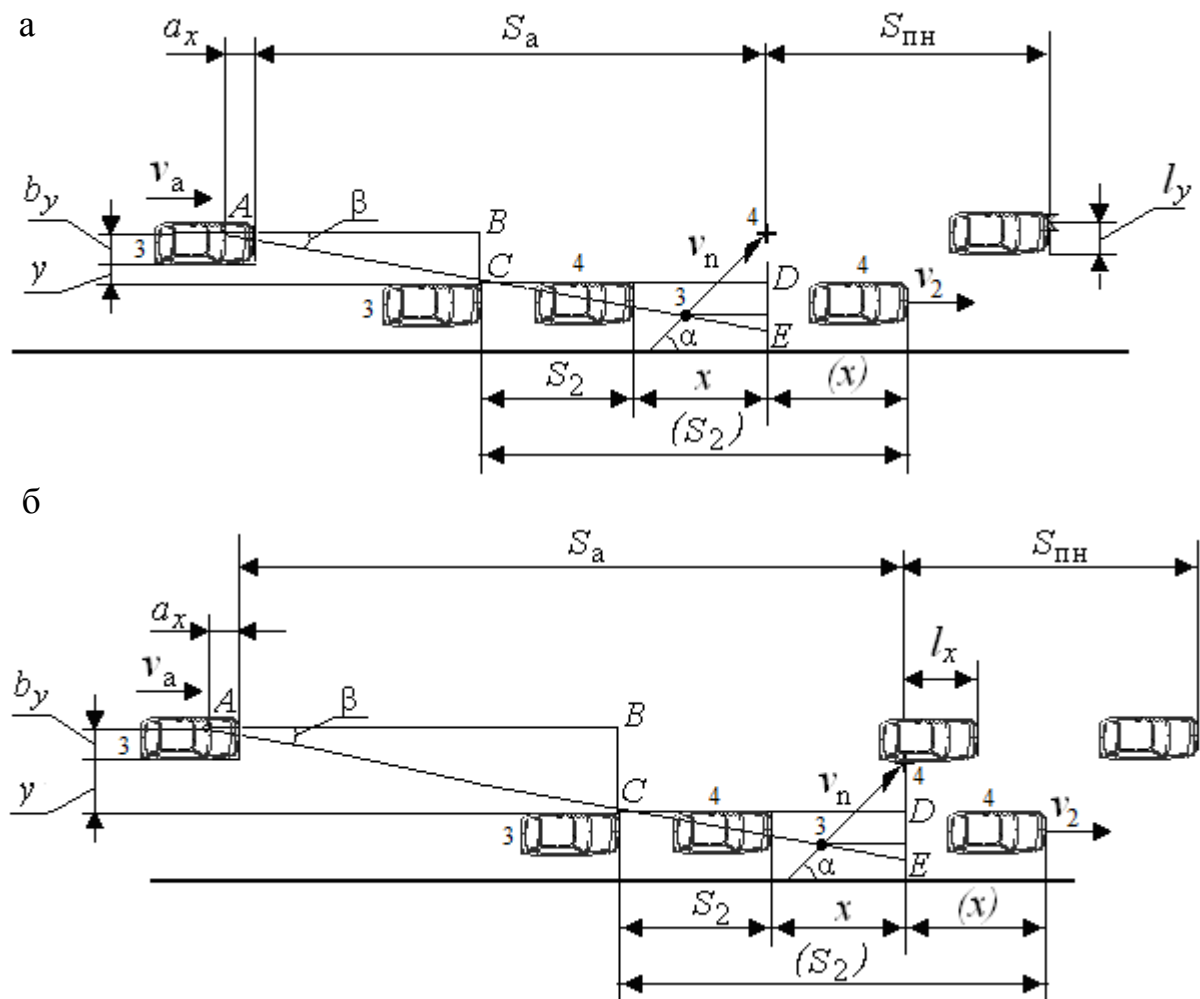


Рис. 3.10. Розрахункова схема розташування ТЗ, рухомої перешкоди та пішохода в різні моменти часу: а – фронтальний наїзд; б – бічний наїзд; 3 – момент коли пішохід потрапив у поле оглядовості водія ТЗ; 4 – момент наїзду ТЗ на пішохода

Із подібності трикутників ABC і CDE маємо $\frac{AB}{BC} = \frac{CD}{DE}$. Тоді геометричні та кінематичні умови взаємозв'язаного руху пішохода, ТЗ і ТЗ-перешкоди з моменту появи пішохода в полі оглядовості водія до моменту наїзду можна подати відповідно при фронтальному й бічному наїзді таким чином

$$\left\{ \begin{array}{l} (AB)(DE) - (CD)(BC) = 0, \\ AB = S_a + a_x - (S_2 \pm x), \\ BC = y + b_y, \\ CD = S_2 \pm x, \\ DE = S_{\Pi} |\sin \alpha| + S_{\Pi} \cos \alpha \operatorname{tg} \beta - y - l_y, \\ \operatorname{tg} \beta = \frac{BC}{AB} = \frac{y + b_y}{S_a + a_x - (S_2 \pm x)}, \\ S_{\Pi} = t_{\Pi} v_{\Pi}, \\ S_2 = t_{\Pi} v_2, \\ S_a = t_{\Pi} v_a - \frac{(v_a - v_H)^2}{2j}; \end{array} \right. \quad (3.32)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} (AB)(DE) - (CD)(BC) = 0, \\ AB = S_a + a_x - (S_2 \pm x), \\ BC = y + b_y, \\ CD = S_2 \pm x, \\ DE = S_{\Pi} |\sin \alpha| + S_{\Pi} \cos \alpha \operatorname{tg} \beta - y, \\ \operatorname{tg} \beta = \frac{BC}{AB} = \frac{y + b_y}{S_a + a_x - (S_2 \pm x)}, \\ S_{\Pi} = t_{\Pi} v_{\Pi}, \\ S_2 = t_{\Pi} v_2, \\ S_a = t_{\Pi} v_a - \frac{(v_a - v_H)^2}{2j} - l_x, \end{array} \right. \quad (3.33)$$

де x – поздовжня координата (у випадку дослідження наїзду на пішохода це відстань між рухомою перешкодою та місцем наїзду в момент скоєння наїзду), м;

a_x – відстань від водія до передньої габаритної частини ТЗ, м;

b_y – відстань від водія до бічної поверхні ТЗ з боку руху пішохода, м;

S_2 – шлях, який проїхала рухома перешкода з моменту появи пішохода в полі оглядовості водія ТЗ до моменту скоєння наїзду, м;

v_2 – швидкість рухомої перешкоди, м/с.

Відстань від передньої частини ТЗ до місця водія a_x та відстань b_y від водія до бічної поверхні ТЗ можна визначити за вже існуючими даними (додаток Е), або виміряти безпосередньо на ТЗ.

Відстань x між рухомою перешкодою та місцем наїзду в момент скоєння наїзду іншим ТЗ приймається зі знаком «+», якщо рухома перешкода не доїхала до місця наїзду в момент скоєння наїзду; зі знаком «-», якщо рухома перешкода своєю передньою частиною вже проїхала повз місце наїзду в момент скоєння наїзду. Відстань x між перешкодою та пішоходом має бути визначена слідством якомога точніше, оскільки навіть невеликі зміни x призводять надалі до зміни величини S_a , що не може не відобразитися на висновку експерта.

Вирішуючи систему (3.32) в загальному вигляді відносно величини t_{Π} , одержимо квадратне рівняння

$$\begin{aligned} & v_{\Pi} |\sin \alpha| (v_a - v_2) t_{\Pi}^2 + \\ & + \left\{ v_{\Pi} \left[|\sin \alpha| \left(a_x - \frac{(v_a - v_H)^2}{2j} - (\pm x) \right) + \cos \alpha (b_y + y) \right] - \right. \\ & \quad \left. - v_a (l_y + y) + v_2 (l_y - b_y) \right\} t_{\Pi} \pm \\ & \pm x (l_y - b_y) - (l_y + y) \left(a_x - \frac{(v_a - v_H)^2}{2j} \right), \end{aligned}$$

з якого маємо можливість визначити коефіцієнти a , b , c цього квадратного рівняння

$$\begin{cases} a = v_{\Pi} |\sin \alpha| (v_a - v_2), \\ b = v_{\Pi} \left[|\sin \alpha| \left(a_x - \frac{(v_a - v_H)^2}{2j} - (\pm x) \right) + \cos \alpha (b_y + y) \right] - \\ \quad - v_a (l_y + y) + v_2 (l_y - b_y), \\ c = \pm x (l_y - b_y) - (l_y + y) \left(a_x - \frac{(v_a - v_H)^2}{2j} \right). \end{cases} \quad (3.34)$$

З урахуванням того, що в даному випадку має сенс більше значення кореня, рішення квадратного рівняння можна записати як

$$t_{\Pi} = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}. \quad (3.35)$$

Вирішуючи систему рівнянь (3.33), що описує бічний наїзд на пішохода отримаємо коефіцієнти a , b , c для рішення аналогічного квадратного рівняння

$$\begin{cases} a = v_{\Pi} |\sin \alpha| (v_a - v_2), \\ b = v_{\Pi} \left[|\sin \alpha| \left(a_x - \frac{(v_a - v_H)^2}{2j} - l_x - (\pm x) \right) + \cos \alpha (y + b_y) \right] - \\ \quad - v_a y - v_2 b_y, \\ c = -(\pm x b_y) - y \left(a_x - \frac{(v_a - v_H)^2}{2j} - l_x \right). \end{cases} \quad (3.36)$$

У разі, коли наїзд на пішохода відбувся в умовах оглядовості, обмеженої стрічною рухомою перешкодою (транспорт), ключовим моментом розслідування є свідчення водія, пов'язане з визначенням відстані S_{Δ} між задньою частиною стрічної рухомої перешкоди та пішоходом, у момент появи його в полі оглядовості водія (рис. 3.11).

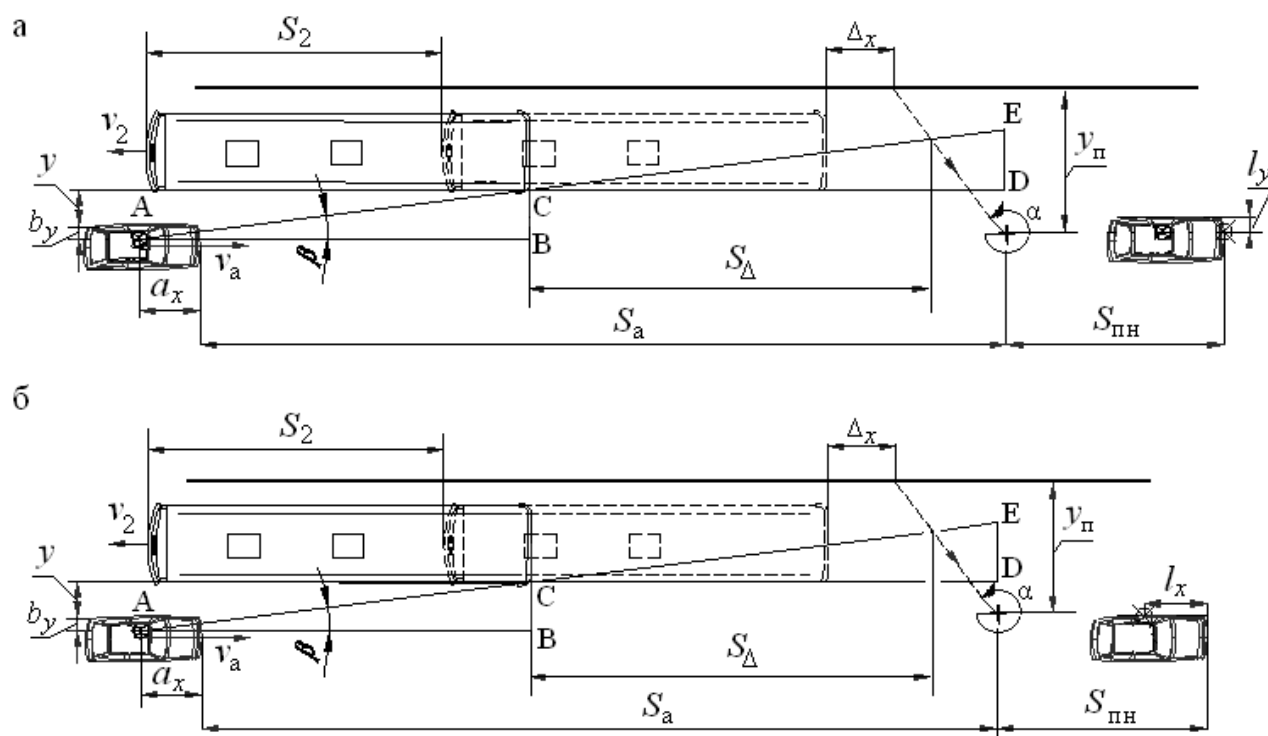


Рис. 3.11. Розрахункова схема наїзду на пішохода в режимі гальмування автомобіля при оглядовості, обмеженої стрічним транспортом:

а – фронтальний наїзд; б – бічний наїзд

Якщо відстань S_{Δ} встановлена слідством, то геометричні й кінематичні умови взаємного розташування та руху автомобіля, перешкоди і пішохода (відповідно для фронтального та бічного наїзду) мають вигляд

$$\left\{ \begin{array}{l} (AB)(DE) - (CD)(BC) = 0, \\ AB = S_a + a_x - S_{\Delta} - S_{\pi} \cos \alpha, \\ BC = y + b_y, \\ CD = S_{\Delta} + S_{\pi} \cos \alpha, \\ DE = S_{\pi} |\sin \alpha| + S_{\pi} \cos \alpha \cdot \operatorname{tg} \beta - y - l_y, \\ \operatorname{tg} \beta = \frac{BC}{AB} = \frac{y + b_y}{S_a + a_x - S_{\Delta} - S_{\pi} \cos \alpha}, \\ S_{\pi} = t_{\pi} v_{\pi}, \\ S_a = t_{\pi} v_a - \frac{(v_a - v_H)^2}{2j}; \end{array} \right. \quad (3.37)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} (AB)(DE) - (CD)(BC) = 0, \\ AB = S_a + a_x - S_\Delta - S_\Pi \cos \alpha, \\ BC = y + b_y, \\ CD = S_\Delta + S_\Pi \cos \alpha, \\ DE = S_\Pi |\sin \alpha| + S_\Pi \cos \alpha \cdot \operatorname{tg} \beta - y, \\ \operatorname{tg} \beta = \frac{BC}{AB} = \frac{y + b_y}{S_a + a_x - S_\Delta - S_\Pi \cos \alpha}, \\ S_\Pi = t_\Pi v_\Pi, \\ S_a = t_\Pi v_a - \frac{(v_a - v_H)^2}{2j} - l_x, \end{array} \right. \quad (3.38)$$

де S_Δ – відстань між задньою частиною стрічного ТЗ-перешкоди та пішоходом, у момент появи його в полі оглядовості водія, м.

Розв'язавши систему рівнянь (3.37), одержимо квадратне рівняння вигляду

$$\begin{aligned} & v_\Pi |\sin \alpha| (v_a - v_\Pi \cos \alpha) t_\Pi^2 + \\ & + \left\{ v_\Pi \left[|\sin \alpha| \left(a_x - \frac{(v_a - v_H)^2}{2j} - S_\Delta \right) + \cos \alpha (l_y + y) \right] - v_a (l_y + y) \right\} t_\Pi - \\ & - (l_y + y) \left(a_x - \frac{(v_a - v_H)^2}{2j} \right) + S_\Delta (l_y - b_y) = 0. \end{aligned}$$

Коефіцієнти даного квадратного рівняння можна записати у вигляді системи рівнянь

$$\left\{ \begin{array}{l} a = v_\Pi |\sin \alpha| (v_a - v_\Pi \cos \alpha), \\ b = v_\Pi \left[|\sin \alpha| \left(a_x - \frac{(v_a - v_H)^2}{2j} - S_\Delta \right) + \cos \alpha (l_y + y) \right] - v_a (l_y + y), \\ c = S_\Delta (l_y - b_y) - (l_y + y) \left(a_x - \frac{(v_a - v_H)^2}{2j} \right). \end{array} \right. \quad (3.39)$$

Досліджуючи бічний наїзд (3.38), одержимо аналогічну систему рівнянь

$$\begin{cases} a = v_{\Pi} |\sin \alpha| (v_a - v_{\Pi} \cos \alpha), \\ b = v_{\Pi} \left[|\sin \alpha| \left(a_x - \frac{(v_a - v_H)^2}{2j} - l_x - S_{\Delta} \right) + y \cos \alpha \right], \\ c = -S_{\Delta} b_y. \end{cases} \quad (3.40)$$

Якщо ж протягом слідства не вдалося з яких-небудь причин визначити відстань S_{Δ} , то згідно статистичним даним [13] час t_{Δ} між проїжджаючим мимо ТЗ і початком руху пішохода залежить від віку пішохода (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

Час між проїжджаючим мимо ТЗ і початком руху пішохода

Вік пішохода, років	5–10	10–15	15–18	18– 25	25–40	40–60	більше 60
Час t_{Δ} , с	1,45	1,40	1,10	0,95	0,98	1,58	1,8

На підставі цих даних, знаючи швидкість руху ТЗ-перешкоди v_2 , можна визначити відстань Δ_x між задньою частиною ТЗ-перешкоди та пішоходом у момент виходу його на проїжджу частину

$$\Delta_x = v_2 t_{\Delta}, \quad (3.41)$$

де t_{Δ} – середньостатистичний інтервал часу між проїжджаючим мимо ТЗ і початком руху пішохода, с.

Тоді у момент появи пішохода в полі оглядовості водія геометрична умова взаємного розташування автомобіля, перешкоди та пішохода й кінематична умова, що характеризує переміщення автомобіля, пішохода та перешкоди за час t_{Π} , для відповідно фронтального й бічного наїзду мають вигляд

$$\left\{ \begin{array}{l}
(AB)(DE) - (CD)(BC) = 0, \\
AB = S_a + a_x - S_2 - \Delta_x + \frac{y_{\Pi}}{\operatorname{tg} \alpha}, \\
BC = y + b_y, \\
CD = S_2 + \Delta_x - \frac{y_{\Pi}}{\operatorname{tg} \alpha}, \\
DE = S_{\Pi} |\sin \alpha| + S_{\Pi} \cos a \cdot \operatorname{tg} \beta - y - l_y, \\
\operatorname{tg} \beta = \frac{BC}{AB} = \frac{y + b_y}{S_a + a_x - S_2 - \Delta_x + \frac{y_{\Pi}}{\operatorname{tg} \alpha}}, \\
S_2 = \frac{y_{\Pi} v_2}{v_{\Pi} |\sin \alpha|} - t_{\Pi} v_2, \\
S_{\Pi} = t_{\Pi} v_{\Pi}, \\
S_a = t_{\Pi} v_a - \frac{(v_a - v_{\Pi})^2}{2j};
\end{array} \right. \quad (3.42)$$

$$\left\{ \begin{array}{l}
(AB)(DE) - (CD)(BC) = 0, \\
AB = S_a + a_x - S_2 - \Delta_x + \frac{y_{\Pi}}{\operatorname{tg} \alpha}, \\
BC = y + b_y, \\
CD = S_2 + \Delta_x - \frac{y_{\Pi}}{\operatorname{tg} \alpha}, \\
DE = S_{\Pi} |\sin \alpha| + S_{\Pi} \cos a \cdot \operatorname{tg} \beta - y, \\
\operatorname{tg} \beta = \frac{BC}{AB} = \frac{y + b_y}{S_a + a_x - S_2 - \Delta_x + \frac{y_{\Pi}}{\operatorname{tg} \alpha}}, \\
S_2 = \frac{y_{\Pi} v_2}{v_{\Pi} |\sin \alpha|} - t_{\Pi} v_2, \\
S_{\Pi} = t_{\Pi} v_{\Pi}, \\
S_a = t_{\Pi} v_a - \frac{(v_a - v_{\Pi})^2}{2j} - l_x,
\end{array} \right. \quad (3.43)$$

де Δ_x – відстань між задньою частиною ТЗ-перешкоди та пішоходом у момент виходу його на проїжджу частину, м.

Далі, вирішуючи систему рівнянь (3.42), одержимо квадратне рівняння вигляду

$$\begin{aligned}
 & v_{\Pi} |\sin \alpha| (v_a + v_2) t_{\Pi}^2 + \\
 & + \left\{ v_{\Pi} \left[|\sin \alpha| \left(a_x - \frac{(v_a - v_H)^2}{2j} - \Delta_x + \frac{y_{\Pi}}{\operatorname{tg} \alpha} \right) + \cos \alpha (b_y + y) \right] - v_a (l_y + y) - \right. \\
 & \left. - v_2 (l_y + y_{\Pi} - b_y) \right\} t_{\Pi} + b_y \left[y_{\Pi} \left(\frac{v_2}{v_{\Pi} |\sin \alpha|} - \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} \right) + \Delta_x \right] - \\
 & - (l_y + y) \left(a_x - \frac{(v_a - v_H)^2}{2j} \right) = 0.
 \end{aligned}$$

Звідси коефіцієнти квадратного рівняння a , b , c при дослідженні фронтального наїзду визначаються відповідно рівняннями

$$\begin{cases}
 a = v_{\Pi} |\sin \alpha| (v_a + v_2), \\
 b = v_{\Pi} \left[|\sin \alpha| \left(a_x - \frac{(v_a - v_H)^2}{2j} - \Delta_x + \frac{y_{\Pi}}{\operatorname{tg} \alpha} \right) + \cos \alpha (b_y + y) \right] - \\
 - v_a (l_y + y) - v_2 (l_y + y_{\Pi} - b_y), \\
 c = (l_y - b_y) \left[y_{\Pi} \left(\frac{v_2}{v_{\Pi} |\sin \alpha|} - \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} \right) + \Delta_x \right] - (l_y + y) \left(a_x - \frac{(v_a - v_H)^2}{2j} \right).
 \end{cases} \quad (3.44)$$

Аналогічні коефіцієнти одержимо, вирішуючи систему (3.43) для випадку бічного наїзду

$$\begin{cases}
 a = v_{\Pi} |\sin \alpha| (v_a + v_2), \\
 b = v_{\Pi} \left[|\sin \alpha| \left(a_x - \frac{(v_a - v_H)^2}{2j} - l_x - \Delta_x + \frac{y_{\Pi}}{\operatorname{tg} \alpha} \right) + \cos \alpha (b_y + y) \right] - \\
 - v_a y - v_2 (y_{\Pi} - b_y), \\
 c = -b_y \left[y_{\Pi} \left(\frac{v_2}{v_{\Pi} |\sin \alpha|} - \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} \right) + \Delta_x \right] - y \left(a_x - \frac{(v_a - v_H)^2}{2j} - l_x \right).
 \end{cases} \quad (3.45)$$

При підстановці значень коефіцієнтів, розрахованих за формулами (3.34), (3.36), (3.39), (3.40), (3.44), (3.45), у вираз (3.35) одержимо час $t_{\text{п}}$, який пройшов з моменту появи пішохода в полі оглядовості водія до моменту наїзду.

Момент появи пішохода в полі оглядовості водія асоціюватиметься з моментом виникнення небезпеки, якщо пішохід у цей час знаходився на проїжджій частині. Для уточнення цього моменту необхідно додатково розрахувати час руху пішохода від краю проїжджої частини до місця наїзду (3.4).

Крім того, бувають ситуації, коли наїзд на пішохода відбувається не тільки в умовах обмеженої оглядовості, але й в умовах обмеженої видимості. Тоді необхідно провести додаткові розрахунки часу руху пішохода в зоні видимості водія (3.26), (3.27). Потім зі всіх одержаних інтервалів часу за виразами (3.4), (3.35), (3.26) або (3.27) необхідно вибрати якнайменший інтервал $t_{\text{п}}$, який і визначатиме момент виникнення небезпеки.

Після цього можна провести розрахунок відстані між автомобілем і місцем наїзду в момент виникнення небезпеки (3.10), (3.13).

Для визначення своєчасності гальмування водієм необхідно розрахувати час від моменту реагування на небезпеку до моменту наїзду на пішохода (3.14). Якщо виявиться, що час $t_{\text{п}}$, який пройшов з моменту виникнення небезпеки до моменту наїзду, перевищує час $T_{\text{Н}}$ з моменту реагування водія на небезпеку до моменту наїзду, тобто $t_{\text{п}} > T_{\text{Н}}$ (3.17), то водій запізнився з гальмуванням (3.18). Якщо $t_{\text{п}} = T_{\text{Н}}$ (3.15), то водій своєчасно зробив гальмування, і, якщо $t_{\text{п}} < T_{\text{Н}}$ (3.16), то водій або завчасно зробив гальмування, або існують неточності в початкових даних, вибраних для розрахунку.

Таким чином, послідовність розрахунку при дослідженні механізму наїзду на пішохода в режимі гальмування автомобіля, коли оглядовість водія обмежена рухомою перешкодою, така (додаток Ж):

- визначити швидкість автомобіля $v_{\text{Н}}$ у момент наїзду на пішохода (3.1), (3.2);
- визначити зупинний шлях автомобіля S_0 у даних дорожніх умовах (2.17);
- встановити відстань від автомобіля до місця наїзду в момент виходу пішохода з-за краю перешкоди $S_{\text{а1}}$ (3.28), (3.29);
- якщо $S_{\text{а1}} > S_0$, то перешкода не заважала водію запобігти пригоді шляхом своєчасного гальмування;

– інакше розрахувати відстань від автомобіля до місця наїзду в момент виходу пішохода на проїжджу частину S_{a2} за формулами (3.30), (3.31);

– якщо $S_{a2} < S_0$, то водій не мав технічної можливості запобігти наїзду навіть за відсутності перешкоди, обмежуючої оглядовість;

– якщо $S_{a1} < S_0 < S_{a2}$, то слід продовжити аналіз механізму ДТП;

– залежно від типу перешкоди, стрічної або попутної, і виду наїзду, фронтального або бічного, провести розрахунок коефіцієнтів a , b , c за формулами (3.34), (3.36), (3.39), (3.40), (3.44), (3.45);

– визначити час з моменту появи пішохода в полі оглядовості водія до моменту наїзду (3.35);

– додатково розрахувати час руху пішохода від краю проїжджої частини до місця наїзду (3.4), а в разі обмеженої видимості – і час руху пішохода в зоні видимості водія (3.26) або (3.27);

– зі всіх одержаних за виразами (3.4), (3.26), (3.27), (3.35) інтервалів часу t_n вибрати якнайменший інтервал, який і визначатиме момент виникнення небезпеки;

– провести розрахунок відстані між автомобілем і місцем наїзду в момент виникнення небезпеки (3.10), (3.13);

– визначити, чи запізнився водій з застосуванням гальмування (3.14), (3.18).

Розроблена методика дозволяє відповісти на основні питання, які виникають при дослідженні механізму подібних ДТП, зокрема:

- 1) Яка була швидкість автомобіля в момент наїзду на пішохода?
- 2) Який зупинний шлях автомобіля в даних дорожніх умовах?
- 3) Встиг би водій зупинити автомобіль після того, як пішохід з'явився з-за краю перешкоди?

4) Чи міг водій зупинити автомобіль до лінії проходження пішохода, якби перешкода була відсутня?

5) Який час пройшов з моменту появи пішохода в полі оглядовості водія до моменту наїзду?

6) Коли виник момент небезпеки для руху та який час пройшов з моменту виникнення небезпеки до моменту наїзду?

7) На якій відстані від місця наїзду знаходився автомобіль у момент виникнення небезпеки?

8) Чи запізнився водій із застосуванням гальмування?

Треба зауважити, що не можна застосовувати формули та методику, що використовуються при дослідженні наїзду на пішохода в умовах обмеженої оглядовості, при дослідженні аналогічних ДТП,

які відбуваються у випадках руху ТЗ в насиченому транспортному потоці, коли автомобілі рухаються приблизно з однаковою швидкістю. У цьому випадку водій має нагоду постійно бачити пішохода. Такий вид наїзду слід розраховувати за формулами та методикою для необмеженої оглядовості.

Приклад 1. Короткі обставини пригоди: порожній автомобіль ВАЗ-2106, що рухався в другому ряду, вчинив фронтальний наїзд на пішохода, який перетинав проїжджу частину швидким кроком перед автобусом Mercedes Benz Sprinter, що рухався в першому ряду. На місці ДТП зафіксовані сліди гальмування передніх коліс автомобіля ВАЗ-2106 довжиною 20 м. Після наїзду автомобіль ВАЗ-2106 перемістився на 6 м і зупинився. Необхідно розрахувати механізм ДТП і визначити причинно-наслідковий зв'язок.

Початкові дані для розрахунку:

- швидкість автобуса Mercedes Benz Sprinter, $v_2 = 30$ км/год = 8,33 м/с;
- швидкість пішохода, $t_{\text{п}} = 6,8$ км/год = 1,88 м/с;
- кут удару, $\alpha = 80^\circ$;
- відстань між автобусом Mercedes Benz Sprinter і місцем наїзду в момент пригоди, $x = 1$ м;
- інтервал між автомобілем та автобусом, $y = 1,5$ м;
- відстань від переднього габаритного кута автомобіля ВАЗ-2106 до місця удару, $l_y = 1$ м;
- довжина слідів гальмування на асфальті, $S_{\text{ш}} = 20$ м;
- переміщення автомобіля ВАЗ-2106 після наїзду, $S_{\text{пн}} = 6$ м;
- відстань від краю проїжджої частини до місця наїзду, $y_{\text{п}} = 7$ м.

Технічні й експлуатаційні параметри:

- час реакції водія, $t_1 = 1$ с (див. табл. 2.1);
- час запізнювання спрацювання гальмового приводу, $t_2 = 0,2$ с (див. табл. 2.10);
- час наростання сповільнення, $t_3 = 0,4$ з (див. табл. 2.10);
- коефіцієнт зчеплення коліс з дорогою, $\phi = 0,8$ (див. табл. 2.8);
- прискорення вільного падіння, $g = 9,81$ м/с²;
- коефіцієнт ефективності гальмування, $k_e = 1,28$ (див. табл. 2.9);
- відстань від водія до бічної поверхні автомобіля ВАЗ-2106, $b_y = 1,1$ м;
- відстань від водія до передньої частини автомобіля ВАЗ-2106, $a = 1,8$ м;
- ширина автомобіля ВАЗ-2106, $B = 1,61$ м.

Рішення. Усталене сповільнення автомобіля

$$j = \frac{g\phi}{k} = \frac{0,8 \cdot 9,81}{1,28} = 6,13 \text{ м/с}^2.$$

До гальмування автомобіль рухався з швидкістю

$$v_a = 0,5t_3j + \sqrt{2jS_{\text{ш}}} = 0,5 \cdot 0,4 \cdot 6,13 + \sqrt{2 \cdot 6,13 \cdot 20} = 16,88 \text{ м/с} = 60 \text{ км/год}.$$

Швидкість автомобіля в момент наїзду на пішохода

$$v_{\text{н}} = \sqrt{2jS_{\text{пн}}} = \sqrt{2 \cdot 6,13 \cdot 6} = 8,58 \text{ м/с} = 30 \text{ км/год}.$$

Зупинний шлях автомобіля в даних дорожніх умовах

$$S_o = (t_1 + t_2 + 0,5t_3)v_a + \frac{v_a^2}{2j} = (1 + 0,2 + 0,2)16,88 + \frac{(16,88)^2}{2 \cdot 6,13} = 46,89 \text{ м}.$$

Відстань S_{a1} від автомобіля до місця наїзду в момент виходу пішохода з-за краю перешкоди

$$S_{a1} = \frac{(y + l_y)v_a}{|\sin \alpha| v_{\pi}} - \frac{(v_a - v_H)^2}{2j} = \frac{(1,5 + 1)16,88}{0,98 \cdot 1,88} - \frac{(16,88 - 8,58)^2}{2 \cdot 6,13} = 17,06 \text{ м.}$$

Оскільки $S_{a1} < S_0$, то водій не встиг би зупинити автомобіль до місця наїзду після того, як пішохід з'явився з-за краю перешкоди.

Відстань від автомобіля до місця наїзду в момент виходу пішохода на проїжджу частину

$$S_{a2} = \frac{y_{\pi} v_a}{|\sin \alpha| v_{\pi}} - \frac{(v_a - v_H)^2}{2j} = \frac{7 \cdot 16,88}{0,98 \cdot 1,88} - \frac{(16,88 - 8,58)^2}{2 \cdot 6,13} = 57,9 \text{ м.}$$

Оскільки виконується умова $S_{a1} < S_0 < S_{a2}$, то водій міг зупинити автомобіль до місця наїзду, якби перешкода була відсутня. Отже, доцільно виконати аналіз механізму наїзду на пішохода в умовах обмеженої оглядовості.

Час, який пройшов з моменту появи пішохода в полі оглядовості водія до моменту наїзду

$$t_{\pi} = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} = \frac{51,174 + \sqrt{(-51,174)^2 - 4 \cdot 15,905 \cdot 9,475}}{2 \cdot 15,905} = 3,02 \text{ с,}$$

де коефіцієнти a , b , c відповідно дорівнюють

$$\left\{ \begin{aligned} a &= v_{\pi} |\sin \alpha| (v_a - v_2) = 1,88 \cdot 0,98 \cdot (16,88 - 8,33) = 15,905 \\ b &= v_{\pi} \left[|\sin \alpha| \left(a_x - \frac{(v_a - v_H)^2}{2j} - (\pm x) \right) + \cos \alpha (b_y + y) \right] - v_a (l_y + y) + v_2 (l_y - b_y) = \\ &= 1,88 \left[0,98 \left(1,8 - \frac{(16,88 - 8,58)^2}{2 \cdot 6,13} - 1 \right) + 0,17(1,1 + 1,5) \right] - \\ &\quad - 16,88(1 + 1,5) + 8,33(1 - 1,1) = -51,174 \\ c &= \pm x (l_y - b_y) - (l_y + y) \left(a_x - \frac{(v_a - v_H)^2}{2j} \right) = \\ &= 1(1 - 1,1) - (1 + 1,5) \left(1,8 - \frac{(16,88 - 8,58)^2}{2 \cdot 6,13} \right) = 9,475. \end{aligned} \right.$$

Час руху пішохода від краю проїжджої частини до місця наїзду

$$t_{\pi} = \frac{y_{\pi}}{|\sin \alpha| v_{\pi}} = \frac{7}{0,98 \cdot 1,88} = 3,76 \text{ с.}$$

З одержаних інтервалів часу t_{π} виберемо якнайменший інтервал, рівний 3,02 с, який і визначатиме момент виникнення небезпеки. Таким чином, небезпека виникла, коли пішохід, рухаючись по проїжджій частині, потрапив у поле оглядовості водія.

Відстань між автомобілем і місцем наїзду в момент виникнення небезпеки

$$S_a = t_{\pi} v_a - \frac{(v_a - v_H)^2}{2j} = 3,02 \cdot 16,88 - \frac{(16,88 - 8,58)^2}{2 \cdot 6,13} = 45,36 \text{ м.}$$

Час, що пройшов з моменту реагування на небезпеку до моменту наїзду на пішохода

$$T_H = t_1 + t_2 + 0,5t_3 + \frac{v_a - v_H}{j} = 1 + 0,2 + 0,2 + \frac{16,88 - 8,58}{6,13} = 2,75 \text{ с.}$$

Час t_n , що пройшов з моменту виникнення небезпеки до моменту наїзду, перевищує час T_H з моменту реагування водія на небезпеку до моменту наїзду, отже, водій запізнився з гальмуванням на час

$$t_{\text{зап}} = t_n - T_H = 3,02 - 2,75 = 0,26 \text{ с.}$$

Механізм дорожньо-транспортної пригоди наступний. Пішохід раптово вийшов з-за автобуса Mercedes Benz Sprinter, що рухався в крайньому ряду. Водій автомобіля ВАЗ-2106, який рухався в лівому ряду із швидкістю 60 км/год, не відразу відреагував на небезпеку та запізнився з гальмуванням на 0,26 с. У момент небезпеки автомобіль знаходився на відстані 45,36 м від місця наїзду. З цієї миті до моменту наїзду пройшло 3,02 с. Наїзд на пішохода відбувся на швидкості 30 км/год.

Водій при виборі у встановлених межах безпечної швидкості руху не врахував дорожню обстановку, був неуважний і не зробив своєчасно гальмування, що не відповідає вимогам пп. 12.1, 12.3 ПДД України. Пішохід, у свою чергу, раптово вийшов на проїжджу частину, не переконавшись у відсутності транспортних засобів, що не відповідає вимогам Правил пп. 4.8, 4.10, 4.14.

3.6. Дослідження наїзду на пішохода при обмеженій оглядовості та рівномірному русі автомобіля

Перешкода, що обмежує оглядовість, може знаходитися на попутній або стрічній смузі, переміщатися або бути нерухомою. З методичної точки зору порядок дослідження таких пригод трохи відрізняється від попередніх випадків. Відмінність полягає в математичних моделях для визначення часу t_n руху пішохода в полі оглядовості водія. Розглянемо випадок, коли оглядовість обмежена транспортним засобом, що рухається в попутному напрямі (рис. 3.12).

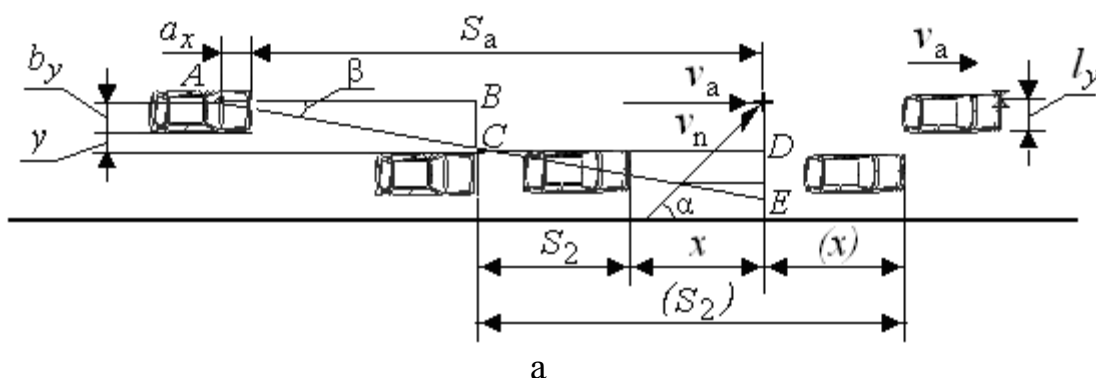


Рис. 3.12. Розрахункова схема наїзду на пішохода в умовах оглядовості, обмеженої попутною перешкодою: а – фронтальний наїзд (початок)



б – бічний наїзд (закінчення)

З урахуванням того, що пішохід, автомобіль і перешкода рухалися рівномірно, кінематичні та геометричні умови, що характеризують їх взаємне розташування в момент появи пішохода в полі оглядовості водія, можна записати у вигляді системи рівнянь відповідно для фронтального та бічного наїзду

(3.46)

$$\left\{ \begin{array}{l} (AB)(DE) - (CD)(BC) = 0, \\ AB = S_a + a_x - S_2 - (\pm x), \\ BC = y + b_y, \\ CD = S_2 \pm x, \\ DE = S_{\Pi} |\sin \alpha| + S_{\Pi} \cos \alpha \operatorname{tg} \beta - y, \\ \operatorname{tg} \beta = \frac{BC}{AB} = \frac{y + b_y}{S_a + a_x - S_2 - (\pm x)}, \\ S_a = t_{\Pi} v_a - l_x, \\ S_{\Pi} = t_{\Pi} v_{\Pi}, \\ S_2 = t_{\Pi} v_2. \end{array} \right. \quad (3.47)$$

Можливі два варіанти рішення систем (3.46), (3.47). Наприклад, у роботах [13, 28] пропонується визначити тільки величину S_a . Потім, не вирішуючи одержане рівняння в загальному вигляді, підставити в нього значення відповідних змінних та обчислити S_a .

Більш оптимальний варіант рішення запропонований у роботі [24], де визначається величина t_{Π} шляхом рішення квадратного рівняння (для фронтального наїзду) виду

$$\begin{aligned} & t_{\Pi}^2 v_{\Pi} |\sin \alpha| (v_a - v_2) + \\ & + t_{\Pi} \left[v_{\Pi} \left[|\sin \alpha| (a_x - (\pm x)) + (y + b_y) \cos \alpha \right] - v_a (y + l_y) + v_2 (l_y - b_y) \right] \pm \\ & \pm x (l_y - b_y) - a_x (y + l_y) = 0, \end{aligned}$$

для якого обчислюють коефіцієнти a , b , c за допомогою відповідних рівнянь

$$\left\{ \begin{array}{l} a = v_{\Pi} |\sin \alpha| (v_a - v_2), \\ b = v_{\Pi} \left[|\sin \alpha| (a_x - (\pm x)) + (y + b_y) \cos \alpha \right] - v_a (y + l_y) + v_2 (l_y - b_y), \\ c = \pm x (l_y - b_y) - a_x (y + l_y). \end{array} \right. \quad (3.48)$$

За аналогією з фронтальним наїздом визначають коефіцієнти a , b , c у разі бічного наїзду

$$\begin{cases} a = v_{\Pi} |\sin \alpha| (v_a - v_2), \\ b = v_{\Pi} [|\sin \alpha| (a_x - (\pm x) - l_x) + (y + b_y) \cos \alpha] - v_a y - v_2 b_y, \\ c = -(\pm x b_y) - a_x y. \end{cases} \quad (3.49)$$

Якщо пішохід переходив дорогу перпендикулярно до краю проїжджої частини, то $\sin \alpha = 1$, $\cos \alpha = 0$ і розрахунки дещо спрощуються.

Шляхом підстановки у вираз (3.35) значень коефіцієнтів, розрахованих за формулами (3.48), (3.49), одержимо шуканий час t_{Π} , який пройшов з моменту появи пішохода в полі оглядовості водія до моменту наїзду.

Після того, як визначений час t_{Π} , подальший хід дослідження нічим не відрізняється від розглянутих раніше прикладів.

Розглянемо випадок, коли оглядовість обмежена нерухомою перешкодою, розташованою на попутній або стрічній смузі (рис. 3.13, рис. 3.14).

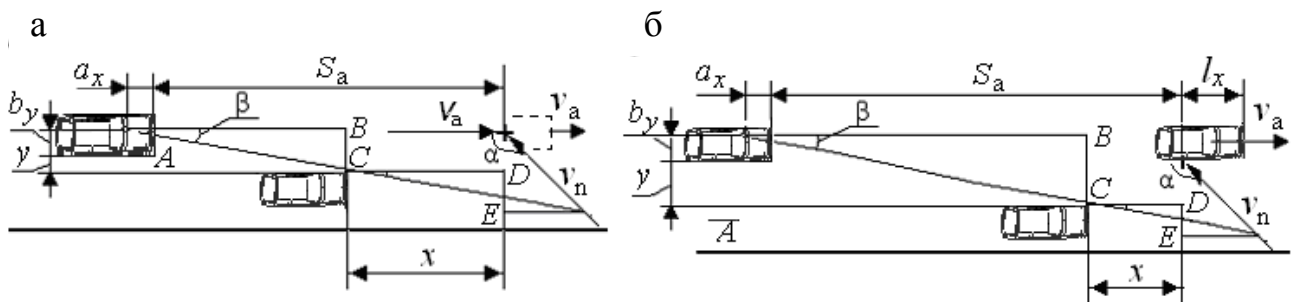


Рис. 3.13. Оглядовість обмежена нерухомою перешкодою, розташованою на попутній смузі: а – фронтальний наїзд; б – бічний наїзд

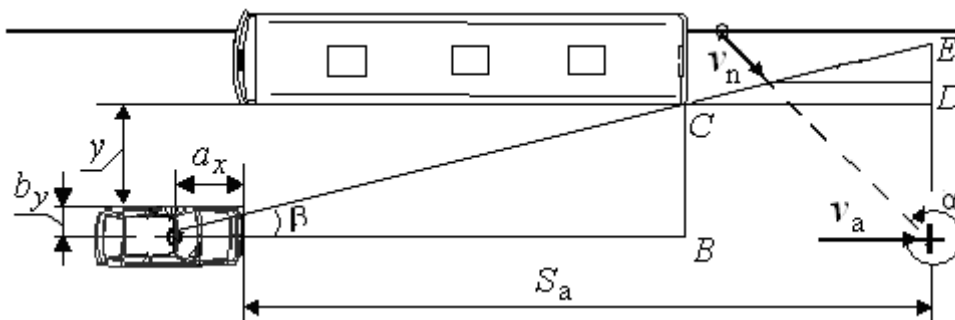


Рис. 3.14. Оглядовість обмежена нерухомою перешкодою, розташованою на стрічній смузі

Відповідно до розрахункових схем геометричні й кінематичні умови взаємного розташування автомобіля, перешкоди та пішохода в

момент виникнення небезпеки можна подати у вигляді систем рівняння відповідно для фронтального та бічного наїзду

$$\left\{ \begin{array}{l} (AB)(DE) - (CD)(BC) = 0, \\ AB = S_a + a_x - (\pm x), \\ BC = y + b_y, \\ CD = \pm x, \\ DE = S_{\Pi} |\sin \alpha| + S_{\Pi} \cos \alpha \operatorname{tg} \beta - y - l_y, \\ \operatorname{tg} \beta = \frac{BC}{AB} = \frac{y + b_y}{S_a + a_x - (\pm x)}, \\ S_a = t_{\Pi} v_a, \\ S_{\Pi} = t_{\Pi} v_{\Pi}. \end{array} \right. \quad (3.50)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} (AB)(DE) - (CD)(BC) = 0, \\ AB = S_a + a_x - (\pm x), \\ BC = y + b_y, \\ CD = \pm x, \\ DE = S_{\Pi} |\sin \alpha| + S_{\Pi} \cos \alpha \operatorname{tg} \beta - y, \\ \operatorname{tg} \beta = \frac{BC}{AB} = \frac{y + b_y}{S_a + a_x - (\pm x)}, \\ S_a = t_{\Pi} v_a - l_x, \\ S_{\Pi} = t_{\Pi} v_{\Pi}. \end{array} \right. \quad (3.51)$$

Розв'язуючи кожен із отриманих систем рівнянь відносно часу t_{Π} , одержимо квадратні рівняння, рішенням яких є корінь (3.35), коефіцієнти якого рівні:

у разі фронтального наїзду

$$\left\{ \begin{array}{l} a = v_{\Pi} |\sin \alpha| v_a, \\ b = v_{\Pi} [|\sin \alpha| (a_x - (\pm x)) + (y + b_y) \cos \alpha] - v_a (y + l_y), \\ c = \pm x (l_y - b_y) - a_x (y + l_y); \end{array} \right. \quad (3.52)$$

у разі бічного наїзду

$$\begin{cases} a = v_{\Pi} |\sin \alpha| v_a, \\ b = v_{\Pi} [|\sin \alpha| (a_x - (\pm x) - l_x) + (y + b_y) \cos \alpha] - v_a y, \\ c = -(\pm x b_y) - a_x y. \end{cases} \quad (3.53)$$

Відзначимо, що вигляд виразів (3.50)–(3.53) не залежить від того, з якого боку від ТЗ розташована перешкода, що обмежує оглядовість. Підставивши значення коефіцієнтів отриманих за формулами (3.52), (3.53) у вираз (3.35), одержимо шуканий час t_{Π} , який пройшов з моменту появи пішохода в полі оглядовості водія до моменту наїзду.

Якщо оглядовість обмежена ТЗ, що рухається назустріч, то з методичної точки зору аналіз такого виду пригоди буде аналогічним аналізу при оглядовості, обмеженої попутним транспортним засобом. На підставі розрахункової схеми визначається геометричний і кінематичний взаємозв'язок між рухом пішохода, автомобіля та перешкоди (рис. 3.14).

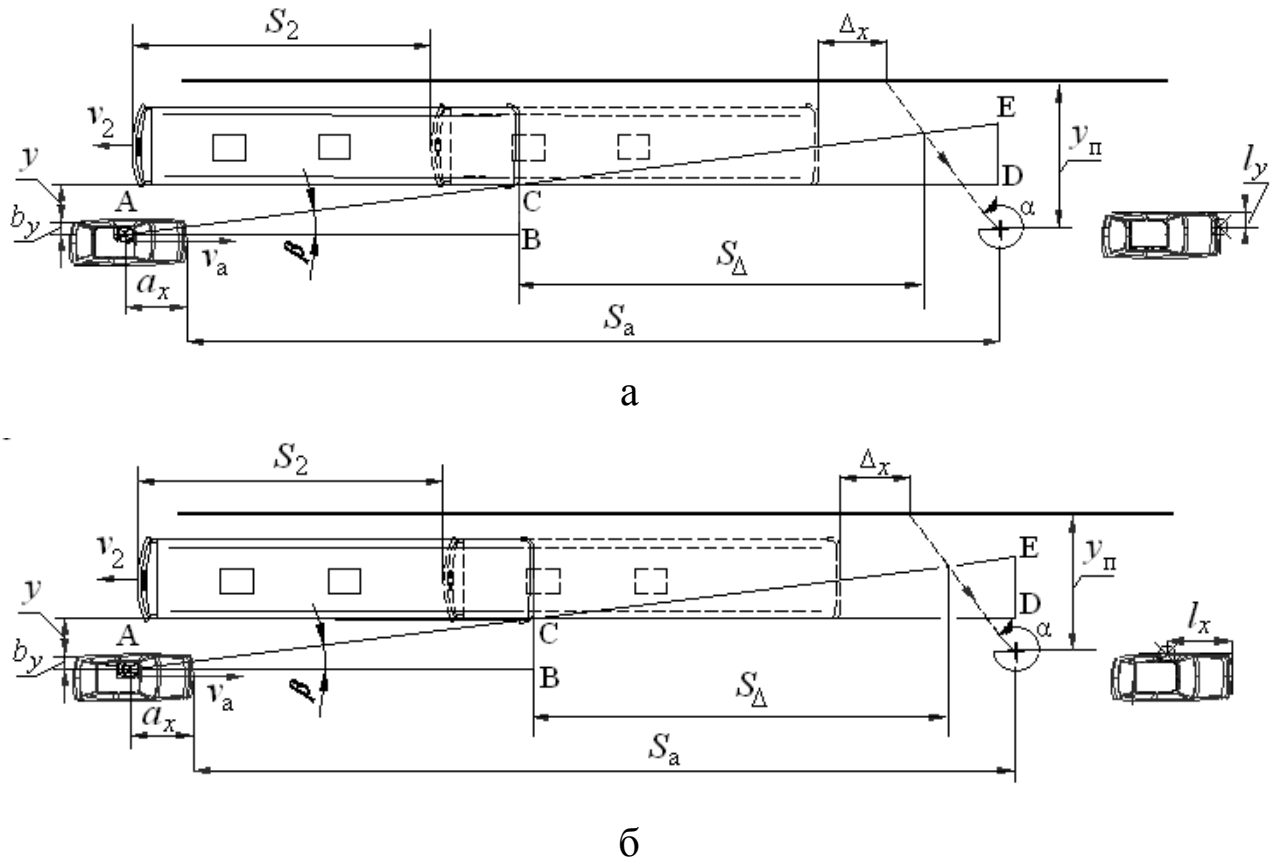


Рис. 3.14. Розрахункова схема наїзду на пішохода в умовах обмеженої оглядовості стрічним транспортом: а – фронтальний наїзд; б – бічний наїзд

Згідно з наведеними розрахунковими схемами кінематичні й геометричні умови, при яких пішохід, перешкода і автомобіль розташовуються на одній лінії, можна подати системи рівнянь відповідно для фронтального й бічного наїздів

$$\left\{ \begin{array}{l} (AB)(DE) - (CD)(BC) = 0, \\ AB = S_a + a_x - S_2 - \Delta_x + \frac{y_{\Pi}}{\operatorname{tg} \alpha}, \\ BC = y + b_y, \\ CD = S_2 + \Delta_x - \frac{y_{\Pi}}{\operatorname{tg} \alpha}, \\ DE = S_{\Pi} |\sin \alpha| + S_{\Pi} \cos a \cdot \operatorname{tg} \beta - y - l_y, \\ \operatorname{tg} \beta = \frac{BC}{AB} = \frac{y + b_y}{S_a + a_x - S_2 - \Delta_x + \frac{y_{\Pi}}{\operatorname{tg} \alpha}}, \\ S_2 = \frac{y_{\Pi} v_2}{v_{\Pi} |\sin \alpha|} - t_{\Pi} v_2, \\ S_{\Pi} = t_{\Pi} v_{\Pi}, \\ S_a = t_{\Pi} v_a; \end{array} \right. \quad (3.54)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} (AB)(DE) - (CD)(BC) = 0, \\ AB = S_a + a_x - S_2 - \Delta_x + \frac{y_{\Pi}}{\operatorname{tg} \alpha}, \\ BC = y + b_y, \\ CD = S_2 + \Delta_x - \frac{y_n}{\operatorname{tg} \alpha}, \\ DE = S_{\Pi} |\sin \alpha| + S_{\Pi} \cos a \cdot \operatorname{tg} \beta - y, \\ \operatorname{tg} \beta = \frac{BC}{AB} = \frac{y + b_y}{S_a + a_x - S_2 - \Delta_x + \frac{y_{\Pi}}{\operatorname{tg} \alpha}}, \\ S_2 = \frac{y_{\Pi} v_2}{v_{\Pi} |\sin \alpha|} - t_{\Pi} v_2, \\ S_{\Pi} = t_{\Pi} v_{\Pi}, \\ S_a = t_{\Pi} v_a - l_x. \end{array} \right. \quad (3.55)$$

Вирішуючи системи рівнянь (3.54) та (3.55) відносно часу t_{Π} , одержимо квадратні рівняння, рішенням яких є корінь (3.35), коефіцієнти якого будуть відповідно дорівнювати:

для фронтального наїзду

$$\begin{cases} a = v_{\Pi} |\sin \alpha| (v_a + v_2), \\ b = v_{\Pi} \left[|\sin \alpha| \left(a_x - \Delta_x + \frac{y_{\Pi}}{\operatorname{tg} \alpha} \right) + \cos \alpha (b_y + y) \right] - \\ \quad - v_a (l_y + y) - v_2 (l_y + y_{\Pi} - b_y), \\ c = (l_y - b_y) \left[y_{\Pi} \left(\frac{v_2}{v_{\Pi} |\sin \alpha|} - \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} \right) + \Delta_x \right] - a_x (l_y + y); \end{cases} \quad (3.56)$$

для бічного наїзду

$$\begin{cases} a = v_{\Pi} |\sin \alpha| (v_a + v_2), \\ b = v_{\Pi} \left[|\sin \alpha| \left(a_x - l_x - \Delta_x + \frac{y_{\Pi}}{\operatorname{tg} \alpha} \right) + \cos \alpha (b_y + y) \right] - \\ \quad - v_a y - v_2 (y_{\Pi} - b_y), \\ c = -b_y \left[y_{\Pi} \left(\frac{v_2}{v_{\Pi} |\sin \alpha|} - \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} \right) + \Delta_x \right] - y (a_x - l_x). \end{cases} \quad (3.57)$$

Розраховані значення коефіцієнтів за формулами (3.56), (3.57) також підставляються у формулу (3.35) для визначення часу t_{Π} з моменту появи пішохода в полі оглядовості водія до моменту наїзду.

Приклад 1. Легковий автомобіль ВАЗ-2107 у порожньому стані, рухаючись у другому ряду із швидкістю 60 км/год, скоїв фронтальний наїзд на пішохода, що раптово вийшов з-за автобуса Mercedes Benz Sprinter. Пішохід віком 30 років рухався швидким кроком під кутом 70° до напрямку руху автомобіля. Автобус рухався із швидкістю 30 км/год. Інтервал між автобусом й автомобілем складав 1,5 м. У момент ДТП автобус знаходився на відстані 1 м до місця наїзду. Відстань від краю проїжджої частини до місця наїзду 7 м. Місце удару на автомобілі розташовано на відстані 0,5 м від переднього правого кута. Проїжджа частина рівна, суха. Необхідно визначити механізм ДТП і причинно-наслідковий зв'язок.

Початкові дані для розрахунку:

- швидкість автомобіля ВАЗ-2107, $v_a = 60$ км/год = 16,66 м/с;
- швидкість автобуса Mercedes Benz Sprinter, $v_2 = 30$ км/год = 8,33 м/с;
- швидкість пішохода, $v_{\Pi} = 6,8$ км/год = 1,88 м/с;
- кут удару, $\alpha = 70^\circ$;
- відстань між автобусом і місцем наїзду в момент пригоди, $x = 1$ м;

- інтервал між автомобілем й автобусом, $y = 1,5$ м;
- відстань від переднього кута автомобіля до місця удару, $l_y = 0,5$ м;
- відстань від краю проїжджої частини до місця наїзду, $y_n = 7$ м.

Технічні та експлуатаційні параметри:

- час реакції водія, $t_1 = 1$ с (див. табл. 2.1);
- час запізнювання спрацювання гальмового приводу, $t_2 = 0,2$ с (див. табл. 2.10);
- час наростання сповільнення, $t_3 = 0,4$ с (див. табл. 2.10);
- коефіцієнт зчеплення коліс з дорогою, $\varphi = 0,8$ (див. табл. 2.8);
- прискорення вільного падіння, $g = 9,81$ м/с²;
- коефіцієнт ефективності гальмування, $k_e = 1,28$ (див. табл. 2.9);
- відстань від водія до бічної поверхні автомобіля, $b_y = 1,1$ м;
- відстань від водія до передньої частини автомобіля, $a = 1,8$ м;
- ширина автомобіля, $B = 1,61$ м.

Рішення. Розрахункове усталене сповільнення автомобіля ВАЗ-2107 у даних дорожніх умовах

$$j = \frac{\varphi g}{k} = \frac{0,8 \cdot 9,81}{1,28} = 6,13 \text{ м/с}^2.$$

Зупинний шлях автомобіля ВАЗ-2107 в даних дорожніх умовах склав би

$$S_o = (t_1 + t_2 + 0,5t_3)v_a + \frac{v_a^2}{2j} = (1 + 0,2 + 0,2)16,88 + \frac{(16,66)^2}{2 \cdot 6,13} = 46 \text{ м.}$$

Відстань S_{a1} від автомобіля до місця наїзду в момент виходу пішохода з-за краю перешкоди

$$S_{a1} = \frac{(y + l_y)v_a}{|\sin \alpha| v_n} = \frac{(1,5 + 0,5)16,66}{0,94 \cdot 1,88} = 18,78 \text{ м.}$$

Оскільки $S_{a1} < S_o$, то водій навіть у разі вживання гальмування не встиг би зупинити автомобіль до місця наїзду після того, як пішохід з'явився з-за краю перешкоди.

Відстань від автомобіля до місця наїзду у момент виходу пішохода на проїжджу частину

$$S_{a2} = \frac{y_n v_a}{|\sin \alpha| v_n} = \frac{7 \cdot 16,88}{0,94 \cdot 1,88} = 65,73 \text{ м.}$$

Оскільки виконується умова $S_{a1} < S_o < S_{a2}$, то якби перешкода була відсутня, водій у разі своєчасного гальмування міг би зупинити автомобіль до місця наїзду. Отже, доцільно виконати аналіз механізму наїзду на пішохода за умов обмеженої оглядовості.

Час, який пройшов з моменту появи пішохода в полі оглядовості водія до моменту наїзду

$$t_n = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} = \frac{35,234 + \sqrt{(-35,234)^2 - 4 \cdot 14,791 \cdot (-4,2)}}{2 \cdot 14,79} = 2,5 \text{ с,}$$

де коефіцієнти

$$\begin{cases} a = v_n |\sin \alpha| (v_a - v_2) = 1,88 \cdot 0,94 \cdot (16,66 - 8,33) = 14,791, \\ b = v_n [|\sin \alpha| (a_x - (\pm x)) + \cos \alpha (b_y + y)] - v_a (l_y + y) + v_2 (l_y - b_y) = \\ = 1,88 [0,94(1,8 - 1) + 0,17(1,1 + 1,5)] - 16,66(0,5 + 1,5) + 8,33(0,5 - 1,1) = -35,234, \\ c = \pm x(l_y - b_y) - a_x(l_y + y) = 1(0,5 - 1,1) - 1,8(0,5 + 1,5) = -4,2. \end{cases}$$

Час руху пішохода від краю проїжджої частини до місця наїзду

$$t_{\text{п}} = \frac{y_{\text{п}}}{|\sin \alpha| v_{\text{п}}} = \frac{7}{0,94 \cdot 1,88} = 3,94 \text{ с.}$$

З одержаних інтервалів часу $t_{\text{п}}$ виберемо якнайменший інтервал, рівний $t_{\text{п}} = 2,5$ с, який і визначатиме момент виникнення небезпеки. Таким чином, небезпека виникла, коли пішохід, рухаючись по проїжджій частині, потрапив у поле оглядовості водія.

Час, необхідний для приведення гальмівної системи в дію з урахуванням реакції водія

$$T_{\text{н}} = t_1 + t_2 + 0,5t_3 = 1 + 0,2 + 0,5 \cdot 0,4 = 1,4 \text{ с.}$$

Оскільки $T_{\text{н}} < t_{\text{п}}$, то у водія автомобіля ВАЗ-2107 була технічна можливість застосувати гальмування в даній дорожній ситуації.

Відстані між автомобілем ВАЗ-2107 і місцем наїзду у момент виникнення небезпеки

$$S_{\text{а}} = t_{\text{п}} v_{\text{а}} = 2,5 \cdot 16,66 = 41,6 \text{ м.}$$

Механізм і причинно-наслідковий зв'язок дорожньо-транспортної пригоди наступні. Водій автомобіля ВАЗ-2107, рухаючись у другому ряду зі швидкістю 60 км/год, скоїв наїзд на пішохода, який раптово вийшов з-за автобуса Mercedes Benz Sprinter. У момент небезпеки автомобіль ВАЗ-2107 знаходився на відстані 41,6 м від місця наїзду. З цієї миті до моменту наїзду пройшло 2,5 с. Проте водій автомобіля ВАЗ-2107, не дивлячись на небезпеку, не виконав екстрене гальмування, що не відповідає вимогам пп. 12.1, 12.3 Правил дорожнього руху України. В свою чергу, пішохід раптово вийшов на проїжджу частину, не переконавшись у відсутності транспортних засобів, що не відповідає вимогам пп. 4.8, 4.10, 4.14 Правил дорожнього руху України.

3.7. Аналіз можливості уникнути наїзду на пішохода

У випадку, якщо водій запізнився з гальмуванням, можна розглянути такі обставини, при яких водій, своєчасно застосувавши гальмування, встиг би зупинити свій ТЗ до лінії проходження пішохода, або понизити швидкість до безпечної величини, щоб пропустити пішохода.

Для цього визначається відстань S_b між ТЗ і пішоходом у момент виникнення небезпеки

$$S_b = S_{\text{а}} - S_{\text{п}} \cos \alpha, \quad (3.58)$$

де S_b – відстань між ТЗ і пішоходом у момент виникнення небезпеки, м.

Далі розглядається гадана версія пригоди. За умови своєчасного гальмування ТЗ збільшився б час руху з моменту виникнення небезпеки до перетину з лінією проходження пішохода. Відповідно збіль-

шилась би відстань S'_n , яку зміг би подолати пішохід. При цьому гадане місце перетину з лінією проходження пішохода перемістилося б у бік виходу пішохода з небезпечної зони, і відповідно змінилася б відстань S'_a між ТЗ і передбачуваним місцем перетину з лінією проходження пішохода в момент виникнення небезпеки (рис. 3.15).

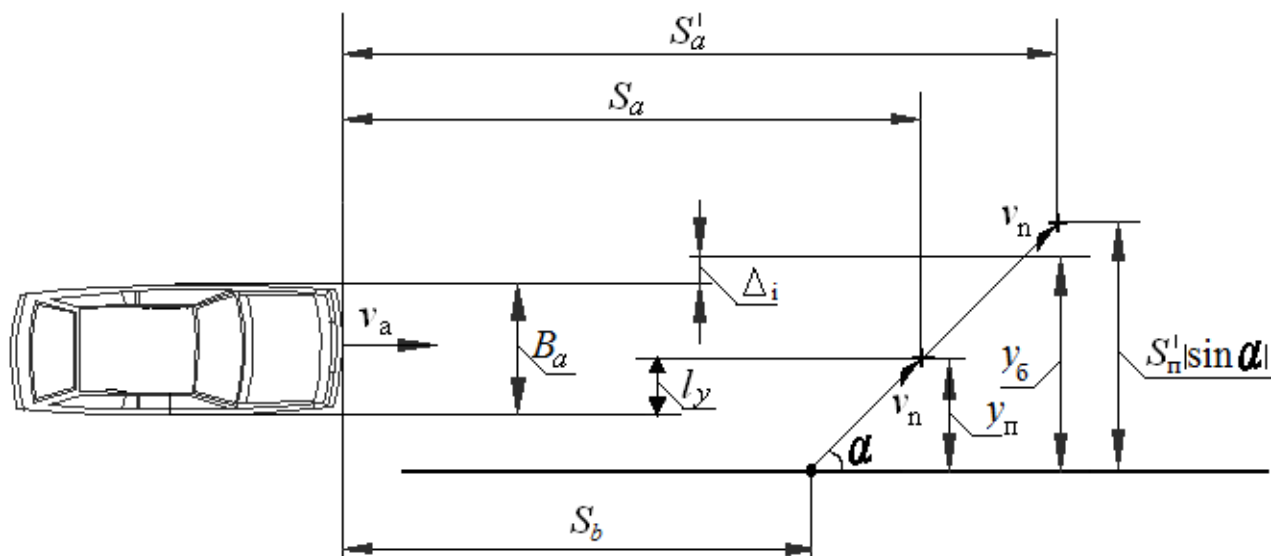


Рис. 3.15. Розрахункова схема до аналізу гаданої версії пригоди, якщо б водій ТЗ загальмував своєчасно

Для визначення цієї відстані скористаємося кінематичним рівнянням руху $x = x_0 + v_0 t - \frac{jt^2}{2}$, записавши його у вигляді

$$S'_a = x_0 + v_0 t_j - \frac{jt_j^2}{2}, \quad (3.59)$$

де x_0 – початкова координата розташування ТЗ, м;

v_0 – початкова швидкість ТЗ, м/с;

j – сповільнення ТЗ, м/с²;

t_j – інтервал часу від початку рівносповільненого руху ТЗ до моменту його перетину з лінією проходження пішохода, с.

За x_0 приймемо відстань, що проходить ТЗ з моменту виникнення небезпеки до появи усталеного сповільнення, $x_0 = v_a T_{пр}$. Змінні при аналізі гаданої версії позначатимемо зі штрихом. Тоді відстань S'_a

між ТЗ і місцем перетину з лінією проходження пішохода в разі своєчасного гальмування імовірно склала б

$$S'_a = v_a T_{\text{пр}} + v_a t_j - \frac{j t_j^2}{2}, \quad (3.60)$$

де S'_a – гадана відстань між ТЗ і місцем перетину з лінією проходження пішохода в разі своєчасного гальмування, м.

Пішохід у гаданій версії пройде шлях S'_Π , проекція якого в напрямі руху ТЗ складе

$$S'_\Pi \cos \alpha = v_\Pi \cos \alpha (T_{\text{пр}} + t_j), \quad (3.61)$$

де S'_Π – відстань, яку подолав би пішохід у гаданій версії з моменту виникнення небезпеки до моменту перетину ТЗ лінії проходження пішохода, м.

Якщо, не дивлячись на своєчасне гальмування, автомобіль увійде до контакту з пішоходом, то виконуватиметься рівність

$$S'_a = S_b + S'_\Pi \cos \alpha. \quad (3.62)$$

Підставивши в рівність (3.62) замість змінних S'_a і S'_Π вирази (3.60), (3.61), одержимо рівняння другого ступеня з однією змінною t_j , яке перетвориться в наведене квадратне рівняння вигляду $x^2 + px + q = 0$. Маємо

$$t_j^2 - \frac{2(v_a - v_\Pi \cos \alpha)t_j}{j} + \frac{2(S_b - (v_a - v_\Pi \cos \alpha)T_{\text{пр}})}{j} = 0. \quad (3.63)$$

На підставі загальної формули для визначення кореня наведеного квадратного рівняння

$$x = -\frac{p}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{p}{2}\right)^2 - q},$$

одержимо шуканий час

$$t_j = \frac{v_a - v_{\Pi} \cos \alpha}{j} - \sqrt{\left(\frac{v_a - v_{\Pi} \cos \alpha}{j}\right)^2 - \frac{2(S_b - (v_a - v_{\Pi} \cos \alpha)T_{\text{пр}})}{j}}. \quad (3.64)$$

Пояснення того, що перед радикалом у формулі (3.64) залишений тільки знак мінус, наводиться нижче.

Можливі і інші варіанти запису виразу (3.64), зокрема, час t_j може бути визначений за таким виразом [13]

$$t_j = \frac{v_{\Delta}}{j} - \sqrt{\left(\frac{v_{\Delta}}{j}\right)^2 - \frac{2(S_b - v_{\Delta}T_{\text{пр}})}{j}}, \quad (3.65)$$

де v_{Δ} – різниця між швидкостями ТЗ та пішохода, м/с, яка визначається за формулою $v_{\Delta} = v_a - v_{\Pi} \cos \alpha$.

Формулу (3.65) зручно застосовувати при дослідженні попутного або стрічного наїзду на пішохода, коли $\cos 0^\circ = 1$ і $\cos 180^\circ = -1$.

Якщо наїзд на пішохода відбувся в режимі рівномірного руху, то $S_b = S_a - S_{\Pi} \cos \alpha = t_{\Pi}(v_a - v_{\Pi} \cos \alpha)$ і вираз (3.64) прийме вигляд

$$t_j = \frac{v_a - v_{\Pi} \cos \alpha}{j} - \sqrt{\left(\frac{v_a - v_{\Pi} \cos \alpha}{j}\right)^2 - \frac{2(v_a - v_{\Pi} \cos \alpha)(t_{\Pi} - T_{\text{пр}})}{j}}. \quad (3.66)$$

Слід пам'ятати, що формулу (3.66) можна застосовувати тільки, якщо наїзд на пішохода відбувся в режимі рівномірного руху автомобіля, інакше можливі помилки. Формула (3.64) є більш універсальною та застосовується незалежно від режиму руху автомобіля.

Якщо у формулах (3.64)–(3.66) вираз під коренем (дискримінант рівняння) зі знаком «–», то квадратне рівняння (3.63) не має дійсного кореня. Це значить, що при своєчасному гальмуванні ТЗ зупинився б до лінії проходження пішохода.

Якщо вираз під коренем дорівнює нулю, то квадратне рівняння має один дійсний корінь, а функції переміщення ТЗ і пішохода – одну загальну точку в момент, коли швидкості останніх будуть рівними. У разі можливого косого попутного наїзду це дозволяло б понизити швидкість ТЗ до безпечного рівня та практично уникнути контакту ТЗ і пішохода. При косому стрічному наїзді можливість

зупинити ТЗ до лінії проходження пішохода навіть при своєчасному гальмуванні була б відсутня.

Якщо вираз під коренем позитивний, то квадратне рівняння має два дійсні кореня. Контакт ТЗ з пішоходом, тобто перша точка зустрічі з лінією проходження пішохода, відбудеться при меншому значенні часу (кореня). Тому перед радикалом у виразах (3.64), (3.65) береться знак мінус. У цьому випадку, при своєчасному гальмуванні зупинка ТЗ до лінії проходження пішохода неможлива й експерт повинен проаналізувати питання – чи мав пішохід можливість вийти із смуги руху автомобіля?

Відповідно до розрахункової схеми (див. рис. 3.15) відстань, яку повинен подолати пішохід щоб вийти зі смуги руху ТЗ буде дорівнювати

$$y_0 = y_{\Pi} + B_a - l_y + \Delta_i, \quad (3.67)$$

або з урахуванням швидкості пішохода v_{Π} , та часу t_{Π} його руху з моменту виникнення небезпеки до наїзду цю відстань можна виразити, як

$$y_0 = t_{\Pi} v_{\Pi} |\sin \alpha| + B_a - l_y + \Delta_i. \quad (3.68)$$

Безпечний інтервал визначається за формулою [12]

$$\Delta_i = 0,005 L_a v'_H, \quad (3.69)$$

де L_a – довжина автомобіля;

v'_H – гадана швидкість ТЗ (у разі його своєчасного гальмування) у момент перетину лінії проходження пішохода, м/с.

Гадана швидкість ТЗ у момент перетину його з лінією проходження пішохода

$$v'_H = v_a - j t_j. \quad (3.70)$$

З емпіричною залежністю (3.69) не можна повністю погодитися, оскільки при малих швидкостях ТЗ, наприклад до 10 км/год, інтервал між легковим автомобілем і пішоходом складе менше 0,1 м. Але пішохід у розрахунках прийнятий за матеріальну точку, що не має своїх власних розмірів. У дійсності розміри пішохода можуть перевищувати розрахований безпечний інтервал. Тому, щоб забезпечити

безпечний інтервал між ТЗ і пішоходом, треба враховувати не тільки розміри коридору руху ТЗ, але й розміри пішохода, що рухається, наприклад, половину його середньостатистичної довжини кроку $l_{\text{п}}$, тобто $\Delta_i = 0,005L_a v_a + 0,5l_{\text{п}}$. Або приймати якийсь фіксований безпечний інтервал, наприклад, 1 м.

Взагалі, на підставі розрахункової схеми (див. рис. 3.15) умову безпечного переходу пішоходом смуги руху ТЗ можна подати таким чином

$$S'_{\text{п}} |\sin \alpha| > y_6, \quad (3.71)$$

у разі фронтального наїзду нерівність (3.71) приймає вид

$$(T_{\text{пр}} + t_j) v_{\text{п}} |\sin \alpha| > t_{\text{п}} v_{\text{п}} |\sin \alpha| + B_a - l_y + \Delta_i, \quad (3.72)$$

у разі бічного наїзду

$$(T_{\text{пр}} + t_j) v_{\text{п}} |\sin \alpha| > t_{\text{п}} v_{\text{п}} |\sin \alpha| + B_a + \Delta_i, \quad (3.73)$$

де l_y – координата місця удару на фронтальній поверхні ТЗ, м;

B_a – ширина ТЗ, м;

Δ_i – безпечний інтервал з кожного боку ТЗ при його прямолінійному русі, м.

Якщо пішохід рухався під прямим кутом до краю проїжджої частини, то при аналізі можливості виходу пішохода із смуги руху ТЗ розрахунки можна дещо спростити, відразу розрахувавши гадану швидкість v'_H у момент перетину ТЗ лінії проходження пішохода (при своєчасному гальмуванні) за формулою

$$v'_H = \sqrt{2j(S_o - S_a)}. \quad (3.74)$$

Гаданий час руху ТЗ з моменту виникнення небезпеки до лінії проходження пішохода

$$T'_H = T_{\text{пр}} + \frac{(v_a - v'_H)}{j}, \quad (3.75)$$

де T'_H – гаданий час руху ТЗ з моменту виникнення небезпеки до перетину з лінією проходження пішохода, с.

Умова безпечного переходу смуги руху ТЗ, коли пішохід рухається під прямим кутом до краю дороги буде:
у разі фронтального наїзду

$$T'_H v_{\Pi} > t_{\Pi} v_{\Pi} + B_a - l_y + \Delta_i, \quad (3.76)$$

у разі бічного наїзду

$$T'_H v_{\Pi} > t_{\Pi} v_{\Pi} + B_a + \Delta_i. \quad (3.77)$$

При дослідженні гаданої версії бічного наїзду на пішохода, перед тим як застосовувати формулу (3.64) необхідно спершу розрахувати гадану відстань S'_a між ТЗ і місцем перетину з лінією проходження пішохода в момент виникнення небезпеки, скориставшись рівнянням (3.59)

$$S'_a = T_{\text{пр}} v_a + (t_{\Pi} - T_{\text{пр}}) v_a - \frac{j(t_{\Pi} - T_{\text{пр}})^2}{2}. \quad (3.78)$$

У цьому рівнянні різниця між $t_{\Pi} - T_{\text{пр}}$ відповідає часу гальмування t_j від початку рівносповільненого руху ТЗ до моменту його перетину з лінією проходження пішохода. Залежно від результату розрахунку відстані S'_a можливі декілька варіантів розвитку гаданої версії пригоди. Якщо $S'_a > S_a$, то відбудеться бічний наїзд на пішохода. Гадане місце удару на автомобілі знаходитиметься ближче до передньої частини автомобіля на відстані $l'_x = S'_a - S_a$, а швидкість автомобіля в момент наїзду складе

$$v'_H = \sqrt{2j(S_o - S'_a)}. \quad (3.79)$$

Якщо виконується рівність $S'_a = S_a$, то удар пішоходу буде завданий ближнім переднім кутом автомобіля, і, якщо $S'_a < S_a$, то пішохід встигне увійти до смуги руху ТЗ. У такому разі необхідно проаналізувати гадану версію розвитку ДТП за формулами (3.64), (3.68), (3.70).

Деякі експерти вважають недоцільним дослідження можливості виходу пішохода із смуги руху ТЗ, оскільки висновок про те, що водій міг уникнути наїзду на пішохода, дійсний лише при збереженні

пішоходом темпу й напрямку руху. Але пішохід, помітивши ТЗ, що наближається, може змінити як швидкість, так і напрям руху. Інші експерти навпаки підкреслюють, що припущення про постійність режиму руху пішохода є правильним. Це обґрунтовується великим об'ємом психофізіологічних якостей людини. При виникненні небезпеки людина не зупиняється миттєво, а продовжує рух за інерцією. Зупинний шлях пішохода може складати декілька метрів, тобто досягати значень, зіставних з відстанню, яка необхідна для переходу небезпечної зони. Таким чином, експерт розраховує рух ТЗ і пішохода на підставі певних припущень. Суду належить оцінити, наскільки ці припущення правомірні й відповідають ситуації.

Приклад 1. Легковий автомобіль Opel Astra, що рухався зі швидкістю 60 км/год, вчинив фронтальний наїзд на пішохода, чоловіка віком 23 роки, що раптово вийшов на проїжджу частину й перетинав її справа наліво швидким кроком під кутом 60° до напрямку руху автомобіля. Відстань від краю проїжджої частини до місця наїзду 3,5 м. Відстань від правої сторони автомобіля до місця удару 1,3 м. Дорожнє покриття сухе, рівне, асфальтобетонне. Автомобіль знаходився в спорядженому стані.

Необхідно розрахувати механізм ДТП і проаналізувати можливість уникнути наїзду на пішохода шляхом своєчасного гальмування автомобіля Opel Astra.

Рішення. Момент небезпеки виник, коли пішохід вийшов на проїжджу частину. Час, який пройшов з моменту виникнення небезпеки до наїзду

$$t_{\text{п}} = \frac{y_{\text{п}}}{v_{\text{п}} |\sin \alpha|} = \frac{3,5}{1,92 \cdot 0,866} = 2,1 \text{ с},$$

де $y_{\text{п}} = 3,5$ м – відстань від краю проїжджої частини до місця наїзду;

α – кут удару, 60° ;

$v_{\text{п}} = 6,9$ км/год = $1,92$ м/с – швидкість пішохода (табл. 3.1).

Відстань від автомобіля до місця наїзду у момент виникнення небезпеки

$$S_{\text{а}} = v_{\text{а}} t_{\text{п}} = 16,66 \cdot 2,1 = 35 \text{ м},$$

де $v_{\text{а}} = 60$ км/год = $16,66$ м/с – швидкість автомобіля.

Проаналізуємо можливість уникнути ДТП шляхом своєчасного гальмування автомобіля Opel Astra. Якщо відбулось би гальмування, то зупинний шлях автомобіля Opel Astra, який необхідний для зниження швидкості до безпечної величини, тобто до величини проекції швидкості руху пішохода $v_{\text{п}} \cos \alpha$ на напрямок руху автомобіля, буде дорівнювати

$$S_{\text{о}} = T_{\text{пр}} v_{\text{а}} + \frac{v_{\text{а}}^2 - (v_{\text{п}} \cos \alpha)^2}{2j} = 1,4 \cdot 16,66 + \frac{277,55 - 0,92}{2 \cdot 6,7} = 23,32 + 20,67 = 43,99 \text{ м},$$

де $j = 6,7$ м/с² – усталене сповільнення автомобіля для даних дорожніх умов (табл. 2.10);

$T_{\text{пр}}$ – час приведення гальмівної системи ТЗ в дію з урахуванням часу реакції водія

$$T_{\text{пр}} = t_1 + t_2 + 0,5t_3 = 1 + 0,2 + 0,2 = 1,4 \text{ с},$$

де $t_1 = 1$ с – час реакції водія (табл. 2.1);

$t_2 = 0,2$ с – час запізнювання спрацьовування гальмового приводу (табл. 2.10);

$t_3 = 0,4$ с – час наростання сповільнення.

Оскільки виконується умова $S_0 > S_a$, то водій не мав технічної можливості знизити швидкість руху автомобіля Opel Astra до безпечної величини перед місцем наїзду.

Проаналізуємо можливість виходу пішохода з небезпечної зони, якщо б гальмування автомобіля Opel Astra відбулось своєчасно. Для цього спочатку визначимо час руху автомобіля в режимі усталеного сповільнення до моменту перетину з траєкторією руху пішохода

$$t_j = \frac{v_a - v_{\pi} \cos \alpha}{j} - \sqrt{\left(\frac{v_a - v_{\pi} \cos \alpha}{j} \right)^2 - \frac{2(v_a - v_{\pi} \cos \alpha)(t_{\pi} - T_{\text{пр}})}{j}} =$$

$$= \frac{16,66 - 1,92 \cdot 0,5}{6,7} - \sqrt{\left(\frac{16,66 - 1,92 \cdot 0,5}{6,7} \right)^2 - \frac{2(16,66 - 1,92 \cdot 0,5)(2,1 - 1,4)}{6,7}} =$$

$$= 2,34 - 1,48 = 0,86 \text{ с.}$$

Швидкість автомобіля в момент перетину лінії проходження пішохода

$$v'_a = v_a - jt_j = 16,66 - 6,7 \cdot 0,86 = 10,9 \text{ м/с} \approx 39 \text{ км/год.}$$

Умова безпечного переходу пішоходом смуги руху автомобіля

$$(T_{\text{пр}} + t_j)v_{\pi} |\sin \alpha| > t_{\pi} v_{\pi} |\sin \alpha| + B_a - l_y + \Delta_i,$$

де Δ_i – безпечний інтервал, $\Delta_i = 0,005L_a v = 0,005 \cdot 4,239 \cdot 10,9 = 0,23 \text{ м}$;

$l_y = 1,3 \text{ м}$ – відстань від правої сторони автомобіля до місця удару;

$L_a = 4,239 \text{ м}$ – довжина автомобіля Opel Astra згідно з довідником;

$B_a = 1,696 \text{ м}$ – ширина автомобіля Opel Astra згідно з довідником.

Ця умова не виконується, оскільки оскільки ліва частина цієї нерівності, яка буде порівнювати

$$(T_{\text{пр}} + t_j)v_{\pi} |\sin \alpha| = (1,4 + 0,86)1,92 \cdot 0,866 = 3,76 \text{ м},$$

буде менше правої

$$t_{\pi} v_{\pi} |\sin \alpha| + B_a - l_y + \Delta_i = 2,1 \cdot 1,92 \cdot 0,866 + 1,696 - 1,3 + 0,23 = 4,12 \text{ м.}$$

Отже, пішохід не встиг би покинути смугу руху автомобіля Opel Astra навіть при його своєчасному гальмуванні.

Приклад 2. Легковий автомобіль Toyota Camry, що рухався зі швидкістю 50 км/год, вчинив бічний наїзд на пішохода віком 27 років, що перетинав проїжджу частину на нерегульованому пішохідному переході зліва направо швидким кроком під кутом 250° відносно напрямку руху автомобіля (кут взятий проти годинникової стрілки). Відстань від краю проїжджкої частини до місця наїзду 3,5 м. Відстань від передньої частини автомобіля до місця удару 2 м. Дорожнє покриття сухе, рівне, асфальтобетонне. Автомобіль знаходився в спорядженому стані.

Необхідно розрахувати механізм ДТП і проаналізувати можливість уникнути наїзду на пішохода шляхом своєчасного гальмування автомобіля.

Рішення. Небезпека виникла, коли пішохід вийшов на проїжджу частину. Час, який пройшов з моменту виникнення небезпеки до наїзду

$$t_{\pi} = \frac{y_{\pi}}{v_{\pi} |\sin \alpha|} = \frac{3,5}{1,92 \cdot 0,94} = 1,94 \text{ с},$$

де $y_n = 3,5$ м – відстань від краю проїжджої частини до місця наїзду;

$v_n = 6,9$ км/год $= 1,92$ м/с – швидкість пішохода (див. табл. 3.1);

α – кут удару, 250° .

Час приведення гальмівної системи в дію з урахуванням часу реакції водія

$$T_{\text{пр}} = t_1 + t_2 + 0,5t_3 = 0,8 + 0,2 + 0,5 \cdot 0,4 = 1,2 \text{ с},$$

де $t_1 = 0,8$ с – час реакції водія (див. табл. 2.1);

$t_2 = 0,2$ с – час запізнювання спрацювання гальмового приводу (див. табл. 2.10);

$t_3 = 0,4$ с – час наростання сповільнення автомобіля (див. табл. 2.10).

Час, протягом якого водій не міг спостерігати за діями пішохода, складе

$$\frac{l_x}{v_a} = \frac{2}{13,88} = 0,14 \text{ с, де } l_x \text{ – координата розташування місця удару на бічній поверхні авто-}$$

мобіля, v_a – швидкість руху автомобіля. Порівнюючи інтервали часу t_n , $T_{\text{пр}}$ та $\frac{l_x}{v_a}$ можна

дійти висновку, що, по-перше, водій мав можливість бачити рух пішохода, оскільки $t_n > \frac{l_x}{v_a}$,

по-друге, водій мав можливість застосувати гальмування до моменту наїзду, оскільки $t_n > T_{\text{пр}}$.

Відстань від автомобіля до місця наїзду в момент виникнення небезпеки

$$S_a = v_a t_n - l_x = 13,88 \cdot 1,94 - 2 = 24,94 \text{ м.}$$

Зупинний шлях автомобіля в даних дорожніх умовах склав би

$$S_o = T_{\text{пр}} v_a + \frac{v_a^2}{2j} = 1,2 \cdot 13,88 + \frac{192,65}{2 \cdot 6,7} = 31,03 \text{ м,}$$

де $j = 6,7$ м/с² – усталене сповільнення автомобіля для даних дорожніх умов (див. табл. 2.10).

Оскільки виконується умова $S_o > S_a$, то водій при своєчасному гальмуванні не мав технічної можливості зупинити автомобіль до місця наїзду.

Розглянемо гадану версію пригоди. Якби водій своєчасно застосував гальмування, то за час t_n , який пройшов з моменту виникнення небезпеки до наїзду, автомобіль перемістився б на якусь певну відстань S'_a . Ця відстань включає переміщення автомобіля за час реакції водія, приведення в дію гальмівної системи та переміщення автомобіля зі сталим сповільненням

$$\begin{aligned} S'_a &= T_{\text{пр}} v_a + (t_n - T_{\text{пр}}) v_a - \frac{j(t_n - T_{\text{пр}})^2}{2} = \\ &= 1,2 \cdot 13,88 + (1,94 - 1,2) 13,88 - \frac{6,7 \cdot (1,94 - 1,2)^2}{2} = 20 \text{ м.} \end{aligned}$$

Оскільки виконується умова $S'_a < S_a$, то пішохід встиг би увійти до смуги руху автомобіля і, отже, необхідно проаналізувати можливість виходу пішохода із смуги руху автомобіля.

Час рівноуповільненого руху автомобіля до моменту перетину з траєкторією руху пішохода

$$t_j = \frac{v_a - v_n \cos \alpha}{j} - \sqrt{\left(\frac{v_a - v_n \cos \alpha}{j}\right)^2 - \frac{2(v_a - v_n \cos \alpha)(t_n - T_{np})}{j}} = \frac{13,88 - 1,92 \cdot (-0,34)}{6,7} - \sqrt{\left(\frac{13,88 - 1,92 \cdot (-0,34)}{6,7}\right)^2 - \frac{2(13,88 - 1,92 \cdot (-0,34))(1,94 - 1,2)}{6,7}} = 2,16 - 1,21 = 0,95 \text{ с.}$$

Швидкість автомобіля в момент перетину лінії проходження пішохода при своєчасному гальмуванні склала б

$$v'_H = v_a - jt_j = 13,88 - 6,7 \cdot 0,95 = 7,51 \text{ м/с} \approx 27 \text{ км/год.}$$

Умова безпечного переходу пішоходом смуги руху автомобіля

$$(T_{np} + t_j)v_n |\sin \alpha| > t_n v_n |\sin \alpha| + B_a + \Delta_i,$$

де Δ_i – безпечний інтервал, $\Delta_i = 0,005L_a v_H = 0,005 \cdot 4,795 \cdot 7,51 = 0,18 \text{ м}$;

$L_a = 4,795 \text{ м}$ – довжина автомобіля Toyota Camry, згідно з довідником;

$B_a = 1,77 \text{ м}$ – ширина автомобіля Toyota Camry, згідно з довідником.

Ця умова не виконується, оскільки ліва частина цієї нерівності, яка буде дорівнювати

$$(T_{np} + t_j)v_n |\sin \alpha| = (1,2 + 0,95)1,92 \cdot 0,94 = 3,88 \text{ м},$$

буде менше правої

$$t_n v_n |\sin \alpha| + B_a - l_y + \delta = 1,94 \cdot 1,92 \cdot 0,94 + 1,77 + 0,18 = 5,45 \text{ м.}$$

Отже, пішохід не встиг би покинути смугу руху автомобіля при його своєчасному гальмуванні, але швидкість наїзду була б майже удвічі менше.

Приклад 3. Легковий автомобіль Mercedes E 200, обладнаний антиблокувальною системою гальм, в режимі гальмування вчинив бічний наїзд на пішохода 33 років, що перетинав проїжджу частину в швидкому темпі зліва направо під кутом 270° до напрямку руху автомобіля на нерегульованому пішохідному переході. За словами водія, автомобіль рухався із швидкістю 40 км/год, а за словами свідків, – близько 50 км/год. Від місця наїзду автомобіль перемістився в загальмованому стані на відстань 6 м і зупинився. Відстань від лівої межі проїжджої частини до місця наїзду 4 м. Відстань від передньої частини автомобіля до місця удару 2 м. Дорожнє покриття сухе, асфальтобетонне. Сповільнення автомобіля, встановлене експериментальним шляхом, – $7,5 \text{ м/с}^2$. Небезпека для руху виникла в момент виходу пішохода на проїжджу частину.

Рішення. Швидкість руху автомобіля в момент наїзду

$$v_H = \sqrt{2j(S_{пн} - l_x)} = \sqrt{2 \cdot 7,5 \cdot (6 - 2)} = 7,75 \text{ м/с} = 27,9 \text{ км/год.}$$

Відстань між автомобілем і пішоходом у момент виникнення небезпеки: при початковій швидкості автомобіля 40 км/год (11,11 м/с)

$$S_a = \frac{S_{пн} v_a}{v_n} - \frac{(v_a - v_H)^2}{2j} - l_x = \frac{4 \cdot 11,11}{1,88} - \frac{(11,11 - 7,75)^2}{2 \cdot 7,5} - 2 = 20,88 \text{ м};$$

при початковій швидкості автомобіля 50 км/год (13,88 м/с)

$$S_a = \frac{4 \cdot 13,88}{1,88} - \frac{(13,88 - 7,75)^2}{2 \cdot 7,5} - 2 = 25,02 \text{ м},$$

де $v_{\pi} = 6,8 \text{ км/год} = 1,88 \text{ м/с}$ – швидкість пішохода (див. табл. 3.1).

Час приведення гальмівної системи в дію

$$T_{\text{пр}} = t_1 + t_2 + 0,5t_3 = 0,8 + 0,2 + 0,5 \cdot 0,4 = 1,2 \text{ с},$$

де $t_1 = 0,8 \text{ с}$ – час реакції водія (див. табл. 2.1);

$t_2 = 0,2 \text{ с}$ – час запізнювання спрацьовування гальмового приводу (див. табл. 2.10);

$t_3 = 0,4 \text{ с}$ – час наростання сповільнення (див. табл. 2.10).

Зупинний шлях автомобіля:

зі швидкості 40 км/год

$$S_o = T_{\text{пр}} v_a + \frac{v_a^2}{2j} = 1,2 \cdot 11,11 + \frac{11,11^2}{2 \cdot 7,5} = 21,56 \text{ м},$$

зі швидкості 50 км/год

$$S_o = T_{\text{пр}} v_a + \frac{v_a^2}{2j} = 1,2 \cdot 13,88 + \frac{13,88^2}{2 \cdot 7,5} = 29,5 \text{ м}.$$

При обох варіантах значення початкової швидкості автомобіля виконується умова $S_o > S_a$, яка свідчить, що водій не мав технічної можливості зупинити автомобіль до місця наїзду.

Визначимо своєчасність дій водія. Час з моменту виникнення небезпеки до наїзду

$$t_{\pi} = \frac{S_{\pi}}{v_{\pi}} = \frac{4}{1,88} = 2,13 \text{ с}.$$

Час з моменту реагування водієм на небезпеку до моменту наїзду:

при швидкості 40 км/год

$$T_{\text{Н}} = T_{\text{пр}} + \frac{v_a - v_{\text{Н}}}{j} = 1,2 + \frac{11,11 - 7,75}{7,5} = 1,64 \text{ с};$$

при швидкості 50 км/год

$$T_{\text{Н}} = 1,2 + \frac{13,88 - 7,75}{7,5} = 2,02 \text{ с}.$$

Час, на який водій запізнився з гальмуванням:

при швидкості 40 км/год

$$t_{\text{зап}} = t_{\pi} - T_{\text{Н}} = 2,13 - 1,64 = 0,49 \text{ с};$$

при швидкості 50 км/год

$$t_{\text{зап}} = 2,13 - 2,02 = 0,11 \text{ с}.$$

В обох випадках водій запізнився з гальмуванням. Проаналізуємо гадану версію ДТП. Автомобіль за час руху пішохода t_{π} при своєчасному гальмуванні перемістився б на відстань: при початковій швидкості гальмування 40 км/год

$$\begin{aligned} S'_a &= T_{\text{пр}} v_a + (t_{\pi} - T_{\text{пр}}) v_a - \frac{j(t_{\pi} - T_{\text{пр}})^2}{2} = \\ &= 1,2 \cdot 11,11 + (2,13 - 1,2) 11,11 - \frac{7,5(2,13 - 1,2)^2}{2} = 20,4 \text{ м}; \end{aligned}$$

при початковій швидкості гальмування 50 км/год

$$S'_a = T_{\text{пр}} v_a + (t_{\text{п}} - T_{\text{н}}) v_a - \frac{j(t_{\text{п}} - T_{\text{н}})^2}{2} =$$
$$= 1,2 \cdot 13,88 + (2,13 - 1,2) 13,88 - \frac{7,5(2,13 - 1,2)^2}{2} = 26,32 \text{ м.}$$

У разі руху автомобіля із швидкістю 40 км/год і при своєчасному гальмуванні, пішохід встиг би увійти до смуги руху автомобіля, оскільки виконується нерівність $S'_{dn} < S_a$.

При швидкості руху автомобіля 50 км/год і своєчасному гальмуванні така нерівність не виконується, отже, пішохід не встиг би увійти до смуги руху автомобіля, і гадана швидкість наїзду склала б

$$v'_H = \sqrt{2j(S_o - S'_{dn})} = \sqrt{2 \cdot 7,5 \cdot (29,5 - 26,32)} = 6,9 \text{ м/с} \approx 25 \text{ км/год.}$$

Проаналізуємо можливість виходу пішохода із смуги руху автомобіля, що рухався із швидкістю 40 км/год. Гадана швидкість автомобіля в момент перетину лінії проходження пішохода склала б

$$v'_H = \sqrt{2j(S_o - S_a)} = \sqrt{2 \cdot 7,5 \cdot (21,5 - 20,88)} = 3,05 \text{ м/с} \approx 11 \text{ км/год.}$$

Гаданий час руху автомобіля з моменту виникнення небезпеки до лінії проходження пішохода при своєчасному гальмуванні

$$T'_H = T_{\text{пр}} + \frac{(v_a - v'_H)}{j} = 1,2 + \frac{(11,11 - 3,05)}{7,5} = 2,27 \text{ с.}$$

За цей час пішохід встиг би пройти гаданий шлях

$$T'_H v_{\text{п}} = 2,27 \cdot 1,88 = 4,23 \text{ м.}$$

Відстань, яка необхідна пройти пішоходу, щоб покинути смугу руху автомобіля

$$t_{\text{п}} v_{\text{п}} + B_a + \Delta_i = 2,13 \cdot 1,88 + 1,799 + 0,08 = 5,88 \text{ м,}$$

де $\Delta_i = 0,005 L_a v'_H = 0,005 \cdot 4,795 \cdot 3,05 = 0,08 \text{ м;}$

$L_a = 4,795 \text{ м}$ – довжина автомобіля згідно довідковій літературі;

$B_a = 1,799 \text{ м}$ – ширина автомобіля згідно довідковій літературі.

Умова безпечного переходу пішоходом смуги руху автомобіля

$$T'_H v_{\text{п}} > t_{\text{п}} v_{\text{п}} + B_a + \Delta_i.$$

Ця умова не виконується, отже, при швидкості руху автомобіля 40 км/год водій, своєчасно загальмувавши, не встиг би пропустити пішохода, і наїзд був би неминучий.

В обох варіантах розвитку ДТП дії водія не відповідали вимогам Правил, тому що водій своєчасно не вжив заходу по запобіганню пригоди та зниженню тяжкості його наслідків.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Як визначається швидкість руху пішохода при дослідженні ДТП?
2. Які темпи руху пішохода розрізняють, та які основні чинники впливають на швидкість руху пішохода?
3. Порядок проведення слідчого експерименту при визначенні швидкості руху пішохода.
4. Від яких обставин наїзду на пішохода залежить вибір тієї чи іншої методики розрахунку механізму ДТП?
5. Що є моментом виникнення небезпеки для водія від дій пішохода?
6. При яких обставинах не створюється небезпека для руху водія від дій пішохода ?
7. Які чинники впливають на визначення моменту виникнення небезпеки для водія при дослідженні обставин наїзду на пішохода?
8. Наведіть типові схеми визначення моменту небезпеки від дій пішохода.
9. Як визначити час, який пройшов з моменту виникнення небезпеки до моменту наїзду на пішохода?
10. Як проаналізувати наявність можливості у водія застосувати гальмування при фронтальному та бічному наїзді на пішохода?
11. Наведіть загальну методику дослідження наїзду автомобіля на пішохода.
12. У чому полягає особливість розрахунку механізму бічного наїзду на пішохода?
13. Як визначається своєчасність дій водія при дослідженні наїзду на пішохода?
14. Як аналізується можливість запобігання наїзду на пішохода шляхом своєчасного гальмування?
15. Як визначити швидкість наїзду на пішохода розрахунковим шляхом?
16. Яка послідовність аналізу наїзду на пішохода за наявності слідів гальмування на дорозі?
17. Як визначити відстань від автомобіля до місця наїзду в момент виникнення небезпеки?
18. Як розрахувати безпечну швидкість руху автомобіля в умовах недостатньої видимості?
19. У чому особливість дослідження наїзду на пішохода в умовах обмеженої видимості?
20. Як проводиться дослідження наїзду на пішохода, що трапився в умовах обмеженої оглядовості?

РОЗДІЛ 4. ДОСЛІДЖЕННЯ КЕРОВАНOSTI, СТІЙКОСТІ ТА МАНЕВРУ АВТОМОБІЛЯ

4.1. Стійкість руху та керованість автомобіля

Рух ТЗ у загальному випадку можна розглядати як траєкторію з кривиною, що неперервно змінюється. Якщо кривина траєкторії близька до нуля, то рух умовно вважають прямолінійним. Під стійкістю руху ТЗ розуміють здібність останнього зберігати задану траєкторію руху без відриву та ковзання коліс. Стійкість руху ТЗ є складовою частиною його керованості, під якою, у свою чергу, розуміють реакцію ТЗ на керуючу дію водія та зовнішні збурювання. Керованість, як і стійкість ТЗ, пов'язана з безпекою руху. При втраті стійкості ТЗ порушується його керованість, а при втраті керованості рух ТЗ стає таким, що не підкоряється керуючим діям водія. Автомобіль має бути добре керованим і стійким у різних умовах експлуатації. Керованість і стійкість руху ТЗ залежать від конструктивних, експлуатаційних та зовнішніх умов, які тісно пов'язані між собою, а саме від конструкції підвіски та кермового керування, розташування центру мас ТЗ, якості та еластичності шин, тиску в шинах, кутів установки коліс, завантаження ТЗ, ухилу чи радіусу дороги, величини коефіцієнта зчеплення шин з дорогою, а також можливого впливу зовнішньої сили, наприклад, при зіткненні (додаток И, додаток К).

Розглянемо від чого залежить стійкість руху автомобільного колеса. При коченні колесо може бути навантажене, крім вертикальної P_z та осьової сили P_o , ще й бічною силою P_y (рис. 4.1). Відповідно в контактi колеса з дорогою виникають реакції: вертикальна R_z , повздовжня (дотична) R_x та бічна R_y . Реакція R_x може створюватися силою опору кочення колеса, тяговою або гальмівною силою.

Зробимо припущення, що колесо є не пружним та еластичним, а абсолютно жорстким. У цьому випадку в площині контакту колеса з опорною поверхнею виникає реакція R_{xy} – рівнодіюча геометрична сума повздовжньої R_x і поперечної R_y реакцій. Причому реакція R_{xy} при певних значеннях реакцій R_x і R_y може досягти свого максимуму

$$R_{xy \max} = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}, \quad (4.1)$$

де R_{xy} – рівнодіюча горизонтальна реакція, Н;
 R_y – бічна реакція, Н;
 R_x – повздовжня (дотична) реакція, Н.

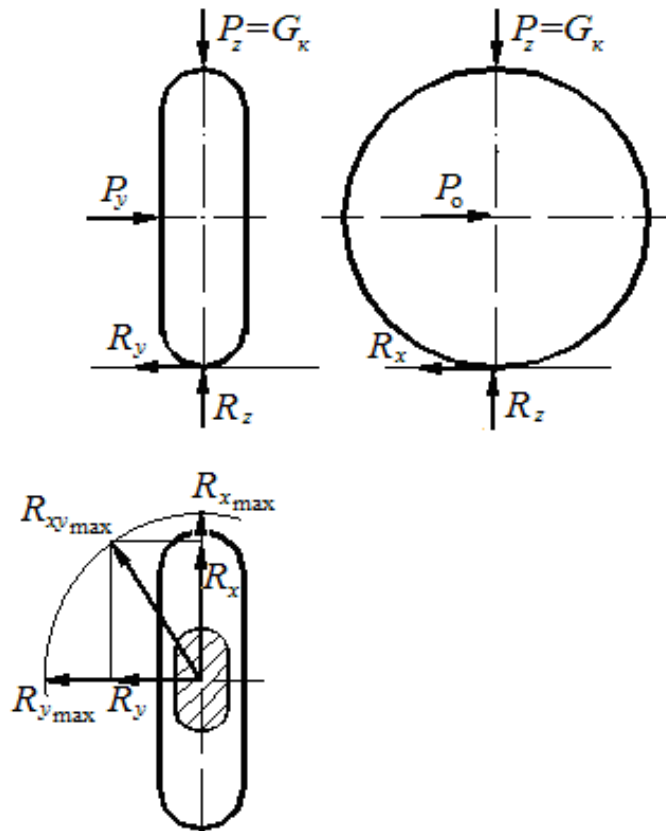


Рис. 4.1. Схема сил, що діють на абсолютно жорстке колесо в процесі руху

Бічна сила, яку може витримати колесо без бічного ковзання або умова збереження його бічної стійкості буде дорівнювати

$$R_y = \sqrt{R_{xy\max}^2 - R_x^2}. \quad (4.2)$$

З даного виразу виходить, що чим більш гальмівна або тягова сила на колесі, тим менша здатність у колеса протистояти дії поперечних сил. Тільки в разі відсутності тягової чи гальмівної сили на колесі бічна реакція може бути максимальною й досягти граничної сили за умов зчеплення колеса з дорогою

$$R_{y\max} = \varphi \cdot R_z, \quad (4.3)$$

де $R_{y\max}$ – максимальна бічна реакція в місці контакту колеса з дорогою за умов зчеплення, Н;

R_z – вертикальна (нормальна) реакція в місці контакту колеса з дорогою, Н.

Аналогічно можна стверджувати, що за наявності максимального тягового чи гальмівного зусилля на колесі бічна реакція буде виникати лише за умови поперечного ковзання колеса. Таким чином стійкість руху ТЗ буде найвищою тільки при відсутності тягових або гальмівних сил на колесах і навпаки. Наприклад, автомобіль може стійко (без бічного ковзання) здійснювати поворот на досить великій швидкості, рухаючись накатом. Але якщо при цьому почати здійснювати гальмування чи підводити до коліс тягове зусилля, то може виникнути бічне ковзання в напрямку від центра повороту внаслідок дії відцентрової (бічної) сили. Це супроводжується заносом задньої осі – у разі задньоприводного ТЗ, заносом передньої осі – у разі передньоприводного ТЗ або і тим, й іншим – у разі повноприводного ТЗ. Аналогічна втрата стійкості ТЗ може наступати на прямій ділянці дороги з низьким коефіцієнтом зчеплення, коли тягове чи гальмівне зусилля буде дорівнювати силі зчеплення коліс з дорогою.

Також втрата стійкості ТЗ з бічним ковзанням коліс може виникнути при рівномірному русі на повороті, якщо максимальну можливу бокову реакцію коліс (4.3) перевищує бокова сила інерції P_{jy} ,

тобто $P_{jy} = \frac{G_a v_a^2}{gR} \geq R_{y\max} = \phi R_z$. Звідси критична швидкість руху ТЗ

на повороті, коли $v_a = v_{\text{кр}}$ за умови відсутності бічного ковзання коліс з урахуванням того, що $R_z = G_a = m_a g$ буде

$$v_{\text{кр}} = \sqrt{g\phi R}, \quad (4.4)$$

де $v_{\text{кр}}$ – критична швидкість руху автомобіля за умов стійкості та керованості, м/с;

R – радіус траєкторії (повороту), м.

У відповідності до даної формули, критична швидкість руху ТЗ на повороті, за умови відсутності бічного ковзання, буде залежати від радіусу проходження повороту R та коефіцієнта зчеплення коліс з дорогою ϕ .

На практиці радіус повороту дороги визначається з топографічних карт або шляхом вимірювання на місці. Зокрема, щоб визначити радіус повороту дороги на заданій ділянці, треба за допомогою натягнутого шнура (рулетки) з'єднати кінці дуги повороту (точки A і B), замірити висоту сегмента h , утвореного дугою AB й хордою S (рис. 4.2.) і визначити радіус закруглення на даній ділянці за формулою [16]

$$R = \frac{S^2 + 4 \cdot h^2}{8 \cdot h}, \quad (4.5)$$

де h – висота, м;
 S – відстань, м.

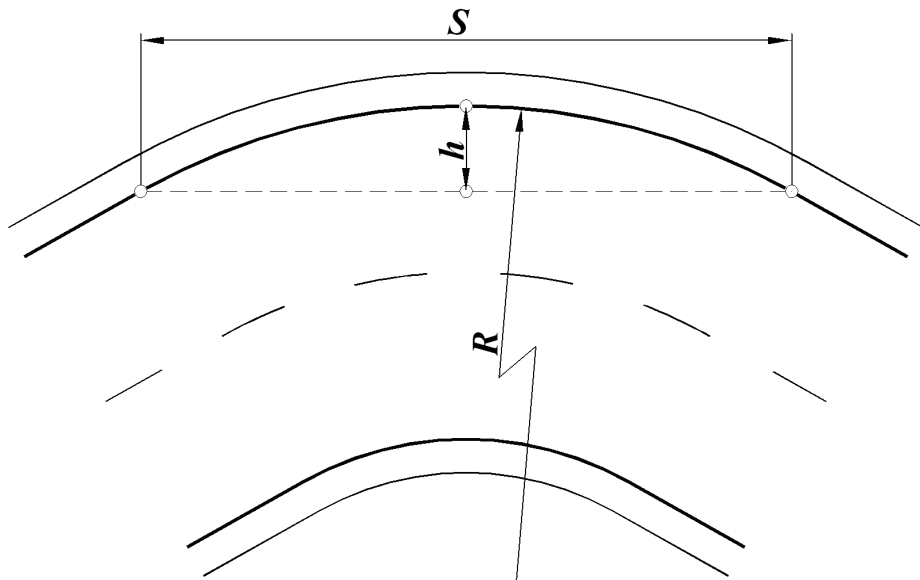


Рис. 4.2. Експериментальний спосіб вимірювання розмірів повороту дороги

Під час руху на повороті може також трапитися перекидання ТЗ навколо зовнішніх коліс. Це можливо, коли момент від бокової сили інерції P_{jy} , що діє на плечі, рівному висоті центру мас $h_{\text{цм}}$, перевищить вагу автомобіля G_a , яка діє на плечі, рівнім половині колії коліс $\frac{1}{2}B_k$, тобто $P_{jy}h_{\text{цм}} = \frac{G_a v_a^2}{gR} h_{\text{цм}} \geq G_a \frac{1}{2}B_k$. Звідси критична швидкість руху ТЗ на повороті за умов відсутності перекидання з урахуванням коефіцієнту поперечний крен підвіски $\eta_{\text{п}}$ буде [6]

$$v_{кр} = \eta_{п} \sqrt{\frac{gB_{к}R}{2h_{цм}}}, \quad (4.6)$$

де $\eta_{п}$ – коефіцієнт, що враховує поперечний крен підвіски;

$B_{к}$ – колія коліс, м;

$h_{цм}$ – висота центра мас, м.

У випадку втрати поздовжньої стійкості автомобіль може перекинутись навколо передніх чи задніх коліс, або сповзати в поздовжньому напрямку ухилу дороги. У сучасних автомобілів, в яких центр ваги розташований відносно низько, перекидання в поздовжній площині малоймовірне. А от сповзання загальмованого автомобіля на поздовжньому ухилі λ може відбутися на слизькій дороги за умови низького коефіцієнту зчеплення φ , коли [6]

$$\varphi \leq \operatorname{tg} \lambda. \quad (4.7)$$

За такої умови загальмований автомобіль із заблокованими колесами буде сповзати на поздовжньому ухилі необмежено за часом до тих пір, поки не зменшиться ухил дороги λ або не збільшиться коефіцієнт зчеплення φ коліс з поверхнею дороги.

Далі розглянемо як впливає на керованість ТЗ колесо, яке має еластичну шину, що деформується під дією бічної сили (рис. 4.3). При коченні такого колеса кожна наступна точка бігової доріжки протектора 1–2–3, в наслідок зігнутості осьової площини шини буде входити в контакт з дорогою, з деяким бічним зміщенням. Відповідно площина кочення колеса буде розташовуватися під якимось кутом δ до його середньої площини. Це явище називають бічним відведенням еластичного автомобільного колеса, що котиться будучи навантаженим бічною силою, а кут δ – кутом бічного відведення.

Кут бічного відведення при коченні еластичного колеса залежить від різних факторів, але перш за все від висоти профілю й бічної жорсткості шини, а також від діючої на колесо бічної сили. Максимальні кути відведення шин можуть складати до 12° – 18° .

На графіку залежності бічної сили від кута відведення можна відзначити три характерні ділянки: 0– a – ділянка, де кут відведення залежить лінійно від бічної сили; a – b – перехідна ділянка; b – c – ділянка, де кут відведення зростає без збільшення бічної сили (рис. 4.4.) [6]. Межею збільшення бічної сили P_y , прикладеної до колеса, що

вільно котиться, є сила зчеплення шини з опорною поверхнею, яка визначається добутком $\varphi \cdot G_K$.

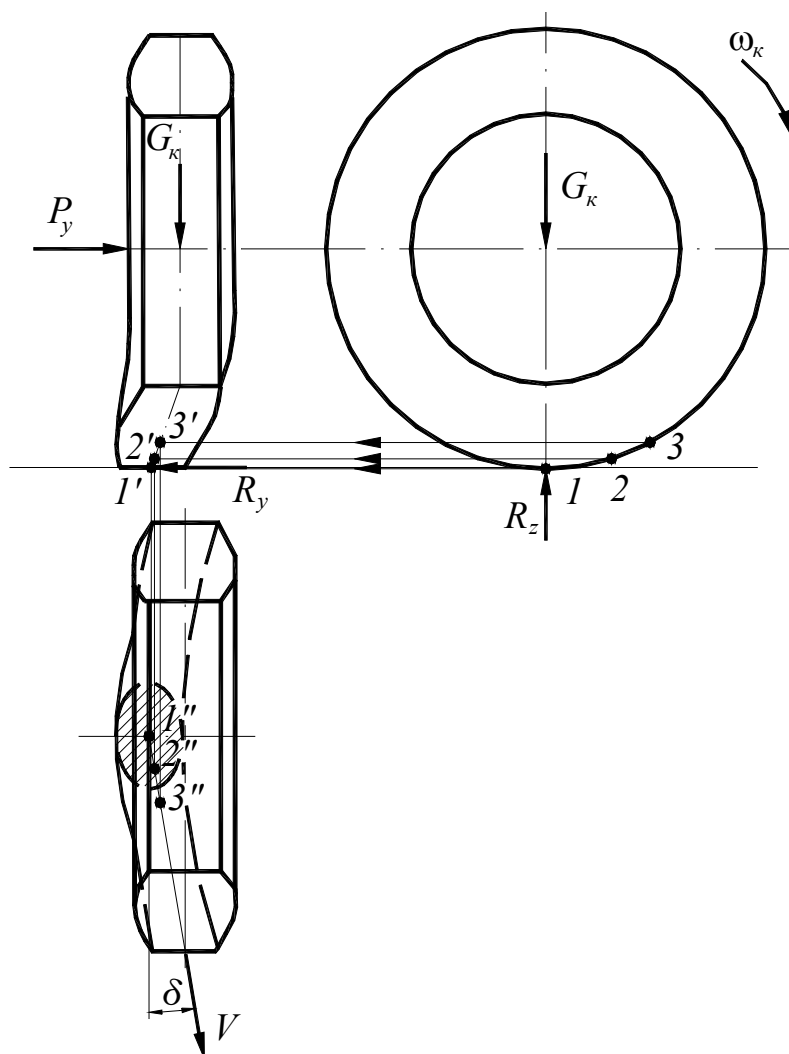


Рис. 4.3. Схема кочення еластичного колеса з бічним відведенням

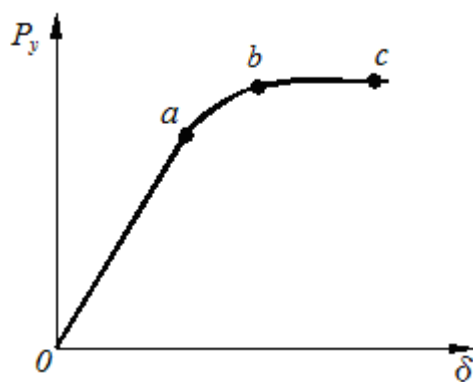


Рис. 4.4. Залежність кута відведення від бічної сили

Відношення бічної сили P_y до кута відведення δ , визначене на лінійній ділянці $0-a$, називається коефіцієнтом опору бічному відведенню колеса

$$k_\delta = \frac{P_y}{\delta}, \quad (4.8)$$

де k_δ – коефіцієнт опору бічному відведенню колеса ТЗ, Н/рад;

P_y – сила, що діє на колесо у бічному напрямку, Н;

δ – кут бічного відведення колеса, радіани.

Коефіцієнт опору бічному відведенню в основному залежить від розмірів і конструкції колеса, тиску повітря в шині, типу і стану дорожнього покриття, нормального навантаження та деяких інших факторів.

Значення коефіцієнта k_δ для шин легкових автомобілів коливається в межах 15–60 кН/рад, а для шин вантажних автомобілів та автобусів – у межах 60–180 кН/рад. Нижні значення коефіцієнта k_δ відносяться до шин з діагональним кордом, а верхні – з радіальним кордом [28]. У зв'язку з більш високими значеннями тиску в шинах вантажних автомобілів та їх пружністю відведення коліс у цих автомобілях впливає менше на їх керованість у порівнянні з легковими автомобілями.

Якщо припустити, що колеса ТЗ є абсолютно жорсткі і не котяться без бічного ковзання, то траєкторія повороту такого ТЗ буде мати вигляд, показаний рис. 4.5 [6]. На схемі позначені вектори швидкостей середніх точок передньої осі V_1 (точка F) і задньої осі V_2 (точка E). Вектор $\vec{V}_1$ відхиляється від подовжньої осі автомобіля на кут θ – середній кут повороту керованих коліс. Перпендикуляри до векторів швидкостей $\vec{V}_1$ і $\vec{V}_2$ перетинаються в одній точці O , що називається миттєвим центром повороту автомобіля.

Зі схеми повороту автомобіля видно, що:

- внутрішнє кероване колесо автомобіля необхідно повертати на більший кут θ_v , ніж кут повороту зовнішнього колеса θ_n , щоб обидва колеса під час руху ТЗ на повороті здійснювали чисте кочення без прослизання;

- по найбільшому радіусі $R_{\max}$ переміщується переднє зовнішнє колесо автомобіля, а по найменшому радіусі $R_{\min}$ – внутрішнє колесо задньої осі;

- ширина смуги руху автомобіля на повороті B' перевищує його габаритну ширину B ;
- середній радіус повороту $R_{\text{ср}}$ визначається, як мінімальна відстань від миттєвого центру повороту O до подовжньої осі автомобіля

$$R_{\text{ср}} = OE = \frac{EF}{\text{tgi}} = \frac{L}{\text{tgi}}, \quad (4.9)$$

де $R_{\text{ср}}$ – радіус повороту середини задньої осі автомобіля на абсолютно жорстких шинах (середній радіус повороту), м;

θ – середній кут повороту передніх керованих коліс, радіани;

L – колісна база ТЗ, м.

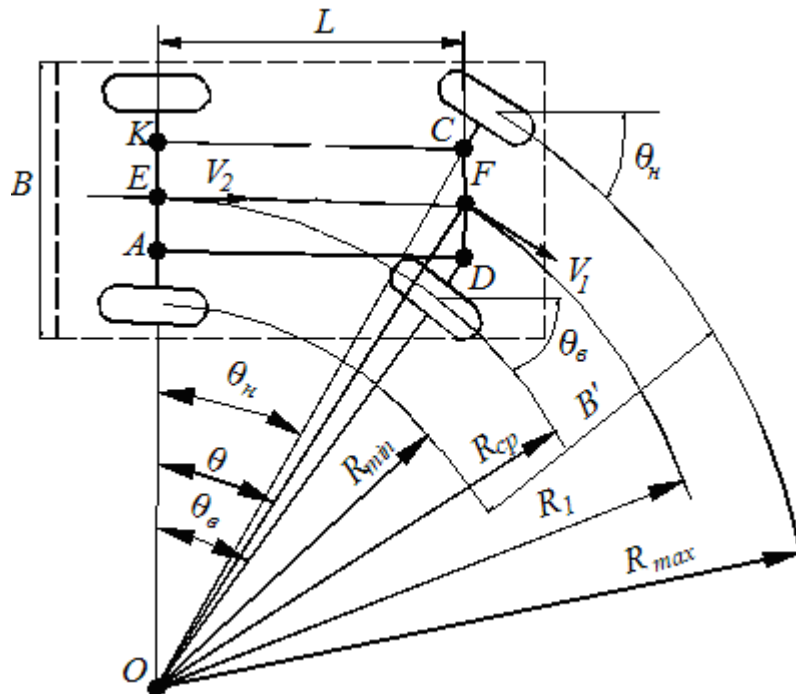


Рис. 4.5. Схема повороту автомобіля з абсолютно жорсткими колесами

При малих кутах повороту θ , виражених у радіанах можна записати $\text{tg}\theta \approx \theta$. Тоді

$$R_{\text{ср}} = \frac{L}{\text{tgi}} \approx \frac{L}{\theta}. \quad (4.10)$$

Розглянемо як впливає на кінематику повороту автомобіля бічне відведення коліс. При криволінійному русі по горизонтальній повер-

[illegible]

Оскільки сума $EM+MF=L$ – база автомобіля, то: $EM = R_{\delta} \cdot \operatorname{tg} \delta_2$; $MF = R_{\delta} \cdot \operatorname{tg}(\alpha - \delta_1)$; $EM + MF = L = R_{\delta} [\operatorname{tg} \delta_2 + \operatorname{tg}(\alpha - \delta_1)]$. Звідси середній радіус повороту автомобіля R_{δ} з урахуванням впливу бічного відведення коліс буде

$$R_{\delta} = \frac{L}{\operatorname{tg} \delta_2 + \operatorname{tg}(\alpha - \delta_1)}, \quad (4.11)$$

де R_{δ} – середній радіус повороту автомобіля з урахуванням впливу бічного відведення коліс, м;

δ_1, δ_2 – кут бічного відведення коліс відповідно передньої та задньої осей, радіани.

У разі невеликих кутів відведення та повороту тангенс кутів, виражені в радіанах, можна замінити самими кутами

$$R_{\delta} \approx \frac{L}{\alpha + \delta_2 - \delta_1}. \quad (4.12)$$

Співвідношення кутів відведення коліс передньої осі δ_1 і задньої осі δ_2 впливають на зміну середнього радіусу повороту та керованість ТЗ. Якщо кути відведення коліс передньої і задньої осей однакові ($\delta_1 = \delta_2$), то середні радіуси повороту автомобілів з абсолютно жорсткими та еластичними колесами також будуть приблизно однакові $R_{\text{ср}} \approx R_{\delta}$ (рис. 4.7, а). У цьому випадку бічне відведення коліс не впливає на кривизну траєкторії повороту й лише миттєвий центр повороту зміщується вперед відносно осі задніх коліс автомобіля. Такі ТЗ визначаються як ті, що мають нейтральну поворотність.

Якщо кут відведення передніх коліс δ_1 більший, ніж задніх коліс δ_2 , то знаменник у формулі (4.12) зменшується, а середній радіус повороту, за рахунок впливу відведення, збільшується, тобто $\delta_1 > \delta_2 \rightarrow R_{\delta} > R_{\text{ср}}$ (рис. 4.7, б). Такі автомобілі визначають як автомобілі, що мають недостатню поворотність. Зрозуміло, що для проходження повороту із заданим радіусом при недостатній поворотності водій повинен компенсувати вплив бічного відведення додатковим поворотом керованих коліс

У випадку коли кут бічного відведення передніх коліс δ_1 менший, ніж задніх коліс δ_2 , знаменник у формулі (4.12) збільшується, а середній радіус повороту за рахунок впливу відведення зменшується,

тобто $\delta_1 < \delta_2 \rightarrow R_\delta < R_{cp}$ (рис. 4.7, в). При цьому ТЗ за рахунок більшого відведення задніх коліс буде втягуватися в більш крутий поворот з меншим радіусом R_δ , що є небезпечним і може призвести до втрати стійкості руху ТЗ. Такі автомобілі визначають як ті, що мають надлишкову поворотність.

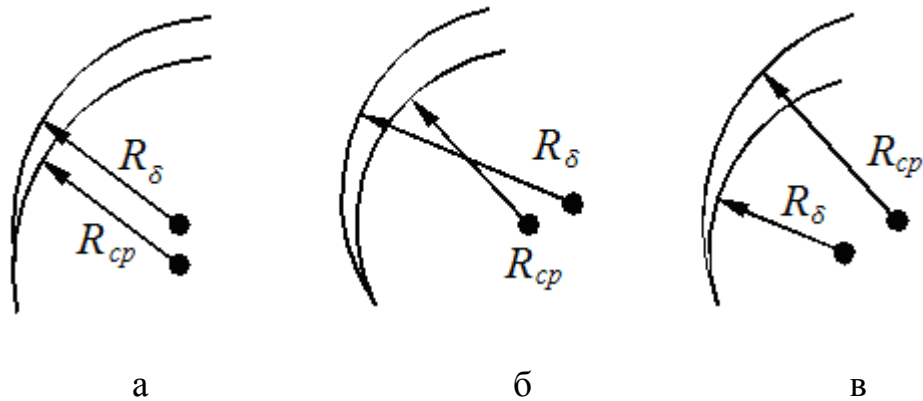


Рис. 4.7. Радіуси повороту автомобіля з жорсткими (R_{cp}) та еластичними (R_δ) колесами при різних поворотності: а – нейтральна поворотність; б – недостатня поворотність; в – надлишкова поворотність

Як правило, сучасні ТЗ конструюють з нейтральною або з недостатньою поворотністю. У першу чергу це практикують, коли розподіл ваги між осями ТЗ є однаковим, або коли на передню вісь приходить більша вага ніж на задню. Але в процесі збільшення навантаження таких ТЗ недостатня або нейтральна поворотність може змінитися на надлишкову. Це трапляється коли за рахунок вантажу вага, що приходить на задню вісь буде відносно збільшена в порівнянні з вагою, що приходить на передню вісь.

При підвищенні швидкості руху ТЗ з надлишковою поворотністю під дією поперечної складової сили інерції P_{jy} , збільшується різниця між кутами відведення задніх та передніх коліс

$$\delta_2 = \frac{P_{y2}}{k_{\delta 2}} = P_{jy} \cdot \frac{L_1}{L \cdot k_{\delta 2}} = \frac{G_a \cdot v_a^2}{g \cdot R_\delta} \cdot \frac{L_1}{L \cdot k_{\delta 2}} = \frac{G_2}{g \cdot k_{\delta 2}} \cdot \frac{v_a^2}{R_\delta}; \quad (4.13)$$

$$\delta_1 = \frac{P_{y1}}{k_{\delta 1}} = P_{jy} \cdot \frac{L_2}{L \cdot k_{\delta 1}} = \frac{G \cdot v_a^2}{g \cdot R_\delta} \cdot \frac{L_2}{L \cdot k_{\delta 1}} = \frac{G_1}{g \cdot k_{\delta 1}} \cdot \frac{v_a^2}{R_\delta}, \quad (4.14)$$

де $k_{\delta 1}$ і $k_{\delta 2}$ – коефіцієнти опору бічному відведенню відповідно передніх і задніх коліс;

P_{jy} – поперечна складова сили інерції ТЗ, $P_{jy} = Gv_a^2 / gR$, Н;

G_1, G_2 – статичні навантаження (вага), що діють на горизонтальній дорозі відповідно на колеса передньої і задньої осей ТЗ,

$$G_1 = \frac{G_a}{L} L_2, \quad G_2 = \frac{G_a}{L} L_1;$$

L_1, L_2 – повздовжні координати центру мас ТЗ відносно передньої та задньої осі відповідно, м.

У результаті цього кут, на який потрібно повернути керовані колеса, щоб змусити ТЗ рухатися по траєкторії заданої кривизни, зі збільшенням швидкості зменшується. При деякій критичній швидкості різниця між кутами відведення задньої та передньої осі може досягти величини, що взагалі усуває необхідність повертати кермове колесо, тобто автомобіль буде рухатися криволінійно при нейтральному положенні керованих коліс [6]

$$v_{кр} = \sqrt{\frac{gL}{\frac{G_2}{K_{\delta 2}} - \frac{G_1}{K_{\delta 1}}}}, \text{ м/с.} \quad (4.15)$$

Досягнення або перевищення цієї швидкості під час руху по траєкторії будь-якого радіусу повністю порушує керованість ТЗ. При цьому радіус траєкторії ТЗ буде безупинно зменшуватися, а відхилення від потрібного напрямку руху зростати. Таке порушення керованості ТЗ з надлишковою поворотністю при досягненні деякої критичної швидкості може призвести до аварії, порушенню стійкості руху ТЗ.

Відповідно до формули (4.15) критична швидкість $v_{кр}$ буде обмежувати швидкісний рух ТЗ у разі збільшення статичного навантаження на задні колеса G_2 у порівнянні з навантаженням на передні колеса G_1 , а також у разі зменшення коефіцієнта опору відведенню задніх коліс $k_{\delta 2}$ у порівнянні з коефіцієнтом $k_{\delta 1}$ передніх коліс. Таке зменшення коефіцієнта $k_{\delta 2}$ в процесі експлуатації ТЗ виникає при зниженні тиску повітря в задніх колесах із-за порушення їх герметичності.

Якщо внаслідок перерахованих експлуатаційних причин ТЗ з надлишковою поворотністю досяг критичної швидкості і порушується його керованість, водію треба негайно зменшити швидкість і встановити постійну або менш круту траєкторію руху ТЗ.

На сучасних автомобілях (поки ще не на всіх) виробники встановлюють систему динамічної стабілізації (СДС), яка забезпечує збереження поперечної стійкості автомобіля та його керованість, коли відбувається їх втрата (рис. 4.8).

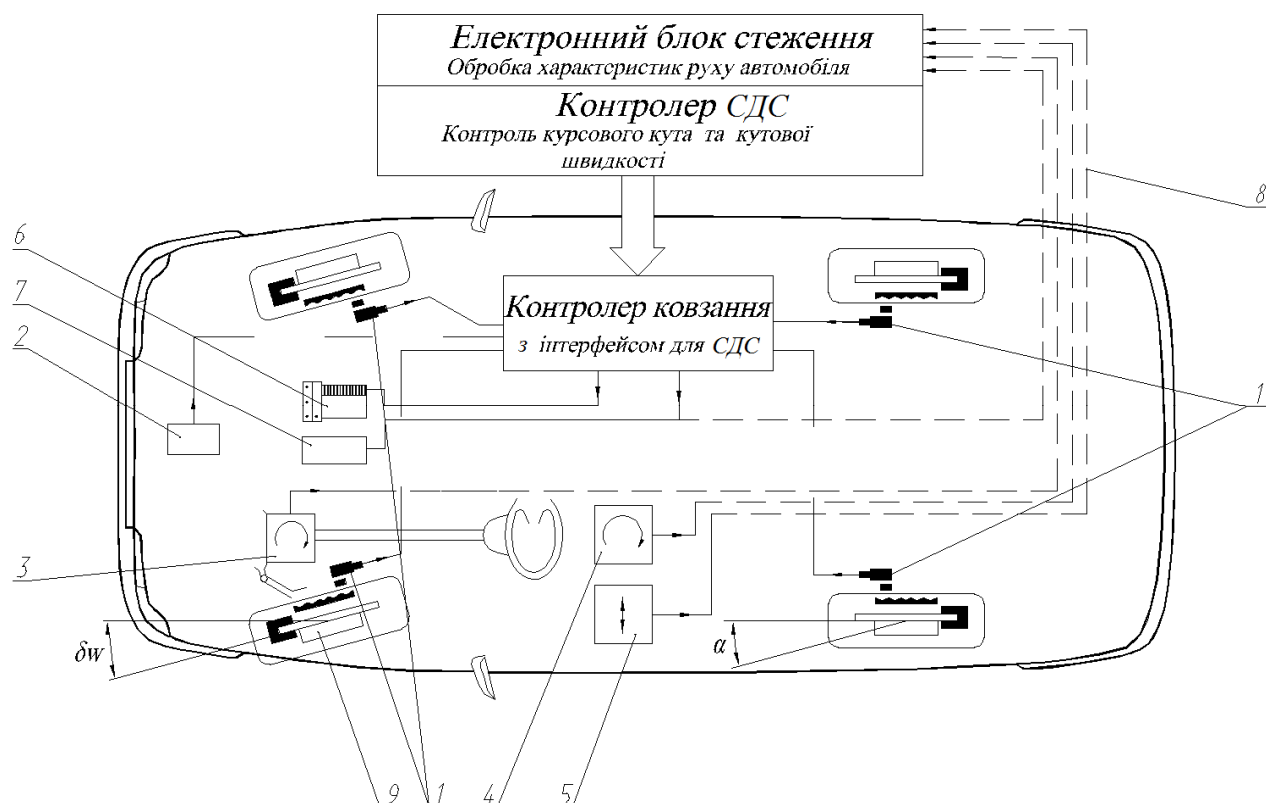


Рис. 4.8. Система динамічної стабілізації автомобіля:

1 – датчики швидкості обертання коліс; 2 – датчик тиску в гальмівній системі; 3 – датчик положення кермового колеса; 4 – датчик кутової швидкості автомобіля; 5 – датчик поперечного прискорення автомобіля; 6 – модулятор тиску; 7 – блок керування роботою двигуна; 8 – сигнали датчиків для СДС; α – кут бічного прослизання колеса; δ_w – кут повороту переднього колеса

У загальному виді СДС містить наступні датчики [2, 6]:

– датчик швидкості обертання коліс (використовуються датчики АБС) 1;

- датчик тиску гальмівної рідини 2, що повідомляє про гальмівне зусилля на окремих колесах автомобіля при роботі СДС;
- датчик кута повороту кермового колеса, що дає інформацію про траєкторію руху, яка задана або задається водієм 3;
- датчик швидкості обертання автомобіля навколо вертикальної осі 4;
- датчик поперечного прискорення автомобіля, що реєструє будь-яке бічне переміщення автомобіля 5.

В основу роботи такої системи покладено те, що бічне ковзання однієї з осей – це обертання автомобіля навколо його вертикальної осі, на що реагує відповідний датчик 4. При одночасному ковзанні передньої і задньої осей в одному й тому ж напрямку, коли обертання автомобіля відсутнє, необхідний сигнал до контролера надходить від датчика поперечного прискорення 5. У загальному виді робота СДС здійснюється таким чином. Сигнали від датчиків надходять в електронний блок, зв'язаний мультиплексною лінією з блоком керування двигуном й автоматичною трансмісією, звідки він одержує поточні дані крутного моменту двигуна, положення дросельної заслінки, увімкнену передачу. По цій же лінії СДС може коректувати роботу електронних блоків двигуна й автоматичної трансмісії. Електронний блок керування СДС постійно порівнює фактичне поведіння автомобіля, яке фіксується датчиками, з розрахунковими даними, і якщо автомобіль відхиляється від розрахункової траєкторії, СДС здійснює відповідну коректуючи дію й повертає автомобіль до заданої траєкторії руху. Це робиться двома шляхами: точно розрахунковим гальмівним імпульсом, що прикладається до одного чи декількох коліс, або зменшенням крутного моменту двигуна. Наприклад, при заносі задньої осі автомобіля СДС гальмує переднє та заднє колесо, які є зовнішніми до повороту (рис. 4.9, а). При зносі автомобіля від центру повороту назовні СДС гальмує переднє та заднє внутрішні колеса, та заднє зовнішнє колесо (рис. 4.9, б).

Таким чином, СДС виправляє помилки водія й стабілізує стійкість автомобіля у випадку бічного ковзання на мокрому, крижаному, гравійному чи будь-якому покритті дороги при всіх режимах руху – гальмуванні, розгоні або русі накатом. Також СДС дозволяє зберегти керування автомобілем у випадку надлишкової поворотності.

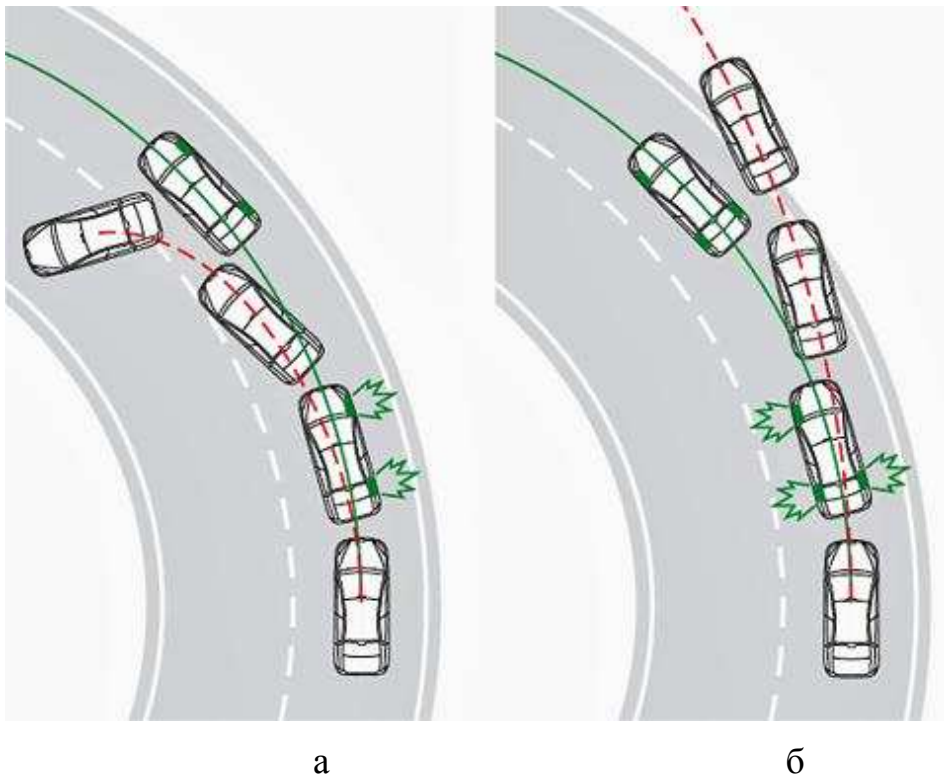


Рис. 4.9. Робота системи динамічної стабілізації руху автомобіля

4.2. Експертний розрахунок маневру автомобіля

Щоб уникнути наїзду на перешкоду шляхом маневру, водій теоретично може застосувати три основні види маневру: «вхід у поворот» («відворот» від перешкоди), «вхід–вихід» при повороті, «зміна смуги руху» («перестановка»), (рис. 4.10).

У простому випадку водій може уникнути зіткнення з перешкодою, різко повертаючи кермо. При цьому кут повороту кермованих коліс буде безперервно збільшуватись, а автомобіль буде рухатися по дузі радіуса, що безперервно зменшується. Такий вид маневру умовно називається «вхід у поворот» або «відворот» від перешкоди (рис. 4.10, а).

Водій може також після повороту кермованих коліс повернути їх у початкове положення. Такий маневр називається «вхід–вихід» при повороті (рис. 4.10, б).

Обидва ці маневри «вхід у поворот» і «вхід–вихід» не вимагають від водія високої майстерності, але завдяки цим простим маневрам водій може спробувати уникнути аварійної ситуації. Недоліком цих маневрів є те, що після їх виконання може виникнути інша перешкода, наприклад, у вигляді краю дороги, бордюру, кювету, пішо-

ходів і т.п., і водій вимушений буде знов екстрено маневрувати чи гальмувати. Тому застосовувати маневри типу «вхід у поворот» і «вхід–вихід» можна тільки на достатньо широкій ділянці дороги або на перехресті чи повороті.

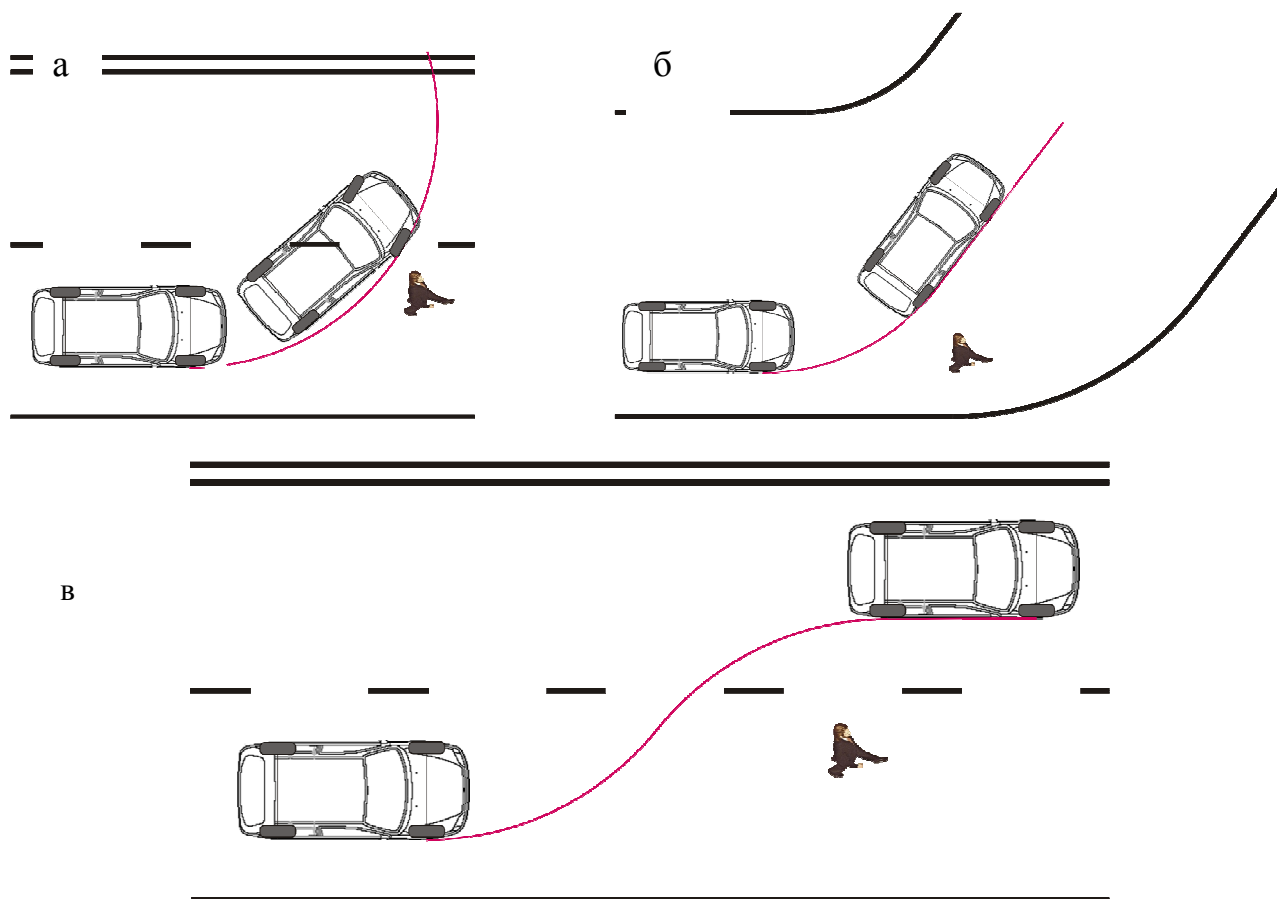


Рис. 4.10. Види маневру ТЗ:

а – «вхід у поворот» («відворот» від перешкоди); б – «вхід–вихід» при повороті; в – «зміна смуги руху» («перестановка»)

При маневрі «зміна смуги руху» (інше найменування «перестановка»), водій спершу повертає кермо в один бік, потім через нейтральне положення в інший бік, після чого знову повертає кермо в початкове положення (рис. 4.10, в). У кінці маневру автомобіль рухається в первинному напрямі, але по паралельній смузі руху. Цей вид маневру більшою мірою підходить для аналізу можливості уникнути ДТП, оскільки після виконання маневру автомобіль може мати можливість безпечно рухатися по проїжджій частині дороги.

Якщо водій повинен був виконати об'їзд перешкоди, але не зміг цього зробити, і трапилося ДТП, в експертній практиці виникає необхідність у проведенні дослідження маневру для встановлення

механізму ДТП, а також при рішенні питання про наявність (відсутність) у водія технічної можливості запобігти ДТП. При цьому експертові потрібно визначити або можливе бічне відхилення траєкторії руху ТЗ від перешкоди на заданій відстані, або відстань до перешкоди, на якій траєкторія руху ТЗ могла відхилитися на задану величину. Для рішення цих задач необхідно розрахувати траєкторію руху ТЗ у процесі маневру.

Дійсну траєкторію руху ТЗ розрахунковим методом визначити неможливо, оскільки не можна точно встановити, з якою кутовою швидкістю водій здійснював поворот кермового колеса та як вона мінчалася в процесі повороту. Тому експерт може визначити лише гранично можливі значення параметрів повороту транспортного засобу. Чим точніше прийнятий експертом метод розрахунку, тим ближче до дійсності розрахункові граничні значення цих параметрів.

На певних етапах розвитку автотехнічної експертизи використовувалися різні розрахункові методики, що описують маневр автомобіля при дослідженні ДТП:

- методика, що запропонована в 1971 році Н.Н. Крісті в «Методичних рекомендаціях по проведенню автотехнічної експертизи» [16];

- методика, що запропонована в 1980 році професором В.А. Іларіоновим у «Судовій автотехнічній експертизі» ч. 2 [28];

- методика, що запропонована в 1989 році В.А. Іларіоновим в методичному листі для експертів «Розрахунок параметрів маневру транспортних засобів» [23].

Перш за все, ці методики відрізняються одна від одної припущеннями, що покладені в основу розрахунку траєкторії руху ТЗ на кривій. Розглянемо методику Н.Н. Крісті, основою якої є припущення, що при виконанні маневру автомобіль рухається за траєкторією з постійним радіусом (рис. 4.11).

Відстань S , на якій траєкторія руху ТЗ, який рухається за радіусом R , відхиляється на задану поперечну координату y , або зворотнє перетворення розраховується за формулами [16]

$$S = \sqrt{2yR - y^2}, \quad (4.16)$$

$$y = R - \sqrt{R^2 - S^2}, \quad (4.17)$$

де y – поперечна координата, м.

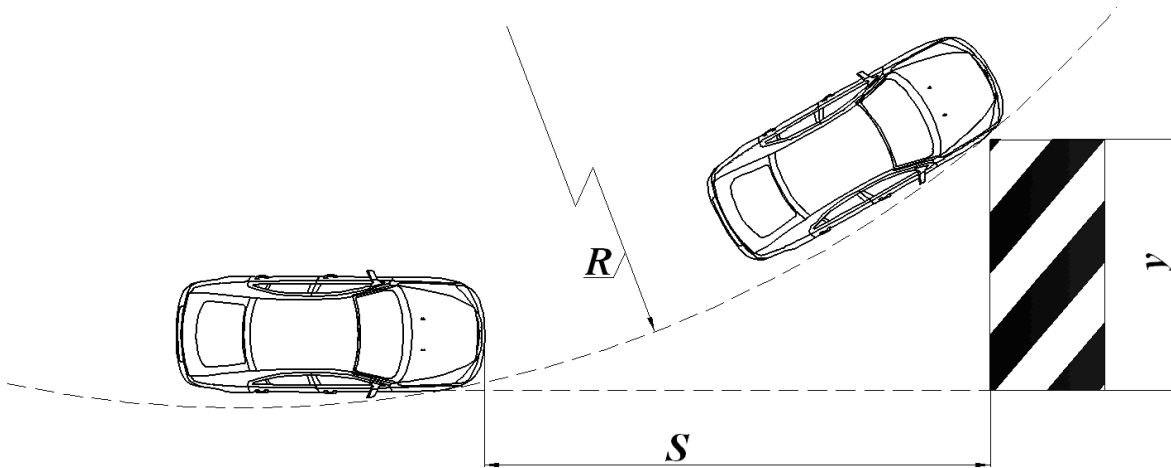


Рис. 4.11. Розрахункова схема маневру автомобіля з постійним радіусом

Далі замість радіусу R у наведені формули (4.16), (4.17) підставляють значення радіусу повороту $R_{\text{пг}}$ передньої габаритної точки ТЗ. Значення радіусу повороту $R_{\text{пг}}$ передньої зовнішньої габаритної точки ТЗ можна визначити з розрахункової схеми (рис. 4.12) [16]

$$R_{\text{пг}} = \sqrt{(R_{\text{ср}} + 0,5 \cdot B_a)^2 + L_{\text{пг}}^2}, \text{ м}, \quad (4.18)$$

де $L_{\text{пг}}$ – відстань від передньої габаритної точки до центру задньої осі ТЗ, м;

B_a – габаритна ширина ТЗ, м.

Середній радіус повороту центру заднього осі ТЗ можна також визначити з тієї ж розрахункової схеми за формулою [16]

$$R_{\text{ср}} = \sqrt{R_{\text{цт}}^2 - L_2^2}, \text{ м}, \quad (4.19)$$

де $R_{\text{цт}}$ – радіус повороту центру тяжіння ТЗ за умов відсутності суттєвого бічного крену, м.

Радіусу $R_{\text{цт}}$ при русі ТЗ на грані зчеплення коліс з дорогою буде дорівнювати [16]

$$R_{\text{цт}} = \frac{v_a^2}{g \cdot \phi'}, \quad (4.20)$$

де ϕ' – коефіцієнт зчеплення колеса з дорогою в поперечному напрямку до площини їх кочення.

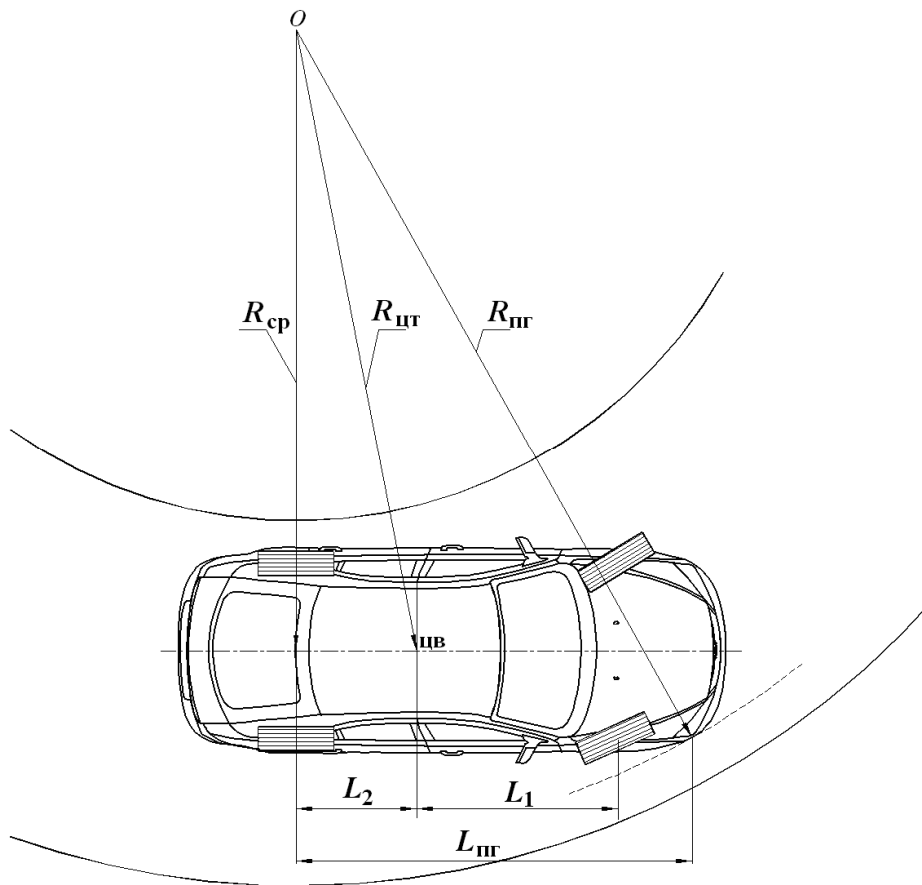


Рис. 4.12. Розрахункові радіуси повороту ТЗ
за методикою Н.Н. Крісті

За відсутністю технічних даних про координати центру ваги автомобіля відстані L_1, L_2 від центру ваги до передньої або задньої осі можна визначити за формулами

$$L_1 = \frac{G_2}{G_a} L, \quad (4.21)$$

$$L_2 = \frac{G_1}{G_a} L. \quad (4.22)$$

Вагу ТЗ і нормальне навантаження на передню та задню осі можна визначити шляхом зважування автомобіля або за його технічними даними. Якщо не представляється можливим встановити нормальне навантаження на передню та задню осі ТЗ і його координати центра ваги, можна виконати розрахунок радіуса повороту передньої габаритної точки ТЗ за умови граничного зчеплення коліс з дорогою за наближеною формулою [16]

$$R_{\text{пр}} \approx \frac{v_a^2}{g\varphi'} + \frac{B_a}{2}. \quad (4.23)$$

Ця формула дає незначну похибку при великих радіусах повороту ТЗ, наприклад, тих, які відповідають руху ТЗ на швидкості більш ніж 50–60 км/год.

В експертній практиці нерідкі випадки, коли потрібно визначити можливе паралельне зміщення смуги руху ТЗ на заданій відстані, наприклад, для того, щоб проаналізувати можливість уникнути ДТП шляхом маневру «зміна смуги руху». Для здійснення такого маневру водій повинен повернути кермове колесо спочатку в один бік, потім в інший і далі вернути його в нейтральне положення, з таким розрахунком, щоб смуга руху перемістилася на заданій ділянці на максимально можливу відстань без втрати стійкості та керованості ТЗ. Якщо виходити із прийнятого раніше припущення, що при здійсненні маневру передня габаритна точка ТЗ переміщується по дузі окружності з постійним радіусом, то перехідна ділянка між траєкторіями повороту передніх габаритних точок в одну й в іншу сторони буде відсутня, а траєкторія руху буде складатися з двох кривих постійного радіуса (рис. 4.13) [16].

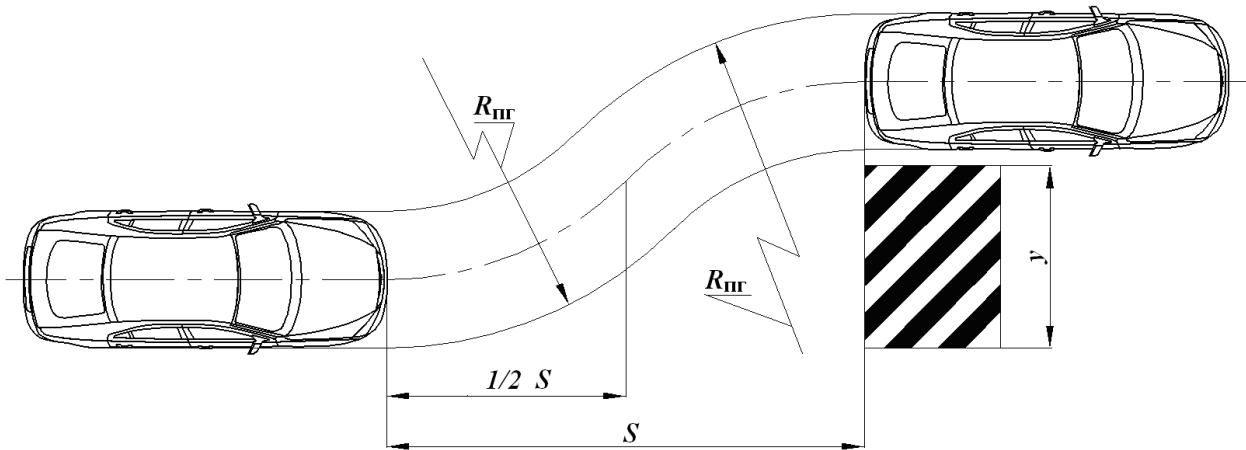


Рис. 4.13. Розрахункова схема руху ТЗ при маневрі «зміна смуги руху»

Мінімальна відстань S , на якій смуга руху може бути зміщена в поперечному напрямку на заданій величині y , або навпаки можливе поперечне зміщення y смуги руху ТЗ на заданій відстані S буде [16]

$$S = \sqrt{2y(2R_{\text{пр}} - B_a) - y^2}, \quad (4.24)$$

$$y = 2R_{\text{пг}} - B_a - \sqrt{(2R_{\text{пг}} - B_a)^2 - S^2}, \text{ м.} \quad (4.25)$$

Загальні недоліки методики Н.Н. Крісті з дослідження маневрів автомобіля – «вхід у поворот» і «зміна смуги руху», наступні:

- робиться припущення, що автомобіль при маневрі рухається по дузі з постійним радіусом, хоча насправді радіус повороту автомобіля буде постійно змінюватися;
- не враховується бічне відведення еластичних коліс і пов'язаний з цим вплив на траєкторію руху при маневрі;
- не визначено, як встановлювати величину бічного коефіцієнту зчеплення колеса з дорогою ϕ' ;
- не враховується крен автомобіля;
- необхідно знати координати центру ваги автомобіля;
- необхідно знати розмір відстані від передньої габаритної точки до задньої осі ТЗ.

Переваги методики М.М. Крісті з дослідження маневру автомобіля – простота та доступність розрахунку.

Відома також інша методика розрахунку маневру автомобіля, в основу якої покладене припущення, що при екстреному маневруванні радіус повороту автомобіля буде постійно змінюватися, так як водій безперервно повертає кермо, тобто змінює кут повороту керованих коліс. Причому зміна кута повороту керованих коліс за часом відбувається за синусоїдальним законом (рис. 4.14) [28].

Водій спочатку, щоб уникнути перешкоди, повертає керовані колеса в одну сторону (ділянка 1) (див. рис. 4.14), потім, щоб не вийти за межі проїжджої частини, водій повертає керовані колеса в іншу сторону (ділянки 2 і 3) і далі водій повертає керовані колеса в початкове положення (ділянка 4). При такому допущенні кут повороту керованих коліс в будь-якій точці маневру визначають як [28]

$$\theta = \theta_{\text{max}} \sin \omega t, \quad (4.26)$$

де θ_{max} – максимальний кут повороту керованих коліс за відповідних умов (наприклад, за умов зчеплення коліс з дорогою та швидкості руху ТЗ), радіани.

t – інтервал часу, с;

ω – частота функції;

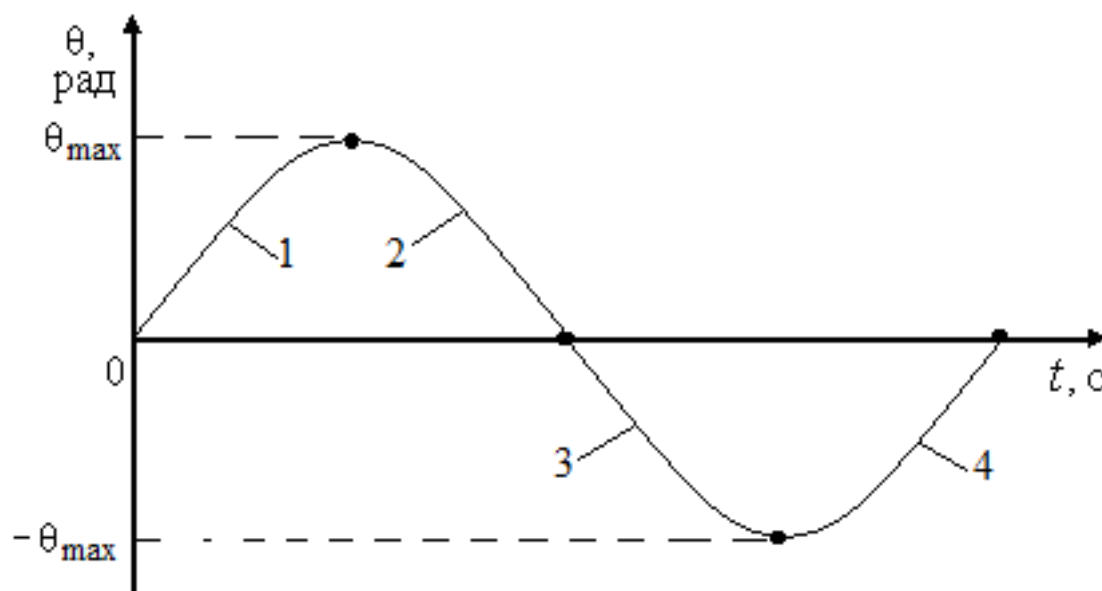


Рис. 4.14. Синусоїдальний закон зміни кута повороту керованих коліс ТЗ при маневрі

Традиційно рух автомобіля в процесі маневру подається в прямокутній системі координат, початок якої співпадає з серединою заднього моста, а вісь абсцис – з напрямом руху на початку маневру (рис. 4.15) [28].

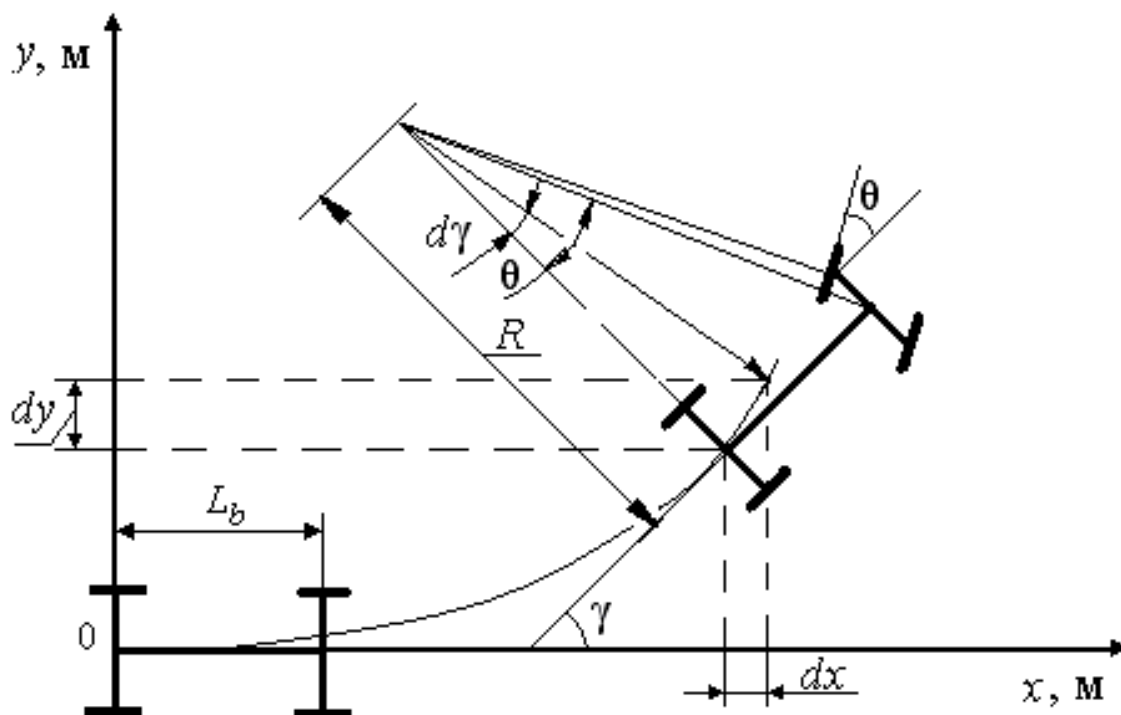


Рис. 4.15. Розрахункова схема повороту ТЗ з абсолютно жорсткими шинами

Тоді для автомобіля з колісною базою L і абсолютно жорсткими шинами коліс при повороті керованих коліс на кут θ радіус повороту середини заднього моста складе

$$R = \frac{L}{\operatorname{tg}\theta} \approx \frac{L}{\theta} = \frac{L}{\theta_{\max} \sin \omega t}. \quad (4.27)$$

У разі руху автомобіля з постійною швидкістю v_a за нескінченно малий проміжок часу dt середина заднього моста ТЗ опише дугу довжиною $dS = v_a dt = R d\gamma$. При цьому курсовий кут ТЗ зміниться на нескінченно малу величину

$$d\gamma = \frac{v_a dt}{R} = \frac{v_a \theta_{\max} \sin \omega t dt}{L}. \quad (4.28)$$

Через деякий певний час t курсовий кут ТЗ складе

$$\gamma = \frac{v_a \theta_{\max}}{L} \int_0^t \sin \omega t dt = \frac{v_a \theta_{\max}}{L \omega} (1 - \cos \omega t), \quad (4.29)$$

де γ – курсовий кут ТЗ відносно його початкового напрямку руху, радіани;

Якщо виразити частоту ω синусоїдальної функції через період T , тобто $\omega = \frac{2\pi}{T}$, то для визначення кута γ одержуємо більш зручну формулу [28]

$$\gamma = \frac{v_a \theta_{\max} T}{2\pi L} \left(1 - \cos \frac{2\pi t}{T} \right), \quad (4.30)$$

де T – період функції, с.

Тривалість маневру t буде дорівнювати періоду синусоїдальної функції T у разі виконання маневру «зміна смуги руху», тобто $T=t$. При маневрі «вхід у поворот» $T=4t$. При маневрі «вхід-вихід» $T=2t$. Таким чином, установивши вид та тривалість маневру t можна визначити період синусоїдальної функції маневру T .

Далі проаналізуємо, як будуть змінюватися координати ТЗ у процесі виконання маневру. За нескінченно малий проміжок часу dt

координати середини задньої осі автомобіля зміняться на нескінченно малу величину dx і dy

$$dx = v_a \cos \gamma dt; \quad (4.31)$$

$$dy = v_a \sin \gamma dt. \quad (4.32)$$

Після підстановки у формули (4.31), (4.32) значення кута γ (4.30) одержують диференціальні рівняння, які вирішені шляхом розкладання в ряд Тейлора, нехтуючи величинами четвертого ступеня малості [28]

$$\begin{aligned} x = v_a \cdot t \left[1 - \frac{1}{4} \left(\frac{\theta_{\max} \cdot v_a \cdot T}{2\pi \cdot L} \right)^2 \right] \cos \frac{\theta_{\max} \cdot v_a \cdot T}{2\pi \cdot L} + \frac{\theta_{\max} \cdot v_a^2 \cdot T^2}{4\pi^2 \cdot L} \times \\ \times \left[1 - \frac{1}{6} \left(\frac{\theta_{\max} \cdot v_a \cdot T}{2\pi \cdot L} \right)^2 \right] \sin \frac{\theta_{\max} \cdot v_a \cdot T}{2\pi \cdot L} \cdot \sin \frac{2\pi \cdot t}{T} + \frac{\theta_{\max}^2 \cdot v_a^3 \cdot T^3}{64\pi^3 \cdot L^2} \times \\ \times \cos \frac{\theta_{\max} \cdot v_a \cdot T}{2\pi \cdot L} \sin \frac{4\pi}{T} t + \frac{\theta_{\max}^3 \cdot v_a^4 \cdot T^4}{1152\pi^4 \cdot L^3} \left(3 \sin \frac{2\pi}{T} t - \sin \frac{6\pi}{T} t \right) \sin \frac{\theta_{\max} \cdot v_a \cdot T}{2\pi \cdot L}, \end{aligned} \quad (4.33)$$

$$\begin{aligned} y = v_a \cdot t \cdot \left[1 - \frac{1}{4} \left(\frac{\theta_{\max} \cdot v_a \cdot T}{2\pi \cdot L} \right)^2 \right] \sin \frac{\theta_{\max} \cdot v_a \cdot T}{2\pi \cdot L} - \\ - \frac{\theta_{\max} \cdot v_a^2 \cdot T^2}{4\pi^2 \cdot L} \left[1 - \frac{1}{6} \left(\frac{\theta_{\max} \cdot v_a \cdot T}{2\pi \cdot L} \right)^2 \right] \cos \frac{\theta_{\max} \cdot v_a \cdot T}{2\pi \cdot L} \sin \frac{2\pi \cdot t}{T} - \\ - \frac{\theta_{\max}^2 \cdot v_a^3 \cdot T^3}{64\pi^3 L^2} \sin \frac{\theta_{\max} \cdot v_a \cdot T}{2\pi \cdot L} \sin \frac{4\pi}{T} t - \\ - \frac{\theta_{\max}^3 \cdot v_a^4 \cdot T^4}{1152\pi^4 \cdot L^3} \left(3 \sin \frac{2\pi}{T} t - \sin \frac{6\pi}{T} t \right) \cos \frac{\theta_{\max} \cdot v_a \cdot T}{2\pi \cdot L}. \end{aligned} \quad (4.34)$$

За допомогою формул (4.30), (4.33) і (4.34) можна визначити значення курсового кута γ руху ТЗ і координати x та y середини його заднього осі для різних видів маневру.

Як видно із наведених формул, траєкторія руху ТЗ при виконанні маневру буде залежати також від максимального кута по-

вороту керованих коліс $\theta_{\max}$. На малих швидкостях, приблизно до 20–30 км/год, цей кут буде обмежуватися тільки конструкцією кермового керування. На середніх та високих швидкостях величина максимального кута повороту керованих коліс буде залежати від умов зчеплення коліс з дорогою та швидкості руху ТЗ [28]

$$\theta_{\max} = \frac{g\varphi_y L}{v_a^2}, \quad (4.35)$$

де φ_y – коефіцієнт зчеплення колеса з дорогою в поперечному до площини його кочення напрямку.

У роботі [28] наводиться також залежність величини максимального кута повороту керованих коліс від психофізичних можливостей водія, але необхідність у таких розрахунках при появі сучасних конструкцій кермового керування з підсилювачем керма втрачає свою актуальність.

При визначенні значення коефіцієнта φ_y слід враховувати те, що на його величину впливає бічна еластичність шини й пов'язане з нею явище бічного відведення колеса. Жорсткість шини та її коефіцієнт опору бічному відведенню можна вважати постійним тільки у вузькому діапазоні зміни відповідних експлуатаційних факторів (навантаження на шину, швидкості руху ТЗ, коефіцієнта зчеплення та ін.). У деяких роботах наводиться той факт, що кочення пружного колеса без значного проковзування в зоні контакту відбувається при зменшенні поперечної сили зчеплення до 0,5–0,7 від максимальної [6, 28]. Далі починається інтенсивне проковзування, що швидко переходить у ковзання з відповідним порушенням стійкості руху ТЗ. З урахуванням цього при експертному дослідженні маневру значення коефіцієнта поперечного зчеплення рекомендується приймати в межах 0,5–0,7 від коефіцієнта повздовжнього зчеплення [28]. Інакше кажучи, якщо систематизоване табличне значення поздовжнього коефіцієнта зчеплення дорівнює 0,7, то при розрахунку маневру коефіцієнт зчеплення колеса з дорогою φ_y у поперечному до площини його кочення напрямку може бути прийнято 0,35–0,5.

Проведені у 80-х роках в МАДІ за допомогою електронно-обчислювальної машини дослідження траєкторії моделі автомобіля

ГАЗ-24 «Волга» з еластичними шинами, в порівнянні з розрахунком моделі із жорсткими шинами, показали, що для безпечного переходу останньої на наступну смугу руху необхідна більша поздовжня відстань. Для наближення результатів обчислень до реальних значень у відповідні рівняння було запропоновано ввести коефіцієнт корекції маневру k_m , який показує, у скільки разів при маневрі значення параметрів координати бічного зміщення y та курсового кута γ в автомобіля з жорсткими шинами більші ніж значення цих параметрів в автомобіля з еластичними шинами при тій же поздовжній відстані x . Обробка експериментальних даних, отриманих А.А. Абрахмановим, показала, що коефіцієнт k_m змінюється за лінійним законом при зміні швидкості ТЗ [28]. Так, для сухого асфальтобетону

$$k_m = 1,12 + 0,0046v_a, \quad (4.36)$$

для мокрого асфальтобетону

$$k_m = 1,05 + 0,005v_a, \quad (4.37)$$

для зледенілої дороги

$$k_m = 1,0 + 0,0035v_a, \quad (4.38)$$

де k_m – коефіцієнт корекції маневру автомобіля.

Необхідність введення коефіцієнта k_m пояснюється наступним. Сучасні ТЗ мають, як правило, недостатню поворотність й за інших рівних умов рухаються по траєкторіях меншої кривизни, ніж автомобілі з жорсткими шинами. Природно, що за той же час (або на тій же відстані) ТЗ з еластичними шинами буде зміщуватися в поперечному напрямку на меншу відстань, ніж ТЗ із жорсткими шинами. Але емпіричні формули для розрахунку поправкового коефіцієнта k_m одержані за результатами невеликого обсягу експериментальних досліджень, проведених за участю обмеженої кількості автомобілів, й уточнення цих формул, на думку професора Іларіонова В.А., вельми бажане [28].

Крім того, на думку того ж професора, в цілому методика дослідження маневру автомобіля, в основу якої було покладене припущення, що в екстрених ситуаціях зміна кута повороту керованих

колів за часом відбувається за синусоїдальним законом, є дуже громіздкою за формулами й у деяких випадках не зовсім зрозумілою для експертів.

Остання з відомих методик експертного дослідження маневру автомобіля була запропонована у 1989 р [23] також доктором технічних наук Іларіоновим В.А. та кандидатами технічних наук Черновим В.І., Дадашевим Ф.А. Згідно з цією методикою при дослідженні маневру автомобіля зроблено припущення, що зміна кута повороту керованих колів за часом t_θ відбувається лінійно, тобто з однаковою кутовою швидкістю, а зміна напрямку повороту керованих колів відбувається миттєво (рис. 4.16).

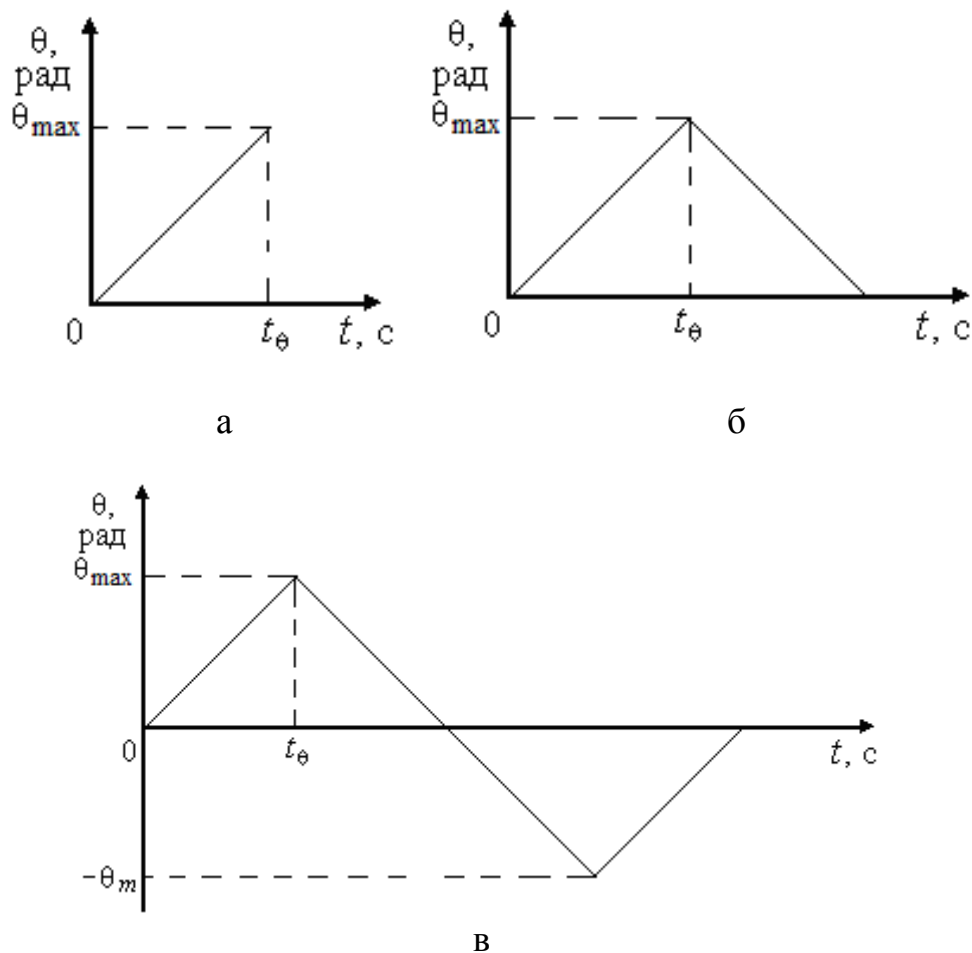


Рис. 4.16. Лінійна зміна кута повороту керованих колів при маневрі:
а – «вхід у поворот»; б – «вхід–вихід»; в – «зміна смуги руху»

У таблиці 4.1 наведено формули для розрахунку координат середини задньої осі автомобіля x_m, y_m , та курсового кута γ_m , що характеризують положення ТЗ наприкінці кожного із названих раніше типів маневру [23].

Аналізуючи формули табл. 4.1 (за стовпчиками) можна побачити, що різниця між ними для різних видів маневру полягає тільки в числовому коефіцієнті. Тому не зовсім зрозуміло, чому за даними табл. 4.1 при маневрі «вхід–вихід» бічне переміщення y_m середини заднього моста ТЗ буде в 3,85 раз більше, ніж при маневрі «вхід у поворот». Хоча насправді найбільш ефективнішим маневром для відвороту від перешкоди є маневр «вхід у поворот». На наш погляд, це питання потребує подальшого, більш ретельного дослідження.

Таблиця 4.1

**Формули для розрахунку параметрів маневру автомобіля
(де V_a км/год) [23]**

Тип маневру	x_m	y_m	γ_m
Вхід у поворот	$\frac{V_a \cdot t_\theta}{3,6} = 0,217V_a \sqrt{\frac{y_m}{\varphi_y}}$	$\frac{V_a^2 \cdot \dot{\theta} \cdot (t_\theta)^3}{78} = 21,2 \frac{\varphi_y}{V_a^2} \cdot x_m^2$	$\frac{V_a \cdot \dot{\theta} \cdot t_\theta}{7,2L} = 63,6 \frac{\varphi_y \cdot x_m}{V_a^2}$
Вхід – Вихід	$\frac{V_a \cdot t_\theta}{1,8} = 0,177V_a \sqrt{\frac{y_m}{\varphi_y}}$	$\frac{V_a^2 \cdot \dot{\theta} \cdot (t_\theta)^3}{13} = 31,8 \frac{\varphi_y}{V_a^2} \cdot x_m^2$	$\frac{V_a \cdot \dot{\theta} \cdot t_\theta}{7,2L} = 63,6 \frac{\varphi_y \cdot x_m}{V_a^2}$
Зміна смуги руху	$\frac{V_a \cdot t_\theta}{1,11} = 0,25V_a \sqrt{\frac{y_m}{\varphi_y}}$	$\frac{V_a^2 \cdot \dot{\theta} \cdot (t_\theta)^3}{6,5} = 16 \frac{\varphi_y}{V_a^2} \cdot x_m^2$	0

У рівняннях, що наведено в табл. 4.1, швидкість руху ТЗ має розмірність км/год. Згідно з міжнародною системою одиниць SI, в якій приписано швидкість руху матеріальних тіл вимірювати у м/с, координата бічного зміщення ТЗ при маневрах буде визначатися за формулами:

маневр «вхід у поворот»

$$y_m = \frac{\varphi_y g x_m^2}{6k_m v_a^2}; \quad (4.39)$$

маневр «вхід–вихід»

$$y_M = \frac{\varphi_y g x_M^2}{1,55 k_M v_a^2}; \quad (4.40)$$

маневр «зміна смуги руху»

$$y_M = \frac{\varphi_y g x_M^2}{8 k_M v_a^2}, \quad (4.41)$$

де x_M, y_M – координати переміщення середини задньої осі ТЗ при маневрі, м.

Рівняння (4.39)–(4.41) записані з урахуванням поправкового коефіцієнта маневру k_M .

Формула курсового кута ТЗ, яка записана в міжнародній системі одиниць SI для маневрів «вхід у поворот» та «вхід–вихід» з урахуванням тієї ж табл. 4.1 буде мати вид

$$\gamma_M = \frac{g \varphi_y x_M}{2 v_a^2}. \quad (4.42)$$

Треба зауважити, що в порівнянні з попередньою методикою розрахунку маневру [28], у даній методиці [23] вже відсутні чіткі рекомендації щодо визначення величини коефіцієнту зчеплення колеса з дорогою в бічному напрямку φ_y . Так, у прикладах розрахунку за цією методикою береться величина коефіцієнта зчеплення колеса з дорогою в бічному напрямку на сухому асфальтобетоні $\varphi_y = 0,7–0,8$, яка практично не відрізняється від коефіцієнта зчеплення колеса з дорогою φ у повздовжньому напрямку.

Щоб в процесі остаточних розрахунків визначити координати переміщення передньої габаритної точки ТЗ, можна рекомендувати до координати переміщення середини заднього моста автомобіля y_M або x_M додати відстань $L_{\text{ПГ}}$ від передньої габаритної точки до центру задньої осі ТЗ помножену на відповідний курсовий кут γ_M у радіанах.

$$y_{\text{МП}} = y_M + L_{\text{ПГ}} \sin\left(\frac{\gamma_M 180}{\pi}\right) \approx y_M + L_{\text{ПГ}} \gamma_M; \quad (4.43)$$

$$x_{\text{мп}} = x_{\text{м}} + L_{\text{пг}} \cos\left(\frac{\gamma_{\text{м}} 180}{\pi}\right) \approx x_{\text{м}} + L_{\text{пг}} \gamma_{\text{м}}, \quad (4.44)$$

де $\gamma_{\text{м}}$ – курсовий кут ТЗ відносно його початкового напрямку руху, радіани;

$x_{\text{мп}}, y_{\text{мп}}$ – координати переміщення передньої габаритної точки ТЗ при маневрі, м.

Спрощений запис формули (4.43) або (4.44) справедливий при невеликих курсових кутах, коли $\gamma_{\text{м}} \leq 0,26$ рад. Крім того, оскільки відстань $L_{\text{пг}}$ від передньої габаритної точки до центру задньої осі ТЗ треба додатково виміряти, то експертна методика дозволяє замість відстані $L_{\text{пг}}$ підставляти у формули (4.43) і (4.44) габаритну довжину $L_{\text{а}}$ цього ТЗ, хоча це й вносить додаткову похибку в розрахунок [23]

$$y_{\text{мп}} \approx y_{\text{м}} + L_{\text{а}} \gamma_{\text{м}}, \quad (4.45)$$

$$x_{\text{мп}} \approx x_{\text{м}} + L_{\text{а}} \gamma_{\text{м}}. \quad (4.46)$$

Таким чином, наведені розрахункові методики, що описують маневр автомобіля, одержані на основі ряду припущень, що спрощують розрахунки та знижують їх точність. Тому, при дослідженні одного й того ж маневру різними методами, одержані розрахункові значення можуть відрізнятися один від одного настільки, що експерти можуть прийти до різних висновків. Це свідчить про те, що існуючі розрахункові методи експертного дослідження маневру автомобіля потребують подальшого розвитку та вдосконалення.

Приклад 1. Треба встановити, на яку відстань у бічному напрямку міг відхилитися автомобіль Daewoo Lanos 1.5 (хетчбек) у процесі об'їзду перешкоди, якщо швидкість руху була 50 км/год, відстань від початку маневру до перешкоди складала 20 м, а дорожнє покриття – укочений сніг.

Рішення. Розрахунок поперечного відхилення смуги руху автомобіля на заданій відстані до перешкоди можна виконати за одною з трьох відомих експертних методик. Виконаємо розрахунок за методикою Н.Н. Крісті в наступній послідовності. Зважимо автомобіль (у разі відсутності координат центра ваги автомобіля). Зважування виконаємо на електронних вагах (рис. 4.17).

Вагові та геометричні параметри автомобіля Daewoo Lanos 1.5 (хетчбек) занесемо до табл. 4.2.



Рис. 4.17. Зважування автомобіля на електронних вагах

Таблиця 4.2

Результати виміру вагових і геометричних параметрів автомобіля Daewoo Lanos 1.5 (хетчбек) у спорядженому стані

Найменування параметра	Умове позначення параметра	Одиниці виміру параметра	Величина параметра
Маса ТЗ	m_a	кг	1101
Маса, що доводиться на передню вісь ТЗ	m_1	кг	678
Маса, що доводиться на задню вісь ТЗ	m_2	кг	423
Колісна база ТЗ	L	м	2,520
Габаритна ширина ТЗ	B_a	м	1,678
Габаритна довжина ТЗ	L_a	м	4,2
Відстань від передньої габаритної точки до задньої осі, м	$L_{\text{пг}}$	м	3,40

Визначимо відстань L_2 від центру ваги до задньої осі ТЗ за формулою (4.22)

$$L_2 = \frac{G_1}{G_a} L_a = \frac{678 \cdot 9,81}{1101 \cdot 9,81} 2,520 = 1,551 \text{ м.}$$

Розрахуємо радіус повороту центру ваги ТЗ за умов руху із заданою швидкістю 50 км/год на дорозі з коефіцієнтом зчеплення 0,3 (укочений сніг) за формулою (4.20)

$$R_{\text{цт}} = \frac{v_a^2}{g\varphi'} = \frac{50^2}{3,6^2 \cdot 9,81 \cdot 0,3} = 65,61 \text{ м.}$$

Визначимо радіус повороту центру заднього моста ТЗ за формулою (4.19)

$$R_{\text{сп}} = \sqrt{R_{\text{цт}}^2 - L_2^2} = \sqrt{65,61^2 - 1,551^2} = 65,591 \text{ м.}$$

Радіус повороту передньої зовнішньої габаритної точки ТЗ визначимо за формулою (4.18)

$$R_{\text{пр}} = \sqrt{(R_{\text{сп}} + 0,5B_a)^2 + L_{\text{пр}}^2} = \sqrt{(65,591 + 0,5 \cdot 1,678)^2 + 3,40^2} = 66,51 \text{ м.}$$

Тоді шукане поперечне відхилення смуги руху ТЗ на заданій відстані 20 м згідно з формулою (4.17) буде дорівнювати

$$y = R_{\text{пр}} - \sqrt{R_{\text{пр}}^2 - S^2} = 66,51 - \sqrt{66,51^2 - 20^2} = 3,08 \text{ м.}$$

Якщо не представляється можливим встановити координати центра ваги автомобіля ні з технічних характеристик, ні шляхом зважування, наприклад, при сильній його деформації після ДТП, можна виконати розрахунки радіуса повороту $R_{\text{пр}}$ за наближеною формулою (4.23)

$$R_{\text{пр}} = \frac{v_a^2}{g\varphi'} + \frac{B_a}{2} = \frac{50^2}{3,6 \cdot 9,81 \cdot 0,3} + \frac{1,678}{2} = 66,45 \text{ м.}$$

Тоді

$$y = R_{\text{пр}} - \sqrt{R_{\text{пр}}^2 - S^2} = 66,45 - \sqrt{66,45^2 - 20^2} = 3,09 \text{ м.}$$

Таким чином, розрахунок за методом М. М. Крісті показав, що автомобіль Daewoo Lanos 1.5 (хетчбек), який рухався зі швидкістю 50 км/год по укоченому снігу, мав можливість у процесі маневру на відстані 20 м до перешкоди відхилитися в бічному напрямку на 3,08–3,09 м.

Приклад 2. Водій автомобіля ВАЗ-2101, рухаючись із швидкістю 40 км/год на відстані 1 м від краю дороги, в умовах видимості, обмеженої відстанню 30 м, зробив об'їзд нерухомої перешкоди. Проте уникнути ДТП не вдалося. Перешкодою був, розташований впригол до краю дороги, автомобіль КамАЗ. Дорожнє покриття – мокрий асфальт. Автомобіль ВАЗ знаходився в навантаженому стані. Треба встановити, на яку відстань у бічному напрямку міг відхилитися автомобіль у процесі об'їзду перешкоди за умови, що водій міг почати здійснювати маневр на відстані 14,86 м від перешкоди, та оцінити правильність вибраної водієм швидкості руху автомобіля ВАЗ в умовах недостатньої видимості.

Технічні і експлуатаційні параметри, які визначає експерт:

- $\varphi = 0,5$ – коефіцієнт зчеплення коліс з дорогою;
- $t_1 = 0,3$ с – час реакції водія при визначенні безпечної швидкості в умовах недостатньої видимості;
- $t_2 = 0,2$ с – час запізнювання спрацьовування гальмівного привода ТЗ;
- $t_3 = 0,4$ с – час наростання сповільнення ТЗ;
- $L_a = 4,1$ м – довжина автомобіля ВАЗ.

Рішення. Поправочний коефіцієнт маневру для мокрого асфальту

$$k_m = 1,05 + 0,005v_a = 1,05 + 0,005 \frac{40}{3,6} = 1,1.$$

Координата поперечного зміщення автомобіля ВАЗ-2101 при маневрі «зміна смуги руху»

$$y_m = \frac{\varphi g x_m^2}{8 k_m v_a^2} = \frac{0,5 \cdot 9,81 \cdot 14,86^2}{8 \cdot 1,1 \cdot \left(\frac{40}{3,6}\right)^2} = 1 \text{ м.}$$

Координата поперечного зміщення центру задньої осі автомобіля ВАЗ-2101 при маневрі «відворот» («вхід у поворот»)

$$y_m = \frac{\varphi g x_m^2}{8 k_m v_a^2} = \frac{0,5 \cdot 9,81 \cdot 14,86^2}{6 \cdot 1,1 \cdot \left(\frac{40}{3,6}\right)^2} = 1,32 \text{ м.}$$

Курсовий кут ВАЗ-2101 в кінці маневру «відворот» («вхід у поворот»)

$$\gamma_m = \frac{g \varphi_y x_m}{2 v_a^2} = \frac{9,81 \cdot 0,5 \cdot 14,86}{2 \cdot \left(\frac{40}{3,6}\right)^2} = 0,295.$$

Координата бічного переміщення крайньої передньої габаритної точки ВАЗ-2101

$$y_{мп} \approx y_m + L_a \gamma_m = 1,32 + 4,1 \cdot 0,295 = 2,52 \text{ м.}$$

Максимально допустима швидкість автомобіля в заданих умовах видимості

$$v_b = j T_{пр} \left(\sqrt{\frac{2 S_b}{j T_{пр}^2} + 1} - 1 \right) = 4,9 \cdot 0,6 \left(\sqrt{\frac{2 \cdot 30}{4,9 \cdot 0,6^2} + 1} - 1 \right) = 14,45 \text{ м/с}^2 = 52 \text{ км/год},$$

де $T_{пр} = t_1 + t_2 + 0,5 t_3 = 0,3 + 0,2 + 0,5 \cdot 0,2 = 0,6 \text{ с}$ – час приведення в дію гальмівної системи з урахуванням часу реакції водія;

$j = 4,9 \text{ м/с}^2$ – сповільнення автомобіля в даних дорожніх умовах (див. табл. 2.11).

Висновки. За заданих умов водій автомобіля ВАЗ-2101 правильно вибрав швидкість руху та міг відхилити автомобіль на 1 м у бічному напрямку при виконанні маневру «зміна смуги руху», і на 2,52 м при виконанні маневру «вхід у поворот».

4.3. Аналіз можливості об'їзду перешкоди

Діючі Правила дорожнього руху України виділяють дві основні обставини в дорожньо-транспортній ситуації з виникнення небезпеки дорожнього руху, – це небезпека для руху та перешкода для руху [19]. «Небезпека для руху – зміна дорожньої обстановки (у тому числі поява рухомого об'єкта, який наближається до смуги руху транспортного засобу чи перетинає її) або технічного стану транспортного засобу, яка загрожує безпеці дорожнього руху й змушує водія негайно зменшити швидкість або зупинитися. Окремим випадком небезпе-

ки для руху є рух у межах смуги транспортного засобу іншого транспортного засобу назустріч загальному потоку».

«Перешкода для руху – нерухомий об'єкт у межах смуги руху транспортного засобу або об'єкт, що рухається попутно в межах цієї смуги (за винятком транспортного засобу, що рухається назустріч загальному потоку транспортних засобів) і змушує водія маневрувати або зменшувати швидкість аж до зупинки транспортного засобу).

Таким чином, при виникненні небезпеки для руху, коли смугу руху транспортного засобу перетинає який-небудь об'єкт, наприклад, інший ТЗ або пішохід, правила дозволяють водію використовувати тільки гальмування. У разі виникнення перешкоди для руху, коли об'єкт нерухомий або рухається в попутному напрямі, правила дозволяють водію в рівній мірі використовувати як гальмування, так і маневр. Наприклад, водій для запобігання наїзду на пішохода, що рухається по смузі руху даного автомобіля в зустрічному чи попутному напрямі, або є нерухомим, може застосувати як гальмування, так і маневр. Приклад такої експертизи де є перешкода для руху наведено в додатку (додаток Л).

Виникає питання, якщо в ході ДТП водій гальмував, але це не дало позитивного ефекту, тоді як маневр дозволяв уникнути пригоди або навпаки, то чи можна рахувати дії водія як ті, що не відповідають Правилам дорожнього руху? Очевидно, що обидва способи запобігання ДТП необхідно оцінювати як рівноцінні. Тому незалежно від того, який спосіб вибрав водій, немає підстави рахувати його дії як ті, що не відповідають Правилам дорожнього руху.

Розглянемо ретельно весь процес об'їзду перешкоди при застосуванні маневру. З моменту виникнення перешкоди для руху до моменту повороту керма проходить деякий час, який визначається часом реакції водія та залежить від дорожньо-транспортної ситуації. В експертній практиці час реакції при маневруванні приймають таким же, як і при гальмуванні (див. табл. 2.1).

Потім водій починає повертати кермо та через деякий час, який обумовлений запізнюванням спрацьовування кермового керування, повертаються керовані колеса. Час запізнювання спрацьовування кермового керування залежить від типу конструкції і складає для легкових автомобілів на рівні 0,1–0,2 с, а для вантажних автомобілів 0,3–0,6 с [28]. Можна припустити, що час запізнювання спрацьову-

вання кермового керування для сучасних автомобілів буде ще менше, але такі експертні дані на даний час відсутні.

Маневр ТЗ починається безпосередньо на відстані x_m після того, як за час реакції водія t_1 і час запізнювання спрацьовування кермового керування t_{2p} даний ТЗ переміститься на відстань $v_a(t_1 + t_{2p})$ (рис. 4.18).

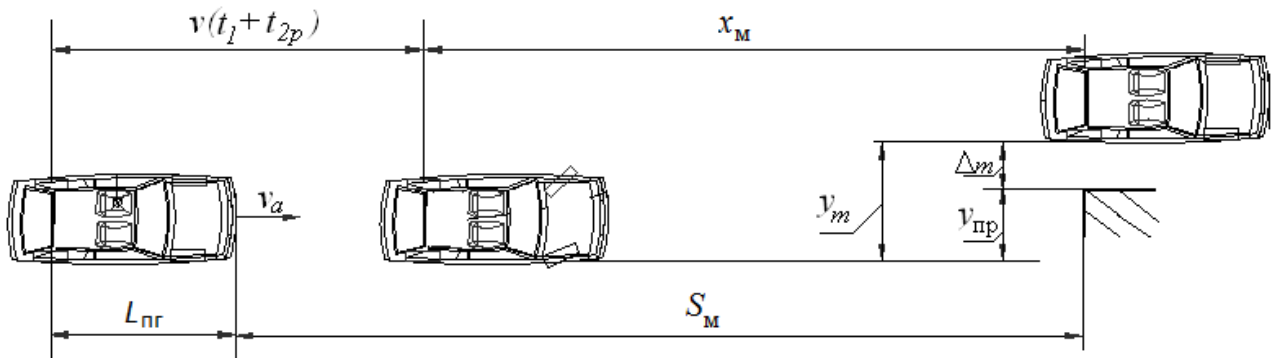


Рис. 4.18. Схема об'їзду нерухомої перешкоди

Треба зауважити, що маневр «зміна смуги руху» можна рахувати виконаним тільки після того, як задня вісь ТЗ порівняється з перешкодою, оскільки заднє внутрішнє колесо рухалось найменшим радіусом. Тоді загальна відстань S_m , яка необхідна для виконання маневру «зміна смуги руху», буде

$$S_m = v_a(t_1 + t_{2p}) - L_{пг} + x_m, \quad (4.47)$$

де t_{2p} – час запізнювання спрацьовування кермового керування, с;

x_m – поздовжня відстань переміщення середини задньої осі ТЗ в процесі маневру, м.

Загальна відстань S_m , яка необхідна для виконання маневру «вхід у поворот» або «вхід–вихід», буде складатися зі шляху, який ТЗ пройде за час реакції водія t_1 і час запізнювання спрацьовування кермового управління t_{2p} , тобто $v_a(t_1 + t_{2p})$ і відстані $x_{мп}$ переміщення передньої габаритної точки в процесі маневру

$$S_m = v_a(t_1 + t_{2p}) + x_{мп}, \quad (4.48)$$

де $x_{мп}$ – поздовжня відстань переміщення передньої габаритної точки ТЗ у процесі маневру, м.

Поздовжня відстань x_m переміщення середини задньої осі ТЗ, або поздовжня відстань $x_{мп}$ переміщення передньої габаритної точки ТЗ розраховуються за допомогою наведених вище методик дослідження маневру.

Формули (4.47) і (4.48) справедливі, якщо перешкода є нерухомою. У разі, коли перешкода, наприклад, пішохід рухається попутно або назустріч, у формули (4.47) і (4.48) треба додати шлях $t_{п} v_{п} \cos \alpha$, який пройшов пішохід за час $t_{п}$ з моменту появи перешкоди в полі видимості водія до моменту наїзду:

для маневру «зміна смуги руху»

$$S_m = v_a(t_1 + t_{2p}) - L_{пг} + x_{мп} + t_{п} v_{п} \cos \alpha; \quad (4.49)$$

для маневру «вхід у поворот» або «вхід-вихід»

$$S_m = v_a(t_1 + t_{2p}) + x_{мп} + t_{п} v_{п} \cos \alpha. \quad (4.50)$$

Час $t_{п}$ можна визначити за формулою (3.24). У разі, коли пішохід рухається назустріч автомобілю $\alpha = 180^\circ$ і $\cos \alpha = -1$. Якщо пішохід рухається в попутному напрямі, то $\alpha = 0^\circ$ і $\cos \alpha = 1$.

При виконанні маневру з кожного боку автомобіля має бути безпечний інтервал Δ_m , який розраховується за емпіричною формулою та залежить від довжини L_a автомобіля та його швидкості руху v_a , м/с [13]

$$\Delta_m = \frac{(5L_a + 18)v_a}{1000}, \quad (4.51)$$

де Δ_m – безпечний інтервал при маневрі, м;

L_a – довжина ТЗ, м.

Умова безпечного об'їзду перешкоди полягає в тому, що розрахункова відстань S_m , яка необхідна для виконання маневру, має бути меншою чи рівною відстані S_a , яка була між ТЗ та перешкодою в момент виникнення перешкоди для руху водія

$$S_m \leq S_a. \quad (4.52)$$

При дослідженні наїзду на перешкоду, що стався в умовах обмеженої видимості S_b , треба враховувати, що $S_a = S_b$.

4.4. Експериментальне дослідження маневру та стійкості руху автомобіля

Експериментальні дослідження маневру ТЗ в експертній практиці фактично не проводяться. Це можна пояснити тим, що, по-перше, існують декілька експертних розрахункових методів дослідження маневру ТЗ, по-друге, експертна методика такого дослідження поки що відсутня, по-третє, складність проведення експерименту полягає в труднощах із забезпечення умови безпеки.

Потреба експериментального встановлення параметрів руху ТЗ у ході дослідження ДТП може виникнути, коли необхідно врахувати вплив на траєкторію руху конструкції кермового керування, підвіски та шин, рівень завантаження та кут бічного відведення коліс, тобто ті чинники, які не враховують експертно-розрахункові методи дослідження маневру. У такому разі для забезпечення необхідної безпеки під час експериментального встановлення параметрів руху ТЗ можна порадити застосовувати досвід інженерів з випробувань на стійкість руху за ДСТУ 3310–96 [10].

Безпосередньо перед проведенням випробувальних заїздів необхідно перевірити тиск повітря в шинах, прогріти агрегати та шини ТЗ у процесі руху. Під час проведення випробувань необхідно дотримуватись чинних Правил дорожнього руху України, за винятком випробувань, які проводяться на спеціально відведених ділянках, устаткуванням, обладнанням та апаратурою підприємств й організацій, на базі яких проводиться випробування. До випробувальної ділянки мають примикати ділянки, достатні для розгону ТЗ до необхідної швидкості.

При виконанні слідчого експерименту треба імітувати дорожні умови, при яких трапилось ДТП. До проведення випробувань допускаються тільки досвідчені інженери з посвідченням водія на право керування транспортним засобом відповідної категорії (із стажем практичного водіння не менше трьох років) й які пройшли перевірку на готовність проведення випробувань. Якщо під час проведення випробувань швидкість руху ТЗ має бути збільшена до відриву всіх коліс однієї із сторін від поверхні дороги, то ТЗ треба обладнувати додатковими пристроями, які запобігають повному боковому перекиданню.

Визначення критичної швидкості при маневрі за критерієм поперечної стійкості руху треба виконувати на розміненій заздалегідь ділянці дороги відповідно до схеми за ДСТУ 3310–96 (рис. 4.20) [10].

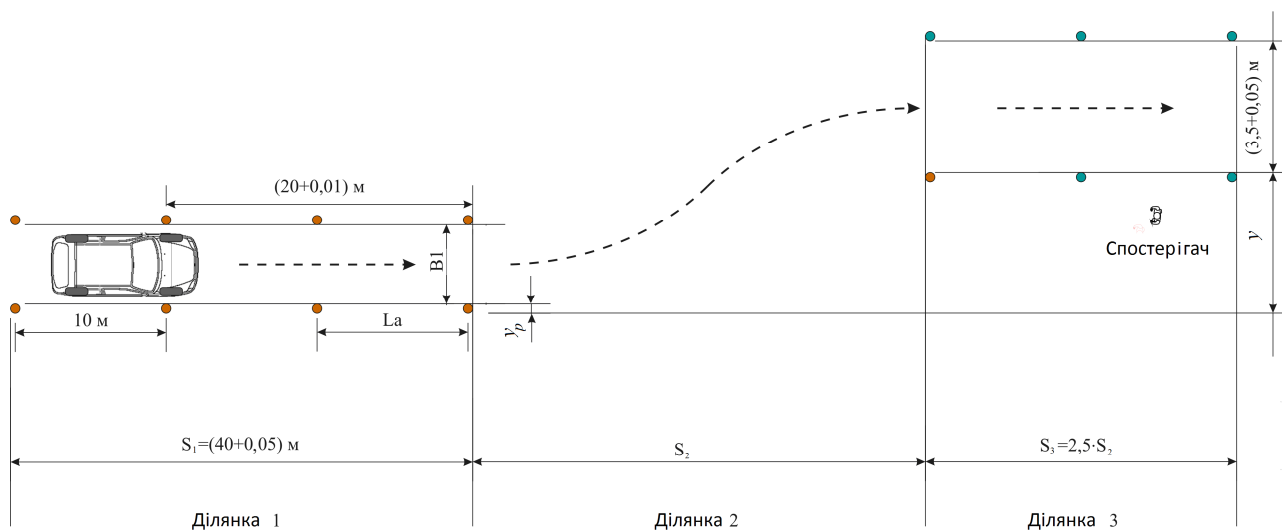


Рис. 4.20. Розмітка ділянки випробувань з урахуванням вимог ДСТУ 3310–96

Згідно умовам випробування і обставинам конкретного ДТП повинні бути витримані певні розміри коридорів руху ТЗ. Вхідний коридор (ділянка 1) будується на відстані u_r від краю проїжджої частини. Ця відстань відповідає тій відстані, на якій рухався ТЗ відносно краю проїжджої частини згідно з обставинами ДТП. Ширина вхідного коридору $B1$ визначається шириною транспортного засобу (табл. 4.5). Наприклад, для транспортних засобів шириною 1,56–1,65 м ширина вхідного коридору повинна складати 2,00 м, для транспортних засобів шириною 1,66–1,75 м – 2,20 м і т.д. Дотримання розмірів цього коридору з заданими шириною $B1$ та довжиною $S_1=40$ м дає можливість більш точно спрямувати ТЗ перед виконанням маневру.

Довжину S_2 ділянки 2 повинен визначити слідчий згідно з обставинами ДТП. На цій ділянці виконується безпосередньо маневр ТЗ.

Довжина ділянки 3 буде залежати від довжини попередньої ділянки і дорівнювати $S_3=2,5S_2$. Ширина ділянки 3 відповідає ширині стандартної смуги руху – 3,5 м. Такі розміри ділянки 3 обумовлені тим, що після виконання маневру на ній не має бути наявною втрата стійкості руху ТЗ. Ділянка 3 зміщена на відстань y відносно ділянки 2. Ця відстань має задаватися у відповідності до розміру перешкоди.

Залежність ширини вхідного коридору (ділянка 1) від ширини автомобіля (згідно ДСТУ 3310–96)

Ширина ТЗ, см	Ширина вхідного коридору, см
106–115	150
116–125	160
126–135	170
136–145	180
146–155	190
156–165	200
166–175	220
176–185	230
186–195	240
196–205	250
206–215	260
216–225	270
226–235	280
236–245	290
246–250	300

При випробуванні ТЗ має рухатися по заданій ділянці з рівномірною швидкістю. Для цього передачу в коробці передач вибирають найвищу, яка забезпечує стійку роботу двигуна. Швидкість руху ТЗ треба поступово збільшувати від заїзду до заїзду з інтервалом 2–3 км/год до появи втрати стійкості руху, а саме бічного ковзання, відриву коліс, або виходу ТЗ за межі заданого коридору. Момент появи втрати стійкості руху фіксує спостерігач, який знаходиться в безпечній зоні.

Приклад. Треба встановити максимальну швидкість руху, на якій автомобіль Daewoo Lanos технічно спроможний виконати відворот від перешкоди за наступних умов: автомобіль Daewoo Lanos з одним переднім пасажиром; автомобіль обладнаний шинами Cordiant зимові; ширина виступаючої частини перешкоди від правого краю смуги – 3,5 м; відстань, на якій має бути виконаний маневр відворот від перешкоди – 20 м. Дорожні умови – укатаний сніг, дорога без видимого ухилу, мороз до 20 °С.

Дослідження

Умови дослідження:

- температура повітря –20 °С морозу;
- швидкість повітря 2–3 м/с;
- дорожнє покриття – укатаний сніг;
- площадка автодрому без ухилу.

Об'єкт дослідження:

- автомобіль Daewoo Lanos у спорядженому стані з одним переднім пасажиром;
- резина Cordiant зимова.

Обладнання та інструмент:

- рулетка 25 м; відеореєстратор; навігатор, стовпчики обгороджування.

Визначення критичної швидкості при маневрі за критерієм поперечної стійкості руху виконувалось на розміченій заздалегідь ділянці дороги відповідно до схеми за ДСТУ 3310–96 (рис. 4) [10]. Випробування проводилося з інтервалами швидкості 20, 30, 40, 50, 55, 60 км/год. Момент появи втрати стійкості руху у вигляді бічного ковзання було зафіксовано спостерігачем на швидкості 60 км/год. Результати випробувань занесено до табл. 4.6.

Таблиця 4.6

Результати випробувань автомобіля Daewoo Lanos

Номер виміру	Швидкість, км/год	Втрата стійкості
1	20	Немає
2	40	Немає
3	50	Немає
4	55	Немає
5	60	Є

Висновок

Експериментальним шляхом встановлено, що за заданих умов, коли дорога вкрита укатаним снігом, автомобіль Daewoo Lanos з одним переднім пасажиром на зимових шинах Cordiant технічно спроможний виконати на відстані 20 м відворот від перешкоди шириною 3,5 м на швидкості 55 км/год без втрати стійкості руху.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Як впливає стійкість та керованість ТЗ на безпеку дорожнього руху?
2. Від яких факторів залежить керованість і стійкість руху ТЗ?
3. За яких умов настає ковзання колеса?
4. Як розрахувати критичну швидкість руху ТЗ на повороті за умови бічного ковзання коліс?
5. Як визначити радіус закруглення дороги на повороті?
6. Як розрахувати критичну швидкість руху ТЗ на повороті за умов перекидання?
7. Коли можлива втрата повздовжньої стійкості ТЗ і за яких умов?
8. Складіть схему кочення еластичного колеса з бічним відведенням.
9. Що називається коефіцієнтом опору відведенню колеса?

10. Складіть схему повороту автомобіля з абсолютно жорсткими шинами.
11. Як розраховується середній радіус повороту ТЗ з абсолютно жорсткими шинами?
12. Як розраховується середній радіус повороту ТЗ з урахуванням впливу бічного відведення коліс?
13. В яких випадках ТЗ буде мати нейтральну, недостатню або надлишкову поворотність?
14. Як розрахувати критичну швидкість руху ТЗ з надлишковою поворотністю?
15. Яке призначення системи динамічної стабілізації ТЗ?
16. Розкрийте поняття «небезпека» і «перешкода для руху».
17. Охарактеризуйте види маневру ТЗ.
18. Як розрахувати маневр ТЗ?
19. Як досліджується можливість об'їзду перешкоди?
20. За яких умов можливо експериментальне дослідження маневру ТЗ?

Розділ 5. ДОСЛІДЖЕННЯ ЗІТКНЕННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

5.1. Аналіз процесу зіткнення

Зіткнення ТЗ супроводжується сильним ударним імпульсом. Взаємодію будь яких тіл у процесі удару прийнято розділяти на дві фази. Перша фаза триває з моменту зіткнення тіл до моменту їх найбільшого зближення. Потім починається друга фаза, яка закінчується роз'єднанням тіл. У першій фазі удару кінетична енергія тіл витрачається на механічну роботу руйнування й деформації деталей ТЗ, а також переходить у потенційну, теплову та звукову енергію. Тривалість першої фази складає 0,05–0,1 с, а другої – 0,02–0,04 с [13].

У процесі удару водій і пасажери піддаються дії ударних навантажень, величина яких пропорційна швидкості автомобіля й жорсткості удару. Людина протягом короткого проміжку часу, наприклад упродовж 0,1 с, здатна без особливої шкоди для здоров'я витримати перевантаження відносно величини прискорення вільного падіння g близько 40–50 g [13].

Неважко розрахувати перевантаження при лобовому зіткненні, коли, наприклад, швидкість автомобіля v_a за час удару $t_u = 0,1$ с падає зі 100 км/год (27,7 м/с) до нуля. У такому випадку сповільнення автомобіля і перевантаження будуть дорівнювати

$$j_g = \frac{v_a}{t_u} = \frac{27,7}{0,1} = 277 \text{ м/с}^2 = 28,3g. \text{ Відповідна сила інерції } P_j, \text{ діюча}$$

на людину масою $m = 75$ кг, складе $P_j = mj_g = 75 \cdot 277 = 20775$ Н. Деякі водії і пасажери вважають, що можуть зменшити силу удару при ДТП, упираючись тільки руками та ногами. Для порівняння, мускульне зусилля рук людини в середньому не перевищує 1000 Н, а ніг – 1500 Н. З-за несумірності фізичних можливостей людини з діючими на нього навантаженнями зіткнення автомобілів, особливо лобові, супроводжується важкими травмами й загибеллю людей.

Методика експертного дослідження при встановленні механізму зіткнення залежить від виду зіткнення. За основними класифікаційними ознаками всі зіткнення ТЗ розділяються на наступні групи [28]:

– за кутом між напрямками руху ТЗ – поздовжні (при русі паралельними або близькими до паралельних курсами) і перехресні зіткнення. Поздовжні зіткнення підрозділяють на зустрічні (лобові) й попутні, а перехресні – на поперечні та косі;

- за характером взаємодії на ділянці контакту при ударі – блокуючі (при повній гасінні відносної швидкості в момент удару), ковзаючі та контактні (дотичні) зіткнення;

- за місцем прикладення ударного імпульсу – зіткнення бічне, переднє, заднє, кутове;

- за напрямком ударного імпульсу – зіткнення центральне, коли напрямок удару проходить через центр маси транспортного засобу, та ексцентричне.

При центральному зіткненні, яке іноді називають прямим, рівнодіюча сил взаємодії проходить через центри ваги взаємодіючих автомобілів, або поблизу них (рис. 5.1, а, б, в). З цієї причини в кінці першої фази удару відносні швидкості ТЗ зрівнюються. Після такого удару ТЗ або заблоковані й рухаються як одне ціле, або їх траєкторії руху близькі за напрямом або протилежно направлені. Центральне зіткнення супроводжується сильним ударом і деформацією силових елементів кузова.

При ексцентричному зіткненні рівнодіюча сил взаємодії проходить на деяких віддаленнях від центрів ваги взаємодіючих автомобілів (рис. 5.1 г, д, е). При цьому сила взаємодії і деформація силових елементів кузова менше ніж при центральному зіткненні. Проте, за рахунок зсуву лінії сил взаємодії щодо центру ваги ТЗ створюється моменти сил, які прагнуть розвернути взаємодіючі ТЗ і відкинути їх по непередбаченій траєкторії, що створює додаткову загрозу іншим учасникам руху.

Ковзне зіткнення відбувається при взаємодії ТЗ бічними поверхнями (рис. 5.1, ж, и). І хоча ковзне зіткнення є менш руйнівним ніж інші, його можна розглядати як окремий випадок ексцентричного зіткнення тому, що після ковзного зіткнення можлива непередбачена зміна траєкторії руху ТЗ і виникнення нової небезпеки.

Контактні (дотичні) зіткнення (рис. 5.1, к) супроводжуються незначним торканням і відповідно незначними пошкодженнями, але, як показує досвід, при певних обставинах контактне зіткнення може мати непередбачені наслідки (додаток І).

Незалежно від напрямку ударного імпульсу відносно центра мас ТЗ зіткнення може бути стрічним, попутним або перехресним. Стрічне зіткнення часто називають лобовим, фронтальним, а попутне зіткнення – прямим. Окремим випадком перехресного зіткнення є поперечне зіткнення під кутом 90° . У разі, коли перехресне зіткнення відбувається під довільним кутом, його називають косим.

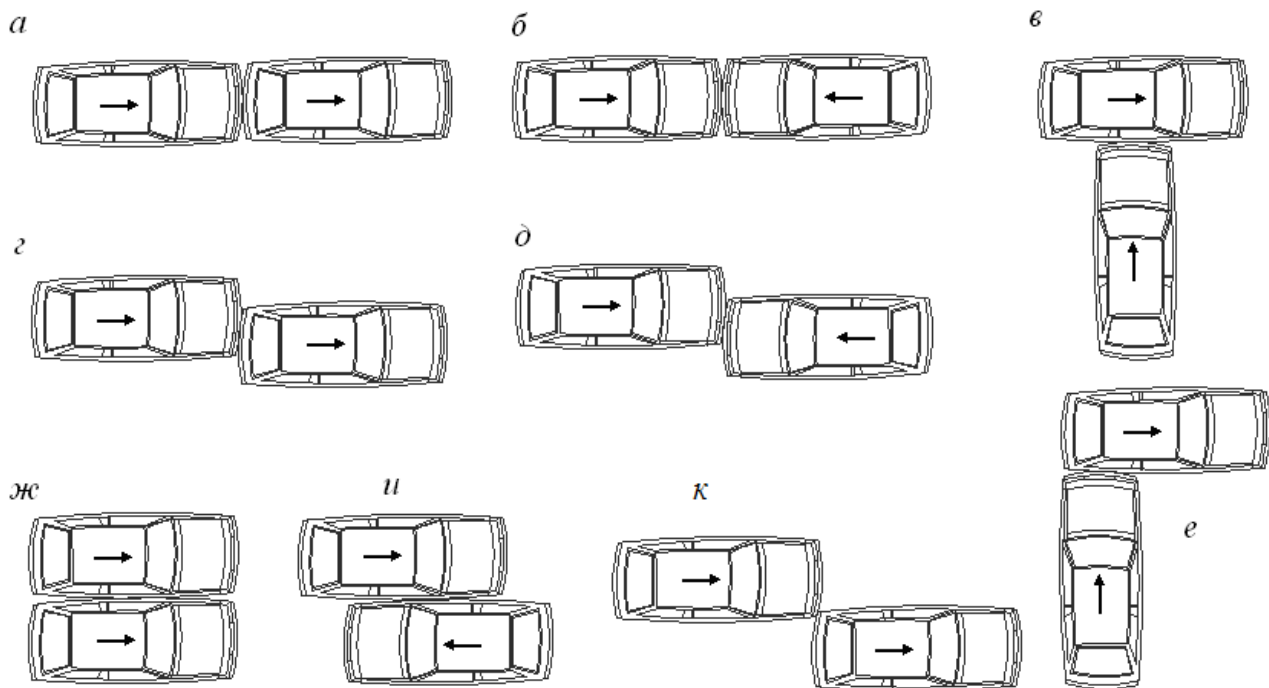


Рис. 5.1. Схеми зіткнень:

а – попутне з центральним ударом; б – стрічне з центральним ударом; в – перехресне з центральним ударом; г – попутне ексцентричне; д – стрічне ексцентричне; е – перехресне ексцентричне; ж – попутне ковзне; и – стрічне ковзне; к – контактне

При дослідженні ДТП, пов'язаного із зіткненням ТЗ, у першу чергу необхідно визначити місце зіткнення на проїжджій частині та взаємне розташування ТЗ у момент зіткнення, тобто кут удару. Найточніші результати в таких випадках дає проведення трасологічної експертизи. Інформативними даними для встановлення місця зіткнення служать: сліди на дорожньому покритті від шин або кузова, чи шасі автомобіля; сліди рідин і масла; місце розташування фрагментів ТЗ, бруду, що обсипався з ТЗ. Найбільшу інформацію дають сліди ковзання шин на дорозі, які в результаті удару можуть змінити напрям, стати менш помітними або більш чіткими під дією зовнішньої сили. Наприклад, при ударі може відбутися заклинювання колеса, що викликає його ковзання.

У тих випадках, коли не вдається за свідченнями учасників і свідків ДТП об'єктивно встановити взаємне розташування ТЗ під час зіткнення, тобто кут зіткнення, вдаються до слідчого експерименту. У процесі слідчого експерименту пошкоджені автомобілі прагнуть розташувати якомога ближче один до одного деформованими ділянками, тим самим визначаючи взаємне розташування ТЗ при зіткненні

за допомогою кутоміра. При проведенні слідчого експерименту для переміщення одного з ТЗ навколо іншого може застосовуватися підйомний кран (рис. 5.2).

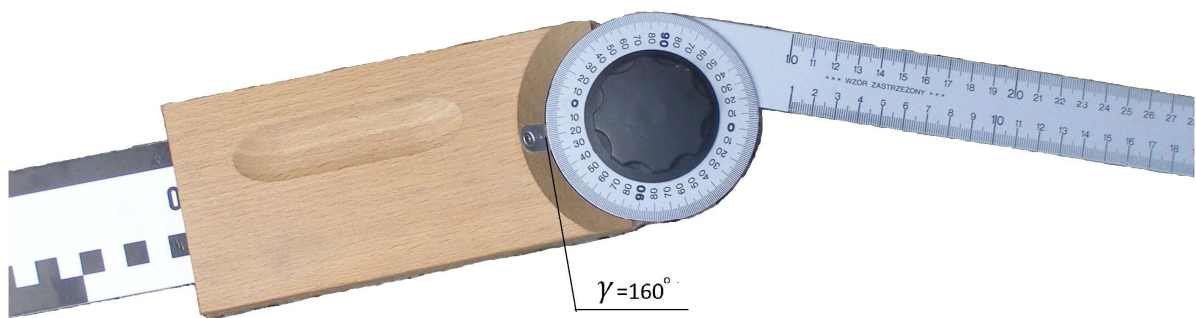


Рис. 5.2. Проведення слідчого експерименту з встановлення кута зіткнення ТЗ

У разі, коли слідчий експеримент з встановлення кута зіткнення не вдається провести, вдаються до графічного аналізу. При графічному аналізі автомобілі та їх пошкодження викреслюють у масштабі на виді зверху, а потім суміщають контури пошкоджених місць та одержують приблизний напрям удару при зіткненні.

Після того, як встановлені місце й кут зіткнення ТЗ, можливе проведення подальших досліджень, пов'язаних зі встановленням швидкості руху ТЗ та інших обставин ДТП.

5.2. Визначення швидкостей транспортних засобів при зіткненні

Швидкості ТЗ, що брали участь у зіткненні, можуть бути визначені різними способами, наприклад, шляхом опитування учасників і свідків ДТП, за даними реєстратора руху, розрахунковим способом із використанням основних законів механіки, а також за величиною деформації кузова автомобіля. Вибір того або іншого способу визначення швидкостей ТЗ у процесі зіткнення залежить багато в чому від типу зіткнення, тобто характеру й напрямку удару. У більшості випадків встановити швидкість автомобіля перед зіткненням можна за допомогою закону збереження імпульсу в замкнутій системі тіл

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 u_1 + m_2 u_2, \quad (5.1)$$

де m_1, m_2 – маси ТЗ, кг;

v_1, v_2 – швидкості ТЗ безпосередньо перед зіткненням, м/с;

u_1, u_2 – швидкості ТЗ після зіткнення, м/с.

Методика визначення швидкостей v_1, v_2 за допомогою закону збереження імпульсу (5.1) буде залежати від типу зіткнення – чи то поздовжнє (попутне або зустрічне), чи то перехресне. Щоб використовувати закон збереження імпульсу при дослідженні попутного або стрічного зіткнення, спершу необхідно знати швидкість одного з автомобілів перед зіткненням, яка встановлюється шляхом опитування учасників і свідків ДТП. Задача дещо спрощується, якщо один з автомобілів у момент удару був нерухомий, тоді

$$v_1 = \frac{m_1 u_1 + m_2 u_2}{m_1}. \quad (5.2)$$

Якщо після зіткнення автомобілі рухаються, як одне ціле, то вираз (5.2) приймає вигляд

$$v_1 = \frac{(m_1 + m_2) u_{1,2}}{m_1}, \quad (5.3)$$

де $u_{1,2} = u_1 = u_2$, м/с.

Деякі фахівці вважають, що при стрічному центральному зіткненні первинну інформацію про швидкості руху автомобілів дає їх положення після удару. Якщо маса й швидкість автомобілів були

приблизно однаковими, то автомобілі відкидаються від місця зіткнення в протилежні сторони приблизно на однакову відстань. Якщо ж швидкості були різними, то автомобіль, що рухався з меншою швидкістю, відкидається далі від місця зіткнення. Слід зазначити, що це справедливо тільки в тому випадку, коли сповільнення відкинутих автомобілів після зіткнення були однаковими, а це буває у край рідко.

Швидкості автомобілів u_1, u_2 безпосередньо після зіткнення можна визначити, якщо відомі сповільнення $j_{от1}, j_{от2}$ і відстані відкидання $S_{от1}, S_{от2}$ від місця зіткнення до зупинки кожного з автомобілів

$$u_1 = \sqrt{2j_{от1}S_{от1}}, u_2 = \sqrt{2j_{от2}S_{от2}}, \quad (5.4)$$

де $j_{от1}, j_{от2}$ – сповільнення автомобілів при відкиданні (відкоту) після зіткнення, м/с^2 ;

$S_{от1}, S_{от2}$ – відстані відкидання (відкоту) автомобілів після зіткнення, м .

У разі, коли після удару автомобіль котиться, його сповільнення $j_{от}$ під дією сил опору коченню та опору підйому можна розрахувати за формулою

$$j_{от} = (f + \lambda')g, \quad (5.5)$$

де λ' – безрозмірна величина подовжнього ухилу дороги;

f – коефіцієнт опору коченню коліс, який приймається на асфальтобетонних покриттях 0,012–0,014;

g – прискорення вільного падіння, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$.

Якщо один з автомобілів до зіткнення утримувався на місці ручним гальмом або в автомобіля після зіткнення відбулося блокування одного з коліс деформованими чи зруйнованими частинами автомобіля, а інші колеса котяться не загальмованими, то сповільнення при частковому використанні зчіпної ваги автомобіля можна визначити з умови рівноваги між силами інерції і гальмування $P_j = P_T$, $j_{от}m_a = \varphi m_i g$

$$j_{от} = \varphi \frac{m_i}{m_a} g, \quad (5.6)$$

де φ – коефіцієнт зчеплення колеса з дорогою;

m_i – маса, що доводиться на загальмовані колеса ТЗ, кг ;

m_a – маса ТЗ, кг .

Розглянемо перехресне зіткнення автомобілів під деяким кутом α в прямокутній системі координат таким чином, щоб напрямок руху одного з автомобілів збігав з віссю цієї системи координат (рис. 5.3). Перехресне зіткнення супроводжується відкиданням кожного автомобіля під деякими кутами γ до первинного напрямку руху одного з автомобілів, тобто до вибраної координатної вісі. Цей кут γ можна визначити простим графічним способом.

При перехресному зіткненні всю кількість руху системи можна розкласти на дві складові проекції відповідно до вибраної системи координат:

проекція на вісь X

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 \cos \alpha = m_1 u_1 \cos \gamma_1 + m_2 u_2 \cos \gamma_2; \quad (5.7)$$

проекція на вісь Y

$$m_2 v_2 \sin \alpha = m_1 u_1 \sin \gamma_1 + m_2 u_2 \sin \gamma_2, \quad (5.8)$$

де α – кут зіткнення ТЗ, градуси;

γ_1, γ_2 – кути відкидання автомобілів, взяті відносно до первинного напрямку руху одного з автомобілів, градуси.

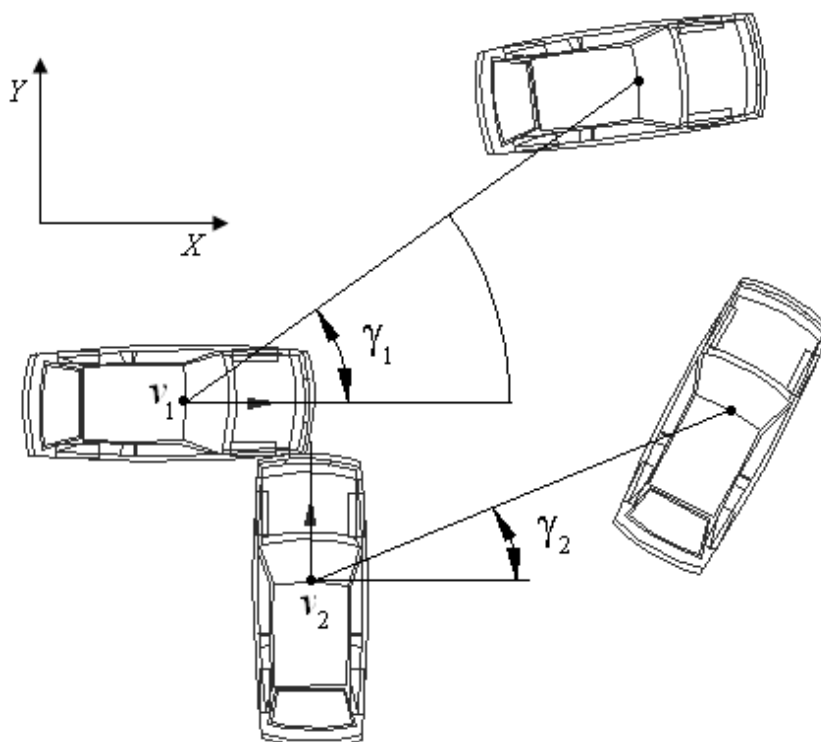


Рис. 5.3. Розрахункова схема перехресного зіткнення автомобілів

З виразів (5.7), (5.8) одержимо швидкості автомобілів перед зіткненням

$$v_1 = u_1 \cos \gamma_1 + \frac{m_2 u_2 \cos \gamma_2 - m_2 v_2 \cos \alpha}{m_1}, \quad (5.9)$$

$$v_2 = \frac{m_1 u_1 \sin \gamma_1 + m_2 u_2 \sin \gamma_2}{m_2 \sin \alpha}. \quad (5.10)$$

Як вже було сказано, після перехресного зіткнення автомобілі відкидає один від одного під деяким кутами. При цьому їх рух буде не стійким і супроводжуватися як ковзанням, так і коченням коліс. Якщо можна зробити допущення, що кінетична енергія автомобіля після зіткнення, повністю витрачається на роботу з подолання сили тертя ковзання $\frac{m_a u^2}{2} = m_a g \phi S_{\text{от}}$, то розрахункова швидкість кожного з автомобілів безпосередньо після зіткнення буде пропорційна відстані $S_{\text{от}}$ їх відкидання

$$u_1 = \sqrt{2g\phi S_{\text{от1}}}, \quad u_2 = \sqrt{2g\phi S_{\text{от2}}}. \quad (5.11)$$

Якщо після перехресного зіткнення автомобілі були заблоковані відносно один одного та рухалися як одне ціле (рис. 5.4), то можна записати $\gamma_1 = \gamma_2 = \gamma_{1,2}$, $u_1 = u_2 = u_{1,2}$. Підставивши ці рівності до виразів (5.10), (5.11) отримаємо ще одну форму запису цих виразів

$$v_1 = \frac{u_{1,2}(m_1 + m_2) \cos \gamma_{1,2} - v_2 m_2 \cos \alpha}{m_1}, \quad (5.12)$$

$$v_2 = \frac{u_{1,2}(m_1 + m_2) \sin \gamma_{1,2}}{m_2 \sin \alpha}. \quad (5.13)$$

Треба пам'ятати, що швидкості автомобілів при зіткненні, одержані розрахунковим шляхом за виразами (5.9)–(5.13), будуть мінімально можливими, оскільки в розрахунках не врахована енергія, що витрачена на роботу обертання ТЗ навколо своєї осі.

Якщо водій перед зіткненням застосував гальмування й залишилися сліди юза на дорозі довжиною S_u , то швидкість ТЗ на початку гальмування буде

$$v_a = 0,5 j t_3 + \sqrt{2 j S_u + v_1^2}. \quad (5.14)$$

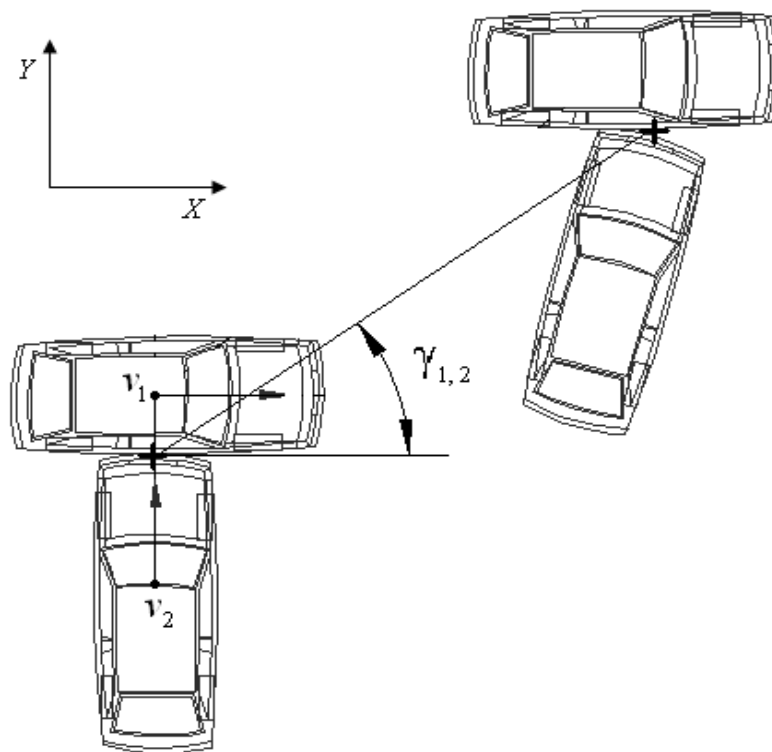


Рис. 5.4. Перехресне зіткнення автомобілів з їх подальшим блокуванням

У випадку, коли ТЗ, був обладнаний антиблокувальною системою гальм, можна порадити спочатку встановити відстань до місця зіткнення $S_{\text{дн}}$, на якій водій почав реагувати на небезпеку, а потім розрахувати швидкість руху ТЗ перед гальмуванням за формулою (2.26).

Приклад 1. Водій автомобіля Volvo S-70 допустив попутне зіткнення з автомобілем Opel Omega, що стояв на перехресті. Перед зіткненням і після зіткнення водій автомобіля Volvo S-70 екстрено гальмував. Також встановлено, що після зіткнення автомобіль Volvo S-70 перемістився на 3 м і зупинився, а автомобіль Opel Omega відкотився на 9 м. За словами водія автомобіля Volvo S-70, реагувати на небезпеку він почав на відстані близько 20 м. Обидва автомобілі були в спорядженому стані, тобто порожніми. Автомобіль Volvo S-70 обладнаний антиблокувальною системою гальм. ДТП відбулася на ділянці з рівним сухим асфальтом в умовах необмеженої видимості. Необхідно розрахунковим шляхом визначити швидкість автомобіля Volvo S-70 перед гальмуванням.

Початкові дані для розрахунку та технічні параметри:

Змінні позначені індексом 1, відносяться до автомобіля Volvo S-70;

Змінні позначені індексом 2 відносяться до автомобіля Opel Omega;

$S_{\text{от1}} = 3$ м – переміщення Volvo S-70 після зіткнення;

$S_{\text{от2}} = 9$ м – переміщення Opel Omega після зіткнення;

$S_{\text{дн}} = 20$ м – відстань, на якій водій автомобіля Volvo S-70 почав реагувати на небезпеку;

$j_1 = j_{\text{от1}} = 7,5$ м/с² – сповільнення Volvo S-70 до та після зіткнення (див. табл. 2.11);

$f_2 = 0,014$ – коефіцієнт опору коченню коліс Opel Omega;

g – прискорення вільного падіння – $g = 9,81$ м/с²;

$m_1 = 1486$ кг – маса автомобіля Volvo S-70;

$m_2 = 1475$ кг – маса автомобіля Opel Omega.

$t_1 = 1,0$ с – час реакції водія;

$t_2 = 0,2$ с – час запізнювання спрацювання гальмівної системи;

$t_3 = 0,25$ – час наростання сповільнення автомобіля Volvo S-70.

Рішення. Спочатку визначимо швидкості автомобілів після та до удару.

Швидкість Volvo S-70 після удару

$$u_1 = \sqrt{2j_{\text{от1}}S_{\text{от1}}} = \sqrt{2 \cdot 7,5 \cdot 3} = 6,7 \text{ м/с.}$$

Швидкість Opel Omega після удару

$$u_2 = \sqrt{2j_{\text{от2}}S_{\text{от2}}} = \sqrt{2f_2gS_{\text{от2}}} = \sqrt{2 \cdot 0,014 \cdot 9,81 \cdot 9} = 1,57 \text{ м/с.}$$

Швидкість Volvo S-70 безпосередньо перед ударом

$$v_1 = \frac{m_1u_1 + m_2u_2}{m_1} = \frac{1486 \cdot 6,7 + 1475 \cdot 1,57}{1486} = 8,27 \text{ м/с.}$$

Швидкість руху автомобіля Volvo S-70 перед початком гальмування визначимо за формулою (2.26)

$$v_a = jT_{\text{пр}} \left(\sqrt{\frac{2 \left(S_{\text{дн}} + \frac{v_1^2}{2j} \right)}{jT_{\text{пр}}^2}} + 1 - 1 \right) = 7,5 \cdot 1,33 \left(\sqrt{\frac{2 \left(20 + \frac{8,27^2}{2 \cdot 7,5} \right)}{7,5 \cdot 1,33^2}} + 1 - 1 \right) = 11,65 \text{ м/с} = 41,96 \text{ км/год,}$$

де $T_{\text{пр}} = t_1 + t_2 + 0,5t_3 = 1 + 0,2 + 0,5 \cdot 0,25 = 1,33$ с – сума інтервалів часу t_1 , t_2 , $0,5t_3$, протягом яких водій реагує на небезпеку й приводить у дію гальмівну систему ТЗ.

Нагадаємо, що отримані результати розрахункової швидкості автомобіля за формулою (2.26) виконані не за експертною методикою, оскільки гальмівна система даного автомобіля обладнана АБС. Альтернативою цьому розрахунку є визначення швидкості шляхом опитування свідків, водія та потерпілого але при цьому, на нашу думку, об'єктивність дослідження ДТП зменшується.

Приклад 2. Відбулося перехресне зіткнення автомобілів ВАЗ-2108 і ЗАЗ-1102. Встановлено, що після зіткнення автомобіль ВАЗ-2108 відкинуло на 12 м під кутом 15° , а автомобіль ЗАЗ-1102 – на 4 м під кутом 60° до первинного напрямку автомобіля ВАЗ. На місці ДТП зафіксовані сліди гальмування автомобіля ВАЗ-2108 завдовжки 7 м та автомобіль ЗАЗ-1102 завдовжки 15 м. ДТП мало місце при необмеженій видимості на рівному сухому асфальті. Обидва автомобілі були в спорядженому стані. Необхідно визначити швидкості руху автомобілів на початку гальмування. Перед зіткненням автомобілі рухалися під кутом 90° один до одного.

Початкові дані для розрахунку та технічні параметри:

Змінні, що відносяться до автомобіля ВАЗ-2108, позначено індексом 1;

Змінні, що відносяться до автомобіля ЗАЗ-1102, позначено індексом 2;

$S_{\text{от1}} = 12$ м – переміщення ВАЗ-2108 після зіткнення;

$S_{от2} = 4$ м – переміщення ЗАЗ-1102 після зіткнення;
 $S_{u1} = 7$ м – довжина слідів гальмування ВАЗ-2108 до зіткнення;
 $S_{u2} = 15$ м – довжина слідів гальмування ЗАЗ-1102 до зіткнення;
 $j_1 = j_2 = 7,5$ м/с² – сповільнення автомобілів ВАЗ і ЗАЗ до зіткнення (див. табл. 2.11);
 g – прискорення вільного падіння, 9,81 м/с²;
 $\alpha = 90^\circ$ – кут зіткнення автомобілів;
 $\gamma_1 = 15^\circ$ – кут відкидання автомобіля ВАЗ-2108;
 $\gamma_2 = 60^\circ$ – кут відкидання автомобіля ЗАЗ-1102 до напрямку автомобіля ВАЗ;
 $m_1 = 920$ кг – маса автомобіля ВАЗ-2108;
 $m_2 = 710$ кг – маса автомобіля ЗАЗ-1102;
 $\varphi = 0,8$ – коефіцієнт зчеплення коліс з дорогою (див. табл. 2.8);
 $t_3 = 0,25$ с – час наростання сповільнення автомобілів ВАЗ і ЗАЗ.
Рішення. Швидкості автомобілів безпосередньо після зіткнення:
 ВАЗ-2108

$$u_1 = \sqrt{2g\varphi S_{от1}} = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,8 \cdot 12} = 13,72 \text{ м/с};$$

ЗАЗ-1102

$$u_2 = \sqrt{2g\varphi S_{от2}} = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,8 \cdot 4} = 7,92 \text{ м/с}.$$

Швидкість автомобіля ВАЗ-2108 безпосередньо перед зіткненням

$$v_1 = u_1 \cos \gamma_1 + \frac{m_2 u_2 \cos \gamma_2}{m_1} = 13,72 \cdot \cos 15^\circ + \frac{710 \cdot 7,92 \cdot \cos 60^\circ}{920} = 16,3 \text{ м/с}.$$

Швидкість автомобіля ЗАЗ-1102 безпосередньо перед зіткненням

$$v_2 = \frac{m_1 u_1 \sin \gamma_1 + m_2 u_2 \sin \gamma_2}{m_2 \sin \alpha} = \frac{920 \cdot 13,72 \cdot \sin 15^\circ + 710 \cdot 7,92 \cdot \sin 60^\circ}{710 \cdot 1} = 11,46 \text{ м/с}.$$

Автомобіль ВАЗ-2108 перед гальмуванням рухався зі швидкістю

$$v_{a1} = 0,5 j_1 t_3 + \sqrt{2 j_1 S_{s1} + v_1^2} = 0,5 \cdot 7,5 \cdot 0,25 + \sqrt{2 \cdot 7,5 \cdot 7 + 16,3^2} = \\ = 20,2 \text{ м/с} = 72,73 \text{ км/год}.$$

Автомобіль ЗАЗ-1102 перед гальмуванням рухався зі швидкістю

$$v_{a2} = 0,5 j_2 t_3 + \sqrt{2 j_2 S_{s2} + v_2^2} = 0,5 \cdot 7,5 \cdot 0,25 + \sqrt{2 \cdot 7,5 \cdot 15 + 11,46^2} = \\ = 19,82 \text{ м/с} = 71,34 \text{ км/год}.$$

5.3. Встановлення моменту небезпеки та аналіз можливості запобігання зіткнення

У практиці судової автотехнічної експертизи зустрічаються різні, навіть кардинально протилежні підходи при визначенні моменту виникнення небезпечної ситуації, яка створюється іншими водіями ТЗ [8, 13, 16, 28].

Відомий спеціаліст у галузі автотехнічної експертизи Крісті Н.Н. у своїй роботі [16] вказує, що встановлення моменту виникнення небезпеки для руху водія може бути неоднозначним і пов'язане з труднощами, коли небезпечна обстановка створюється діями інших учасників руху. Щоб установити момент небезпеки, експерту доводиться вирішувати питання про те, як у даних обставинах водію слід було оцінити дії учасників руху, що створили небезпечну обстановку. Це питання експерт вирішує на основі особистого досвіду, деяких загальних положень, прийнятих в експертній практиці та даних про дорожню обстановку, що склалась на місці ДТП. Проте прийняті в експертній практиці загальні положення не завжди відповідають конкретним обставинам ДТП, тому серед експертів та слідчих при рішенні питання про момент виникнення небезпечної обстановки іноді немає єдиної думки. Наприклад, не можна погодитися з тим, що небезпечна обстановка для водія ТЗ-1, який користується переважним правом проїзду перехрестя, виникає з початку перетину перехрестя іншим ТЗ-2, що рухається в поперечному напрямі, якщо і до того було очевидно, що зупинити цей ТЗ-2 і тим самим запобігти зіткненню вже неможливо. Водій ТЗ-1 у подібному випадку повинен вжити заходів раніше, ніж цей ТЗ-2 досягне меж перехрестя. Або, навприклад, не можна згодитися з тим, що для водія ТЗ-1, який користується переважним правом на рух, небезпечна обстановка виникає в момент перетину лівої межі нерегульованого перехрестя іншим ТЗ-2, що рухається з малою швидкістю, особливо при великій ширині проїжджої частини. У цьому випадку водій ТЗ-2, що не користується перевагою в праві проїзду, може, не створюючи перешкоди, виїхати на перехрестя та зробити правий поворот або, пропустивши транспортний засіб ТЗ-1, водій якого користується переважним правом проїзду, перетнути перехрестя в потрібному напрямі. Такі дії водія ТЗ-2 не суперечать Правилам дорожнього руху і не мають сприйматися як момент небезпеки для руху.

Крісті Н.Н. акцентує, що правильний підхід до рішення питання про момент виникнення небезпечних обставин, які створені діями інших учасників руху, залежить від категорії учасників руху, їх дій і дорожньої обстановки. Водії проходять суворий медичний відбір і періодичну перевірку професійної придатності. До водіння ТЗ не допускаються водії в стані навіть найлегшого сп'яніння. Водії постійно знаходяться в такій обстановці, коли в будь-який момент може вини-

кнуті небезпека. Вимоги Правил дорожнього руху й міри безпеки водії виконують, як правило, автоматично. Тому для запобігання зіткнення з іншим ТЗ водій не зобов'язаний вживати екстрених заходів раніше, ніж він може виявити небезпечні дії водія іншого ТЗ.

Професор Іларіонов В.А. [13], розглядаючи способи запобігання перехресного зіткнення, вказує, що водій, який користується переважним правом на рух, повинен вживати необхідних заходів безпеки з моменту, коли він може визначити, що інший ТЗ-2 при подальшому русі може з'явитися на смузі проходження його ТЗ-1. У той же час Іларіонов В.А. критикує твердження, які зустрічаються в деяких методичних вказівках, що небезпечні обставини виникають у момент, коли водій ТЗ-1 може виявити інший ТЗ-2 на відстані гальмівного шляху. Для практичної реалізації цього положення водій ТЗ-1 повинен точно визначити швидкість ТЗ-2, що наближається, його гальмові властивості та якість дороги, обчислити довжину гальмівного шляху й зрівняти її з фактичною дистанцією. Нереальність таких намірів і дій з боку водія ТЗ-1 очевидна. Також Іларіонов В.А. застерігає, що момент виникнення небезпеки має бути визначений слідчим або судом, тому що при суб'єктивному визначенні цього моменту можливі суперечливі тлумачення й істотні помилки.

Зрозуміло, що правильно встановити момент виникнення небезпеки для руху водія є дуже відповідальною задачею, яка впливає на висновок експерта. Коли експерт вважає, що небезпека для руху виникла не в той момент, який зазначено в постанові (ухвалі) про призначення експертизи, він має вказати мотиви незгоди з позицією слідчого (суду) і дати два варіанти вирішення поставленого питання.

У сучасній фаховій літературі найбільш ретельно питання виникнення моменту небезпеки розглянуто авторами Шевцовим С.О. і Дубоносом К.В. [24]. У вказаній роботі наведені найбільш поширені типові ситуації створювання моменту небезпеки для руху, коли для запобігання ДТП водій ТЗ-1, що користується переважним правом на рух, повинен негайно вжити необхідних заходів, якщо він виявляє наступні обставини:

- на перехресті водій іншого ТЗ-2, що не користується переважним правом на рух, вже не може зупинити свій транспортний засіб на безпечній відстані від смуги руху даного ТЗ-1. Безпечна відстань буде дорівнювати сумі гальмового шляху ТЗ-2 і безпечного інтервалу (рис. 5.5);

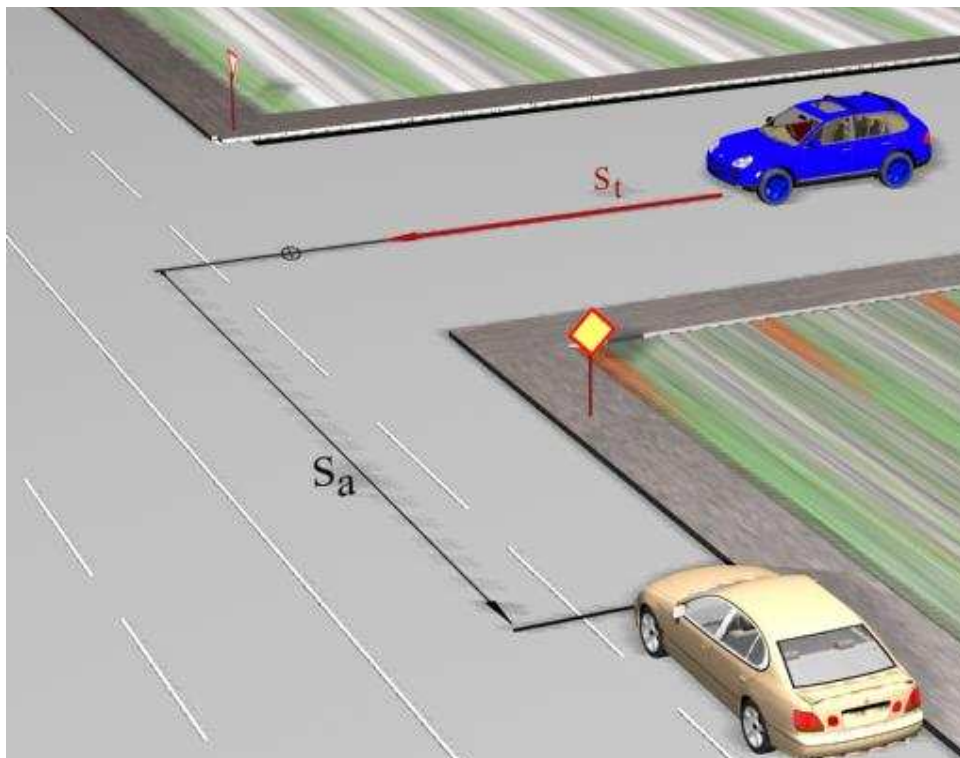


Рис. 5.5. Момент виникнення небезпеки для водія ТЗ-1 на нерегульованому перехресті, коли водій іншого ТЗ-2, що не користується переважним правом на рух, уже не може зупинити його на безпечній відстані від смуги руху даного ТЗ-1

– водій іншого ТЗ-2, що не користується переважним правом на рух, зупинився біля перехрестя, а потім раптово починає рушати з місця на перетин смугі руху ТЗ-1 (рис. 5.6);

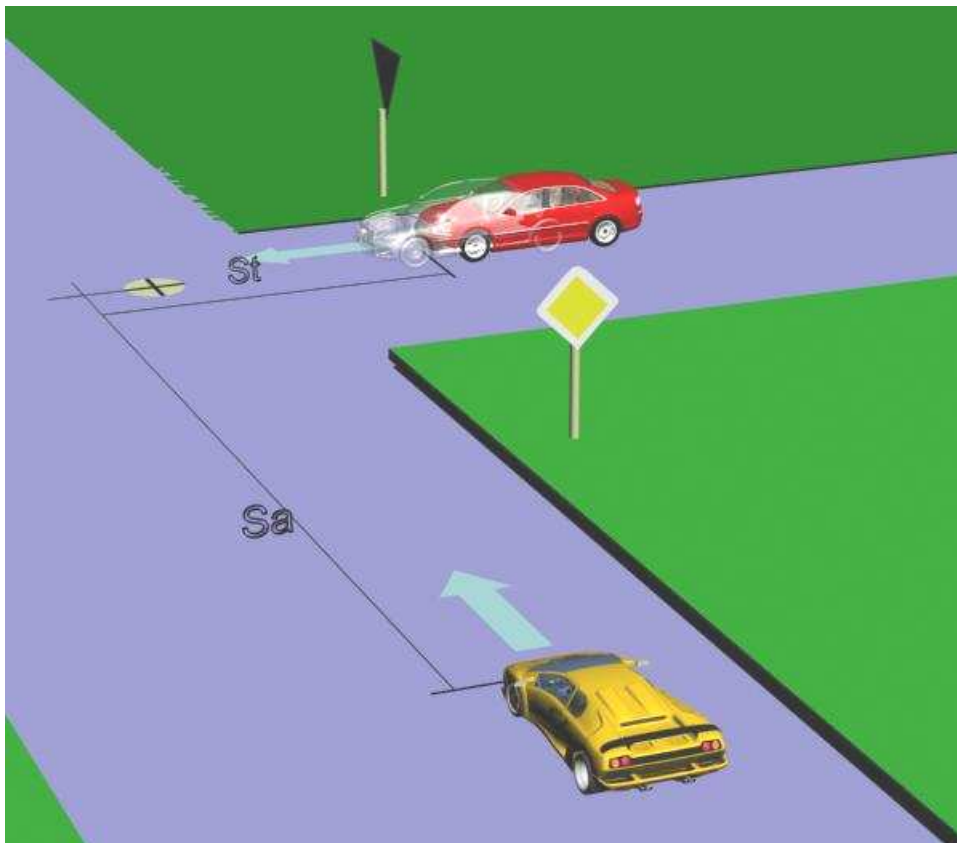


Рис. 5.6. Момент виникнення небезпеки для водія ТЗ-1 на нерегульованому перехресті, коли водій ТЗ-2, що не користується переважним правом на рух, зупинився біля перехрестя, а потім раптово почав рушати

- водій іншого ТЗ-2 при обгоні або маневрі виїхав на зустрічну смугу руху ТЗ-1 на відстані між ними, яка явно не дозволяла водію ТЗ-2 встигнути зайняти свою смугу руху (рис. 5.7);
- у середині процесу обгону або маневру водій ТЗ-2, який рухався по зустрічній смузі, наблизився до ТЗ-1 на відстань, яка вже не дозволяла водію ТЗ-2 встигнути зайняти свою смугу руху (рис. 5.8);
- зустрічний ТЗ-2 починає виконувати лівий поворот (розворот) не поступаючись дорогою ТЗ-1 (рис. 5.9);
- ТЗ-2, що рухається попереду, зліва або справа, починає маневрувати в бік смуги руху ТЗ-1, що рухається з більшою швидкістю ніж ТЗ-2 (рис. 5.10);
- водій іншого ТЗ-2 не встигає закінчити проїзд перехрестя на дозволений сигнал світлофору;
- ТЗ-2, перетинаючи смугу руху даного ТЗ-1, не встигає вийти за межі небезпечної зони;

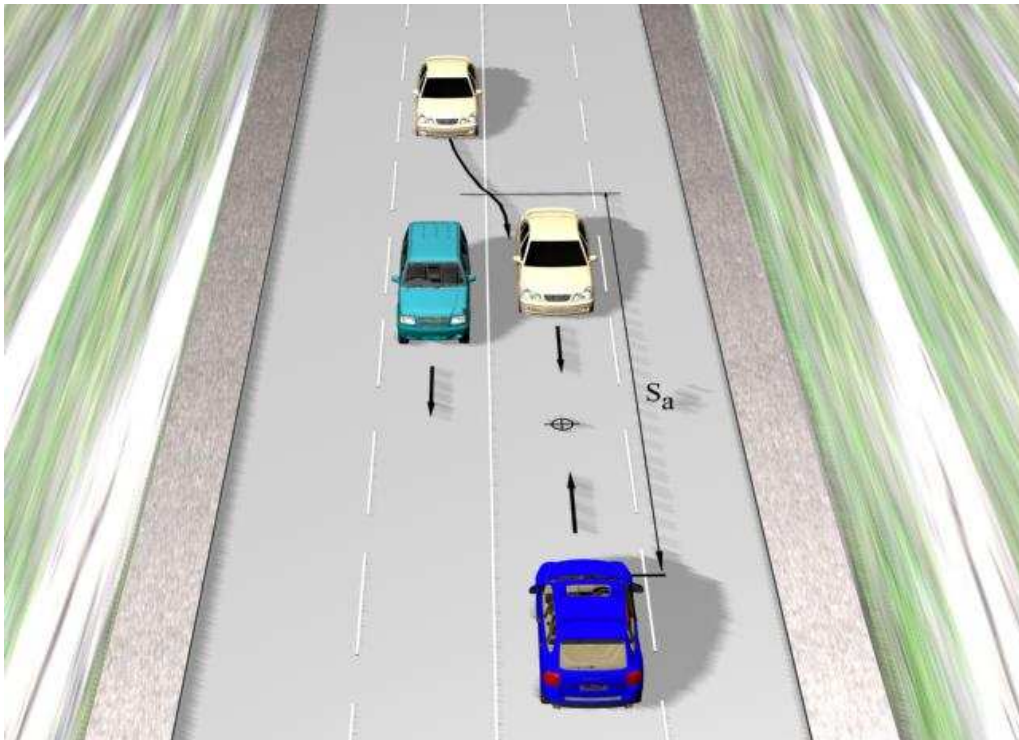


Рис. 5.7. Момент виникнення небезпеки при обгоні або маневрі, коли водій ТЗ-2 виїхав на зустрічну смугу руху ТЗ-1, на відстані між ними, яка явно не дозволяла водію ТЗ-2 встигнути зайняти свою смугу руху

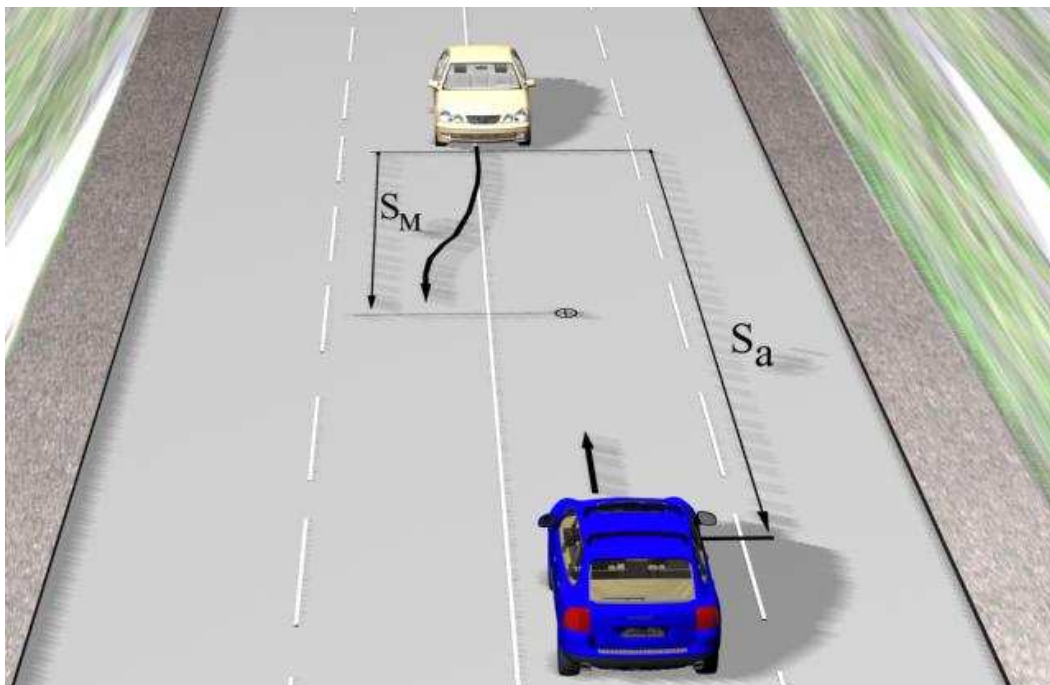


Рис. 5.8. Момент виникнення небезпеки в середині процесу обгону або маневру, коли водій ТЗ-2, що виїхав на зустрічну смугу, наблизився до ТЗ-1, на відстань, яка вже не дозволяла водію ТЗ-2 встигнути зайняти свою смугу руху

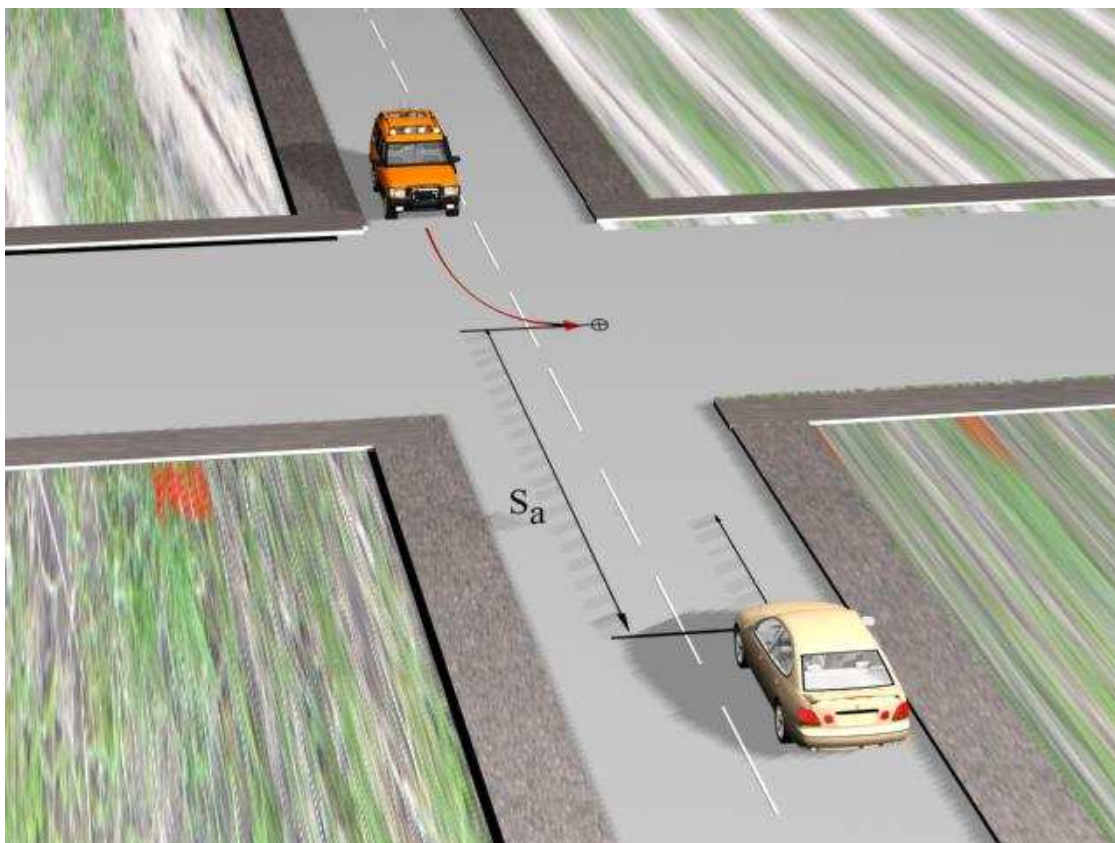


Рис. 5.9. Момент виникнення небезпеки, коли зустрічний ТЗ-2 починає виконувати лівий поворот не поступаючись дорогою ТЗ-1

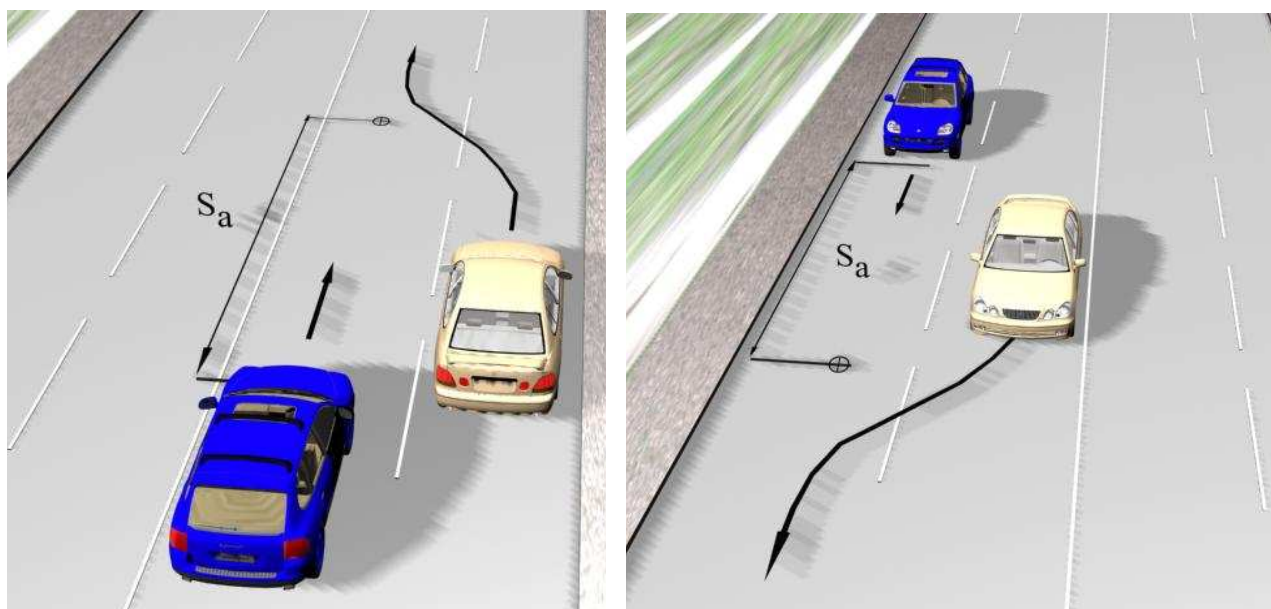


Рис. 5.10. Момент виникнення небезпеки, коли ТЗ-2, що рухається попереду, зліва або справа, починає маневрувати в бік смуги руху ТЗ-1, що рухається з більшою швидкістю ніж ТЗ-2

– ТЗ-2, з яким можливе зіткнення, рухається в некерованому стані, наприклад, із заблокованими колесами, із бічним ковзанням або на такій швидкості, що вже не дозволяє виконати ефективне керування;

– водій іншого ТЗ-2, у зв'язку зі складною дорожньою обстановкою, може бути змушений почати дії, які не виключають маневр на смугу зустрічного руху, наприклад, при спробі уникнути наїзду на пішохода або іншу перешкоду.

Небезпечні обставини не створюються діями водіїв інших ТЗ-2 при наступних умовах:

– ТЗ-2, водій якого не користується переважним правом на рух, може бути зупинений на відстані безпечного інтервалу від смуги руху даного ТЗ-1;

– інший ТЗ-2 не створює перешкоди для руху даного ТЗ-1, тобто не примушує його водія гальмувати або маневрувати для запобігання зіткнення;

– дії водіїв інших ТЗ-2 не знаходяться в суперечності з вимогами Правил дорожнього руху.

При розслідуванні ДТП, однією із задач є вирішення питання можливості запобігання ДТП шляхом своєчасного гальмування ТЗ-1, водій якого користується переважним правом на рух. У випадку, коли ТЗ-2 виїхав на зустрічну смугу й до моменту зіткнення не був загальмований, питання про наявність у водія ТЗ-1 можливості запобігти ДТП шляхом гальмування не має сенсу, оскільки зниження швидкості ТЗ-1 аж до зупинки уже не може запобігти ДТП.

У випадку, коли ТЗ-2 виїхав на зустрічну смугу в некерованому стані (в наслідок блокування коліс, заносу, зіткнення з іншим об'єктом) або зайняв її без будь-яких на те причин і водію ТЗ-1 запобігти зіткнення тільки шляхом гальмування вже неможливо, то неможна оцінювати дії водія ТЗ-1, який у процесі гальмування здійснив відворот від зустрічного ТЗ-2, як невідповідні Правилам дорожнього руху. Тобто з технічної точки зору застосування маневру ТЗ-1 для запобігання ДТП слід вважати виправданим у випадках, коли водій не має можливості запобігти ДТП шляхом гальмування.

Якщо відбулось зустрічне зіткнення транспортних засобів під час обгону, то в процесі дослідження ДТП може виникнути необхідність розрахунку шляху та часу, що необхідні для виконання безпечного обгону. Докладно процес обгону ТЗ поданий у роботах [7, 28],

де розглянуті обгін при постійній швидкості руху, обгін із прискоренням і сповільненням, та перерваний обгін.

Найпростіший випадок для дослідження, коли обидва транспортні засоби, який виконує обгін і, якого обганяють, рухаються із постійними швидкостями (рис. 5.11). У цьому випадку шлях обгону визначається за формулою

$$S_{\text{обг}} = \frac{(l_1 + l_2 + l_3 + l_4) \cdot v_1}{v_1 - v_2}, \quad (5.15)$$

де l_1 – довжина ТЗ, який виконує обгін, м;
 l_2 – довжина ТЗ, якого обганяють, м;
 l_3 – безпечна дистанція між транспортними засобами, який виконує обгін та якого обганяють, на початку обгону, м;
 l_4 – безпечна дистанція між транспортними засобами, який виконує обгін та якого обганяють, в кінці обгону, м;
 v_1 – швидкість руху ТЗ, який виконує обгін, м/с;
 v_2 – швидкість руху ТЗ, якого обганяють, м/с.

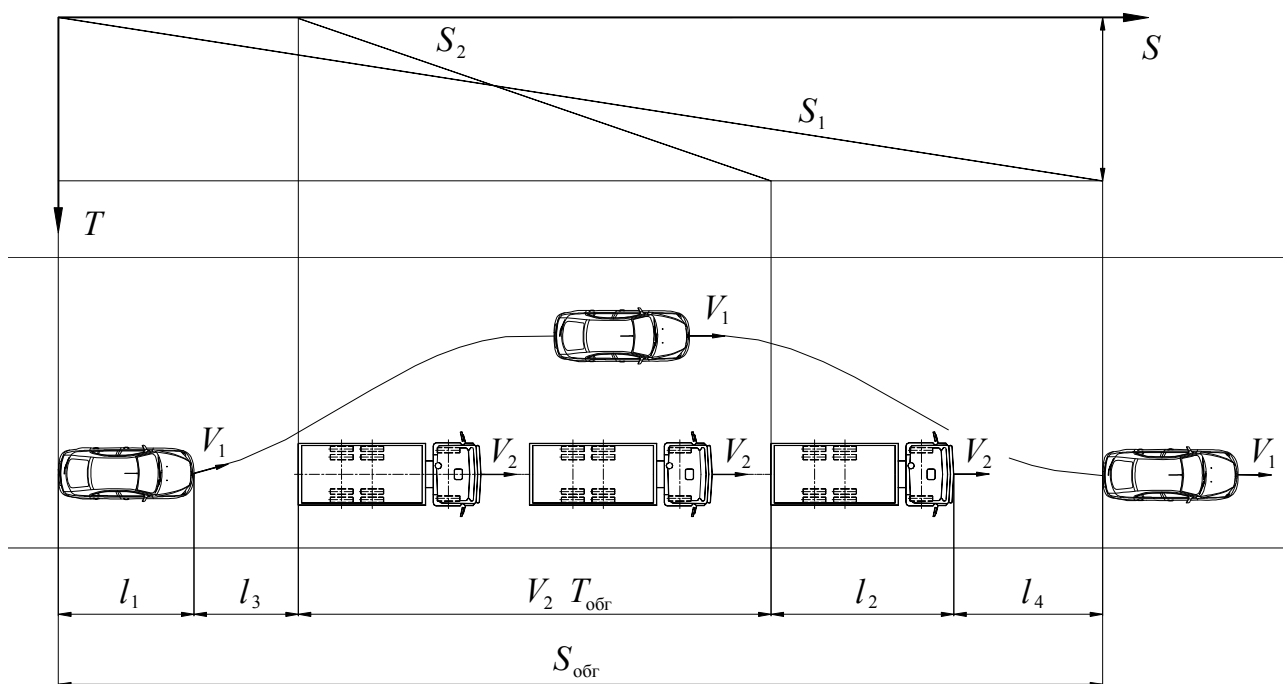


Рис. 5.11. Схема обгону при постійних швидкостях

Безпечну дистанцію на початку обгону між транспортними засобами, який виконує обгін та якого обганяють, експерти беруть як

еквівалентну величину, що дорівнює половині швидкості руху V_1 , яка взята в км/год

$$l_3 = 0,5V_1. \quad (5.16)$$

Безпечна дистанція в кінці обгону між транспортними засобами, який виконує обгін та якого обганяють, визначається експертами за емпіричною формулою

$$l_4 = 0,7l_3. \quad (5.17)$$

Слід зазначити, що з застосуванням в експертній практиці спрощених формул (5.16), (5.17) неможна повністю погодитися, тому що вони не є математично та фізично обґрунтованими.

Після розрахунку шляху обгону можна визначити час обгону, як

$$T_{\text{обг}} = \frac{S_{\text{обг}}}{v_1}. \quad (5.18)$$

Для виконання безпечного обгону з урахуванням відстані S_3 до зустрічного ТЗ на початку обгону, час $\frac{S_3}{v_1 + v_3}$ подолання цієї відстані до моменту зустрічі транспортних засобів має перевищувати час обгону

$$T_{\text{обг}} \leq \frac{S_3}{v_1 + v_3}, \quad (5.19)$$

а шлях обгону $S_{\text{обг}}$ має бути меншим, ніж шлях який здатний подолати ТЗ за час $\frac{S_3}{v_1 + v_3}$, рухаючись зі швидкістю v_1

$$S_{\text{обг}} \leq \frac{S_3 \cdot v_1}{v_1 + v_3}, \quad (5.20)$$

де S_3 – відстань між зустрічними транспортними засобами на початку обгону, м;

v_3 – швидкість руху зустрічного транспортного засобу, м/с.

У свою чергу, для виконання безпечного обгону відстань S_3 між зустрічними транспортними засобами має складати не менш

$$S_3 \geq S_{\text{обг}} \frac{v_1 + v_3}{v_1}. \quad (5.21)$$

Коли обгін виконується в умовах щільних транспортних потоків, то водій ТЗ, який виконує обгін, повинен постійно змінювати швидкість свого руху. Так на початку обгону, коли ТЗ, який рухається зі швидкістю v_1 , виходить з транспортного потоку на зустрічну смугу, і його швидкість починає постійно збільшуватись до швидкості v_1' . У кінці обгону, коли ТЗ почне займати своє місце в транспортному потоці та його швидкість має бути зменшена до швидкості потоку v_2 (рис. 5.12).

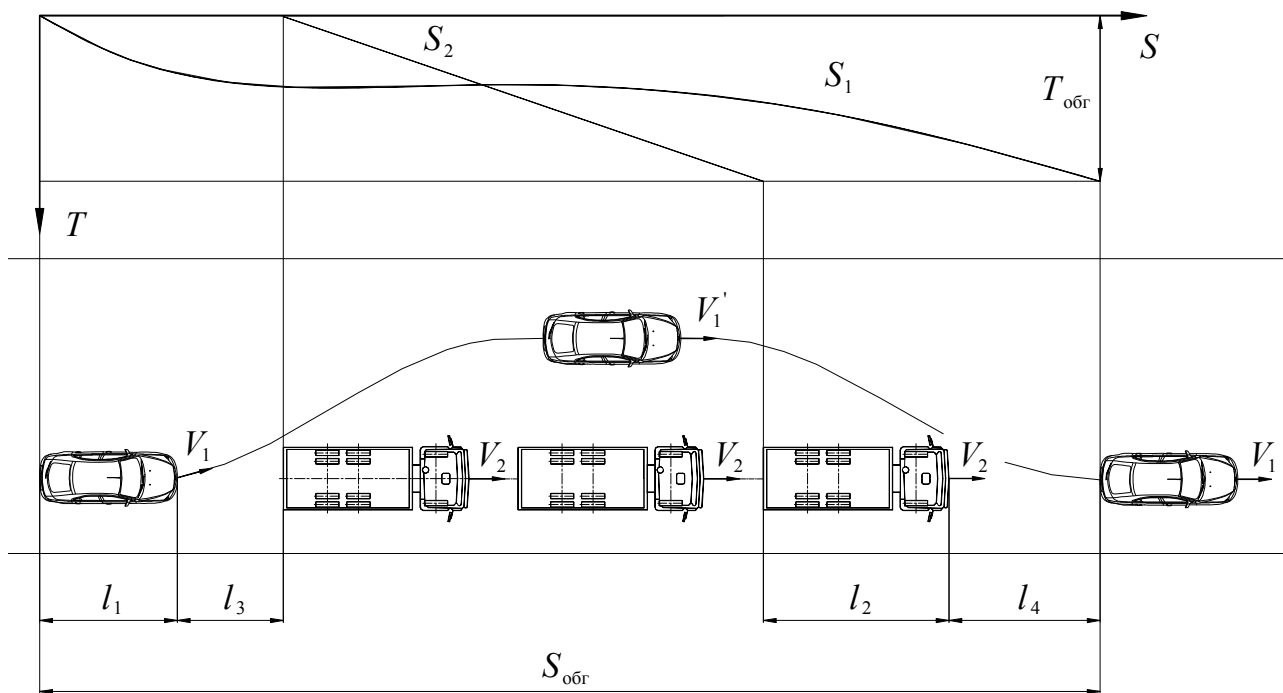


Рис. 5.12. Схема обгону при прискоренні та сповільненні ТЗ, який виконує обгін

При цьому водій ТЗ, якого обганяють, не повинен перешкоджати обгону підвищенням швидкості руху, тобто повинен рухатися з рівномірною швидкістю v_2 . У такому випадку $v_1 = v_2$ і шлях обгону можна визначити за формулою

$$S_{\text{обг}} = (l_1 + l_2 + l_3 + l_4) \cdot \frac{v_1' + v_2}{v_1' - v_2}, \quad (5.22)$$

де v_1' – швидкість руху ТЗ, який виконує обгін, у кінці розгону, м/с.

Якщо припустити, що ТЗ, який виконуючі обгін, рухався з середньою швидкістю, що дорівнювала $\frac{v_1' + v_2}{2}$, то час обгону можна записати, як

$$T_{\text{обг}} = 2 \frac{S_{\text{обг}}}{v_1' + v_2}. \quad (5.23)$$

З урахуванням зустрічного транспортну безпечний шлях обгону складатиме [7]

$$S_{\text{обг}} \leq S_3 \frac{V_1' + V_2}{V_1' + V_2 + 2 \cdot V_3}, \quad (5.24)$$

а безпечний час обгону становить

$$T_{\text{обг}} \leq \frac{2S_3}{V_1' + V_2 + 2 \cdot V_3}. \quad (5.25)$$

Для безпечного обгону треба, щоб на початку обгону відстань між зустрічними транспортними засобами S_3 , була не менш

$$S_3 \geq S_{\text{обг}} \cdot \frac{V_1' + V_2 + 2 \cdot V_3}{V_1' + V_2}. \quad (5.26)$$

Безумовно, є й інші випадки зміни швидкісного режиму руху транспортних засобів у процесі обгону, але для їх дослідження потрібно мати більше вихідних даних, які точно встановити дуже важко, а іноді й неможливо. Все це потребує індивідуального підходу в розгляданні обставин ДТП, пов'язаних з обгоном ТЗ, де за основу можна використовувати розглянуті вище схеми та формули.

Питання технічної спроможності запобігання попутному зіткненню виникає у випадках, коли ТЗ-2, що рухається з меншою швидкістю раптово виїжджає на смугу руху ТЗ-1, наприклад, при зміні смуги руху або при виїзді з поворотом з другорядної дороги на головну (додаток М). Складність рішення цього питання пов'язана з труднощами встановлення параметрів руху обох ТЗ. Якщо вдалося встановити швидкості руху цих ТЗ, то відстань $S_{\text{ов}}$, яка необхідна для зниження швидкості заднього ТЗ до рівня швидкості переднього ТЗ можна визначити за формулою, аналогічною формулі (2.19)

$$S_{ov} = (t_1 + t_2 + 0,5t_3)v_{a1} + \frac{v_{a1}^2 - v_{a2}^2}{2j}, \quad (5.27)$$

де v_{a1} – швидкість руху ТЗ-1, що користується переважним правом на рух, м/с;

v_{a2} – швидкість руху ТЗ-2, що не має переважного права на рух, м/с.

І далі треба порівняти відстань S_a від заднього ТЗ-1 до місця наїзду в момент виникнення небезпеки з розрахованою відстанню S_{ov} . Якщо $S_{ov} < S_a$, то водій ТЗ-1 при своєчасному гальмуванні мав можливість запобігти ДТП і навпаки. Відстань S_a можна визначити за формулою, аналогічною формулі (3.10)

$$S_a = t_{\pi}v_{a1} - \frac{(v_{a1} - v_{a2})^2}{2j}. \quad (5.28)$$

Час t_{π} , який пройшов з моменту виникнення небезпеки для руху водія ТЗ-1 до моменту зіткнення можна визначити з показань водіїв або шляхом слідчого експерименту. Якщо на ТЗ-1 був встановлений відеореєстратор, то цей час t_{π} можна визначити за допомогою запису з цього відеореєстратора.

Якщо зіткнення є результатом раптового гальмування переднього ТЗ-1, то водій заднього ТЗ-2 або запізнився з гальмуванням, або не вірно вибрав дистанцію. Згідно з Правилами дорожнього руху «безпечна дистанція – це відстань до транспортного засобу, що рухається попереду по тій самій смузі, яка у разі його раптового гальмування або зупинки дасть можливість водієві транспортного засобу, що рухається позаду, запобігти зіткненню без здійснення будь-якого маневру». З розрахункової точки зору безпечну дистанцію $S_{бд}$ можна подати, як різницю між зупинним шляхом S_o ТЗ-2, що рухається позаду, та гальмівним шляхом S_T ТЗ-1, що рухається попереду

$$S_{бд} = S_o - S_T. \quad (5.29)$$

З виразу (5.29) випливає, якщо обидва ТЗ однієї категорії, наприклад, легкові автомобілі, які рухаються один за одним з однаковою швидкістю v_a , то безпечна дистанція між ними буде на відстані, яку долає автомобіль за час реакції водія t_1

$$S_{\text{бд}} = t_1 v_a. \quad (5.30)$$

При розрахунку безпечної дистанції час реакції водія t_1 береться мінімальним і дорівнює 0,3 с (див. табл. 2.3). Наприклад, безпечна дистанція між ТЗ однієї категорії на швидкості 60 км/год (16,66 м/с) складатиме 5 м (приблизно один корпус легкового автомобіля), а на швидкості 110 км/год (30,55 м/с) безпечна дистанція має бути збільшена до 9,16 м (приблизно два корпуси легкового автомобіля).

При перехресному зіткненні питання технічної спроможності у водія ТЗ-1, що користується переважним правом на рух, запобігти зіткнення вирішується шляхом порівняння зупинного шляху S_0 ТЗ-1 з відстанню S_a від ТЗ-1 до місця зіткнення в момент виникнення небезпеки. Складність вирішення цього питання, як і при дослідженні будь-якого зіткнення пов'язана з труднощами встановлення параметрів руху обох ТЗ.

Зіткнення ТЗ – це найскладніший для дослідження вид ДТП, коли експертиза не завжди може відповісти на всі поставлені перед нею питання та вирішити основні завдання. Але, якщо ціль експертизи (встановлення причинно-наслідкового зв'язку між діями учасників руху та наслідками ДТП) буде досягнута, то роль експертизи в ході розслідування ДТП можна вважати ефективною. Що стосується відсутності єдиного та чіткого підходу при визначенні моменту небезпеки для руху водія, то це тільки вказує на наявність проблеми яку в подальшому треба вирішувати. Новим рівнем тут може бути застосування автоматизованих засобів реєстрації руху ТЗ та програмне моделювання розвитку механізму ДТП.

Приклад 1. Рухаючись із швидкістю 90 км/год водій автомобіля Skoda Octavia вирішив обігнати автомобіль ГАЗ-3221 «ГАЗель», швидкість руху якого складала 60 км/год. Назустріч із швидкістю 80 км/год рухався автомобіль Volkswagen Bora. Відстань між автомобілями Skoda Octavia і Volkswagen Bora складала близько 300 м. Треба визначити шлях і час необхідні для виконання безпечного обгону.

Дослідження:

Визначимо шлях обгону

$$S_{\text{обр}} = \frac{(l_1 + l_2 + l_3 + l_4) \cdot v_1}{v_1 - v_2} = \frac{(4,5 + 5,5 + 45 + 31,5) \cdot \frac{90}{3,6}}{\frac{90}{3,6} - \frac{60}{3,6}} = \frac{2162,5}{8,33} = 259,6 \text{ м},$$

де l_1 – довжина автомобіля Skoda Octavia, 4,5 м;

l_2 – довжина автомобіля ГАЗ-3221, 5,5 м;

l_3 – безпечна дистанція між попутними автомобілями на початку обгону

$$l_3 = 0,5V_1 = 0,5 \cdot 90 = 45 \text{ м};$$

V_1 – швидкість ТЗ, що здійснює обгін, 90 км/год;

l_4 – безпечна дистанція між попутними автомобілями в кінці обгону

$$l_4 = 0,7l_3 = 0,7 \cdot 45 = 31,5 ;$$

v_1 – швидкість руху ТЗ, який здійснює обгін, $\frac{90}{3,6}$ м/с;

v_2 – швидкість руху ТЗ, якого обганяють, $\frac{60}{3,6}$ м/с.

Для виконання обгону потрібен час

$$T_{\text{обг}} = \frac{S_{\text{обг}}}{v_1} = \frac{259,6}{90} \cdot 3,6 = 10,38 \text{ с.}$$

Для виконання безпечного обгону відстань S_3 між зустрічними транспортними засобами на початку обгону має складати не менш

$$S_3 \geq S_{\text{обг}} \frac{v_1 + v_3}{v_1} = 259,6 \frac{\frac{90}{3,6} + \frac{80}{3,6}}{\frac{90}{3,6}} = 350,5 \text{ м.}$$

Отже, в даній дорожній ситуації водій автомобіля Skoda Octavia не мав технічної можливості виконати безпечний обгін автомобіля «ГАЗель» перед зустрічним автомобілем Volkswagen Bora.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. З яких фаз складається процес удару?
2. Як класифікують зіткнення транспортних засобів?
3. Чим відрізняється зіткнення з центральним ударом від зіткнення з ексцентричним ударом?
4. Як визначається місце зіткнення ТЗ?
5. Як визначається кут зіткнення між ТЗ?
6. Якими способами можна визначити швидкості ТЗ при дослідженні їх зіткнення?
7. Як встановити швидкість автомобіля перед зіткненням на підставі закону збереження імпульсу в замкнутій системі тіл?
8. Як встановити швидкості ТЗ при дослідженні попутного або стрічного зіткнення?

9. Як розрахувати швидкість ТЗ після удару?
10. Як визначити сповільнення ТЗ після зіткнення?
11. Як розрахувати швидкість ТЗ безпосередньо перед ударом?
12. Як розрахувати швидкості ТЗ при перехресному зіткненні?
13. Складіть розрахункову схему перехресного зіткнення.
14. Як розрахувати швидкість руху ТЗ, що брав участь у зіткненні, перед гальмуванням?
15. У чому полягає принцип визначення моменту небезпеки для руху водія ТЗ-1 від дій водія ТЗ-2?
16. Наведіть приклади типових ситуацій створювання небезпеки для руху водія ТЗ-1 діями водія ТЗ-2.
17. Як розраховуються шлях та час обгону?
18. Як записати умову виконання безпечного обгону?
19. Як розрахувати безпечну дистанцію між ТЗ?
20. Як аналізується можливість запобігти попутному зіткненню?

Розділ 6. НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДОСЛІДЖЕННЯ ОБСТАВИН ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНОЇ ПРИГОДИ

На думку авторів недалеке майбутнє автотехнічної експертизи буде пов'язане з застосуванням автоматизованих цифрових систем виміру й розрахунку на всіх етапах дослідження обставин ДТП. У першу чергу, – це застосування лазерного сканування місця ДТП, на підставі чого можливе автоматизоване складання схеми ДТП зі встановленням усіх необхідних розмірів. По-друге, це використання записів різних реєстраторів даних про події, які дозволяють фіксувати параметри руху ТЗ до та після ДТП, що може бути покладено в основу отримання об'єктивних вихідних даних доекспертного розрахунку. І по-третє, це застосування спеціальної цифрової апаратури при проведенні слідчих експериментів та прикладних програм для розрахунку механізму ДТП. Найкращій результат можна очікувати, якщо послідовно застосовувати автоматизовані цифрові системи на всіх етапах дослідження ДТП. Розглянемо можливість застосування цих сучасних автоматизованих системи в порядку дослідження обставин ДТП.

6.1. Застосування лазерного сканування при огляді місця ДТП

При огляді місця ДТП доказове значення можуть мати зокрема такі інформативні свідчення, як: відносне розташування потерпілих, відносне розташування ТЗ та їх фрагментів, сліди на дорожньому покритті від коліс ТЗ, подряпини на дорожньому покритті або дорожніх спорудах від ТЗ, сліди битого скла, осипи ґрунту, рідини, що витекла з ТЗ. На даний момент відомі декілька способів фіксації такої слідової інформації на місці ДТП. Перший спосіб традиційний – фіксація та вимір проводяться вручну із застосуванням фотоапаратів та відеокамер, вимірювальних рулеток і курвіметрів. Схема місця ДТП оформлюється від руки на аркуші паперу. Недоліки такого способу фіксації слідової інформації на місці ДТП – це відносно великі втрати часу для збирання необхідних даних, можливість помилки (людський чинник) при вимірі та фіксації даних у складних умовах дослідження, а також тривалий час оформлення схеми ДТП, якість якої, звичайно, низька.

Другий спосіб збору слідової інформації на місці ДТП побудований на основі фотограмметричної зйомки. Фотоапаратом робляться два, або більше знімків місця ДТП з різних точок. Далі, із застосуванням спеціальної програми дані знімків обробляються, в результаті експерт отримує можливість з певною точністю проводити потрібні виміри. Таким чином працюють комплекси «Фотоком», «Фомп-к», «РС-Rect», «Iwitness» та ін. До недоліків такого способу фіксації слідової інформації відносяться: обмеженість за умов видимості в вечірній та нічний час, в умовах дощу, снігу або туману; досить складний інтерфейс програми, що при цьому використовується; для обчислення вимірів необхідно мати відповідний мірний об'єкт; при недотриманні умови розміщення мірного об'єкту на місці зйомки в разі збільшується погрішність виміру; проходить відносно тривалий час від моменту початку роботи до оформлення вихідного документу.

За кордоном у розвинутих країнах все більш широке застосування при проведенні слідчих заходів на місці ДТП знаходить лазерне сканування місцевості та об'єктів, підсумком якого є тривимірна модель. Лазерне сканування надає схоже з фотографічним зображення, але при цьому воно подається в тривимірному вигляді з можливістю вільно міняти ракурс. За допомогою лазерного сканування одержують докладне зображення місця події. Отримані дані можуть бути збережені на будь-якому цифровому носії і, найважливіше, міняти чи коректувати ці дані сканування вже не можливо. Завдяки цьому, під час проведення слідчих заходів, автотехнічної і трасологічної експертизи можна знову відтворити картину пригоди, якою вона була на момент сканування.

Система лазерного сканування при використанні в автотехнічній експертизі, має задовольняти наступним вимогам:

- мати високу відокремлюючу здатність, продуктивність і точність вимірювання;
- бути портативною з можливістю оперативного розгортання та устаткування;
- дозволяти працювати в умовах низьких температур, дощу, поганої видимості та освітленості;
- відображати всілякі видимі сліди на дорозі;
- виконувати вимірювання розмірів місцевості та об'єктів.

На даний час при документуванні ДТП лазерні 3D-сканери тільки почали використовуватись у системі МВС України та країн СНД.

Так, на озброєнні експертних підрозділів МВС України знаходяться лазерні сканери FARO® Laser Scanner Focus^{3D} виробництва США (рис. 6.1) [27].



Рис. 6.1. Комплекс FARO® Laser Scanner Focus^{3D}(США)

Зазначений комплекс складається з самого 3D-сканеру, валізи з шістьох сфер білого кольору, ноутбука з програмним забезпеченням Scene 5.0 та триноги для сканеру.

Основні технічні характеристики комплексу FARO® Laser Scanner Focus^{3D}(США) такі:

- діапазон сканування 0,6–120 м у середині/зовні приміщень;
- швидкість вимірювань 122000/244000/488000/976000 точок за секунду;
- похибка вимірювання ± 2 мм на 25 м
- робоча зона по вертикалі – 305° ;
- робоча зона по горизонталі – 360° ;

- вертикальна та горизонтальна роздільча здатність 0,009° (40960 3D-точок на 360 °);
- максимальна вертикальна швидкість сканування (обертання дзеркала) 5800 об/хв або 97 Гц;
- вбудована камера до 70 Мп у кольорі;
- зберігання даних за типом SD, SDHC™, SDXC™; 32GB;
- керування сканером за допомогою сенсорного дисплея, або за допомогою ноутбука через bluetooth з'єднання;
- час роботи від батареї до 5 годин;
- габарити 240×200×100 мм;
- маса – 5 кг.

Сканування місця ДТП проводиться з декількох позицій. Кількість точок сканування (позицій) на пряму залежить від розташування об'єктів один від одного, що необхідно зафіксувати при документуванні ДТП. Перед початком сканування сканер необхідно точно виставити за показаннями вбудованого в нього нівеліра. Між сканером та об'єктом мають бути відсутні перешкоди (рис. 6.2)



Рис. 6.2. Лазерне сканування ділянки дороги експертом-автотехніком під час огляду місця ДТП

Перед початком сканування необхідно в його межах встановити сфери білого кольору таким чином, щоб вони потрапляли в поле зору сканера хоча б із двох позицій сканування. Зазначені сфери в подальшому служать орієнтирами, які дозволяють програмному забезпеченню отримані скановані точки з різних позицій з'єднати в одне ціле, створюючи при цьому 3D картинку. Залежно від якості сканування,

процес сканування з однієї позиції може тривати від 2 до 30 хвилин. Середній час сканування ДТП займає біля 9–15 хвилин. Далі, отримані зі сканера файли копіюються в ноутбук, де за допомогою програми Scene 5.0 всі отримані скани з'єднуються в одне ціле. При цьому створюється кругова фотопанорама на 360 ° у кольорі або чорно-біла. Це дозволяє створити віртуальний тривимірний вид картини пригоди, з видами зверху, знизу, збоків, і потім детально проаналізувати ситуацію (рис. 6.3).



Рис. 6.3. Зображення місця ДТП, що отримані після лазерного сканування з різних ракурсів

Слід зазначити, що проводити сканування та подальшу обробку інформації може як один і той-же фахівець, так і різні, незалежні один від одного фахівці в будь-якому місці та в будь-який час.

Технологія лазерного сканування дозволяє виконувати вимірювання відстаней безпосередньо за хмарою сканованих точок, оскільки кожна точка має свій набір координат X , Y , Z . Таким чином, можна, наприклад, одержати розміри деформації автомобіля, що брав

участь у ДТП, довжину та ширину слідів юза чи подряпин на асфальті, відстань від орієнтиру та базової лінії до об'єктів ДТП. На сканованому зображенні задані відстані програма показує у вигляді пунктирної лінії та прапорця, на якому нанесені розміри між об'єктами у метрах (рис. 6.4).

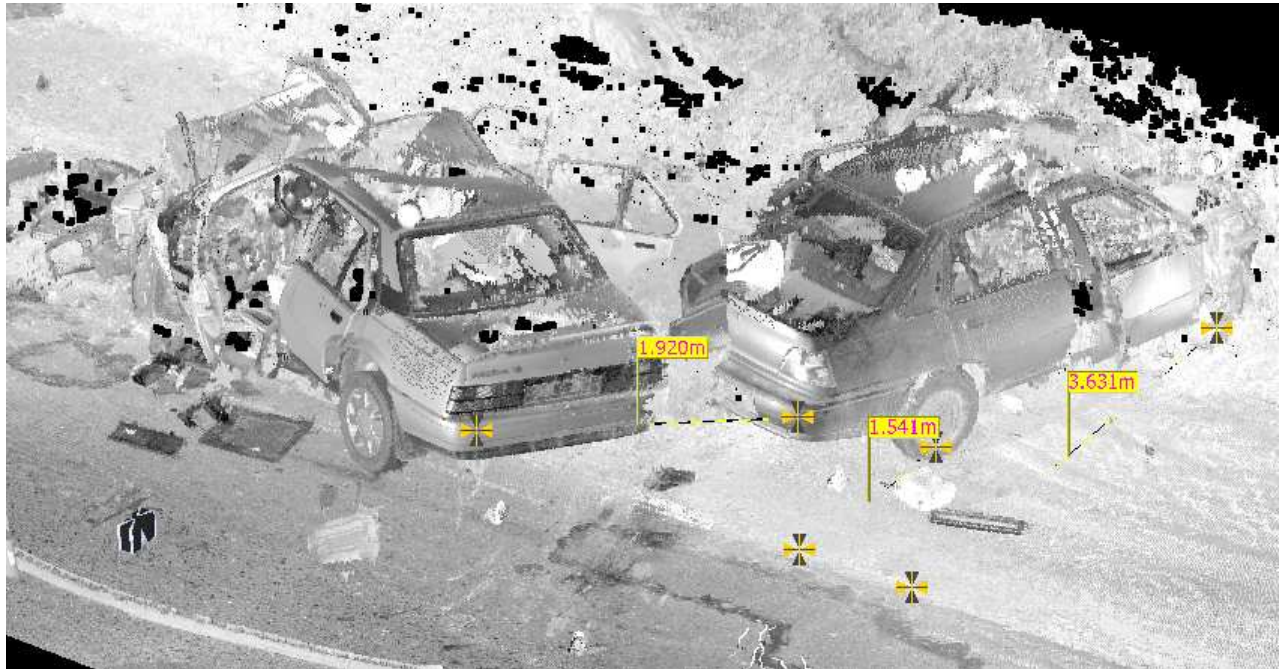


Рис. 6.4. 3-D зображення з встановленими програмою розмірами між об'єктами

При використуванні сканера практично немає необхідності складати схему ДТП на місці події, вимірювати рулеткою вибрані відстані з подальшим нанесенням розмірів у масштабі, оскільки тепер усі необхідні розміри з більш високою точністю можна визначити безпосередньо за результатами сканування з похибкою ± 2 мм на 25 м.

Технологія лазерного сканування здатна скоротити час дослідження місця ДТП. Спеціаліст, що займається оглядом місця події, стикається з проблемами вже при описі та складанні протоколу та схеми місця події. Наприклад, йому доводиться надавати увагу не тільки крупним об'єктам події – автомобілям, але й всіляким слідам на дорозі та невеликим фрагментам. Навіть якщо фахівці, що ведуть розслідування, намагаються зосередитись лише на обставинах події, вони все одно можуть бути необ'єктивними й неточними. У протилежність фотографічним і графічним методам, при яких експерти роблять знімки й фіксують графічно об'єкти вибірково, узгоджую-

чись з власним баченням ситуації на місці події, метод лазерного сканування допускає повне покриття зйомкою всього місця події. Тому технологія лазерного сканування може з успіхом застосовуватись при аналізі ДТП, особливо в разі масштабних і складних автокатастроф, з великою кількістю учасників, пошкодженнями дорожньої інфраструктури та транспортних засобів. За наявності результатів сканування місця ДТП експерт, слідчий або суддя мають можливість не тільки «повернутися» на місце ДТП для встановлення розташування тих чи інших об'єктів на місці події вже після огляду, але й виявити слідову інформацію, що не була знайдена під час огляду. При цьому будь які сліди, об'єкти можуть бути вивчені більш детально.

Таким чином, лазерне сканування дозволяє в декілька разів збільшити інформативність зібраних даних на місці події, надає наочну та зручну візуалізацію в тривимірному вигляді, що дозволяє досягти високої ілюстративної якості, схожої з фото- і відеозображенням. З'являється можливість проводити більш точні вимірювання відстаней та об'єктів за координатами сканованих точок. При цьому час огляду місця ДТП скорочується в рази, від декількох годин до декількох десятків хвилин. Проводити сканування може лише одна людина, в той час, як традиційно, вимірювання проводять мінімум дві людини, а за правильністю проведення вимірювань спостерігають ще двоє понять. Сканування можна проводити в темний час доби, що не впливає на якість зображення. Відпадає необхідність у складанні масштабних схем місця ДТП, оскільки отримана 3D-картинка після сканування зберігає реальні розміри об'єктів. Тому в найближчому майбутньому, традиційні протоколи огляду місця й схеми ДТП можуть бути доповнені або навіть замінені інформативними тривимірними зображеннями, одержаними за допомогою лазерних сканерів. Для цього необхідно розробити експертну методику автоматизованого складання схеми ДТП на підставі результату лазерного сканування.

6.2. Відеореєстратори, як нове джерело отримання інформації про розвиток механізму ДТП

На даний час широке поширення отримали технічні засоби, які дозволяють фіксувати рух ТЗ у процесі ДТП. Умовно такі технічні засоби можна поділити на три групи: відеореєстратори в ТЗ, зовніш-

не відеоспостереження, системи EDR – Event Data Recorder (реєстрація даних про події).

Відеореєстратор (англ. Digital Video Recorder, DVR, цифровий відеореєстратор) – пристрій, призначений для запису, зберігання та відтворення відеосигналів, а за наявності мікрофона – й аудіосигналів (рис. 6.5).



Рис. 6.5. Типовий приклад відеореєстратора з дисплеєм та відеокамерою

Відеореєстратори за своїми технічними характеристиками можна поділити на чотири групи: за функціональними можливостями, за форматом запису зображення, за кількістю кадрів на секунду при записі, за кутом огляду.

У свою чергу, за функціональними можливостями відеореєстратори поділяються:

- а) за кількістю відеокамер;
- б) за наявністю інфрачервоного підсвітлювача;
- в) за наявністю дисплея;
- г) за наявністю модуля GPS;
- д) за наявністю мікрофона;
- е) за наявністю датчиків прискорення.

Відеореєстратори з двома камерами (Dual Lens) ведуть зйомку одночасно на дві камери, тобто реєструється те, що відбувається на дорозі й у салоні. Перевага таких відеореєстраторів полягає в тому,

що вони дозволяють записати відео відразу з двох позицій, таким чином фіксується більше деталей, внаслідок чого виходить повніша картина усього, що відбувається. Так наприклад, за наявності відеореєстратора, спрямованої в середину салону автомобіля, з'являється можливість оцінити дії водія чи пасажирів у процесі розвитку ДТП, оскільки пасажирів в деяких випадках своїми втручаннями в управління автомобілем можуть значно вплинути на виникнення та розвиток небезпечної та аварійної ситуації.

Наявність інфрачервоного підсвічування у відеореєстраторі покращує зйомку в нічний час. Для цього виробник поряд з об'єктивом камери відеореєстратора, розташовує інфрачервоні світлодіоди, призначені для додаткового освітлення під час зйомки в темряві. Світлодіоди працюють в інфрачервоному спектрі, тому абсолютно не заважають водієві та пасажирам – світло від них невидиме неозброєним оком.

Важлива перевага відеореєстратора з дисплеєм – це можливість проглянути відеозапис безпосередньо на місці ДТП, що може бути зажаданим, оскільки дозволяє безпосередньо при огляді місця ДТП зосередити увагу на обставинах, що мають суттєве значення.

Деякі моделі відеореєстраторів можуть оснащуватися GPS – приймачем, за допомогою якого в «картинку» вбудовується інформація про числові координати та швидкість ТЗ. Такі дані дозволяють точніше встановити механізм ДТП.

Наявність вбудованого мікрофона та синхронного аудіозапису також має важливе значення при встановленні обставин ДТП. Аудіо-канал фіксує звуки гальмування, удару, або наїзду на перешкоду, що дозволяє детальніше проаналізувати характер руху ТЗ у процесі ДТП.

За форматом запису зображення розрізняють дві групи відеореєстраторів: Audio Video Interleave (AVI) та High-Definition (HD). За кількістю кадрів відеореєстратори поділяються на такі, що фіксують 30, 60, 120 кадрів на секунду. Кут огляду відеореєстратора з однією камерою може бути від 90 до 160 градусів, а за наявності декількох камер відеореєстратор може спостерігати за подіями на всі 360 градусів.

Якість зйомки відеореєстратора має істотний вплив на можливість подальшого використання даних відеозапису при встановленні обставин ДТП. Чим більше кількість кадрів на секунду може зафік-

сувати відеореєстратор, тим інформативніше відеозапис у цілому. Кути огляду відеореєстраторів також певним чином впливають на якість зображення. Малий кут у 90 градусів дозволяє краще ідентифікувати номери інших ТЗ, проте відеозаписи з таким кутом огляду в цілому набагато менш інформативні, зокрема, практично повністю втрачається огляд сусідніх смуг руху. Тоді як записи з кутом огляду в 120–160 градусів забезпечують максимальну оглядовість крізь лобове скло ТЗ.

Оскільки відеореєстратори зараз отримали широке поширення на ТЗ, то можливість їх використання при дослідженні ДТП стає реальністю. Для цього необхідно розробити й застосувати спеціальні методики, які б дозволили встановити об'єктивні параметри руху ТЗ та інших учасників за записами з відеореєстратора. Наприклад, таких параметрів, як швидкість руху ТЗ, уповільнення та прискорення ТЗ, моменту та часу небезпеки.

У порядку застосування даних відеозапису з відеореєстраторів для дослідження ДТП були виявлені такі проблеми:

- не всі відеореєстратори фіксують час зйомки до необхідних десятих та сотих часток секунди;
- за відсутності інтегрованого у відеореєстратор навігатора швидкість руху ТЗ не фіксується;
- за наявності інтегрованого в систему навігатора швидкість руху ТЗ фіксується з суттєвим запізненням (на декілька секунд), тобто, можливий, наприклад, такий випадок, що ТЗ уже зупинився а за даними навігатора швидкість його руху тільки почала зменшуватися;
- більшість відеореєстраторів не фіксують уповільнення та прискорення ТЗ.

Як відомо, швидкість руху ТЗ є одним з основних параметрів, який значно впливає на розрахунок механізму ДТП. Тому встановлення швидкості руху ТЗ у процесі розвитку ДТП має суттєве значення для аналізу виникнення та наявності у водія можливості попередження ДТП.

З метою виявлення можливості визначити швидкість руху ТЗ за допомогою запису з відеореєстратора, який не обладнаний GPS-навігатором, науковці Харківського національного автомобільно-дорожнього університету (ХНАДУ) та науково-дослідного експертно-криміналістичного центру (НДЕКЦ) при ГУМВС України в Харківській області провели декілька відповідних експериментів. Експерименти проводилися в світлий час доби, за відсутності опадів

за участю чотирьох марок автомобілів BMW 520, Skoda Fabia, Daewoo Lanos, VA3-21099 і з використанням рядового відеореєстратора Globex HC-104. Були отриманні відеозаписи, на яких зафіксований рух ТЗ на різних ділянках дороги. Відеозаписи детально аналізувались за допомогою програмного забезпечення «Кіностудія Windows Live» (рис. 6.6).

Проведений експеримент виявив можливість за даними запису відеореєстратора визначити середню швидкість руху ТЗ, незважаючи на відсутність вимірювання швидкості GPS-навігатором. Для цього на фрагменті відеозапису, що відповідає певній ділянці дороги спочатку треба вибрати два орієнтира – початковий і кінцевий. Такими орієнтирами можуть бути стовпи та стовпчики, дерева та чагарники, інженерні споруди повздовж дороги, дорожні знаки, розмітка та інше. Слід зазначити, що вибрані орієнтири мають розташовуватись на приблизно однаковій відстані від краю проїжджої частини дороги (рис. 6.6).

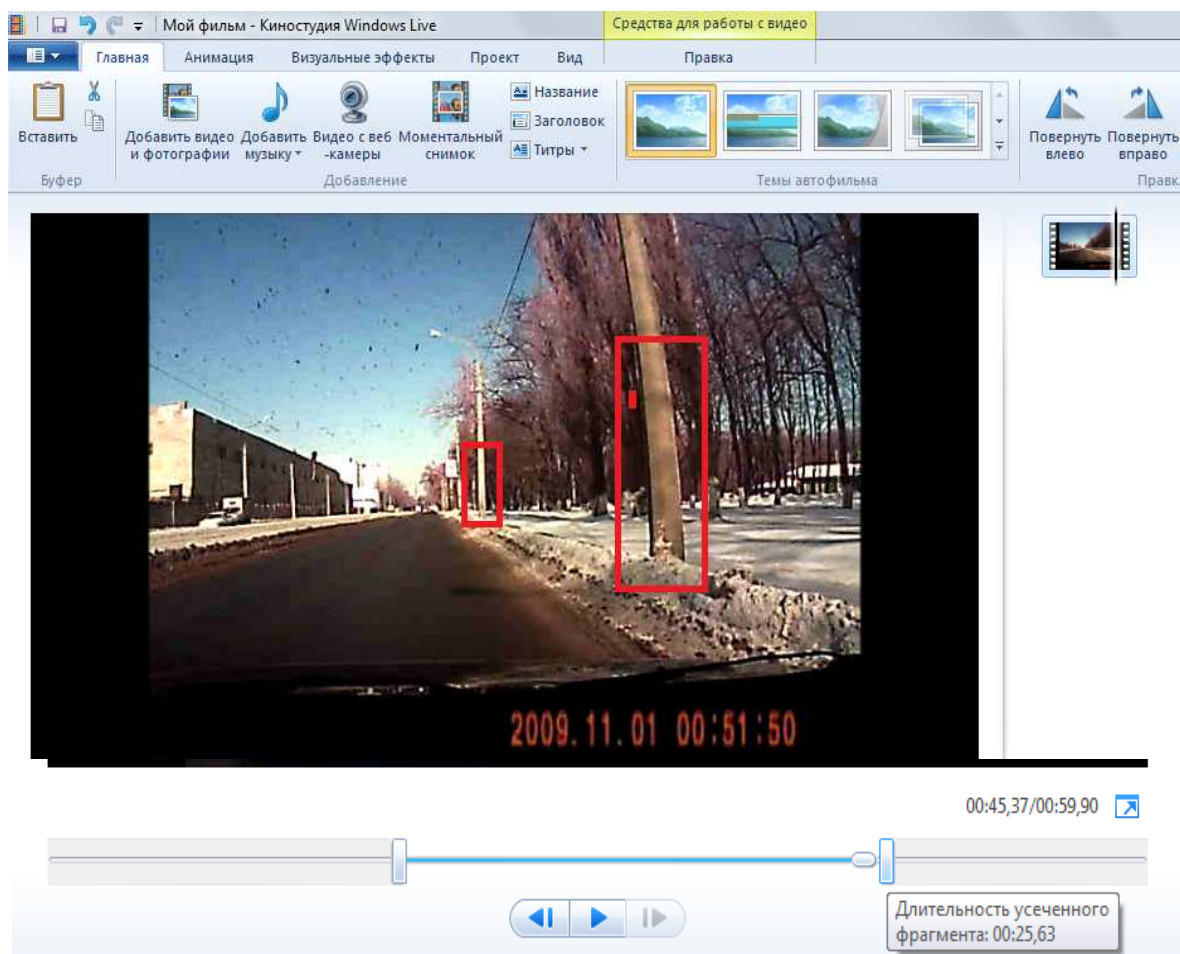


Рис. 6.6. Фрагмент відеозапису, наведеного в програмному забезпеченні «Кіностудія Windows Live»

Ясно, що для обробки вибираються тільки якісні зображення відеозапису, на яких можна чітко розпізнати наявність можливих орієнтирів, межі дороги та розташування учасників руху.

Далі за допомогою функції «тривалість зрізаного фрагмента», яка існує в програмному забезпеченні «Кіностудія Windows Live», визначається час t руху ТЗ між встановленими початковим та кінцевим орієнтирами фрагменту відеозапису. Потім на місці проведення експерименту (місці ДТП) рулеткою вимірюється відстань S між встановленими початковим та кінцевим орієнтирами, що відповідають фрагменту на відеозаписі. За визначеними параметрами (часом t та відстанню S) середня швидкість руху ТЗ розраховується за відомою формулою $v_a = \frac{S}{t}$.

Результати розрахунку середньої швидкості v_a за даними записів відеореєстратора наведені в табл. 6.1. Для оцінки точності розрахунків під час випробувальних заїздів значення v_a кожного ТЗ реєструвалось також за показаннями їх спідометрів, які були попередньо відтаровані. У табл. 6.1 наведено результати розрахунків абсолютної і відносної похибки виміру швидкостей ТЗ за даними відеореєстратора в порівнянні з даними спідометра.

Таблиця 6.1

Результати експерименту з визначення середньої швидкості ТЗ за даними з відеореєстратора, що не обладнаний GPS-навігатором

№	Марка автомобіля	Швидкість за спідометром, км/год	Розрахункова швидкість, км/год	Абсолютна похибка розрахунку швидкості, км/год	Відносна похибка розрахунку швидкості, %	Відстань між орієнтирами, м
1.	Skoda Fabia	55	55,38	0,38	0,7	70
2.	Skoda Fabia	60	62,22	2,22	3,7	70
3.	Skoda Fabia	70	72,22	2,22	3,17	70
4.	Daewoo Lanos	53	54,21	1,21	2,28	100
5.	Daewoo Lanos	63	62,71	0,29	0,46	100
6.	BMW 520	51	51,87	0,87	0,06	33
7.	BMW 520	40	37,05	2,95	0,27	35
8.	BA3-21099	91	87	4,0	4,39	50
9.	BA3-21099	121	126	5,0	4,13	50

Отримані результати показали, що на ділянці запису 30–100 м у діапазоні швидкостей 40–130 км/год відносна похибка розрахункової середньої швидкості руху ТЗ складала 0,06–4,39 %, при цьому абсолютна похибка не перевищувала 0,29–5,0 км/год, що цілком допустимо.

Виконавці цих експериментальних досліджень дійшли висновку, що для розширення можливостей використання запису даних з відореєстратора в практиці автотехнічної експертизи бажані наступні вдосконалення функціональних можливостей самих відореєстраторів, а саме:

- ТЗ необхідно облаштовувати відореєстраторами з декількома синхронізованими між собою відеокамерами, одна з яких буде обов’язково направлена на спідометр, друга – на водія з пасажирами, а інші – на дорогу з сумарною картиною оглядовості 360 градусів;
- запис відореєстратора має вестись до десятих та сотих часток секунди;
- бажано мати можливість синхронізувати роботу відореєстратора з іншими пристроями ТЗ, зокрема, системою EDR (реєстрація даних про події);
- відореєстратор необхідно обладнати двома датчиками прискорення – один для виміру параметрів руху ТЗ з діапазоном 1–2g, другий з діапазоном до 100g.

6.3. Використання бортового реєстратора даних про події для отримання інформації про параметри руху транспортного засобу під час ДТП

Важливе значення для розслідування аварій на авіаційному, залізничному та морському транспорті має інформація про динамічні та інші параметри транспортного засобу під час аварії, що фіксується бортовими реєстраторами або так званими «чорними скриньками». Що стосується автомобільного транспорту, то об’єктивному аналізу обставин ДТП та можливості відтворення останніх сприяло встановлення на сучасних ТЗ бортових реєстраторів даних про події (Event Data Recorder (далі EDR). Конструктивно це вдалося реалізувати за рахунок оснащення керуючих модулів систем повітряних подушок безпеки функцією запису передаварійної інформації.

На сьогоднішній день у державах з розвинутими технологіями, слідчими при розслідуванні ДТП активно використовується отримана з EDR передаварійна інформація про параметри руху автомобіля та вплив водія на органи його керування. Для цього до сертифікованих станцій технічного обслуговування направляються автомобілі, що потрапили в ДТП, або демонтовані з них модулі EDR.

Питанням застосування EDR у судовій автотехнічній експертизі в Україні займалися Ананьєв П.О. і Пясецький Ю.В. [24]. Отримання інформації за допомогою EDR має процесуальні обмеження. По-перше, автовиробники надають право доступу до вищевказаної інформації лише своїм уповноваженим сертифікованим станціям технічного обслуговування та дослідницьким центрам, що мають відповідне обладнання. По-друге, така інформація надається лише за постановою слідчого (ухвалою суду), або за заявою власника автомобіля, а також, якщо отримання такої інформації зумовлено проведенням автовиробником власних досліджень з метою модернізації систем безпеки.

Слід звернути увагу, що отримана з EDR інформація про параметри руху автомобіля має оцінюватись з урахуванням особливостей роботи EDR та інших матеріалів справи. Так, наприклад, інформація отримана EDR з колісних датчиків про швидкість руху автомобіля, що визначена за частотою обертання маточин коліс, при гальмуванні може не відповідати дійсній швидкості автомобіля в разі ковзання шин його коліс по опорній поверхні, тому що дійсна величина швидкості автомобіля в такому випадку буде більшою ніж зареєстрована EDR.

Розвиток EDR почався з 1994 року, коли з метою модернізації системи подушок безпеки фірма-виробник автомобілів General Motors розробила новий модуль зчитування й діагностики (Sensing & Diagnostic Module) з можливістю запису динамічних та інших характеристик транспортного засобу за 5 с до автомобільної аварії і почала серійно встановлювати їх на легкові автомобілі власного виробництва, зокрема на автомобілі таких марок як Chevrolet, Pontiac, Cadillac, Saturn, GMC, Buick, Oldsmobile, Hummer.

З часом, вищевказаними модулями стали обладнуватися автомобілі таких автовиробників як Volvo (з 1994 р.); Isuzu (з 2000 р.); Ford, Mercury, Lincoln, Chrysler і Toyota (з 2001 р.); Hyundai (з 2003 р.); Saab (з 2005 р.). На сьогодні такими модулями обладнуються й деякі

нові моделі автомобілів наступних марок: Mitsubishi; Suzuki; Lexus; Scion; Geo; Holden; Sterling; Peugeot; Honda; Nissan.

Відповідно до прийнятої термінології Національної адміністрації безпеки дорожнього руху Департаменту транспорту США (скорочено NHTSA) модулі системи подушок безпеки з функцією запису мають загальну назву – реєстратори даних про події (Event Data Recorder (EDR)). Пристрої EDR визначаються як прилади, що встановлені на транспортних засобах і послідовно реєструють їх динамічні дані перед аварією, або під час аварії, та розраховані на вилучення їх із ТЗ після аварії. Слід відзначити, що до цих приладів не відносяться тахографи, які застосовуються на ТЗ при здійсненні вантажних та пасажирських перевезень.

На теперішній час, кожний із автовиробників використовує свій формат запису даних, що значно ускладнює розшифровування інформації незалежними експертами. Крім того, набір даних, що записуються при аварії, теж відрізняється: одні EDR записують лише швидкість перед зіткненням і режими спрацьовування подушок безпеки, а інші – зберігають інформацію про кут повороту коліс під час аварії, ступінь гальмування й низку іншої інформації.

З метою більш якісного та точного відтворення зіткнення та відповідно до вимог NHTSA, реєстратори даних про події, що встановлюються в нових автомобілях, мають фіксувати інформацію за 5 с до зіткнення, зокрема, про такі параметри: поздовжнє прискорення, момент приведення в дію гальм, швидкість транспортного засобу, оберти двигуна, положення дросельної заслінки у відсотковому співвідношенні, момент спрацьовування антиблокувальної системи гальмування та системи поперечної стійкості, кількість циклів запалювання двигуна після зіткнення або удару.

Різні моделі автомобілів мають приблизно однакову схему розташування елементів EDR (рис. 6.8). Як правило, сенсори удару системи подушок безпеки розташовують по периметру автомобіля. Швидкість автомобіля визначається за допомогою колісних датчиків антиблокувальної системи гальм, що розташовуються на маточинах коліс. Застосування гальм визначається за допомогою електронного блоку керування антиблокувальною системою гальм. Положення дросельної заслінки двигуна та оберти двигуна визначаються за допомогою електронного блоку керування двигуном.

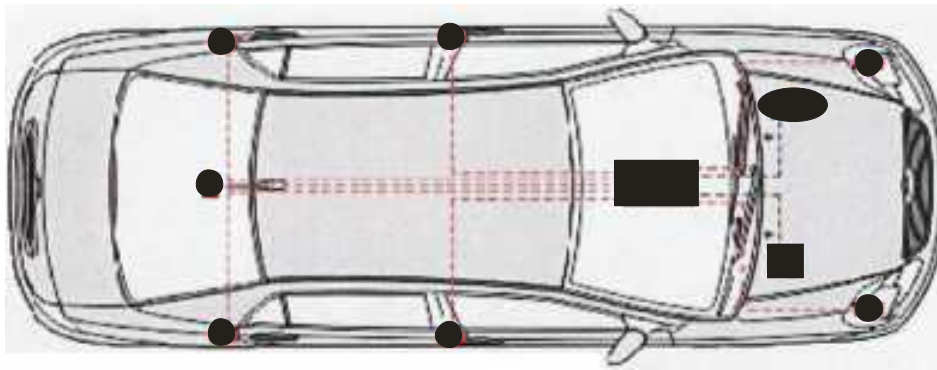


Рис. 6.8. Зображення типової схеми розташування електронних елементів системи EDR:  – модуль EDR;  – сенсори удару системи подушок безпеки;  – електронний блок керування АБС;  – електронний блок керування двигуном

Кожен із виробників автомобілів виготовляє власні апаратні засоби для завантаження передаварійної інформації з EDR і програмне забезпечення для її обробки, що унеможливорює отримання зазначеної інформації незалежними експертами. На даний час, лише компанія Bosch виготовляє універсальні системи пошуку даних про аварію (Crash Data Retrieval, скорочено – CDR), які визнані правоохоронними органами багатьох країн світу та які дають можливість отримувати дані у вигляді таблиць та діаграм [33].

Мережеві зв'язки датчиків все більше зв'язують активні й пасивні системи безпеки в межах єдиної системи, що збільшує перелік передаварійних параметрів автомобіля, які фіксуються EDR і, відповідно, розширює можливості з відтворення ДТП. На сьогоднішній день, отримання даних у реальному часі з EDR стало можливим завдяки поєднанню систем безпеки автомобіля з системою глобального позиціонування. Сьогодні, автомобілі, що перебувають на сервісному обслуговуванні фірм OnCall від Volvo та OnStar від General Motors, мають можливість за допомогою EDR, з'єднаної з глобальною системою позиціонування, у випадку спрацювання подушок безпеки або аварійного натягу ременів безпеки автоматично надсилати інформацію про аварію в сервісний центр указаних служб. Основними її елементами є показання аварійних сенсорів, модуля системи подушки безпеки (в автомобілях виробництва GM він має назву

Sensing Diagnostic Module) з функцією запису передаварійної інформації (EDR), GPS-модуля OnStar і стільникової антени (рис. 6.9) [34].

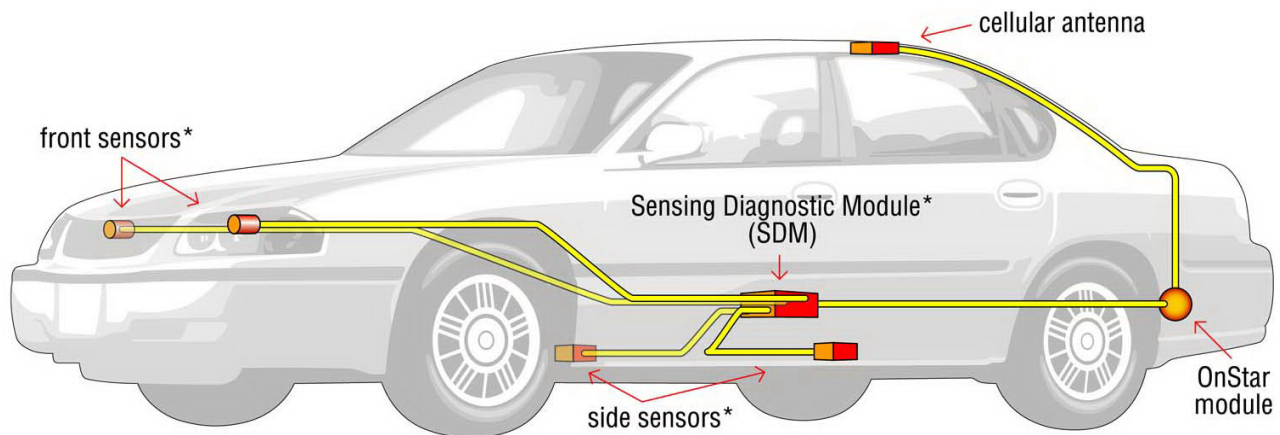


Рис. 6.9. Схематичне зображення роботи автоматичної системи повідомлення про аварію автомобілів виробництва General Motors за допомогою сервісу OnStar

Використовуючи канали зв'язку, система посилає на пульт сервісної служби сигнал небезпеки та координати місця розташування автомобіля, що зафіксовані GPS-системою. При цьому телефон автомобіля залишається увімкненим, забезпечуючи зв'язок медичного персоналу з потерпілими. Одержавши сигнал небезпеки, оператор служби зв'язується з водієм, що потрапив в аварію, для з'ясування ситуації. Якщо відповідь на дзвінок не отримано, на місце аварії виїжджає спеціальна рятувальна група.

Слід зазначити, що отримати передаварійну інформацію з EDR можливо на сучасних, сертифікованих автовиробниками станціях технічного обслуговування, а після ввезення та сертифікації на території України мобільних універсальних мультимарочних систем пошуку (таких як Crash Data Retrieval System виробництва Bosch), отримання передаварійних даних з EDR може проводитись безпосередньо на місці ДТП або за місцем зберігання автомобілів.

Використання передаварійної інформації з EDR надає слідчим органам нові можливості щодо визначення дійсних обставин ДТП і, відповідно, збільшує як обґрунтованість вихідних даних, обставин і механізму ДТП, що надаються на дослідження експертизи, так і об'єктивність розслідування ДТП взагалі.

6.4. Використання прикладних комп'ютерних програм при дослідженні механізму ДТП

Розроблені та втілені в практику теоретичні основи та методики експертного дослідження при проведенні автотехнічних експертиз, що застосовуються експертами на сьогоднішній день, були затверджені міністерствами юстиції та внутрішніх справ ще наприкінці минулого сторіччя. У зв'язку з розвитком комп'ютерних технологій та появою на ринку різних програмних продуктів, як правило імпортованих, які використовуються при проведенні експертного дослідження ДТП, виникла нагальна потреба у вивченні цих програм і застосуванні їх на практиці.

За напрямками застосування для потреб автотехнічної експертизи комп'ютерні програми можна поділити на такі групи [27]:

- програми для креслення – PC-Draw, Corel-Draw, Plan, пакет програм «Cad Zone»;
- фотометричні програми – PC-Rect, PhotoModeler Pro, завданням яких є відображення всіх об'єктів, зображених на фотознімку, зверху (сліди гальмування, осипання скла та уламків, розташування транспортних засобів та інших учасників та об'єктів, що мають відношення до ДТП), з дотриманням при цьому всіх пропорцій відстаней і розмірів як у повздовжньому, так і в поперечному напрямках;
- програми для проведення розрахунків параметрів руху – ARC (Accident Reconstruction Calculator), AR Pro (Accident Reconstruction Professional), CPASH-2000, Analyzer Pro, WinKol (Kollision), CRASH-3, Rec-Tec, Drive-3, RWD та інші;
- програми для аналізу часово-просторового відношення – Titan, Slibar+;
- демонстраційні (симуляційні) програми, що відображають у двовірному (2D) або в тривірному (3D) форматі рух і взаємодію учасників ДТП – SMAC (The Simulation Model of Automobile Collisions), CARAT, V-SIM, PC-Crash та інші.

Перші програми створення графічного зображення місця ДТП для поліції США та Канади почали застосовуватися на практиці з 1990 р. і до теперішнього часу триває постійна модернізація таких програмних продуктів. Для складання масштабної схеми на місці ДТП уваги безумовно заслуговує комплекс програмного забезпечення під загальною назвою «Cad Zone» [35].

«Cad Zone» – це пакет програм, розроблених у США для працівників поліції, який складається з декількох програмних продуктів, таких як: «Fire Zone» (зона вогню), «Crime Zone» (зона злочину), «Crash Zone» (зона аварії), «Quick Scene» (швидка сцена), «CZ Point Cloud» (хмара точок) та інші.

Програма «Crash Zone» призначена безпосередньо для використання поліцейськими, що документують події ДТП. При її використанні, побудова перетинань будь-якої кількості доріг не створює проблем і здійснюється тільки вибором їх напрямків. Масштаб перехрестя можна змінювати й наносити необхідні лінії розмітки на проїзні частини (рис. 6.10).

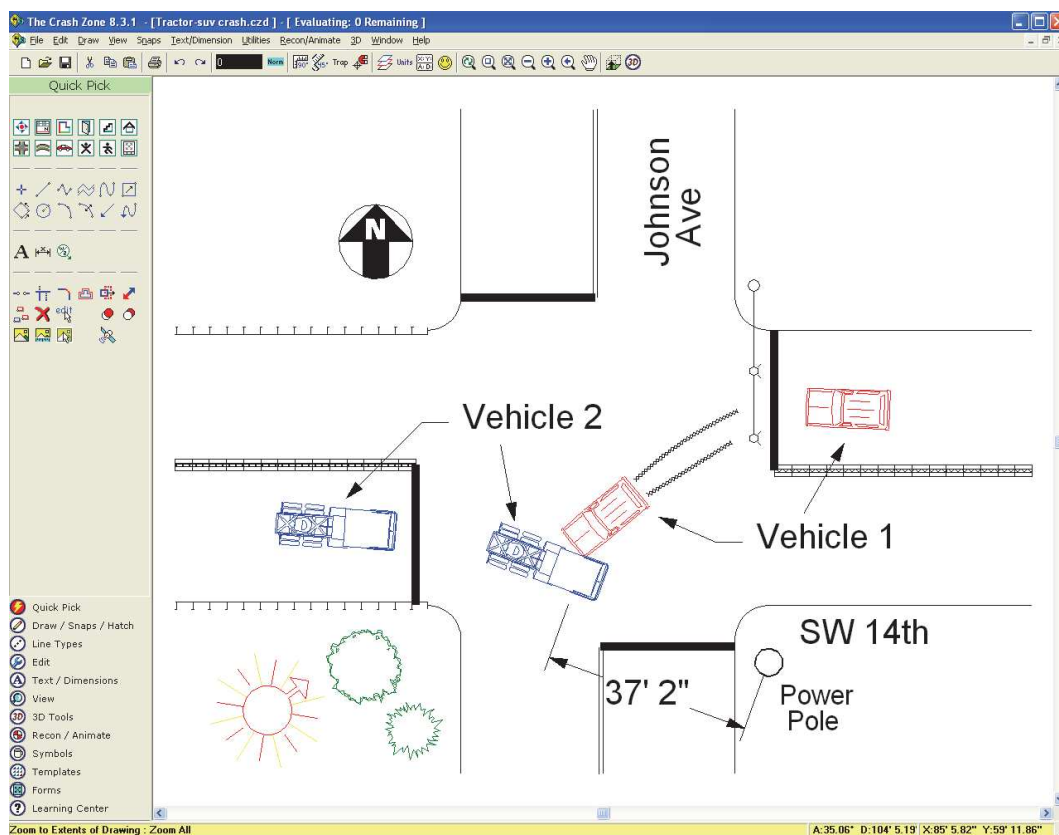


Рис. 6.10. Підготовка проекту схеми ДТП у програмному пакеті «Cad Zone»

Особливістю програми є можливість збору даних із попередніх «схем» і значне зменшення часу для створення нових рисунків. За наявності такого, створеного раніше та збереженого шаблону можна одержати графічне зображення необхідного місця відразу. При цьому залишиться тільки внести транспортні засоби та слідову інформацію в правильні позиції.

Програмне забезпечення дозволяє уточнювати механізм події. При цьому є можливість провести анімацію руху ТЗ, як до, так і після зіткнення в 2D та 3D вигляді (рис. 6.11).

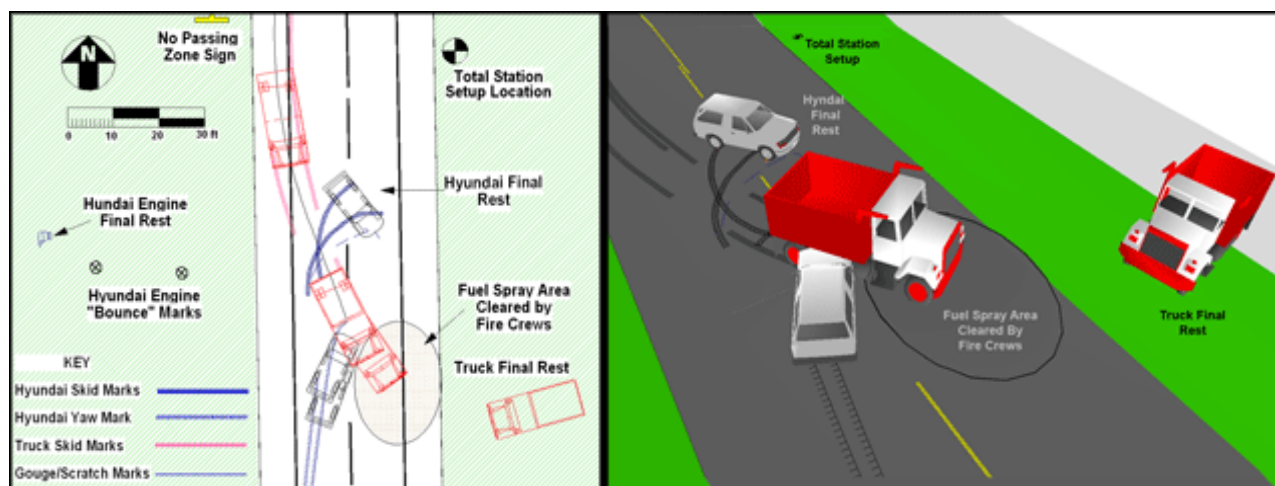


Рис. 6.11. Анімація можливого руху транспортних засобів під час ДТП у програмному пакеті «Card Zone»

Одна із останніх розробок, що входить у програмний пакет «Card Zone», є програма «CZ Point Cloud», яка дозволяє перетворити хмару точок, що була отримана за допомогою 3D сканерів таких фірм, як Faro, Leica, Topcon та Trimble в 2D та 3D зображенні (рис. 6.19), створюючи при цьому абсолютно точну копію місця події. Зазначений програмний продукт повністю сумісний з іншими програмами пакету «Card Zone», наприклад з програмами «Crash Zone» та «Quick Scene», що дає можливість не тільки фіксувати обстановку на місці події, а й проводити вимірювання положення тих чи інших об'єктів на місці ДТП.

Програма «Quick Scene» (більш проста версія програми «Card Zone») дає можливість поліцейським легко скласти професійного вигляду схеми місця події з використанням ноутбука за 5–10 хвилин. Ця програма також містить у собі великий діапазон можливостей, що дозволяє не тільки креслити дороги та їх перетинання, а також візуально контролювати проведення вимірювань і виключити ймовірність утворення промахів на схемі. Програма «Quick Scene» використовується в патрульних машинах для створення як схеми місця ДТП, так і механізму ДТП в цілому (рис. 6.12).

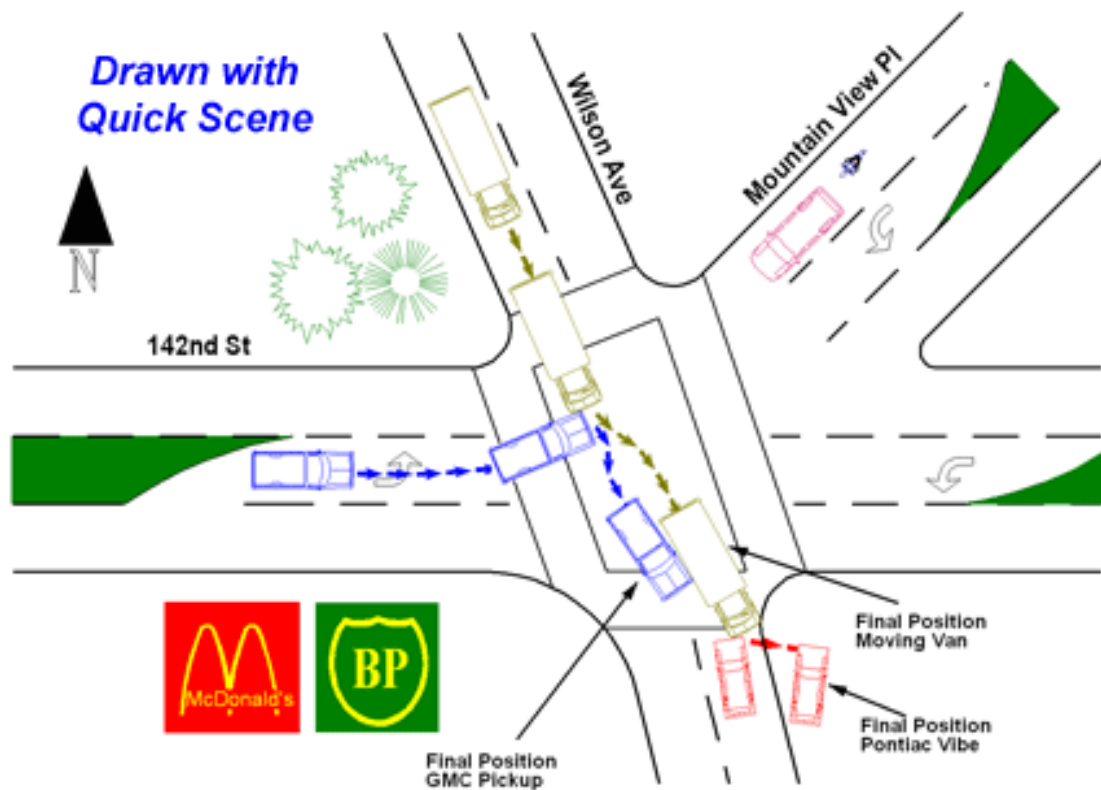


Рис. 6.12. Проект схеми ДТП у програмі «Quick Scene» з відображенням характеру руху транспортних засобів та їх взаємного розташування

Сучасним програмним продуктом, що дозволяє проводити симуляцію (відтворення) дорожньо-транспортної пригоди, є програма CARAT-3, можливості та ефективність застосування якої при виконанні автотехнічних експертиз були апробовані на базі НДЕКЦ при ГУМВС України в Харківській області [5].

Комп'ютерна програма CARAT-3 призначена для моделювання динаміки та кінематики руху автотransпортних засобів та аналізу їх зіткнень при ДТП (додаток Л). До складу цієї програми входить модуль для креслення, що дає можливість викреслювати ескізи з відображенням елементів дороги та інших об'єктів, які відносяться до місця пригоди. Всі складені креслення можуть бути збережені та за необхідності неодноразово використовуватися. Є можливість використовувати виміри, виконані методом трикутників і створювати таким чином точні креслення, які б відповідали обставинам місця пригоди. Існує також можливість сканувати малюнки або ескізи, завантажувати їх як графічні файли для подальшої роботи. Програма приймає креслення в dxf-форматі.

За допомогою програми можна проводити моделювання руху ТЗ та інших об'єктів на всіх стадіях ДТП з проведенням обчислень параметрів руху. Обчислення можуть проводитися як у динамічному (беручи до уваги зовнішні сили, що діють на автомобіль), так і в кінематичному (беручи до уваги тільки рух) режимі. Зіткнення будь-яких автотранспортних засобів та об'єктів можуть моделюватися не обмежену кількість разів. Моделювання виконується в двовимірному (2D) або тривимірному (3D) зображенні. Зображення можуть бути прозорими, що дозволяє легко розглянути всі деталі об'єктів і слідів, нанесених на схему. Є можливість додавати до результатів розрахунків графічні діаграми співвідношення відстані й часу, а також зміни швидкості та прискорення (сповільнення).

Для аналізу зіткнення ТЗ у програмі CARAT-3 можуть застосовуватися зворотний і прямий розрахунок. Зворотний розрахунок механізму ДТП виконується на основі кінцевих позицій ТЗ та слідової інформації, які зафіксовані на схемі ДТП. Прямий розрахунок – це реконструкція зіткнення двох автомобілів за допомогою математичної моделі, коли початковими параметрами розрахунку є задані швидкості руху й інші параметри. Моделювання руху автомобілів (у тому числі зіткнення) здійснюється на основі використання запрограмованого алгоритму. Розрахований у такий спосіб механізм порівнюється з реальними даними про ДТП і, за необхідності, вносяться зміни до початкових параметрів.

Розрахунки в програмі CARAT-3 проводяться на основі законів збереження кількості руху й моменту кількості руху. Для розрахунку мають бути відомими величини та напрямки ударних імпульсів після зіткнення, а також напрямки початкових імпульсів. Значення імпульсів до контактування розраховуються на підставі того, що вектори ударних імпульсів для обох автомобілів мають бути рівними за величиною та протилежними за напрямками. У подальшому перевіряються умови збереження моменту кількості руху на підставі даних, отриманих при застосуванні закону збереження імпульсу.

При аналізі ДТП, які виникають у разі зустрічних або попутних зіткнень транспортних засобів при використанні тільки рівнянь, що відображає закон збереження імпульсу, виникають проблеми, оскільки незначні зміни кутів векторів імпульсів можуть призвести до зна-

чних змін цих векторів (як за напрямком, так і за кількісним показником). З метою вирішення цієї проблеми в програмі використовується метод розрахунку швидкості руху ТЗ, оснований на еквівалентності його кінетичній енергії роботі деформації, яка здійснилась при зіткненні з перешкодою (EES – Energy Equivalent Speed). При цьому, крім закону збереження кількості руху та його моменту, береться до уваги ще й закон збереження енергії. Різниця між енергією системи до зіткнення й енергією системи після зіткнення приблизно відповідає роботі деформації, що оцінюється за ушкодженнями на автомобілях. Роботу деформації можна розрахувати за допомогою відповідних методик. Таким чином, використовується рівняння, яким можна замінити дані про напрямок одного з вихідних імпульсів, що полегшує розрахунок при аналізі ДТП, особливо, коли має місце проковзування. Для методу зворотного розрахунку за значеннями EES коефіцієнт відновлення при ударі не має значення.

Окрім того, у програмі CARAT-3 розглядаються зіткнення, що відбуваються під час проковзування транспортних засобів відносно один одного або без проковзування. Зіткнення без проковзування – це зіткнення двох автомобілів, коли точки контакту обох автомобілів (зони деформації) після зіткнення мають однакову або майже однакову швидкість. Зіткнення із проковзуванням – це зіткнення двох автомобілів з незначним перекриттям при зустрічному або попутному русі, коли один автомобіль під час зіткнення переміщується відносно іншого. Після зіткнення ці автомобілі продовжують рухатися приблизно в початкових напрямках, але під деяким кутом.

Для аналізу процесів руху використовується просторова модель автомобіля у вигляді макета кузова, по якому розподілена вся маса автомобіля та коліс (маса, яких прийнята рівною 0), з'єднаних з кузовом через підвіску. Передні колеса за необхідності можна «повернути» в потрібному напрямку, крім того, всім колесам можна задати певні зміщення, обумовлені деформацією направляючої системи підвіски. Важливим елементом в математичному моделюванні є модель шин. У програмі використовуються моделі шин «IPG-Tire». Автомобілі, що використовуються для моделювання, можуть бути укомплектовані шинами з будь-яким допустимим навантаженням і висотою малюнка протектора. Характеристики залежності коефіцієнта

зчеплення від швидкості для кожної шини можуть бути запрограмовані окремо.

Стандартний розподіл гальмівних сил може бути підкорегований окремо для кожного автомобіля. Є можливість враховувати при моделюванні наявність або відсутність обладнання автомобіля системою ABS. Поворот кермового колеса, сила натиснення на педаль гальма та положення педалі акселератора можуть бути задані у вигляді функцій часу. У режимі моделювання руху автомобіля по заданій траєкторії програма автоматично намагається здійснити необхідний поворот кермового колеса для забезпечення руху по заданій траєкторії. При розгляді руху автомобіля в динамічному режимі враховуються насамперед зовнішні сили, які діють на його колеса, вплив дорожньої поверхні й аеродинамічні сили. Реакції дорожньої поверхні визначаються: типом приводу (передній, задній або повний), потужністю двигуна й положенням дросельної заслінки. Ці сили генеруються в процесі руху (розгону, гальмування, при повороті кермового колеса або при дії відцентрової сили при русі на закругленні дороги). Задати всі ці параметри можна за допомогою інструментарію програми (рис. 6.13).

Рис. 6.13. Вікно для введення технічних параметрів

При розрахунках частіше розглядається криволінійний рух автомобіля, тому поворот кермового колеса має бути поданий у відповідній залежності кута його повороту від часу. Однак, такий метод визначення повороту кермового колеса в ряді випадків може бути досить трудомістким. Тому в програмі передбачена можливість автоматичного генерування повороту кермового колеса з використанням відносно простої математичної моделі водія. Модель водія при цьому «намагається утримати» транспортний засіб на заданій траєкторії, з урахуванням сил, що діють на автомобіль. До програми вводяться значення часу, швидкостей поступального та обертального руху, курсового та направляючого кутів транспортного засобу та координати розташування його центру ваги по осям X і Y . Після цього проводиться моделювання руху автомобіля за часом (рис. 6.14).

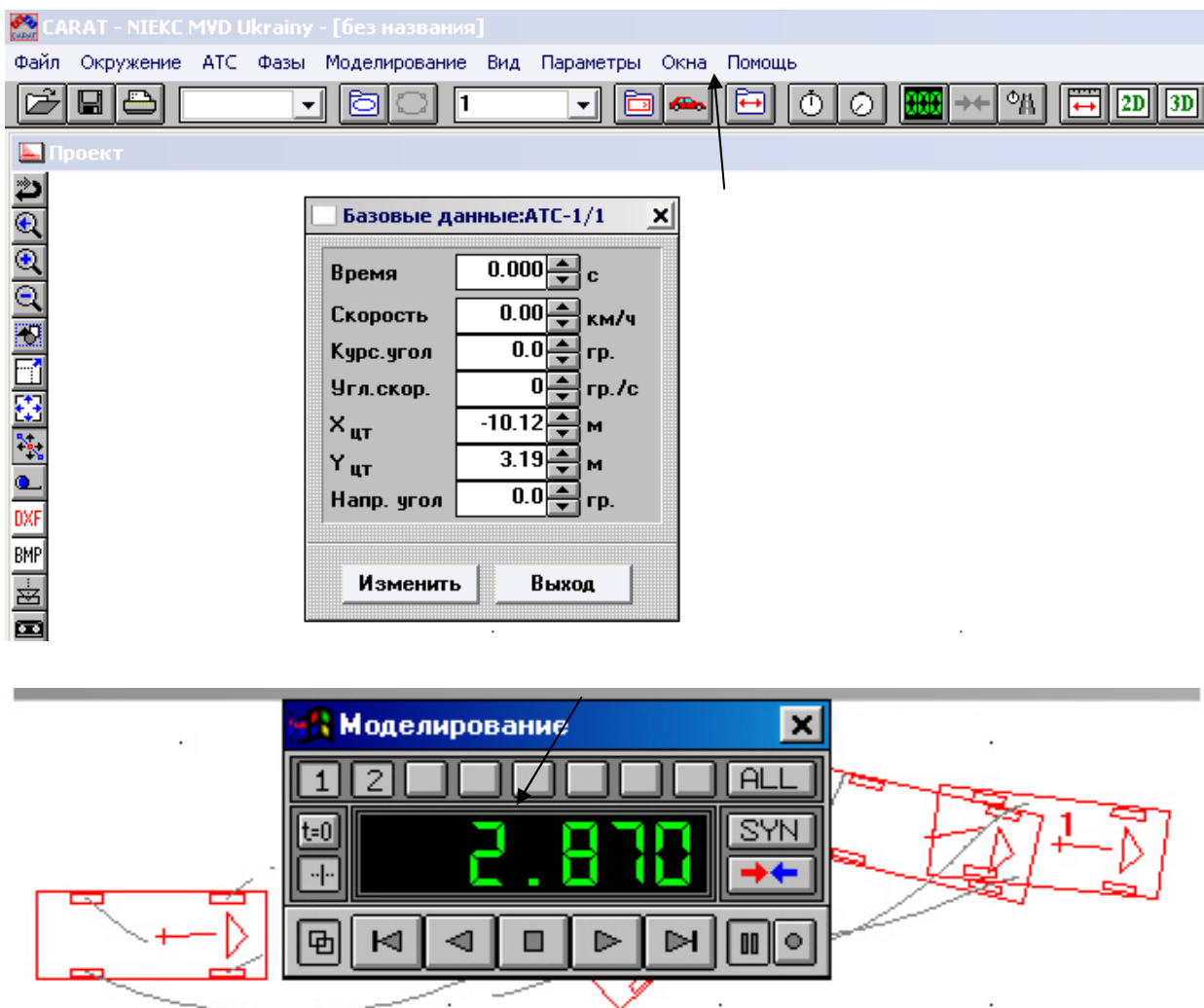


Рис. 6.14. Моделювання руху ТЗ за часом

Частина програми CARAT-3, яка використовується для проведення кінематичних розрахунків, перш за все, призначена для моделювання поздовжнього і обертального руху автотранспортних засобів та інших об'єктів на площині з двома ступенями свободи. Кінематичний розрахунок проводиться для кожного об'єкта окремо. Для цього передбачено відповідне вікно введення даних і вікно для кінематичних діаграм (рис. 6.15).

Степ. своб.	Инт.	1	2
1-перем.	1	2-пост. у	3-пост. с
Время Δt		1.000	1.000
Путь Δs		0.000	0.000
Нач. скор. $\dot{s}_0$		0.00	0.00
Кон. скор. $\dot{s}_1$		0.00	
Нач. ускор. $\ddot{s}_0$		0.00	
Кон. ускор. $\ddot{s}_1$			

Buttons: Расчет, Выход, Добавить, Стереть, Принять

Рис. 6.15. Вікна даних та діаграм кінематичного розрахунку

У верхньому лівому вікні можна вибрати відповідний ступінь свободи: поступальний рух, обертальний рух. Праворуч розташоване поле з позначенням інтервалу, де можна вибрати необхідний інтервал для внесення в нього параметрів моделювання. У кожному інтервалі є можливість вибирати один з п'яти варіантів характеру руху транспортного засобу або об'єкту (рис. 6.16).

Для розрахунку поступального та обертального руху ТЗ у програмі використовуються формули, які описують стан спокою, рух при постійній швидкості, постійному прискоренні та прискоренні, що змінюється лінійно в часі. Вихідні дані можна змінювати, вводячи необхідні числові значення, а також безпосередньо змінюючи положення вузлів графіків на діаграмах. Будь-яка з вищезазначених змін відразу ж приводить до зміни положень транспортних засобів та об'єктів на робочому столі програми. Таким чином, можна відразу перевірити, чи відповідають обчислення реальним фактам.

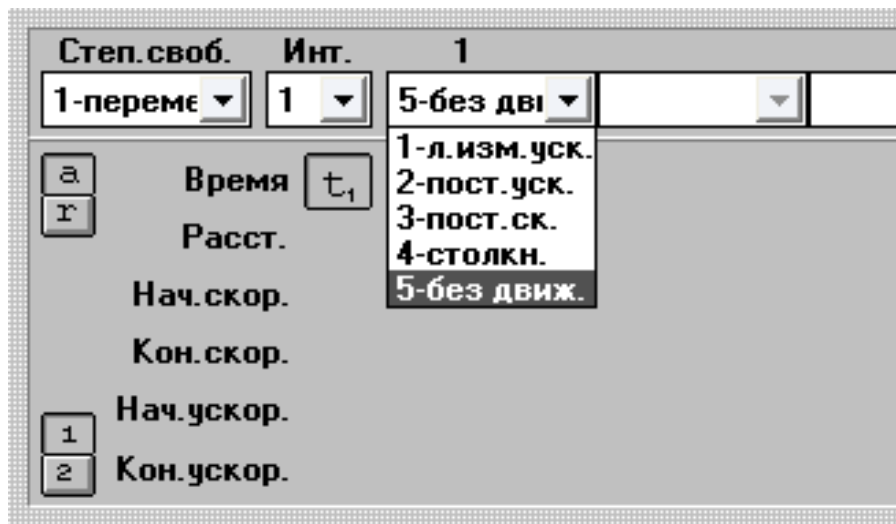


Рис. 6.16. Вікно інтервалу для вибору характеру руху ТЗ:

«1-л.изм.уск.» – рух з лінійною зміною прискорення; «2-пост.уск.» – рух з постійним прискоренням; «3-пост.ск.» – рух з постійною швидкістю; «4-столкн.» – зіткнення, що характеризується початковою та кінцевою швидкостями; «5-без движ.» – без руху – статичне положення, характеризується часом стоянки

До основних переваг програми CARAT-3 належать [5]:

- широкий графічний інтерфейс (креслярська програма для створення ескізів, можливість використання наявних ескізів і файлів у форматі BMP, двох- і трьохвимірних зображень автотранспортних засобів та об'єктів);
- наявність інтегрованої бази даних автотранспортних засобів;
- можливість враховувати основні параметри автотранспортних засобів (габаритні розміри, аеродинамічні властивості, розташування центру ваги, положення педалі акселератора, потужність двигуна, гальмові зусилля на кожному колесі, наявність антиблокувальної системи (ABS), тип приводу, кермове керування та налаштування підвіски), об'єктів оточення, умов руху, обставин ДТП;
- моделювання руху в динамічному та кінематичному режимах, і, зокрема по заданій траєкторії;
- наявність модуля аналізу зіткнень.

Недоліком програми CARAT-3 можна вважати відсутність модуля для дослідження складних наїздів на пішохода, зокрема, які відбуваються в умовах обмеженої оглядовості та видимості.

Приклад 1. Використання програми CARAT-3 при автотехнічній експертизі. До НДЕКЦ при ГУМВС України в Харківській області надійшла постанова від старшого слідчого відділу розслідування ДТП СУ ГУМВС України в Харківській області про призначення

експертизи в кримінальній справі. Виходячи з матеріалів кримінальної справи, сталося зустрічне зіткнення автомобілів «Lexus» і «Ford Mondeo». На місці пригоди було зафіксовано кінцеве розташування транспортних засобів, слід бічного юза, що проходив через подвійну суцільну лінію дорожньої розмітки та подряпина на дорожньому покритті.

Експертним оглядом встановлено, що пошкодження були розташовані переважно в передній частині на кожному автомобілі (рис. 6.17–6.19).

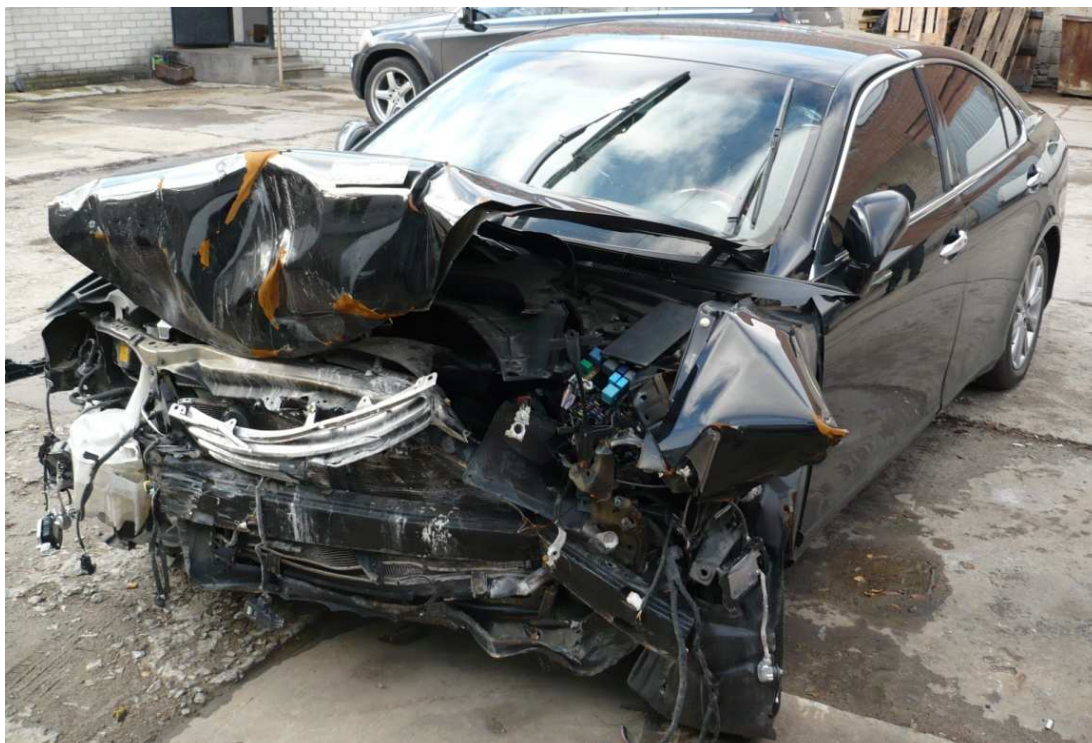


Рис. 6.17. Автомобіль «Lexus»: вигляд спереду з лівого боку

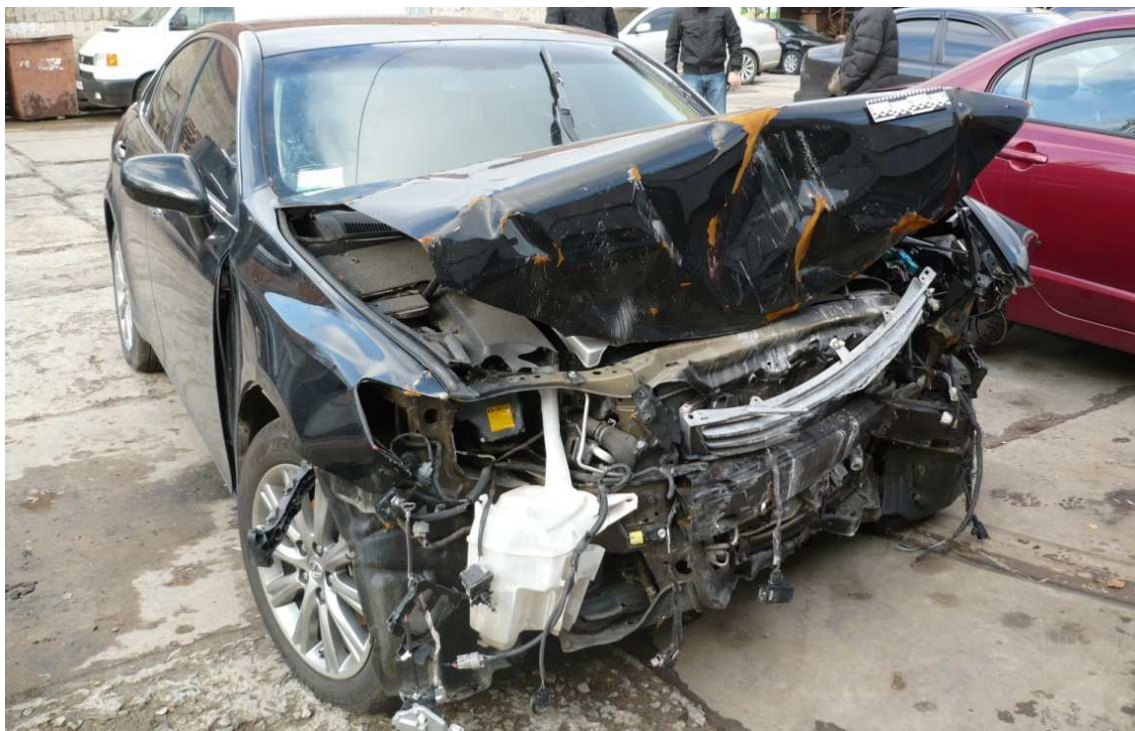


Рис. 6.18. Автомобіль «Lexus»: вигляд спереду з правого боку



Рис. 6.19. Автомобіль «Ford»: вигляд спереду з лівого боку

У ході проведення трасологічної експертизи було встановлено, що в момент контакту кут між подовжніми осями даних транспортних засобів складав близько 160° . При цьому автомобіль «Ford» переднім бампером, лівим переднім крилом був звернений до переднього бампера автомобіля «Lexus» (рис. 6.20).

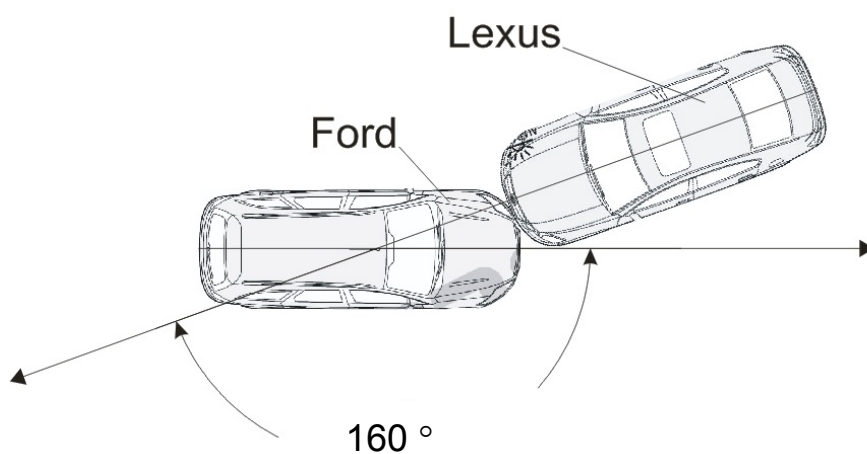


Рис. 6.20. Кут між подовжніми осями транспортних засобів у момент контакту

Дослідження. Для проведення подальшого дослідження в графічному редакторі була складена масштабна схема місця ДТП (рис. 6.21).

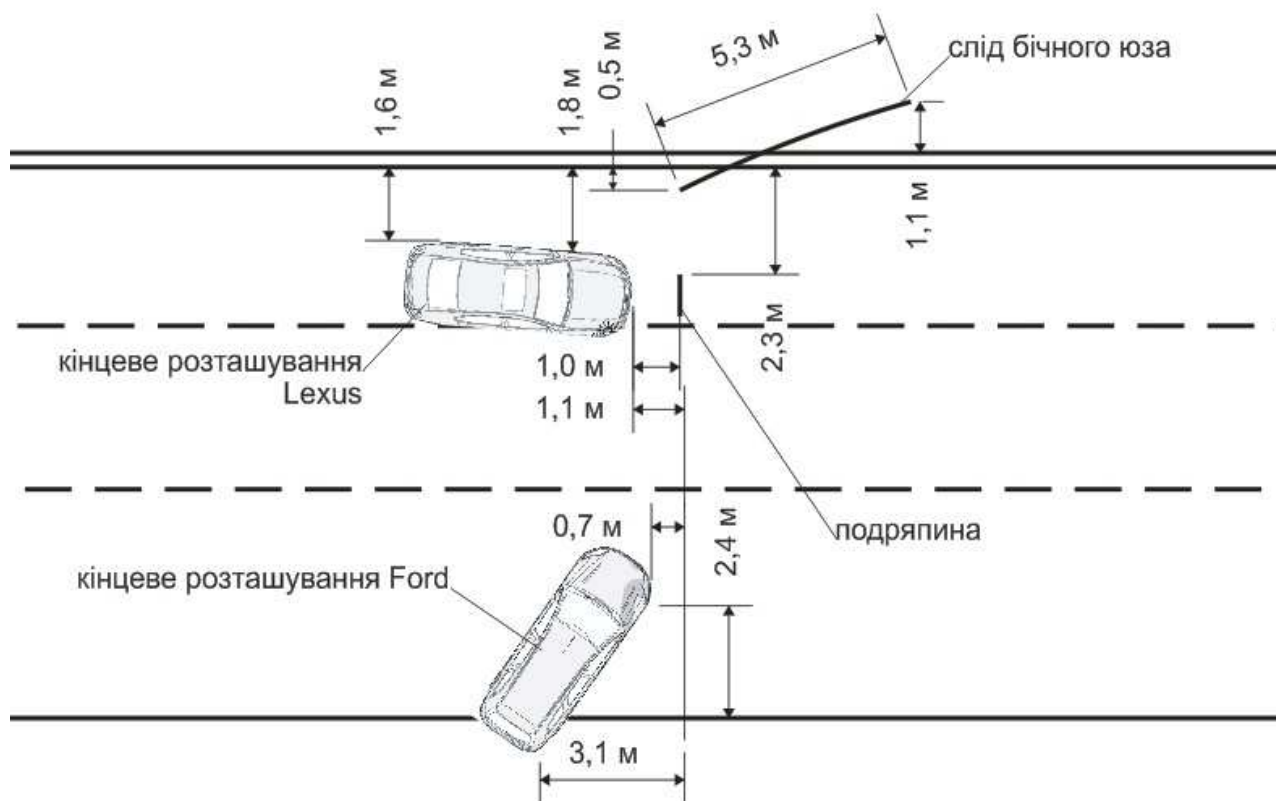


Рис. 6.21. Масштабна схема місця ДТП

Кінцеве розташування транспортних засобів, встановлений кут між їх подовжніми осями в момент зіткнення дозволили визначити, що автомобіль «Ford» перед зіткненням рухався по своїй смузі, автомобіль «Lexus» – у зустрічному напрямку, по своїй смузі. Далі автомобіль «Lexus» виїхав на бік зустрічного руху, на що вказує слід бічного юза на схемі місця ДТП. Подряпина в кінці сліду юза вказує, що вона була залишена нижніми частинами автомобіля, деформованими (зруйнованими) у момент удару. Виходячи з кінцевого розташування автомобіля «Ford», подряпина утворилася від його нижніх частин у момент зіткнення, після чого автомобіль «Ford» розвертався проти годинникової стрілки й відкинувся вправо, а автомобіль «Lexus» розвернувся проти годинникової стрілки й переміщувався вперед, за напрямком руху. Отже: зіткнення сталося на смузі руху автомобіля «Ford», приблизно в кінці сліду юза та на місці подряпини, що зафіксовано на схемі місця ДТП (рис. 6.22).

Для подальшої перевірки та обробки встановленого механізму зіткнення автомобілів за слідовою інформацією масштабна схема місця ДТП, як файл bmp, була завантажена в програму CARAT, де спочатку моделюється рух при відкиданні кожного автомобіля після зіткнення в динамічному режимі. Симуляція виконувалася багато разів для кожного автомобіля окремо до здобуття максимально можливого точного результату (рис. 6.23).

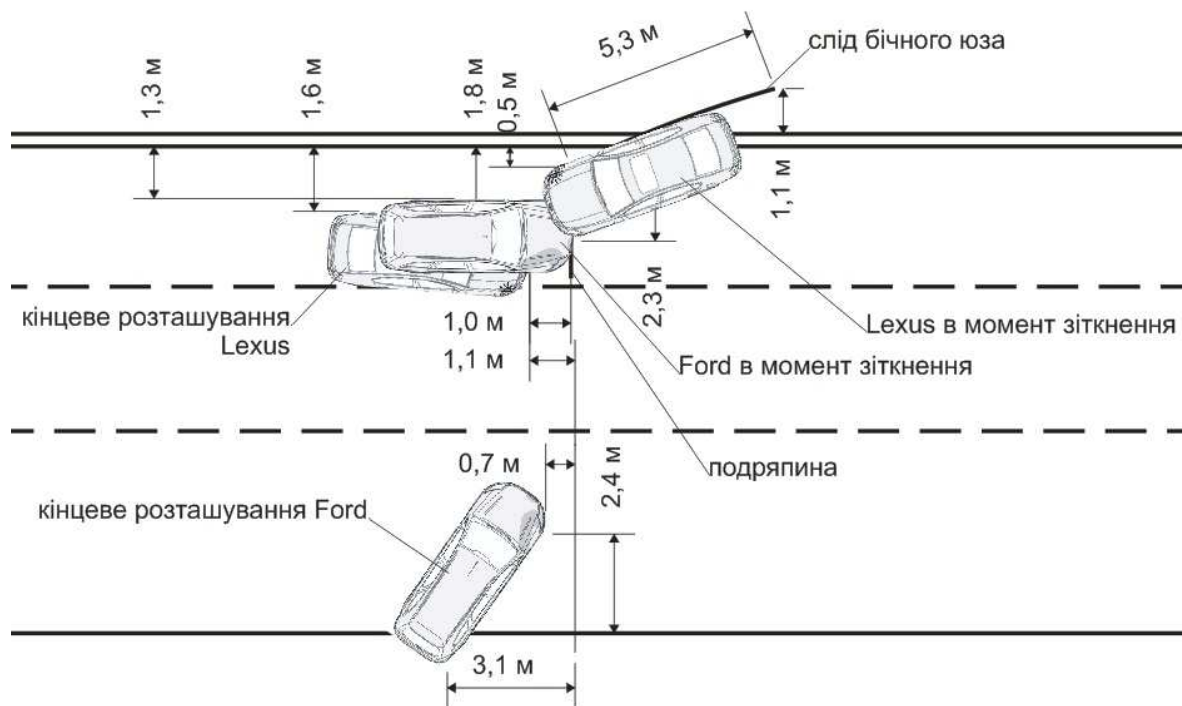


Рис. 6.22. Розташування ТЗ у момент зіткнення на проїжджій частині згідно з слідовою інформацією зі схеми місця ДТП

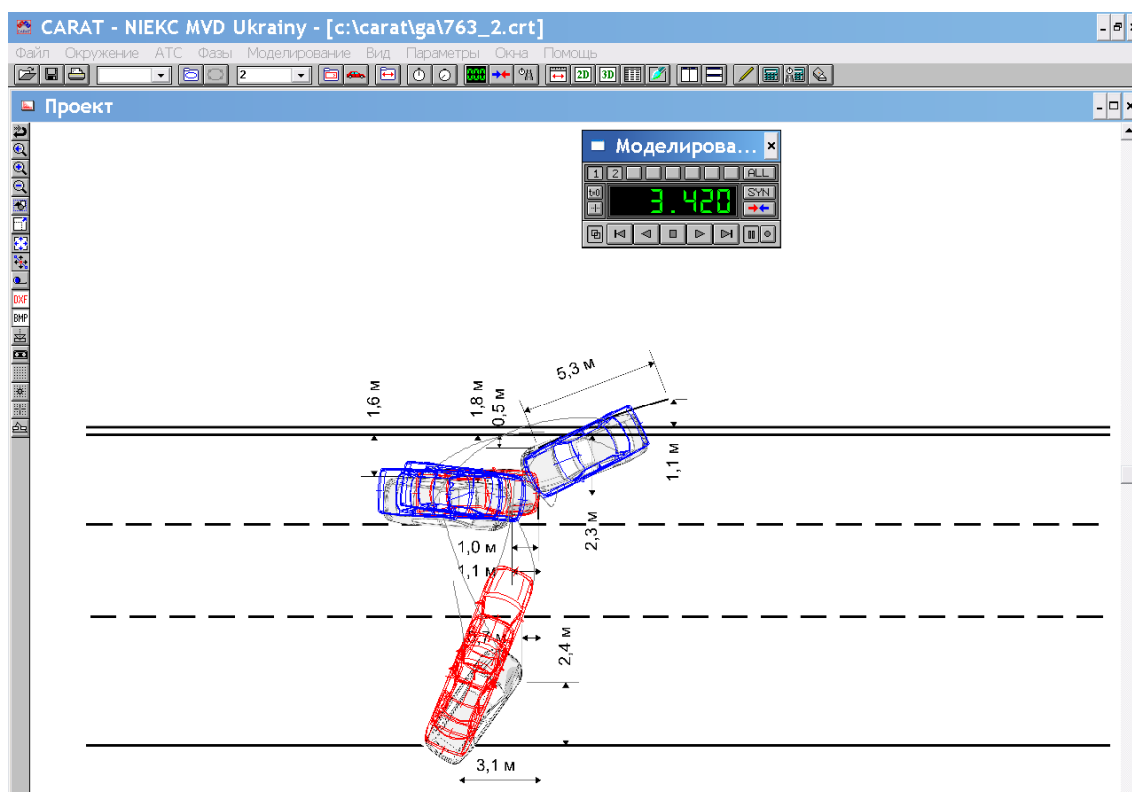


Рис. 6.23. Симуляція фази відкидання транспортних засобів після зіткнення

Далі, застосовуючи зворотний розрахунок, створюється моделювання зіткнення автомобілів, використовуючи отримані дані про рух кожного з них після зіткнення. Причому

виконується моделювання багаторазово. При цьому змінюються координати імпульсної точки, напрям ударного імпульсу та коректуючі значення швидкості, еквівалентної енергії деформації до здобуття результату, що приблизно відповідав би механізму даного ДТП (рис. 6.24).

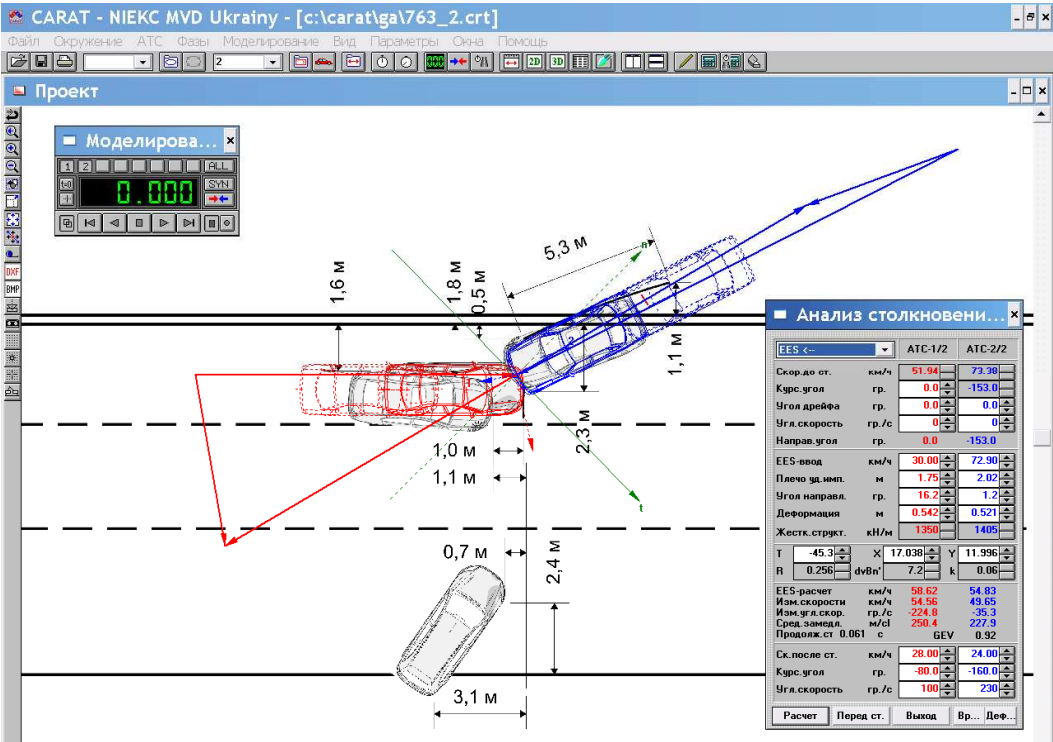


Рис. 6.24. Симуляція фази зіткнення транспортних засобів

Після завершення моделювання фази зіткнення проводиться симуляція руху автомобілів у фазі зближення, внаслідок чого встановлюється, що автомобілі «Ford» і «Lexus» перед зіткненням рухалися кожен по своїй смузі. Далі автомобіль «Lexus» виїхав на бік зустрічного руху (на смугу автомобіля «Ford»), де й сталося зіткнення (рис. 6.25).

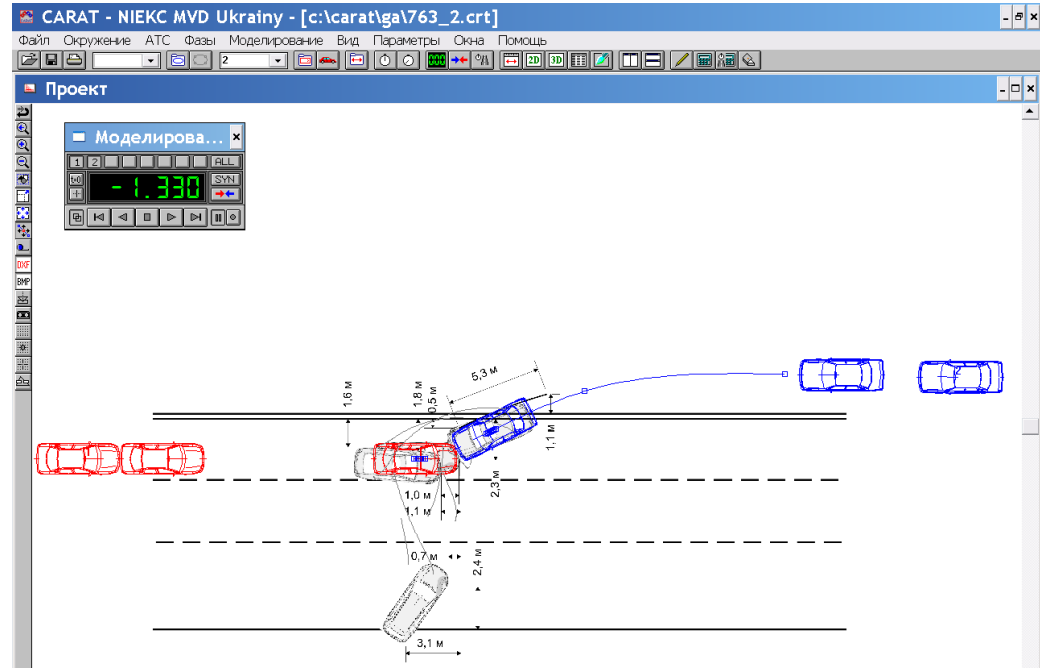


Рис. 6.25. Симуляція фази зближення транспортних засобів

На підставі виконаного моделювання та симуляції руху ТЗ у процесі розвитку ДТП програма CARAT дозволяє отримати наглядний розвиток механізму зіткнення ТЗ за часом у вигляді схематичного руху ТЗ (рис. 6.26) або 3D-анімації (рис. 6.27).

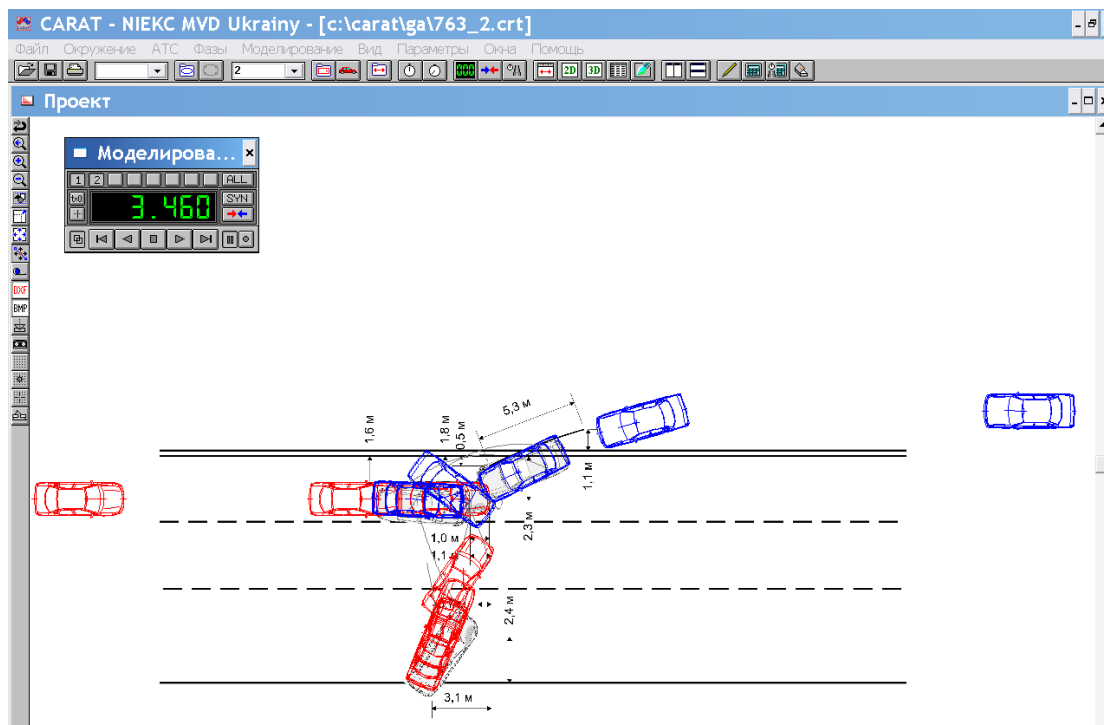


Рис. 6.26. Схема повного механізму зіткнення транспортних засобів

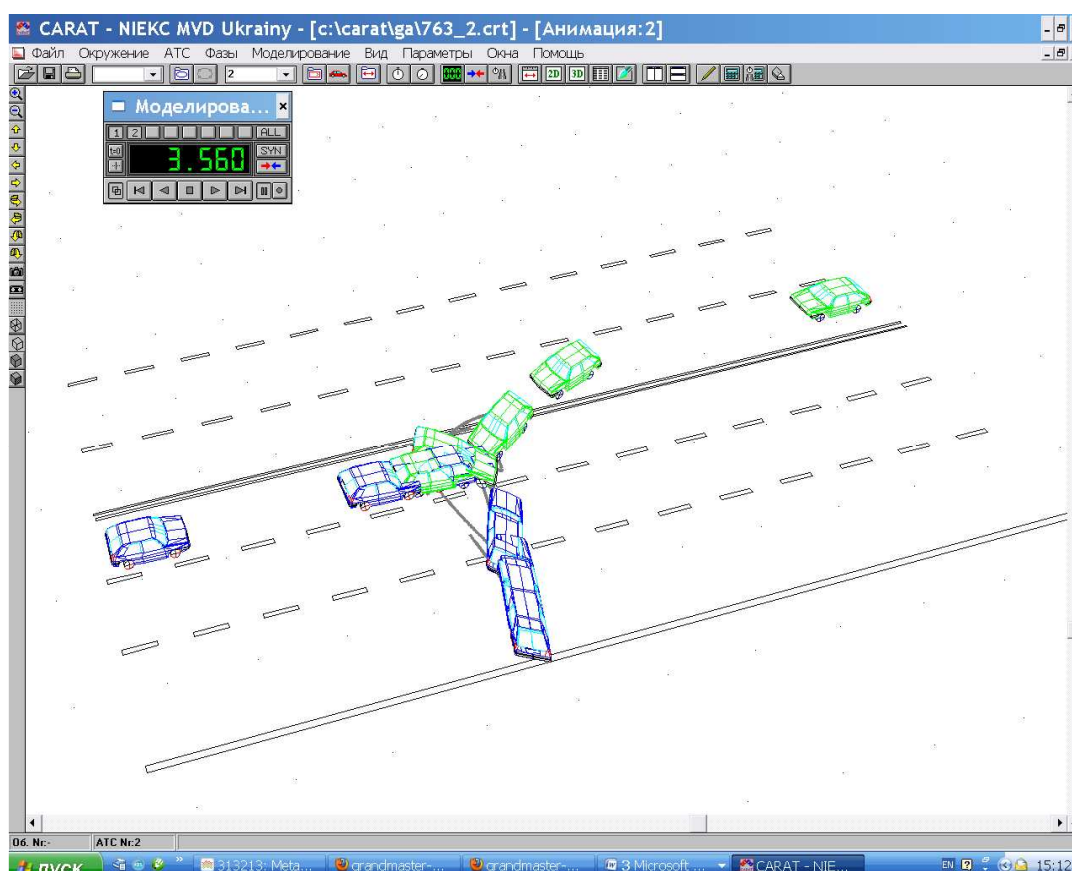


Рис. 6.27. Повний механізм зіткнення транспортних засобів (3D-анімація)

Таким чином, використання програмного забезпечення дозволяє однозначно підвищити ефективність виконуваних робіт з вирішення поставлених завдань у двох аспектах: у плані кількості – видається можливість при однакових часових витратах виконати однозначно більший об'єм необхідних розрахунків; в якісному плані – застосування комп'ютерної програми зменшує ймовірність помилок арифметичного характеру та дозволяє візуалізувати результати проведеного дослідження, що робить можливим подати їх у більш доступній формі. Проте слід зазначити, що прикладні програми, які можуть використовуватися в експертній практиці, призначені, перш за все, для підтвердження та візуалізації логічної й обґрунтованої версії, яку експерт-автотехнік повинен мати ще до початку роботи з програмою.

Жодна програма не може замінити експерта, а призначена вона для того, щоб з меншими витратами отримати якісніший результат. Тому використання технічних засобів не звільняє експерта від певних знань і досвіду.

Підводячи підсумок, слід зазначити, що сучасні автоматизовані технології дозволяють дослідити обставини дорожньо-транспортної пригоди на різних етапах. Відео прилади, що встановлені на автомобілі або дорозі – фіксують процес розвитку ДТП. Лазерне сканування об'єктів і місцевості – дає картину місця ДТП. Електронні блоки, що встановлені на автомобілі – запам'ятовують деякі останні параметри роботи. Комп'ютерні програми – дозволяють відтворити механізм контактування транспортних засобів при ДТП, та їх подальший рух, аж до зупинки.

Однак, під час впровадження новітніх автоматизованих технологій дослідження ДТП в Україні виникла суттєва проблема. Результати дослідження ДТП, що виконані за допомогою автоматизованих засобів і методів іноземного виробництва можуть суттєво відрізнятися від результатів дослідження того ж ДТП, але виконаного традиційною експертною методикою, яка затверджена в Україні. Тому на теперішній час виникла негайна необхідність удосконалення існуючих експертних методик дослідження ДТП з урахуванням новітніх технологій автоматизації процесу дослідження місця й механізму ДТП, вимірювання та розрахунку параметрів руху ТЗ.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Які технічні засоби дозволяють фіксувати параметри руху автомобіля?
2. Що таке відеореєстратор?
3. Як відрізняються відеореєстратори за технічними характеристиками та функціональними можливостями?
4. Які дані можливо отримати з відеореєстраторів, та яке значення мають ці дані при дослідженні обставин ДТП?
5. Як можна визначити швидкість руху автомобіля за записом відеореєстратора?
6. Які недоліки мають сучасні відеореєстратори щодо обмеження встановлення параметрів руху автомобілів, та які можливі майбутні шляхи вдосконалення відеореєстраторів?
7. Що таке реєстратор даних про події (EDR) та які параметри він фіксує?
8. Які особливості системи пошуку даних про аварію (Crash Data Retrieval System) виробництва Bosch?
9. На якому принципі побудована система повідомлення про аварію автомобілів виробництва General Motors.
10. Які є способи фіксації слідової інформації на місті ДТП, та їх недоліки?
11. Який принцип технології лазерного сканування?
12. Які має переваги лазерне сканування щодо інших способів фіксації слідової інформації на місті ДТП?
13. Які бувають комп'ютерні програми за напрямком застосування при дослідженні обставин ДТП? Назвіть їх.
14. Які функціональні можливості має програма CARAT-3?
15. Які основні закони фізики покладено в основу методики дослідження ДТП у програмі CARAT-3?
16. Як за допомогою програми CARAT-3 досліджується механізм зіткнення ТЗ?

ЛІТЕРАТУРА

1. Автомобільний транспорт України: стан, проблеми, перспективи розвитку: монографія / за заг. ред. А.М. Редзюка. / Державний автотранспортний науково-дослідний і проектний інститут. – К.: ДП «ДержавтотрансНДІпроект», 2005. – 400 с.
2. Автомобильный справочник BOSCH: Пер. с англ. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ЗАО «КЖИ «За рулем», 2004. – 992 с.
3. Байэтт Р. Расследование дорожно-транспортных происшествий / Р. Байэтт, Р. Уоттс ; Пер. с англ. – М.: Транспорт, 1983. – 288 с.
4. Бекасов В.А. Автотехническая экспертиза / В.А. Бекасов, Г.Я. Боград, Б.Л. Зотов, Г.Г. Индиченко. – М.: Юридическая литература, 1967. – 254 с.
5. Косяков В.В. Використання комп'ютерної програми SARAT-3 при проведенні авто технічних експертиз: методичні рекомендації / В.В. Косяков, О.Б. Кучерявенко. – К.: ДНДЕКЦ МВС України, 2010. – 40 с.
6. Волков В.П. Теорія експлуатаційних властивостей автомобіля: навч. посібник / В.П. Волков. – Х.: ХНАДУ, 2003. – 292 с.
7. Галаса П.В. Експертний аналіз дорожньо-транспортних пригод / П.В. Галаса, В.Б. Кисильов, А.С. Куйбіда та ін. – К., 1995. – 192 с.
8. Дорожньо-транспортні пригоди. Критерії оцінювання дій водія / авт.-уклад. С.О. Шевцов, К.В. Дубонос. – Х.: Факт, 2003. – 176 с.
9. Дубонос К.В. Расчет механизма наезда на пешехода при ограниченной обзорности в режиме торможения автомобиля. Криміналістичний вісник: наук.-практ. зб. / Дубонос К.В., Клименко В.И., Решетников Е.Б., Сараев А.В. // ДНДЕКЦ МВС України; КНУВС – К.: Вид. Дім «Ін Юре», 2007. – №1(7). – 180 с.
10. ДСТУ 3310-96 Засоби транспортні дорожні. Стійкість. Методи визначення основних параметрів випробуваннями. – К.: Держстандарт України. – 11 с.
11. ДСТУ 3649-10. Засоби транспортні дорожні. Експлуатаційні вимоги безпеки до технічного стану та методи контролю. – К.: Держстандарт України, 2010. – 19 с.
12. Европейский доклад о состоянии безопасности дорожного движения, Копенгаген, Европейское региональное бюро ВОЗ, 2009.

13. Иларионов В.А. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий: учебник для вузов / В.А. Иларионов. – М.: Транспорт, 1989. – 254 с.
14. Інструкція про призначення та проведення судових експертиз. Наказ Міністерства юстиції України 08.10.98 №53/5.
15. Клименко В.І. Дослідження впливу антиблокувальної системи на ефективність гальмування легкового автомобіля / В.І. Клименко, І.А. Давіденко, О.В. Сараєв // Автомобильный транспорт: сб. научн. тр. – Х.: ХНАДУ. – 2011. – Вып. 29. – С. 245–249.
16. Кристи Н.Н. Методические рекомендации по производству автотехнической экспертизы / Н.Н. Кристи. – М.: ЦНИИСЭ, 1971.
17. Науково-методичні рекомендації з питань підготовки та призначення судових експертиз. Наказ Міністерства юстиції України від 08.10.98 №53/5.
18. ОСТ 37.001.067-86. Тормозные свойства автотранспортных средств / Методы испытаний. – М.: Изд-во стандартов, 1978. – 63 с.
19. Правила дорожнього руху України. – Х.: НПП «Светофор», 2001. – 88 с.
20. Применение дифференцированных значений времени реакции водителя в экспертной практике. Методические рекомендации. / сост. Ю.Б. Суворов. – М.: ВНИИ судебных экспертиз, 1987. – 20 с.
21. Применение нормативных значений параметров торможения мототранспортных средств в экспертной практике. Метод. рекомендации / сост. А.А. Криницин – М.: ВНИИСЭ, 1987. – 24 с.
22. Ковкин В.В. Производство судебных экспертиз по делам о нарушении правил безопасности движения и эксплуатации городского электро-транспорта. Метод. пособие для экспертов / В.В. Ковкин, Н.А. Пантюшенко, Н.С. Романов. – М.: ВНИИСЭ, 1982. – 80 с.
23. Расчет параметров маневра транспортных средств (методическое письмо для экспертов). / В.А. Іларіонов, В.І. Чернов, Ф.А. Дадашев. – М.: ВНИИ судебных экспертиз, 1989. – 32 с.
24. Ананьев П.О. Реєстратор даних про події («Even Data Recorder») – нове джерело отримання інформації про параметри руху транспортного засобу під час дорожньо-транспортної пригоди (інформаційний лист) / П.О. Ананьєв, Ю.В. Пясецький. – К.: ДНДЕКЦ МВС України, 2011. – 40 с.

25. Решетников Є.Б. Експертне дослідження наїзду на пішохода: навч. посібник / Є.Б. Решетников. – Х.: ХДАДТУ, 1999. – 90 с.
26. Розслідування обставин дорожньо-транспортних пригод. Метод. рекомендації / сост. С.О. Шевцов, К.В. Дубонос. – Х.: Факт, 2002. – 172 с.
27. Перлін С.І. Системи лазерного сканування. Документування обставин дорожньо-транспортних пригод (інформаційний лист)/ С.І. Перлін, С.О. Шевцов, О.Б. Кучерявенко, С.А. Буряк. – Х.: НДЕКЦ при ГУМВС України в Харківській області, 2011. – 44 с.
28. Суворов Ю.Б. Судебная дорожно-транспортная экспертиза. Судебно-экспертная оценка действий водителей и других лиц, ответственных за обеспечение безопасности дорожного движения, на участках ДТП: учебное пособие для вузов / Ю.Б. Суворов. – М.: Право и закон, 2004. – 208 с.
29. Судебная автотехническая экспертиза. – В 2 ч. / под научн. руков. В.А. Иларионова. – Ч. 2. – М.: Министерство юстиции СССР, 1980. – 490 с.
30. Туренко А.Н. Автотехническая экспертиза: учебное пособие / А.Н. Туренко, В.И. Клименко, А.В. Сараев. – Х.: ХНАДУ, 2007. – 156 с.
31. УПК Украины. – Х.: ООО «Неофит», 1997. – 256 с.
32. Экспертная практика и новые методы исследования / Результаты систематизации экспериментально-расчетных значений параметров торможения автотранспортных средств / Информационный сборник в 3 ч. – М.: ВНИИ судебных экспертиз, 1990. – 28 с.
33. CDR News and Information. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.boschdiagnostics.com/testequipment/cdr/Pages/CDRHome.aspx>.
34. Advanced Automatic Crash Notification System. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://qm.wieck.com/forms/qm/car-seq-13.ipq?download=008733>.
35. The Cad Zone. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.cadzone.com/>
36. Статистика ДТП в Україні у першому півріччі 2012 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://forinsurer.com/news/12/10/10/28285>

ПРОТОКОЛ**огляду місця дорожньо-транспортної пригоди**

Огляд розпочатий в ____ годин ____ хвилин, закінчений в ____ годин ____ хвилин.

Слідчий (інспектор) _____, отримавши в «__» годин «__» хвилин повідомлення від _____,

(від кого і про що)

прибув на ДТП _____
(вказати точне місце, куди прибув)

спільно з _____
(інспектором, фахівцем, експертом, медичним працівником)

за участю понятих _____
(прізвище, ім'я, по батькові понятих, місце проживання)

у присутності _____
(учасників пригоди, очевидців)

керуючись ст. ст. 190-192 КПК України, оглянув місця дорожньо-транспортної пригоди, про що відповідно до ст. 195 КПК України склав цей протокол. Перед початком огляду усім перерахованим особам роз'яснені права бути присутніми при усіх діях і робити заяви з приводу цих дій, що підлягають занесенню до протоколу. Понятим, відповідно до ст. ст. 127 і 77 КПК України, роз'яснений їх обов'язок засвідчити факт, зміст і результати огляду місця дорожньо-транспортної пригоди _____
(підписи понятих)

Фахівцю роз'яснені його права і обов'язки, передбачені ст. ст. 178 і 179 КПК України, і він попереджений про відповідальність за відмову або ухилення від виконання обов'язків фахівця _____
(підпис фахівця)

Оглядалося в _____
(ясну, похмуру погоду, при штучному освітленні, при дощі, снігопаді)

у напрямі від _____ у бік _____

Вид пригоди _____

ОГЛЯДОМ ВСТАНОВЛЕНО:

Місце дорожньо-транспортної пригоди розташоване

(місто, населений пункт, вулиця, № будинки, район та ін.)

Проїжджа частина

(горизонтальна ділянка, вершина підйому, кінець спуску і тому подібне)

Вид покриття

(цементобетонне, асфальтобетонне, щебеневе, гравійне і тому подібне)

Стан покриття

(сухе, мокре, сніговий накат, забруднене, ожеледиця)

Число смуг для руху _____, ширина проїжджої частини _____ м; ширина узбіччя _____ м, ширина розділової смуги _____ м.

На проїжджій частині нанесені _____

(лінії розмітки, написи і тому подібне)

Проїжджа частина обмежена: _____ (бордюр, узбіччя, кювет, з вказівкою розмірів).

Сліди шин:

Сліди гальмувань: _____

(одинарні або спарені, розташування їх по відношенню до краю проїжджої частини, довжина, слід суцільний або переривчастий, величина розривів, чи є роздвоєння сліду, сліди гальмування усіх коліс або тільки однієї із сторін автомобіля, сліди гальмування зі змішаним відбитком протектора або яскраво вираженим відбитком)

Ознаки напрямку руху транспортного засобу

(за формою сліду, бризок води або масла, роздавлених предметів)

Малюнок протектора шин, їх зношення

(розміри, глибина малюнка протектора, наявність ушкоджень і тому подібне)

Характер вантажу, його вага, габарити і спосіб кріплення

Стан кермового керування, положення важелів ручного гальма і перемикачів передач _____

Стан гальмівної системи:

1. Робочого гальма _____ вільний хід педалі гальма

(наявність підтікання рідини або ходу стислого повітря, свідчення манометра гальмівної системи і тому подібне)

2. Стоянкове (ручне) гальмо _____

(на скільки важіль гальма затягується, чи утримується ручним гальмом автомобіль з повним вантажем на ухилі 16 % (9 градусів) і автопоїзд на ухилі 8 % (4,5 градуси)

Стан освітлювальних і сигнальних приладів, лобового і бічних стекол, дзеркал, міра їх забрудненості, справність склоочисників

З місця пригоди вилучені:

(осколки стекол фар, уламки кузова, шматки фарби, речі водія або пасажирів і тому подібне)

У процесі огляду складені для залучення до протоколу

(схеми, протокол огляду транспортного засобу, довідка по дорожньо-транспортній пригоді, зроблено фотографування, виготовлені зліпки слідів, плани і так далі)

Застосування науково-технічних засобів _____

Заяви і зауваження осіб, у тому числі водіїв, що брали участь в огляді, з приводу огляду, складання протоколу і схеми _____

Слідчий (інспектор) _____

Протокол прочитаний _____

Записано усе правильно.

Підписи осіб, що брали участь в огляді: _____

Поняті: _____

Підписи осіб, що були присутні при огляді _____

Примітка. Протокол огляду транспортного засобу і перевірка його технічного стану, протокол огляду трупа, слідів, речових доказів при необхідності детальнішого їх опису, а також довідка про встановлених на місці пригоди очевидців, потерпілих, батьків складаються окремо і прикладаються до протоколу огляду місця пригоди.

ДОВІДКА про дорожньо-транспортну подію

1. Місце пригоди _____
(найменування населеного пункту, вулиці дороги, на якому кілометрі)
2. Час пригоди « ____ » _____ р. _____ година _____ хв.
3. Стан погоди _____
4. Видимість (у метрах) _____
5. Освітлення (денне, штучне, не освітлено) _____
6. Освітлення транспорту (фари, підфарники горіли, не горіли) _____
7. Подовжній профіль шляху (ухил, підйом) _____
8. Ширина проїжджої частини _____
9. Покриття дороги (асфальт, бетон та ін.) _____
10. Стан дорожнього покриття (сухе, мокре, ожеледь та ін.) _____
11. Дефекти дорожнього покриття (вибоїни, канави та ін.) _____
12. Швидкість руху транспорту перед подією _____
13. Короткий опис пригоди _____
14. Відомості про транспорт:

Номерний знак	Марка і модель	Кому належить	Де перебуває на обліку

15. Відомості про водія транспорту:

Номерний знак	ПІБ, рік і місце народження, місце проживання, телефон	№ водійського посвідчення, ким і коли видано	Стан водія

16. Відомості про потерпілих при пригоді:

ПІБ	Вік	Місце роботи, посада	Місце проживання	В якій лікувальній установі перебувають, діагноз

17. Очевидці пригоди :

ПІБ	Місце проживання, телефон

18. Де знаходиться транспорт після пригоди _____

19. Куди направлений матеріал для проведення розслідування _____

20. Де знаходяться вилучені водійські посвідчення _____

посада, звання, прізвище укладача довідки, підпис, дата

Додаток В**Геометричні та вагові параметри автомобілів**

Модель автомобіля	Довжина, м	Ширина, м	База, м	Споряджена маса, кг	Повна маса, кг
ГАЗ-24-10, «Волга»	4,735	1,80	2,800	1400	1790
ГАЗ-3102, «Волга»	4,960	1,820	2,800	1450	1850
«Москвич»-412	4,205	1,555	2,400	1000	1400
«Москвич»-2141	4,350	1,690	2,580	1055	1450
ЗАЗ М «Запорожець»	3,765	1,490	2,160	800	1200
ВАЗ-2121 «НИВА»	3,720	1,680	2, 200	1210	1610
ВАЗ-2101	4,073	1,611	2,424	945	1345
ВАЗ-2104	4,115	1,620	2,424	1055	1510
ВАЗ-2105, 2107	4,145	1,620	2,424	1060	1460
ВАЗ-2106	4,166	1,611	2,424	1035	1435
ВАЗ-2108	4,006	1,620	2,460	920	1345
ВАЗ-2109	4,006	1,620	2,460	945	1370
ВАЗ-2110	4,265	1,680	2,492	1020	1480
ВАЗ-2111	4,285	1,680	2,492	1030	1530
ВАЗ-2112	4,170	1,680	2,492	1060	1515
ЗАЗ «Таврія»	3,708	1,554	2,320	710	1110
Chevrolet Aveo (седан)	4,235	1,670	2,480	1105	—
Chevrolet Aveo (хетчбек)	3,880	1,670	2,480	1090	—
BMW-520i	4,775	1,800	2,830	1570	2095
Skoda Octavia	4,507	1,731	2,512	1190	1765
Volkswagen Golf	4,145	1,735	2,500	1165	1670
Volkswagen Bora	4,374	1,735	2,500	1244	1730
DAEWOO Nubira, 1,8 л	4,500	1,725	2,600	1210	1695
ГАЗ-3221 «Газель» (пас.)	5,500	2,075	2,900	2440	3250
ГАЗ-33302 «Газель» (вантажн.)	5,470	2,098	2,900	1850	3500
ЗІЛ, 130	6,675	2,500	3,800	4175	10400
ГАЗ-53	6,395	2,380	3,700	3200	7850
МАЗ-5337	7,100	2,500	3,950	7150	16000
КамАЗ	7,435	2,500	3,850	7080	15305
КрАЗ	8,100	2,630	4,780	10850	23515

ПОСТАНОВА
про призначення автотехнічної експертизи

м. Харків

01.09. 2012 р.

Слідчий слідчого відділу УМВД України в Харківській області капітан міліції С.С. Петренко, розглянувши матеріали кримінальної справи № 0013 про дорожньо-транспортну пригоду

ВСТАНОВИВ:

25.05.2012 р. близько 15 год в м. Харкові на вулиці Шевченка навантажений автомобіль КамАЗ-5320, номерний знак 1234 ХА під управлінням водія Іванова І.І., що рухався по другій смузі, вчинив фронтальний наїзд на пішохода Петрова П.П. 50 років, що перетинав проїжджу частину швидким кроком перед автобусом Mercedes Benz Sprinter, що рухався по першій смузі із швидкістю 25 км/год. Пішохід рухався справа наліво під кутом 95 градусів щодо напрямку руху автомобіля. У момент ДТП автобус знаходився на відстані 1,5 м від місця наїзду. Бічний інтервал між автомобілем й автобусом складав 1,5 м. Відстань від правого борту автомобіля до місця удару 1,5 м. На місці ДТП зафіксовані сліди гальмування задніх коліс автомобіля завдовжки 23 м. Після наїзду автомобіль перемістився на 10 м і зупинився. Відстань від краю проїжджої частини до місця наїзду 7,5 м. Стан дорожнього покриття в момент ДТП сухе.

З метою об'єктивного розслідування справи й беручи до уваги, що для встановлення істини необхідні спеціальні знання, керуючись ст. 75, 196, 130 УПК України

УХВАЛИВ:

Призначити по даній кримінальній справі судову автотехнічну експертизу, виробництво якої доручити _____

На вирішення автотехнічної експертизи поставити наступні питання:

1. З якою швидкістю рухався автомобіль КамАЗ-5320 до початку гальмування?
2. Яка була швидкість автомобіля КамАЗ-5320 у момент наїзду на пішохода?
3. Який зупинний шлях автомобіля КамАЗ-5320 в даних дорожніх умовах?

4. Чи міг водій своєчасно зупинити автомобіль КамАЗ-5320 після виходу пішохода через край перешкоди?

5. Чи міг водій своєчасно зупинити автомобіль КамАЗ-5320, якби перешкода була відсутня?

6. Який час пройшов з моменту появи пішохода в полі оглядовості водія КамАЗ-5320 до моменту наїзду?

7. Який час пройшов з моменту виникнення небезпеки до наїзду і, коли виник момент небезпеки для руху?

8. На якій відстані від місця наїзду знаходився автомобіль КамАЗ-5320 у момент виникнення небезпеки?

9. Чи запізнився водій КамАЗ-5320 із застосуванням гальмування?

10. Який механізм дорожньо-транспортної пригоди?

11. Якщо водій запізнився з гальмуванням, то чи була технічна можливість зупинити автомобіль до лінії проходження пішохода при своєчасному гальмуванні?

12. Якщо водій не мав технічної нагоди уникнути пригоди шляхом своєчасного гальмування, то яка була б швидкість автомобіля КамАЗ-5320 у момент перетину лінії проходження пішохода при своєчасному гальмуванні?

13. Чи мав можливість пішохід вийти зі смуги руху автомобіля КамАЗ-5320 при його своєчасному гальмуванні?

14. Не виконання яких пунктів Правил дорожнього руху України учасниками пригоди знаходиться в причинно-наслідковому зв'язку з ДТП?

Слідчий УМВД України
в Харківській обл.
капітан міліції

С.С. Петренко

**ГОЛОВНЕ УПРАВЛІННЯ МІНІСТЕРСТВА ВНУТРІШНІХ
СПРАВ УКРАЇНИ В ХАРКІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ**

**НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ
ЕКСПЕРТНО-КРИМІНАЛІСТИЧНИЙ ЦЕНТР**

вул. Ковтуна, 34, м. Харків, 61036, тел. (057) 7212153,
тел./факс (057)7121080,
E-mail: 21_ATE@ukr.net, код ЄДРПОУ 25574728

ВИСНОВОК ЕКСПЕРТА

06.03.2012
№1380

м. Харків

24.02.2012 в НДЕКЦ при ГУМВС України в Харківській області надійшла постанова від 18.02.2012 про призначення судової автотехнічної експертизи старшого слідчого СВ Богодухівського РВ ГУМВС України в Харківській області майора міліції Рожнова О.В. по кримінальній справі №0014.

На підставі зазначеної вище постанови головний експерт сектору автотехнічних досліджень Данець Сергій Віталійович, що має вищу технічну та юридичну освіти, кваліфікацію судового експерта з правом проведення експертиз: по дослідженню обставин і механізму ДТП (свідоцтво №6802, видане ЕКК МВС України 01.10.2004); транспортно-трасологічних (свідоцтво №6809, видане ЕКК МВС України 01.10.2004); технічного стану ТЗ (свідоцтво №6816, видане ЕКК МВС України 01.10.2004), стаж експертної роботи з 2002 року, – виконав судову автотехнічну експертизу.

Про кримінальну відповідальність за ст.ст. 384 і 385 КК України експерт попереджений.

_____ **С.В. Данець**

Обставини події (з постанови про призначення автотехнічної експертизи та на наданих матеріалів): 10 січня 2012 року близько 16 години 00 хвилин на вул. Харківській у районі буд. №26 в м. Богодухів Харківської області автомобілем Mitsubishi р.н. АХ 8607 ВА під керуванням водія Ловкопляс Б.О. здійснений наїзд на пішохода Прошечко Ж.О.

На дослідження надано:

1. Постанова про призначення автотехнічної експертизи.
2. Кримінальна справа №0014.

На вирішення експертизи поставлені питання:

1. Як у даній дорожній обстановці повинен був діяти водій автомобіля Mitsubishi Lancer р.н. АХ 86-07 ВА Ловкопляс Б.О.?
2. Чи мав водій автомобіля Mitsubishi Lancer р.н. АХ 86-07 ВА Ловкопляс Б.О. технічну можливість запобігти наїзду на пішохода Прошечко Ж.О. діючи згідно до Правил дорожнього руху України?
3. Чи наявні в діях водія автомобіля Mitsubishi Lancer р.н. АХ 86-07 ВА Ловкопляса Б.О. і пішохода Прошечко Ж.О. невідповідності Правилам дорожнього руху України, які б знаходились у причинному зв'язку з наслідками ДТП?

Вихідні дані (з постанови про призначення автотехнічної експертизи):

- ДТП мала місце в темний час доби на мокрому асфальтобетонному покритті.
- До ДТП транспортний засіб марки Mitsubishi Lancer р.н. АХ 86-07 ВА знаходився в технічно справному стані, в якому на момент ДТП знаходився один пасажир.
- Ширина проїжджої частини в місці ДТП становить 7 м.
- До ДТП автомобіль марки Mitsubishi Lancer р.н. АХ 86-07 ВА рухався на відстані 1,5 м від правого краю проїжджої частини до правого габариту автомобіля з включеним дальнім світлом фар та швидкістю 60 км/год.
- Під час руху водій Ловкопляс Б.О. виявив пішохода, який стояв поза межею проїжджої частини, на відстані 0,5 м від її краю на лівому узбіччі по ходу руху автомобіля, при наближенні автомобіля, пішохід розпочав рух перпендикулярно проїжджій частині.
- З часу початку руху до наїзду, пішохід пройшов відстань 4,5 м за 2,0–2,1 с.
- У гальмуванні до повної зупинки після наїзду на пішохода автомобіль проїхав 14 м.
- Видимість дороги при дальньому світлі фар 62 м.
- Небезпеку для руху водія автомобіля марки Mitsubishi Lancer р.н. АХ 86-07 ВА Ловкопляса Б.О. вважати з моменту початку руху пішохода до смуги автомобіля.

При проведенні експертного дослідження використовувалися такі інформаційні джерела:

1. Судова автотехническая экспертиза, ч. 2 за редакцією В.А. Іларіонова, ВНДІСЕ, М., 1980.

2. Правила дорожнього руху, Київ, вид-во «А.С.К.», 2002.
3. Методичні рекомендації з виробництва автотехнічної експертизи, Н.М. Кристі, ВНДІСЕ, 1971.
4. Застосування диференційованих значень часу реакції водія в експертній практиці. ВНДІСЕ, М., 1987.
5. Інформаційний збірник «Експертна практика і нові методи дослідження», №3, М., ВНДІСЕ, 1990.

ДОСЛІДЖЕННЯ

1.2.3. У дорожній ситуації, що склалася, водій Ловкопляс Б.О. рухаючись на керованому ним автомобілі Mitsubishi у темний час доби, повинен був обирати у встановлених межах таку швидкість руху, щоб мати можливість зупинити свій транспортний засіб у межах видимості дороги. У разі виникнення небезпеки у вигляді пішохода, який наближається до смуги руху автомобіля Mitsubishi, водій Ловкопляс Б.О. повинен був негайно вжити заходи для зниження швидкості руху аж до зупинки.

Тобто, в дорожній ситуації що склалася, водій автомобіля Mitsubishi Ловкопляс Б.О. повинен був діяти відповідно до вимог п.п. 12.2 та 12.3 Правил дорожнього руху України, де вказано:

12.2. У темну пору доби та в умовах недостатньої видимості швидкість руху повинна бути такою, щоб водій мав змогу зупинити транспортний засіб у межах видимості дороги.

12.3. У разі виникнення небезпеки для руху або перешкоди, яку водій об'єктивно спроможний виявити, він повинен негайно вжити заходів для зменшення швидкості аж до зупинки транспортного засобу або безпечного для інших учасників руху об'їзду перешкоди.

Гранично допустима швидкість руху автомобіля Mitsubishi за умовами видимості дороги складає $v_B = 85$ км/год, що видно з розрахунку, наведеного нижче

$$v_B = 3,6 j T_{\text{пр}} \left[\sqrt{\frac{2S_B}{j T_{\text{пр}}^2} + 1} - 1 \right] = 3,6 \cdot 5,9 \cdot 0,6 \left[\sqrt{\frac{2 \cdot 62}{5,9 \cdot 0,6^2} + 1} - 1 \right] = 85 \text{ км/год},$$

де $T_{\text{пр}}$ – час, необхідний для приведення гальм автомобілю Mitsubishi у дію, дорівнює 0,6 с, що видно з розрахунку

$$T_{\text{пр}} = t_1 + t_2 + 0,5 t_3 = 0,3 + 0,2 + 0,5 \cdot 0,2 = 0,6 \text{ с};$$

S_B – відстань від передньої частини автомобіля Mitsubishi до видимих елементів дороги у світлі його фар, 62 м;

t_1 – час реакції водія Ловкопляса Б.О. за умовами видимості, 0,3 с;
 t_2 – час запізнювання спрацьовування гальмівного приводу автомобіля Mitsubishi, 0,2 с;
 t_3 – час наростання уповільнення автомобіля Mitsubishi, 0,2 с;
 j – максимальне табличне значення усталеного сповільнення автомобіля Mitsubishi, при гальмуванні на мокрій асфальтобетонній ділянці дороги горизонтального профілю, 5,9 м/с².

Порівнюючи гранично допустиму швидкість руху автомобіля Mitsubishi за умовами видимості дороги $v_B=85$ км/год, із швидкістю руху автомобіля Mitsubishi до дорожньо-транспортної події $v_a=60$ км/год, слід дійти висновку, що в діях водія автомобіля Mitsubishi Ловкопляса Б.О. у частині вибору швидкості руху за умовами видимості дороги, не вбачається невідповідностей вимогам п. 12.2 Правил дорожнього руху України.

Технічна можливість запобігання даної дорожньо-транспортної пригоди для водія автомобіля Mitsubishi Ловкопляса Б.О. встановлюється порівнянням величини зупинного шляху автомобіля Mitsubishi в умовах місця пригоди (S_0) з величиною віддалення автомобіля Mitsubishi від місця наїзду на пішохода в момент виникнення небезпеки для руху водієві Ловкоплясу Б.О.

Зупинний шлях автомобіля Mitsubishi в умовах місця події дорівнює $S_0=45,1$ м, що видно з розрахунку наведеного нижче

$$S_0 = (t_1 + t_2 + 0,5 \cdot t_3) \cdot \frac{V_a}{3,6} + \frac{V_a^2}{26 \cdot j} =$$

$$= (1,0 + 0,2 + 0,5 \cdot 0,2) \cdot \frac{60}{3,6} + \frac{60^2}{26 \cdot 5,9} = 45,1 \text{ м,}$$

де t_1 – ситуаційний час реакції водія автомобіля Mitsubishi Ловкопляса Б.О., 1,0 с;

v_a – швидкість руху автомобіля Mitsubishi, 60 км/год.

Згідно з постанови про призначення експертизи небезпеки для руху водію автомобіля марки Mitsubishi Lancer р.н. АХ 86-07 ВА Ловкоплясу Б.О. визначати з моменту початку руху пішохода до смуги автомобіля. Віддалення автомобіля Mitsubishi від місця наїзду на пішохода Прошечка Ж.О., в момент виникнення небезпеки для руху водієві Ловкоплясу Б.О. дорівнює $S_a=32,1...33,8$ м, що видно з розрахунку наведеного нижче

$$S_a = t_{\Pi} v_a - \frac{(v_a - v_{\Pi})^2}{2j} = 2,0...2,1 \cdot 16,67 - \frac{(16,67 - 12,85)^2}{2 \cdot 5,9} = 32,1...33,8 \text{ м,}$$

$$v_{\text{н}} = \sqrt{2 j S_{\text{пн}}} = \sqrt{2 \cdot 5,9 \cdot 14} = 12,85 \text{ м/с} = 46,2 \text{ км/год},$$

де $t_{\text{п}}$ – час з моменту початку руху пішохода до наїзду, 2,0–2,1 с;

$v_{\text{н}}$ – швидкість руху ТЗ у момент наїзду на пішохода, м/с;

$S_{\text{пн}}$ – відстань, яку подолав автомобіль Mitsubishi у гальмуванні після наїзду на пішохода до зупинки, 14,0 м.

Порівнюючи зупинний шлях автомобіля Mitsubishi в умовах місця події $S_0=45,1$ м, а також видалення автомобіля Mitsubishi від місця наїзду на пішохода Прошечко Ж.О., в момент виникнення небезпеки для руху водієві Ловкоплясу Б.О. $S_a=32,1\text{--}33,8$ м, слід прийти до висновку, що в дорожній ситуації що склалася, водій автомобіля Mitsubishi Ловкопляс Б.О. не мав технічної можливості запобігти даній дорожньо-транспортній події, діючи відповідно до вимог Правил дорожнього руху України.

Оскільки в дорожній ситуації, що склалася, водій автомобіля Mitsubishi Ловкопляс Б.О. не мав технічної можливості запобігти даній дорожньо-транспортній події шляхом виконання вимог Правил дорожнього руху, то слід дійти висновку, що в даному випадку в діях водія автомобіля Mitsubishi Ловкопляса Б.О. не вбачається невідповідностей вимогам Правил дорожнього руху України, які з технічної точки зору перебували б у причинному зв'язку з виникненням події даної дорожньо-транспортної пригоди.

Примітка. При проведенні дослідження щодо наявності у водія Ловкопляса Б.О. технічної можливості запобігти даній ДТП експерт виходив з максимального табличного сталого уповільнення технічно справного автомобіля Mitsubishi при гальмуванні на мокрій асфальтобетонній ділянці дороги горизонтального профілю. Якщо виходити з меншого значення вказаного сталого уповільнення, то висновки даного дослідження будуть тим більш справедливими.

Оцінка дій пішохода Прошечка Ж.О. не вимагає застосування спеціальних технічних знань і може бути проведена інспектором з дізнання самостійно стосовно до вимог 4 розділу Правил дорожнього руху України.

ВИСНОВКИ

1.2.3. У дорожній ситуації, що склалася, водій автомобіля Mitsubishi Ловкопляс Б.О. повинен був діяти відповідно до вимог п.п. 12.2 та 12.3 Правил дорожнього руху України.

У дорожній ситуації, що склалася, водій автомобіля Mitsubishi Ловкопляс Б.О. не мав технічної можливості запобігти даній дорожньо-

транспортній події, діючи відповідно до вимог Правил дорожнього руху України.

У дорожній ситуації, що склалася, в діях водія автомобіля Mitsubishi Ловкопляса Б.О. не вбачається невідповідностей вимогам Правил дорожнього руху України, які з технічної точки зору перебували б у причинному зв'язку з виникненням події даної дорожньо-транспортної пригоди.

Оцінка дій пішохода Прошечка Ж.О. не вимагає застосування спеціальних технічних знань і може бути проведена інспектором з дізнання самостійно стосовно до вимог 4 розділу Правил дорожнього руху України.

Судовий експерт

С.В. Данець

Координати розташування водія

Модель автомобіля	Відстань від водія до передньої габаритної частини автомобіля, м	Відстань від водія до лівої габаритної частини автомобіля, м	Відстань від водія до правої габаритної частини автомобіля, м
ГАЗ-24, «Волга»	2,20	0,50	1,30
«Москвич»-412, 2140, ІЖ	2,00	0,50	1,05
ЗАЗ «Запорожець»	1,70	0,40	1,09
ВАЗ-2101, 2102, 2103, 2104, 2105, 2106, 2107	1,80	0,50	1,11
* ВАЗ-2121 «НИВА», «Тайга»	2,00	0,5	1,18
* ВАЗ-2108, 2109, 21099, 2110, 2111, 2112, 2114, 2115	2,10	0,55	1,07
* ЗАЗ-1102 «Таврія», «Славу́та»	1,80	0,50	1,05
Chevrolet Aveo	2,10	0,50	1,17
* BMW-520i	2,40	0,55	1,25
* Skoda Octavia	2,20	0,55	
* Volkswagen Golf	2,05	0,5	
* DAEWOO Nubira	2,20	0,50	1,17
* ГАЗ-3221, ГАЗ-33302 «Газель»	1,70	0,57	1,50
ЗІЛ	2,40	0,60	1,90
ГАЗ-53	2,05	0,60	1,78
МАЗ-500	1,10	0,70	1,80
КамАЗ, 5410	1,00	0,60	1,90
КрАЗ	2,80	0,90	1,90

Примітка: * Марки автомобілів, координати розташування водія в яких встановлені фахівцями ХНАДУ.

ВИСНОВОК ФАХІВЦЯ

Короткі обставини ДТП

(з постанови про призначення експертизи, див. додаток Г)

На вулиці Шевченка навантажений автомобіль КамАЗ-5320, що рухався в другому ряду, під керуванням водія Іванова І.І., вчинив фронтальний наїзд на пішохода Петрова П.П., який перетинав проїжджу частину швидким кроком перед автобусом Mercedes Benz Sprinter, що рухався в першому ряду (рис. ж.1).

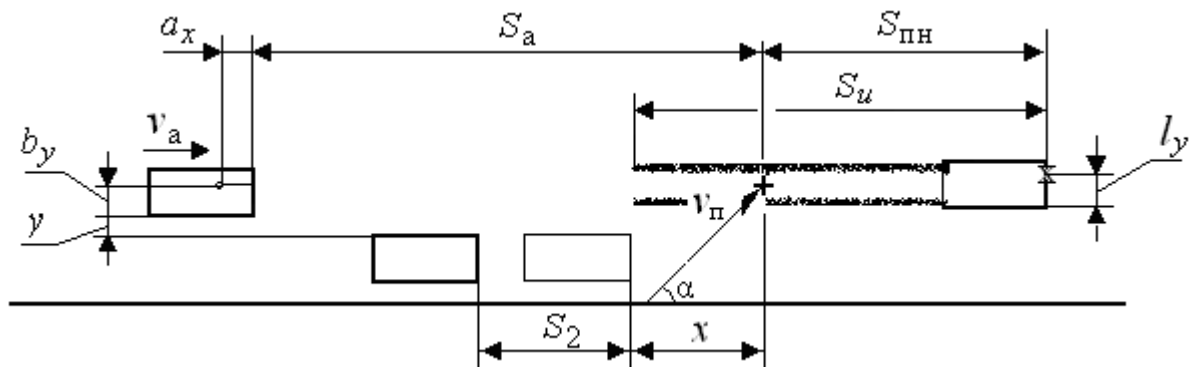


Рис. ж.1. Розрахункова схема механізму ДТП

Початкові дані.

Швидкість автобуса Mercedes Benz Sprinter – $v_a = 25$ км/год.

Кут удару – $\alpha = 95^\circ$.

Відстань між автобусом Mercedes Benz Sprinter і місцем наїзду в момент пригоди – $x = 2,5$ м.

Інтервал між автомобілем і автобусом – $y = 1,2$ м.

Відстань від переднього кута автомобіля КамАЗ-5320 до місця удару – $l_y = 1,0$ м.

Сліди гальмування КамАЗ-5320 на асфальті – $S_u = 23$ м.

Переміщення автомобіля КамАЗ-5320 після наїзду – $S_{mn} = 6,5$ м.

Відстань від краю проїжджої частини до місця наїзду – $y_n = 7,5$ м.

Технічні і експлуатаційні параметри, які експерт вибирає самостійно.

Швидкість пішохода – $v_n = 6$ км/год.

Час реакції водія – $t_1 = 1$ с.

Час запізнювання спрацьовування гальмового приводу КамАЗ-5320 – $t_2 = 0,4$ с.

Час наростання сповільнення КамАЗ-5320 – $t_3 = 0,5$ с.

Коефіцієнт зчеплення коліс автомобіля КамАЗ-5320 з дорогою – $\varphi = 0,7$.

Прискорення вільного падіння – $g = 9,81$ м/с².

Коефіцієнт ефективності гальмування КамАЗ-5320 – $\kappa_e = 1,71$.

Відстань від водія до бічної поверхні автомобіля КамАЗ-5320 – $v_y = 1,9$ м.

Відстані від водія до передньої частини автомобіля КамАЗ-5320 – $a = 1$ м.

Ширина автомобіля КамАЗ-5320 – $B = 2,5$ м.

Довжина автомобіля КамАЗ-5320 – $L_a = 7,5$ м.

На вирішення експертизи поставлені наступні запитання:

1. З якою швидкістю рухався автомобіль КамАЗ-5320 до початку гальмування?
2. Яка була швидкість автомобіля КамАЗ-5320 у момент наїзду на пішохода?
3. Який зупинний шлях автомобіля КамАЗ-5320 в даних дорожніх умовах?
4. Чи міг водій своєчасно зупинити автомобіль КамАЗ-5320 після виходу пішохода через край перешкоди?
5. Чи міг водій своєчасно зупинити автомобіль КамАЗ-5320, якби перешкода була відсутня?
6. Який час пройшов з моменту появи пішохода в полі оглядовості водія КамАЗ-5320 до моменту наїзду?
7. Який час пройшов з моменту виникнення небезпеки до наїзду і, коли виник момент небезпеки для руху?
8. На якій відстані від місця наїзду знаходився автомобіль КамАЗ-5320 у момент виникнення небезпеки?
9. Чи запізнився водій КамАЗ-5320 із застосуванням гальмування?
10. Який механізм дорожньо-транспортної пригоди?
11. Якщо водій запізнився з гальмуванням, то чи була технічна можливість зупинити автомобіль до лінії проходження пішохода при своєчасному гальмуванні?
12. Якщо водій не мав технічної нагоди уникнути пригоди шляхом своєчасного гальмування, то яка була б швидкість автомобіля КамАЗ-5320 у момент перетину лінії проходження пішохода при своєчасному гальмуванні?

13. Чи мав можливість пішохід вийти зі смуги руху автомобіля КамАЗ-5320 при його своєчасному гальмуванні?

14. Не виконання яких пунктів Правил дорожнього руху України учасниками пригоди знаходиться в причинно-наслідковому зв'язку з ДТП?

Література

1. Туренко А.Н. Автотехническая экспертиза: учебное пособие / А.Н. Туренко, В.И. Клименко, А.В. Сараев. – Харьков: ХНАДУ, 2007. – 156 с.

2. Решетніков Є.Б. Експертне дослідження наїзду на пішохода: навчальний посібник / Є.Б. Решетніков. – Х.: ХДАДТУ, 1999. – 89 с.

3. Правила дорожнього руху України. – Х.: Світлофор, 2001. – 88 с.

Дослідження питань

Питання 1. До гальмування автомобіль КамАЗ-5320 рухався з швидкістю

$$v_a = 0,5t_3j + \sqrt{2jS_u} = 0,5 \cdot 0,5 \cdot 4 + \sqrt{2 \cdot 4 \cdot 23} = 14,59 \text{ м/с} = 52,5 \text{ км/год},$$

де $j = \frac{g\varphi}{k} = \frac{0,7 \cdot 9,81}{1,71} = 4 \text{ м/с}^2$ – усталене сповільнення автомобіля.

Питання 2. Швидкість автомобіля КамАЗ-5320 у момент наїзду на пішохода

$$v_H = \sqrt{2jS_{\text{пн}}} = \sqrt{2 \cdot 4 \cdot 6,5} = 7,2 \text{ м/с} = 26 \text{ км/год}.$$

Питання 3. Зупинний шлях автомобіля КамАЗ-5320 в даних дорожніх умовах

$$S_o = (t_1 + t_2 + 0,5t_3)v_a + \frac{v_a^2}{2j} = (1 + 0,4 + 0,5 \cdot 0,5)14,58 + \frac{14,59^2}{2 \cdot 4} = 50,6 \text{ м}.$$

Питання 4. Відстань S_{a1} від автомобіля КамАЗ-5320 до місця наїзду у момент виходу пішохода із-за краю перешкоди

$$S_{a1} = \frac{(y + l_y)v_a}{|\sin \alpha| v_{\Pi}} - \frac{(v_a - v_H)^2}{2j} = \frac{(1,2 + 1,0)15,8}{0,99 \cdot 1,66} - \frac{(14,59 - 7,2)^2}{2 \cdot 4} = 12,57 \text{ м.}$$

Оскільки $S_{a1} < S_0$, то водій не встиг би зупинити автомобіль до місця наїзду після того, як пішохід з'явився із-за краю перешкоди.

Питання 5. Відстань від автомобіля КамАЗ-5320 до місця наїзду в момент виходу пішохода на проїжджу частину

$$S_{a2} = \frac{y_{\Pi} v_a}{|\sin \alpha| v_{\Pi}} - \frac{(v_a - v_H)^2}{2j} = \frac{7,5 \cdot 14,59}{0,99 \cdot 1,66} - \frac{(14,59 - 7,2)^2}{2 \cdot 4} = 59,15 \text{ м.}$$

Оскільки виконується умова $S_0 < S_{a2}$, то водій міг зупинити автомобіль до місця наїзду, якби не було перешкоди.

Питання 6. Час, що пройшов з моменту появи пішохода в полі оглядовості водія КамАЗ-5320 до моменту наїзду

$$t_{\Pi} = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} = \frac{52,5 + \sqrt{(-52,5)^2 - 4 \cdot 12,69 \cdot 10,42}}{2 \cdot 12,69} = 3,92 \text{ с,}$$

де

$$\begin{cases} a = v_{\Pi} |\sin \alpha| (v_a - v_2) = 12,69; \\ b = -v_{\Pi} \left[\left(\frac{(v_a - v_H)^2}{2j} \pm x - a_x \right) |\sin \alpha| - (y + b_y) \cos \alpha \right] - \\ - v_a (y + l_y) + v_2 (l_y - b_y) = -52,5; \\ c = \pm x (l_y - b_y) + (y + l_y) \left(\frac{(v_a - v_H)^2}{2j} - a_x \right) = 10,42. \end{cases}$$

Питання 7. Час руху пішохода від краю проїжджої частини до місця наїзду

$$t_{\Pi} = \frac{y_{\Pi}}{|\sin \alpha| v_{\Pi}} = \frac{7,5}{0,99 \cdot 1,66} = 4,52 \text{ с.}$$

Якнайменший час руху пішохода, рівний $t_{\pi} = 3,92$ с (див. відповідь на 6 питання), і визначатиме момент виникнення небезпеки, коли пішохід вже пройшов деякий шлях від краю проїжджої частини й потрапив у поле оглядовості водія КамАЗ-5320.

Питання 8. Відстані між автомобілем КамАЗ-5320 і місцем наїзду в момент виникнення небезпеки

$$S_a = t_{\pi} v_a - \frac{(v_a - v_{\pi})^2}{2j} = 3,92 \cdot 14,59 - \frac{(14,59 - 7,2)^2}{2 \cdot 4} = 50,5 \text{ м.}$$

Питання 9. Час з моменту реагування на небезпеку водія КамАЗ-5320 до моменту наїзду на пішохода

$$T_{\pi} = t_1 + t_2 + 0,5t_3 + \frac{v_a - v_{\pi}}{j} = 1 + 0,4 + 0,5 + \frac{14,59 - 7,2}{4} = 3,48 \text{ с.}$$

Час, що пройшов з моменту виникнення небезпеки до моменту наїзду, перевищує час з моменту реагування водія КамАЗ-5320 на небезпеку до моменту наїзду, тобто $t_{\pi} > T_{\pi}$ ($3,92 > 3,48$). Значить, водій КамАЗ-5320 запізнився з гальмуванням на

$$t_{\text{зап}} = t_{\pi} - T_{\pi} = 3,92 - 3,48 = 0,44 \text{ с.}$$

Питання 10. На підставі виконаних розрахунків визначений наступний механізм ДТП. Водій автомобіля КамАЗ-5320, який рухався по лівій смузі зі швидкістю 52,5 км/год, побачив пішохода, що несподівано вийшов з-за автобуса Mercedes Benz Sprinter. Автомобіль КамАЗ-5320 у момент небезпеки знаходився на відстані 50,5 м від місця наїзду. З моменту виникнення небезпеки до моменту наїзду пройшло 3,92 с. Водій автомобіля КамАЗ-5320 із запізненням на 0,44 застосував гальмування. Наїзд на пішохода відбувся зі швидкістю 26 км/год.

Питання 11. Час рівносповільненого руху автомобіля КамАЗ-5320 за умови своєчасного гальмування до моменту перетину з лінією проходження пішохода

$$t_j = \frac{v_a - v_{\pi} \cos \alpha}{j} - \sqrt{\frac{(v_a - v_{\pi} \cos \alpha)^2}{j^2} - \frac{2(S_b - T_{\pi}(v_a - v_{\pi} \cos \alpha))}{j}} = 3,13 \text{ с,}$$

де $S_b = S_a - t_{\pi} v_{\pi} \cos \alpha = 50,5 - 3,92 \cdot 1,66 \cdot 0,09 = 51,11 \text{ м.}$

Оскільки вираз під корінням позитивний, то це означає, що в разі своєчасного гальмування автомобіль КамАЗ-5320 не зупинився б до лінії проходження пішохода.

Питання 12. Швидкість автомобіля при своєчасному гальмуванні в момент перетину з лінією проходження пішохода склала б

$$v'_N = v_a - t_j j = 14,59 - 3,13 \cdot 4 = 1,29 \text{ м/с} = 4,6 \text{ км/год.}$$

Питання 13. Відстань, яку встиг би пройти пішохід у разі своєчасного гальмування автомобіля КамАЗ-5320

$$y'_\Pi = v_\Pi |\sin \alpha| (T + t_j) = 1,66 \cdot 0,99(1,65 + 3,13) = 8,24 \text{ м.}$$

Безпечний інтервал між автомобілем і пішоходом

$$\delta_i = 0,005 L_a v'_N = 0,048 \text{ м.}$$

Відстань, яку було необхідно пройти пішоходу, щоб вийти з небезпечної зони

$$B_v = t_\Pi v_\Pi |\sin \alpha| + B_a - l_y + \delta_i = 3,92 \cdot 1,66 \cdot 0,99 + 2,5 - 1,0 + 0,048 = 8,06 \text{ м.}$$

Оскільки $B_v < y'_\Pi$, то пішохід зміг би вийти зі смуги руху автомобіля КамАЗ-5320, у разі його своєчасного гальмування.

Питання 14. Невідповідність дій учасників ДТП наступним пунктам Правил дорожнього руху України знаходиться в причинно-наслідковому зв'язку:

п. 12.3 «У разі виникнення небезпеки для руху або перешкоди, яку водій об'єктивно здатний помітити, він повинен негайно вжити заходів для зменшення швидкості аж до зупинки транспортного засобу або безпечної для інших учасників руху об'їзду перешкоди»;

п. 4.8 «Якщо в зоні видимості немає переходу або перехрестя, а дорога має не більше трьох смуг руху для обох її напрямів, дозволяється переходити її під прямим кутом до краю проїжджої частини в місцях, де дорога добре видна в обидві сторони, і лише після того, як пішохід переконається у відсутності небезпеки»;

п. 4.10 «Перед виходом на проїжджу частину з-за транспортних засобів і будь-яких об'єктів, що обмежують оглядовість, пішоходи повинні переконатися у відсутності транспортних засобів, що наближаються»;

п. 4.14 «Пішоходам забороняється:

а) виходити на проїжджу частину, не переконавшись у відсутності небезпеки для себе і інших учасників руху;

б) раптово виходити, вибігати на проїжджу частину, у тому числі на пішохідний перехід».

Висновки

1. Автомобіль КамАЗ-5320 до початку гальмування рухався із швидкістю 52,5 км/год.

2. Швидкість автомобіля КамАЗ-5320 у момент наїзду на пішохода складала 26 км/год.

3. Зупинний шлях автомобіля КамАЗ-5320 в даних дорожніх умовах 50,6 м.

4. Водій автомобіля КамАЗ-5320 навіть при своєчасному гальмуванні не зміг би зупинитись після появи пішохода з-за краю перешкоди.

5. Водій автомобіля КамАЗ-5320 зміг би своєчасно зупинитись, якби перешкоди не було.

6. З моменту появи пішохода в полі оглядовості водія автомобіля КамАЗ-5320 до моменту наїзду пройшло 3,92 с.

7. Момент небезпеки для руху виник, коли пішохід вийшов на проїжджу частину й потрапив у поле оглядовості водія автомобіля КамАЗ-5320.

8. Автомобіль КамАЗ-5320 у момент виникнення небезпеки знаходився від місця наїзду на відстані 50,5 м.

9. Водій автомобіля КамАЗ-5320 із запізненням на 0,44 с застосував гальмування.

10. На підставі виконаних розрахунків визначений наступний механізм ДТП. Водій автомобіля КамАЗ-5320, який рухався по лівій смузі зі швидкістю 52,5 км/год, побачив пішохода, що несподівано вийшов з-за автобуса Mercedes Benz Sprinter. Автомобіль КамАЗ-5320 у момент небезпеки знаходився на відстані 50,5 м від місця наїзду. З моменту виникнення небезпеки до моменту наїзду пройшло 3,92 с. Водій автомобіля КамАЗ-5320 із запізненням на 0,44 застосував гальмування. Наїзд на пішохода відбувся зі швидкістю 26 км/год.

11. У водія була відсутня технічна можливість зупинити автомобіль КамАЗ-5320 до лінії проходження пішохода.

12. Швидкість автомобіля КамАЗ-5320 у момент перетину лінії проходження пішохода при своєчасному гальмуванні склала б 4,6 км/год.

13. У разі своєчасного гальмування автомобіля КамАЗ-5320 пішохід мав можливість вийти із небезпечної зони.

14. Невідповідність дій учасників ДТП Правилам дорожнього руху України, а саме п.п. 12.3 водієм і п.п. 4.8, 4.10, 4.14 пішоходом знаходиться в причинно-наслідковому зв'язку з ДТП.



УКРАЇНА

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ УНІВЕРСИТЕТ

61002, м. Харків, вул. Петровського, 25, Тел. (057) 700-38-66,
факс (057) 700-38-65, E-mail: admin@khadi.kharkov.ua

№ _____
На № _____

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор ХНАДУ з наукової роботи,

д.т.н., проф.

_____ В. О. Богомолів

ВИСНОВОК

НАУКОВО-ТЕХНІЧНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

складений 17 жовтня 2012 року

на підставі договору № 27-33-12/03 від 10 жовтня 2012 р.

на проведення науково-технічної дослідження,

який укладено з фізичною особою Мосідрай В.Є.

При проведенні науково-технічного дослідження використовувалися документи:

– Технічний звіт ТОВ «ІНТРА ГЕО ЛТД» за матеріалами топографо-геодезичних вимірювань на ділянці дороги «Черкаси – Умань» в с. Ротмистрівка (додаток К);

– копія схеми протоколу огляду місця дорожньо-транспортної пригоди (ДТП) за кримінальною справою №1-4/2011;

- копії фотоматеріалу пошкоджених транспортних засобів з печатками слідства за кримінальною справою №1-4/2011;
- копії висновків автотехнічних та транспортно-трасологічних експертиз за кримінальною справою №1-4/2011.

Питання на вирішення науково-технічного дослідження

1. Яка сила необхідна для різкого зсуву передньої частини автомобіля ГАЗель-2705 р.н. 746-39 МА вправо з втратою стійкості руху, незалежно від дій його водія?
2. Чи міг відбутися різкий зсув автомобіля ГАЗель-2705 р.н. 746-39 МА вправо з втратою стійкості руху, незалежно від дій його водія, при контакті з автомобілем Volvo S-80 р.н. 910-77 СК?
3. Чи збереже автомобіль ГАЗель-2705 р.н. 746-39 МА траєкторію руху в межах проїзної частини, рухаючись прямолінійно, якщо дорога має радіус повороту 715 м і кут повороту дороги 8 градусів?

Вихідні дані

1. Швидкість руху автомобіля ГАЗель-2705 р.н. 746-39 МА – 50 км/год.
2. Швидкість руху автомобіля Volvo S-80 р.н. 910-77 СК – 60 км/год.
3. Бічне попутне зіткнення під кутом 5°.
4. Автомобіль ГАЗель-2705 р.н. 746-39 МА був без вантажу й мав 2 пасажирів.
5. Автомобіль Volvo S-80 р.н. 910-77 СК мав 4 пасажирів.
6. Радіус повороту дороги 715 м і кут повороту дороги 8 градусів.
7. Повна маса автомобіля Volvo S-80 Т6 – 2100 кг.
8. Маса, що доводиться на задню вісь автомобіля Volvo S-80 Т6 – 1050 кг.
9. Маса, що доводиться на передню вісь автомобіля ГАЗель-2705 з 2 пасажирями – 1200 кг.
10. Коефіцієнт зчеплення коліс з дорогою на мокрому асфальтобетонному покритті 0,4-0,6.

Проведення дослідження доручено комісії у складі:

Сараєв О.В., к.т.н., доцент кафедри автомобілів;
Михалевич М.Г., к.т.н., доцент кафедри автомобілів.

Література

1. Судебная автотехническая экспертиза в 2 ч. / Под научн. руков. В.А. Іларіонова. – Ч. 2. – М.: Министерство юстиции СССР, 1980. – 491 с.
2. Правила ЕЭК ООН №79/ Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения транспортных средств в отношении механизмов рулевого управления.
3. Гришкевич А.И. Автомобили: конструкция, конструирование и расчёт. Системы управления и ходовая часть: учебное пособие для вузов / А.И. Гришкевич, Д.М. Ломако, В.П. Автушко и др.; под ред. А.И. Гришкевича. – Минск: Вышэйш. шк., 1987. – 200 с.
4. Крісті Н.Н. Методические рекомендации по производству автотехнической экспертизы / Н.Н. Крісті. – М.: ВЮДСЕ, 1971. – 124 с.
5. Волков В.П. Теорія експлуатаційних властивостей автомобіля: навч. посібник / В.П. Волков. – Х.: ХНАДУ, 2003. – 292 с.

Дослідження

1 і 2 питання. Стійкість руху автомобіля можливо розглядати як здібність зберігати задану траєкторію руху без відриву та ковзання коліс. Стійкість руху автомобіля є складовою частиною його керованості. Під керованістю розуміють реакцію автомобіля на керуючий вплив водія та зовнішні збурювання. Керованість, як і стійкість автомобіля, пов'язана з безпекою руху. При втраті стійкості автомобіля порушується його керованість. Керованість і стійкість руху автомобіля залежить від конструктивних, експлуатаційних та зовнішніх умов. У даному випадку потрібно розглянути як зовнішня умова, а саме, сила взаємодії при зіткненні двох автомобілів ГАЗель-2705 р.н. 746-39 МА та Volvo S-80 р.н. 910-77 СК була спроможна впливати на їх стійкість та керованість.

Зіткнення між лівою передньою частиною автомобіля ГАЗель-2705 р.н. 746-39 МА та задньою правою частиною автомобіля Volvo S-80 р.н. 910-77 СК під кутом близьким до 5° можна класифікувати наступним чином [1]:

- за кутом між напрямками руху автомобілів – це зіткнення поздовжнє (при русі паралельними або близькими до паралельних курсами), попутне;
- за характером взаємодії на ділянці контакту при ударі – це контактне зіткнення;
- за місцем прикладення ударного імпульсу – це зіткнення бічне;
- за напрямком ударного імпульсу – це зіткнення ексцентричне.

З урахуванням обставин ДТП за матеріалами справи №1-4/2011 автомобіль Volvo S-80 р.н. 910-77 СК, наближуючись до міста ДТП, рухався за траєкторією близькою до радіуса повороту $R = 715$ м дороги, і в якийсь момент траєкторії руху автомобіля ГАЗель-2705 р.н. 746-39 МА, який рухався справа, та автомобіля Volvo S-80 р.н. 910-77 СК перетнулися. Кут перетину траєкторій транспортних засобів становить 5° .

Тоді, при рівномірному русі автомобіля Volvo S-80 р.н. 910-77 СК на повороті доцентрове прискорення, з яким він буде відхилятися від прямолінійного руху становить

$$a_{\text{ц}} = \frac{v^2}{R} = \frac{60^2}{3,6^2 \cdot 715} = 0,39 \text{ м/с}^2.$$

Обчислене доцентрове прискорення $0,39 \text{ м/с}^2$ автомобіля Volvo S-80 р.н. 910-77 СК у разі бічного контакту під кутом 5° з автомобілем ГАЗель-2705 р.н. 746-39 МА, який рухався справа, буде створювати силу взаємодії між цими автомобілями, що дорівнюватиме

$$P_{\text{к}} = m_{\text{а}} a_{\text{ц}} \cos \alpha = 2100 \cdot 0,39 \cdot \cos 5^\circ = 815,89 \text{ Н}.$$

Факт того, що в процесі бічного контактного зіткнення сила взаємодії між автомобілями Volvo S-80 р.н. 910-77 СК та ГАЗель-2705 р.н. 746-39 МА була незначною, близькою до $815,89 \text{ Н}$, підтверджують і незначні пошкодження правої задньої частини автомобіля Volvo S-80 р.н. 910-77 СК (рис. и.1) та передньої лівої частини автомобіля ГАЗель-2705 р.н. 746-39 МА (рис. и.2).



Рис. и.1. Пошкодження правої задньої частини автомобіля Volvo S-80 д.н. 910-77 СК



**Рис. и.2. Пошкодження передньої лівої частини автомобіля
ГАЗель-2705 д.н. 746-39 МА**

Втрата стійкості руху задньої осі автомобіля Volvo S-80 р.н. 910-77 СК настане, якщо зовнішня сила буде перевищувати силу зчеплення коліс цієї осі з дорогою, яка дорівнюватиме

$$P_{V_{\text{сц}}} = m_2 g \varphi = 1050 \cdot 9,81 \cdot (0,4 \dots 0,6) = 4120,2 \dots 6180,3 \text{ Н}.$$

Втрата стійкості передньої осі автомобіля ГАЗель-2705 д.н. 746-39 МА настане, якщо зовнішня сила буде перевищувати силу зчеплення коліс цієї осі з дорогою, яка дорівнюватиме

$$P_{\text{ГАЗ}_{\text{сц}}} = m_1 g \varphi = 1200 \cdot 9,81 \cdot (0,4 \dots 0,6) = 4708,8 \dots 7063,2 \text{ Н}.$$

Розрахункові сили зчеплення обох автомобілів на порядок перевищують можливу силу їх взаємодії 815,89 Н при попутному контактному зіткненні. Тому під дією даної сили взаємодії не могла настати втрата стійкості руху при зіткненні як автомобіля ГАЗель-2705 д.н. 746-39 МА, так і автомобіля Volvo S-80 р.н. 910-77 СК.

Згідно матеріалів карної справи №1-4/2011 в процесі зіткнення автомобіль Volvo S-80 р.н. 910-77 СК своєю задньою правою частиною контактував з переднім лівим колесом автомобіля ГАЗель-2705 р.н. 746-39 МА. У цьому разі треба перевірити, чи не міг цей контакт призвести до втрати керованості автомобіля ГАЗель-2705 р.н. 746-39 МА.

Для цього визначимо характеристики кермового керування автомобіля ГАЗель-2705. Рульовий механізм типу «гвинт-кулькова гайка» з убудованим гідропідсилювачем, передаточне число – 17,3. Рульова колонка із двошарнірним кермовим валом і компенсатором, з механізмом регулювання положення кермового колеса. Без гідропідсилювача передаточне число – 23,09. ККД рульового механізму (пряме/зворотне) – 0,87/0,82. Розмірність шин 175R16 або 185/75R16.

Розрахуємо зусилля на кермі автомобіля ГАЗель-2705 р.н. 746-39 МА від зовнішньої сили під час зіткнення за формулою

$$P_p = \frac{P_k \cdot r_c - \sum M}{u_{p.m} \cdot u_{\Pi} \cdot R_{pk}} \cdot \eta = \frac{815,89 \cdot 0,3782 - 0}{17,3 \cdot 1 \cdot 0,25} = 71,34 \text{ Н},$$

де P_k – зовнішня сила взаємодії автомобілів при їх зіткненні, 815,89 Н;

r_c – радіус колеса, 0,3782 м;

$\sum M$ – сумарний момент опору повороту коліс передньої осі при русі автомобіля, приймаємо рівним 0;

$u_{p.m}$ – передаточне число рульового механізму (у середнім положенні), 17,3;

u_{Π} – передаточне число кермового привода (змінюється в межах 1 – 1,5), приймаємо 1 [3];

R_{pk} – радіус кермового колеса, 0,25 м;

η – загальний ККД кермового привода й механізму, 0,7 – 0,85, приймаємо 0,85 [3].

Отримане розрахункове зусилля 71,34 Н на кермі автомобіля ГАЗель-2705 д.н. 746-39 МА під час зіткнення, на порядок нижче максимально припустимого зусилля у 200 Н за вимогами міжнародних Правил ЕЕК ООН №79, пункт 6.2.4.2 (табл. 1) [2]. Якщо враховувати $\sum M$ – сумарний момент опору повороту коліс, який у розрахунках прийнятий 0, то розрахункове зусилля буде ще меншим ніж обчислене.

Таким чином, в процесі зіткнення з автомобілем Volvo S-80 р.н. 910-77 СК контакт з переднім лівим колесом автомобіля ГАЗель-2705 р.н. 746-39 МА не міг призвести до будь-якої втрати його керованості, тобто втрата керованості автомобіля ГАЗель-2705 р.н. 746-39 МА можливо була викликана діями його водія, а не зіткненням з автомобілем Volvo S-80 р.н. 910-77 СК.

Вимоги до кермового зусилля

Категорія ТЗ	Справний механізм			Несправний механізм		
	Максимальне зусилля, даН	Час, с	Радіус повороту, м	Максимальне зусилля, даН	Час, с	Радіус повороту, м
M ₁	15	4	12	30	4	20
M ₂	15	4	12	30	4	20
M ₃	20	4	12 ^{**}	45 ^{**}	6	20
N ₁	20	4	12	30	4	20
N ₂	25	4	12	40	4	20
N ₃	20	4	12 ^{**}	45 ^{**}	6	20

Примітки:

1. даН – дека Ньютон, що дорівнює 10 Ньютонам.
2. Автомобіль ГАЗель-2705 за міжнародною класифікацією належить до категорії N₁.

3 питання. Траєкторію руху автомобіля в загальному випадку можна розглядати як криволінійну з кривизною, яка змінюється. Якщо кривизна траєкторії близька до нуля, рух умовно вважають прямолінійним. Питання, чи збереже автомобіль ГАЗель-2705 р.н. 746-39 МА траєкторію руху в межах проїжджої частини, рухаючись прямолінійно, якщо дорога має радіус повороту 715 м і кут повороту дороги 8 градусів – можливо вирішити за формулою [4]

$$S = \sqrt{2aR - a^2},$$

де S – відстань, на якій смуга руху відхиляється на величину a , м;

a – поперечне відхилення смуги руху, м;

$R = 715$ м радіус повороту дороги.

Згідно даної формули автомобіль ГАЗель-2705 р.н. 746-39 МА, чи будь який автомобіль, рухаючись прямолінійно по смузі шириною 4,1 м на відстані 1 м від правої частини дороги, якщо дорога має радіус повороту 715 м повністю вийде на зустрічну смугу своєю передньою частиною, на відстані

$$S = \sqrt{2aR - a^2} = \sqrt{2 \cdot (4,1 - 1) \cdot 715 - (4,1 - 1)^2} = 66,5 \text{ м.}$$

Розрахунок свідчить, що на ділянці дороги де сталося ДТП, в разі прямолінійного руху автомобіль ГАЗель-2705 др.н. 746-39 МА своєю

передньою частиною через 66,5 м повністю вийде на зустрічну смугу (рис. и.3).

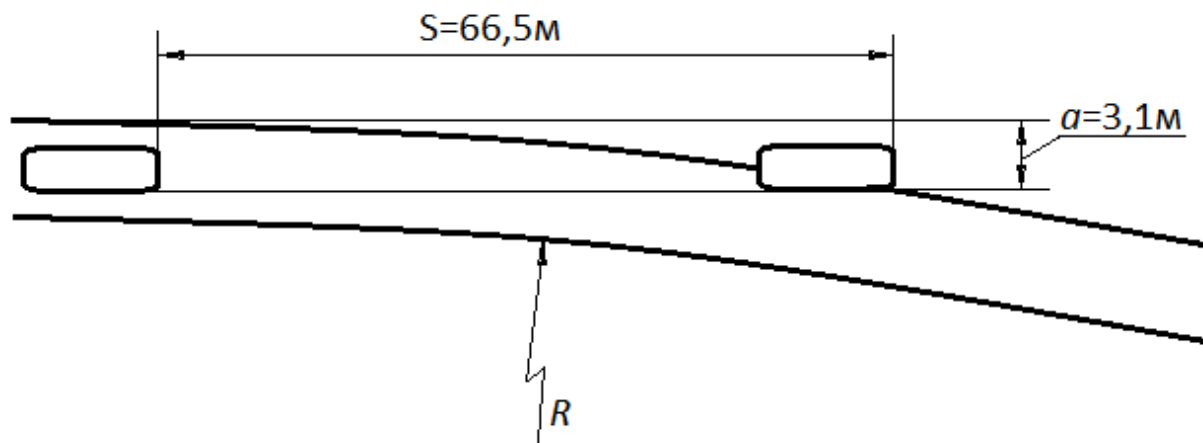


Рис. и.3. Розрахункова схема до відповіді на третє запитання

У межах цієї відстані 66,5 м автомобіль ГАЗель-2705 р.н. 746-39 МА, чи будь-який автомобіль, щоб виконати поворот радіусом 715 м може рухатися як криволінійне так і прямолінійно. Цим можливо пояснити, що під час бічного зіткнення цілком припустимо, що автомобіль Volvo S-80 р.н. 910-77 СК рухався криволінійною траєкторією, а автомобіль ГАЗель-2705 д.н. 746-39 МА рухався прямолінійною траєкторією.

Висновки

1. Для різкого зсуву передньої частини автомобіля ГАЗель-2705 р.н. 746-39 МА вправо з втратою стійкості руху на мокрому асфальтобетонному покритті необхідна сила, що перевищувала б силу зчеплення коліс з дорогою величиною 4708,8...7063,2 Н.

2. Сила взаємодії між автомобілями Volvo S-80 р.н. 910-77 СК та ГАЗель-2705 р.н. 746-39 МА під час бічного, контактного зіткнення була близькою до 815,89 Н, що на порядок менше сили здатної призвести до втрати зчеплення коліс з дорогою.

Від контакту з автомобілем Volvo S-80 р.н. 910-77 СК різкий зсув або зміщення автомобіля ГАЗель-2705 р.н. 746-39 МА вправо з втратою стійкості руху не міг мати місце.

У процесі зіткнення автомобіль Volvo S-80 р.н. 910-77 СК контактував з переднім лівим колесом автомобіля ГАЗель-2705 р.н. 746-39 МА, але цей контакт не міг призвести до втрати керованості автомобіля ГАЗель-2705 р.н. 746-39 МА, оскільки розрахункове зусилля 71,34 Н на

кермі автомобіля ГАЗель-2705 р.н. 746-39 МА під час зіткнення було на порядок нижче максимально допустимого зусилля у 200 Н за вимогами міжнародних Правил ЕЕК ООН №79.

3. На автодорозі, яка має радіус повороту 715 м, якщо б автомобіль ГАЗель-2705 р.н. 746-39 МА рухався прямолінійно по смузі шириною 4,1 м на відстані 1 м від краю проїжджої частини, то через 66,5 м своєю передньою частиною він повністю виїхав би на зустрічну смугу.

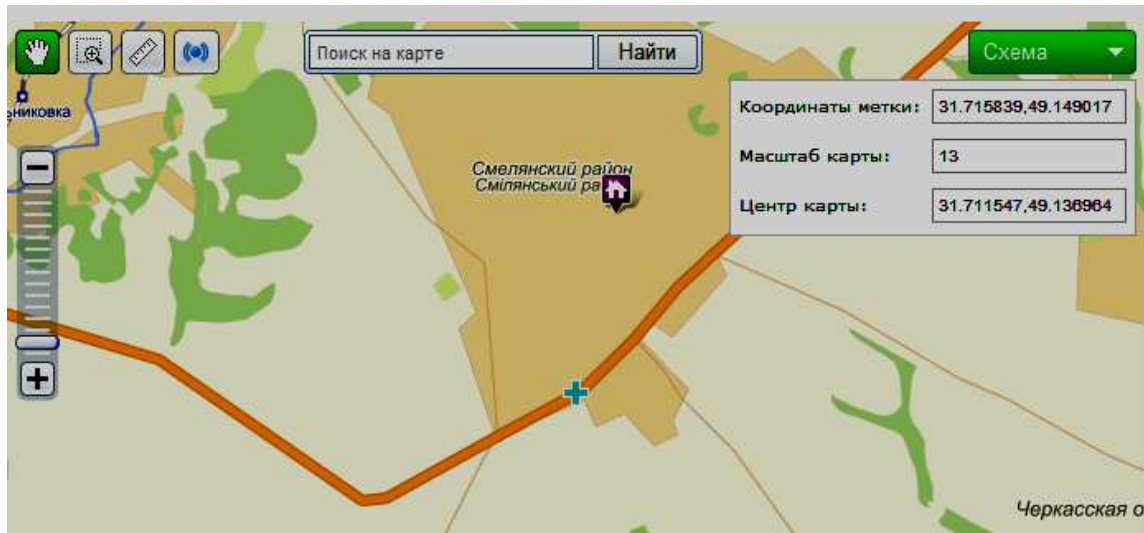
Доцент кафедри автомобілів, к.т.н.

О.В. Сараєв

Доцент кафедри автомобілів, к.т.н.

М.Г. Михалевич

ТЕХНІЧНИЙ ЗВІТ ТОВ «ІНТРА ГЕО ЛТД» ЗА МАТЕРІАЛАМИ ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧНИХ ВИМІРЮВАНЬ НА ДІЛЯНЦІ ДОРОГИ «ЧЕРКАСИ – УМАНЬ» В С. РОТМИСТРІВКА



Топографо-геодезичні вимірювання автодороги «Черкаси–Умань» в с. Ротмистрівка Смелянського району Черкаської області виконані товариством з обмеженою відповідальністю «ІНТРА ГЕО ЛТД» в квітні 2012 року.

Підставою для виконання робіт є звернення адвоката Приймака В.А. стосовно справи ДТП 26.02.2005 р.

Метою виконання топографо-геодезичних робіт є:

- складання топографічного плану 1:500 частини автодороги в адміністративних межах с. Ротмистрівка (від повороту на с. Ташлик до повороту на с. Куцівка);
- визначення радіуса закруглення дороги в районі скоєної ДТП.

Польові геодезичні роботи виконувалися 17 квітня 2012 року при ясній погоді оптичним теодолітом ЗТ5КП №51426 (свідоцтво про перевірку робочого засобу вимірювальної техніки ДП «Черкасистандартметрологія» №1736 від 12.10.2011 р).

За результатами виконаних робіт складено топографічний план у масштабі 1:500 (в 1 см плану – 5 метрів на місцевості).

Географічні координати місця ДТП:

- широта 49° 08' 14" 79;
- довгота 31° 42' 42" 79;

Початок закруглення (точка А):

- широта 49° 08' 18" 98;
- довгота 31° 42' 51" 51;

Кінець закруглення (точка Б):

- широта 49° 08' 12" 65;
- довгота 31° 42' 36" 94.

За результатами обмірів та розрахунків встановлено, що радіус закруглення дороги в районі скоєної ДТП (житлові будинки №5–№7 по вул. Первомайській с. Ротмистрівка) становить 715 м. Кут між осьюовою направляючою дороги та дотичною дугою сегмента окружності становить 8 градусів.

**ГОЛОВНЕ УПРАВЛІННЯ МІНІСТЕРСТВА ВНУТРІШНІХ СПРАВ
УКРАЇНИ В ХАРКІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ**

**НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ
ЕКСПЕРТНО-КРИМІНАЛІСТИЧНИЙ ЦЕНТР**

м. Харків, пр. Постишева 49
тел. (057) 721-21-53, 712-10-80 (черг. частина)

ВИСНОВОК ЕКСПЕРТА

11.10.2011

м. Харків

№2960

03.10.2011 в НДЕКЦ при ГУМВС України в Харківській області надійшла постанова від 28.09.2011 про призначення судової автотехнічної експертизи судді Дергачівського районного суду Харківської області Калмикової Л.К. по адміністративній справі №2010.

На підставі зазначеної постанови головний експерт сектору автотехнічних досліджень Данець Сергій Віталійович, що має вищу технічну та юридичну освіту, кваліфікацію судового експерта з правом проведення експертиз: по дослідженню обставин і механізму ДТП (свідоцтво №6802, видане ЕКК МВС України 01.10.2004); транспортно-трасологічних (свідоцтво №6809, видане ЕКК МВС України 01.10.2004); технічного стану ТЗ (свідоцтво №6816, видане ЕКК МВС України 01.10.2004), стаж експертної роботи з 2002 року, – виконав судову автотехнічну експертизу.

Про кримінальну відповідальність за ст.ст. 384 і 385 КК України експерт попереджений

_____ **С.В. Данець**

Обставини події (з постанови суду та наданих матеріалів): 22.08.2011 року приблизно о 20 годині 40 хвилин на 479 км автодороги Київ – Харків – Довжанський під час руху автомобіля «МАЗ-543205-226» р.н. АХ 2480 ВВ під керуванням водія Пішика В.О. відбувся вибух колеса, внаслідок чого колесо злетіло з металевого диска. Після чого на зазначене колесо скоїв наїзд автомобіль «BMW-730 d» р.н. А 782 ЕО 190 під керуванням Ярошенко С.В.

У результаті наїзду на перешкоду автомобіль «BMW-730 d» отримав механічні ушкодження.

На експертизу надано:

- Постанова про призначення експертизи.
- Адміністративна справа №2010.

На вирішення експертизи поставлені питання:

1. Як в даній дорожній ситуації повинні були діяти водій автомобілю BMW 730 d, р.н. А 782 ЕО 190 Ярошенко С.В. та водій МАЗ АХ 24-80 ВВ Пішик В.О. відповідно вимогам Правил дорожнього руху України?
2. Чи вбачаються в діях водія BMW Ярошенко С.В. невідповідності вимогам п.12.2 Правил дорожнього руху за умови, що до ДТП автомобіль БМВ рухався зі швидкістю 80 км/год, при цьому видимість дороги та дорожньої розмітки при світлі фар автомобіля складала не менше 60–65 м?
3. Яка величина зупиночного шляху автомобілю BMW в умовах місця пригоди?
4. Чи мав можливість Ярошенко С.В. зупинити керований ним автомобіль BMW до місця наїзду на перешкоду з моменту його видимості?
5. Чи мали водії Ярошенко С.В. та Пішик В.О. технічну можливість уникнути дану ДТП шляхом виконання вимог Правил дорожнього руху України?
6. Чи вбачаються в діях водіїв Ярошенко С.В. та Пішика В.О. невідповідності вимогам Правил дорожнього руху України, які б з технічної точки зору знаходились у причинному зв'язку з виникненням події даної дорожньо-транспортної пригоди?

Примітка. Порядок питань для зручності дослідження експертом змінений.

Вихідні дані (з постанови суду)

Подія мала місце в темний час доби на сухій асфальтобетонній ділянці дороги горизонтального профілю – з протоколу огляду місця дорожньо-транспортної пригоди, та наданих матеріалів.

В судовому засіданні водій Пішик В.О. пояснив, що керував транспортним засобом «МАЗ-543205-226» р.н. АХ 24-80 ВВ з вантажем 18...20 т, який рухався по автодорозі Київ–Харків–Довжанський в напрямку м. Харкова. Спускався з гори зі швидкістю 60 км/год, їхав без порушення Правил дорожнього руху, перед виїздом перевіряв колесо, під час руху колесо з невідомих причин вибухнуло та злетіло з диска, на колесо наїхав автомобіль «BMW-730 d».

У судовому засіданні представник Ярошенко С.В. – Давиденко Г.І. пояснила, що 22.08.2011 року на автомобілі «BMW-730 d» р.н.

А 782 ЕО 190 Ярошенко С.В. з дружиною та двома онуками повертався з відпустки з м. Євпаторія. Рухався по автодорозі Київ–Харків–Довжанський з боку с. Пісочин в напрямку Дергачівської розв’язки. Оскільки було темно, на автомобілі було увімкнено ближнє світло фар, яке забезпечувало видимість дороги та дорожньої розмітки на відстані не менше 60–65 м. Рухався зі швидкістю 80 км/год, на відстані приблизно 0,8–1,0 м від суцільної осрової розмітки, яка розділяє зустрічні потоки транспортних засобів. Під час руху в районі 479 км зазначеної автодороги біля 20:40 годин, попереду з правого краю дороги по ходу руху, побачив вантажний автомобіль з увімкненою аварійною сигналізацією, який частково знаходився за межами проїжджої частини. Для здійснення безпечного об’їзду даного автомобілю, почав перестроюватися лівіше, після чого несподівано на проїжджій частині в безпосередній близькості від автомобілю, виявив предмет, як потім з’ясувалося, колесо від зазначеного вище вантажного автомобілю. Оскільки це колесо ніяким чином у темну пору доби визначено не було, то попередити на нього наїзд не встиг. Автомобіль передньою частиною в районі його середини контактував з даною перешкодою, отримав тим самим механічні пошкодження. Видимість лежачого об’єкту на проїжджій частині (колеса вантажного автомобілю) при світлі фар автомобілю складала не більше 30 м. Попередити наїзд на перешкоду не мав технічної можливості. Винним у скоєнні ДТП вважає Пішика В.О., так як він не визначив на проїжджій частині колесо в темну пору доби та не слідкував за технічним станом транспортного засобу.

При проведенні експертного дослідження використовувалися такі інформаційні джерела:

1. Судова автотехническая экспертиза, ч. 2 / За ред. В.А. Іларіонова. – М.: ВНДІСЕ, 1980. – 490 с.
2. Правила дорожнього руху. – К.: «А.С.К.», 2002. – 88 с.
3. Кристі Н.М. Методичні рекомендації з виробництва автотехнічної експертизи / Н.М. Кристі. – М.: ВНДІСЕ, 1971.
4. Застосування диференційованих значень часу реакції водія в експертній практиці / Укл. Ю.Б. Суворов. – М.: ВНДІСЕ, 1987. – 20 с.
5. Інформаційний збірник «Експертна практика і нові методи дослідження». – М.: ВНДІСЕ. – 1990. – № 3. – 28 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ

1.2.3.4.5.6. У дорожній ситуації, що склалася, водій Ярошенко С.В. рухаючись на керованому ним автомобілі «BMW-730 d» у темний час доби, повинен був обирати у встановлених межах таку швидкість руху, щоб мати можливість зупинити свій транспортний засіб у межах видимості

дороги. У разі виникнення перешкоди, у вигляді колеса, яке знаходилося на проїжджій частині в темний час доби, водій Ярошенко С.В. повинен був негайно вжити заходи для зниження швидкості руху аж до зупинки або безпечного для інших учасників руху об'їзду перешкоди.

Тобто, в дорожній ситуації, що склалася, водій автомобіля «BMW-730 d» Ярошенко С.В. повинен був діяти відповідно до вимог п.п. 12.2 та 12.3 Правил дорожнього руху України, де вказано:

12.2. У темну пору доби та в умовах недостатньої видимості швидкість руху повинна бути такою, щоб водій мав змогу зупинити транспортний засіб у межах видимості дороги.

12.3. У разі виникнення небезпеки для руху або перешкоди, яку водій об'єктивно спроможний виявити, він повинен негайно вжити заходів для зменшення швидкості аж до зупинки транспортного засобу або безпечного для інших учасників руху об'їзду перешкоди.

Гранично допустима швидкість руху автомобіля «BMW-730 d» за умовами видимості дороги складає $v_B = 90\text{--}94$ км/год, що видно з розрахунку, наведеного нижче

$$v_B = 3,6 j T_{\text{пр}} \left[\sqrt{\frac{2S_B}{j T_{\text{пр}}^2} + 1} - 1 \right] = 3,6 \cdot 7,0 \cdot 0,625 \cdot \left[\sqrt{\frac{2 \cdot (60\ldots 65)}{7,0 \cdot 0,625^2} + 1} - 1 \right] = \\ = 90\ldots 94 \text{ км/год,}$$

де $T_{\text{пр}}$ – час, необхідний для приведення гальм автомобіля «BMW-730 d» у дію, дорівнює $T_{\text{пр}} = 0,625$ с, що видно з розрахунку

$$T_{\text{пр}} = t_1 + t_2 + 0,5t_3 = 0,3 + 0,2 + 0,5 \cdot 0,25 = 0,625 \text{ с,}$$

де S_B – видимість елементів дороги, 60...65 м;

t_1 – час реакції водія автомобіля «BMW-730 d» Ярошенко С.В. за умовами видимості, 0,3 с;

t_2 – час запізнювання спрацювання гальмівного приводу автомобіля «BMW-730 d», 0,2 с;

t_3 – час наростання сповільнення автомобіля «BMW-730 d», 0,25 с;

j – максимальне табличне значення усталеного сповільнення автомобіля «BMW-730 d» з 50 % навантаженням при гальмуванні на сухій асфальтобетонній ділянці дороги горизонтального профілю, 7,0 м/с².

Порівнюючи гранично допустиму швидкість руху автомобіля «BMW-730 d» за умовами видимості дороги $v_B = 90\text{--}94$ км/год, із швидкіс-

тю руху автомобіля BMW до дорожньо-транспортної події $v_a=80$ км/год, слід дійти висновку, що в діях водія автомобіля Ярошенко С.В., у частині вибору швидкості руху за умовами видимості дороги, не вбачається невідповідностей вимогам п. 12.2 Правил дорожнього руху України.

Зупинний шлях автомобіля «BMW-730 d» в умовах місця події дорівнює $S_0=73,5$ м, що видно з розрахунку наведеного нижче

$$S_0 = (t_1 + t_2 + 0,5t_3) \cdot \frac{v_a}{3,6} + \frac{v_a^2}{25,92 \cdot j} =$$

$$= (1,4 + 0,2 + 0,5 \cdot 0,25) \frac{80}{3,6} + \frac{80^2}{25,92 \cdot 0} = 73,5 \text{ м,}$$

де t_1 – ситуативний час реакції водія автомобіля «BMW-730 d»

Ярошенко С.В., 1,4 с;

v_a – швидкість руху автомобіля «BMW-730 d», 80 км/год.

Порівнюючи зупинний шлях автомобіля «BMW-730 d» в умовах місця події $S_0=73,5$ м, з видимістю лежачого колеса на проїжджій частині S_v не більше 30 м, слід прийти до висновку, що в дорожній ситуації, що склалася, водій автомобіля «BMW-730 d» Ярошенко С.В. не мав технічної можливості зупинити автомобіль «BMW-730 d» до місця наїзду на перешкоду (колесо) з моменту видимості даної перешкоди.

Відстань необхідна для приведення гальм автомобіля «BMW-730 d» в дію дорівнює $S_{пр}=38,3$ м, що видно з розрахунку наведеного нижче

$$S_{пр} = (t_1 + t_2 + 0,5t_3) \frac{v_a}{3,6} = (1,4 + 0,2 + 0,5 \cdot 0,25) \cdot \frac{80}{3,6} = 38,3 \text{ м.}$$

Відстань, необхідна для приведення кермового керування автомобіля «BMW-730 d» в дію дорівнює $S_p=31,1$ м, що видно з розрахунку наведеного нижче

$$S_p = (t_1 + t_p) \frac{v_a}{3,6} = (1,4 + 0,2) \frac{80}{3,6} = 35,5 \text{ м,}$$

де t_p – час запізнювання спрацьовування кермового приводу автомобіля «BMW-730 d», 0,2 с.

Порівнюючи відстань, необхідну для приведення гальм автомобіля «BMW-730 d» в дію $S_{пр}=38,3$ м, а також відстань, необхідну для приведення кермового керування автомобіля «BMW-730 d» в дію $S_p=35,5$ м, з видимістю лежачого колеса на проїжджій частині S_v не більше 30 м, слід дійти до висновку, що в дорожній ситуації що склалася, водій автомобіля «BMW-730 d» Ярошенко С.В. не мав технічної можливості запобігти даній дорожньо-транспортній події, діючи відповідно до вимог Правил дорожнього руху України.

Примітка: оскільки в дорожній ситуації, що склалася, водій автомобіля «BMW-730 d» Ярошенко С.В. з моменту видимості колеса не мав технічної можливості привести робочу гальмівну систему, а також кермове керування автомобіля «BMW-730 d» в дію, то висновки про те, що водій автомобіля «BMW-730 d» не мав технічної можливості зупинитися до лежачого колеса на проїжджій частині або здійснити його безпечний об'їзд, будуть тим більш справедливими.

Оскільки в дорожній ситуації, що склалася, водій автомобіля «BMW-730 d» Ярошенко С.В. не мав технічної можливості запобігти даній дорожньо-транспортній події шляхом виконання вимог Правил дорожнього руху, то слід дійти висновку, що в даному випадку в діях водія автомобіля «BMW-730 d» Ярошенко С.В. не вбачається невідповідностей вимогам Правил дорожнього руху України, які з технічної точки зору перебували б у причинному зв'язку з виникненням події даної дорожньо-транспортної пригоди.

У дорожній ситуації, що склалася, водій автомобіля «МАЗ-543205-226» Пішик В.О. перед виїздом на лінію повинен був перевірити та забезпечити технічно справний стан транспортного засобу, який має відповідати вимогам стандартів, що стосуються безпеки дорожнього руху та охорони навколишнього середовища, а також правил технічної експлуатації, інструкцій підприємств-виробників та іншої нормативно-технічної документації. Крім цього у разі виникнення несправності, у вигляді разгерметизації шини колеса і від'єднання його від диска водій Пішик В.О. повинен був забезпечити безпеку дорожнього руху на ділянці дороги, де виникла зазначена вище подія.

Тобто, в дорожній ситуації, що склалася, водій автомобіля «МАЗ-543205-226» Пішик В.О. повинен був діяти відповідно до вимог п.п. 1.5, 2.3 (а), 2.10 (е), 31.1 Правил дорожнього руху України, де вказано:

1.5. Дії або бездіяльність учасників дорожнього руху та інших осіб не повинні створювати небезпеку чи перешкоду для руху, загрожувати життю або здоров'ю громадян, завдавати матеріальних збитків.

Особа, яка створила такі умови, зобов'язана негайно вжити заходів до забезпечення безпеки дорожнього руху на цій ділянці дороги та вжити всіх можливих заходів до усунення перешкод, а якщо це неможливо, попередити про них інших учасників дорожнього руху, повідомити підрозділ міліції, власника дороги або уповноважений ним орган.

2.3. Для забезпечення безпеки дорожнього руху водій зобов'язаний:

а) перед виїздом перевірити і забезпечити технічно справний стан і комплектність транспортного засобу, правильність розміщення та кріплення вантажу;

2.10. У разі причетності до дорожньо-транспортної пригоди водій зобов'язаний:

е) вжити всіх можливих заходів для збереження слідів пригоди, огороження їх та організувати об'їзд місця пригоди;

31.1. Технічний стан транспортних засобів та їх обладнання повинні відповідати вимогам стандартів, що стосуються безпеки дорожнього руху та охорони навколишнього середовища, а також правил технічної експлуатації, інструкцій підприємств-виробників та іншої нормативно-технічної документації.

Оцінка дій водія автомобіля «МАЗ-543205-226» Пішика В.О. в частині можливості забезпечення безпеки руху на ділянці дороги, де сталося від'єднання шини колеса автомобіля «МАЗ-543205-226» від диска, не вимагає застосування спеціальних технічних знань, і може бути проведена судом самостійно, на підставі юридичного аналізу доказів у рамках розгляду даної адміністративної справи з урахуванням вимог п.п. 1.5 та 2.10 (е) Правил дорожнього руху України.

Для оцінки дій водія Пішик В.О. у частині експлуатації автомобіля «МАЗ-543205-226» в належному технічному стані необхідно знати причину розгерметизації колеса, а також відомості про можливість у водія Пішика В.О. виявити обставини, які сприяли виникненню даної несправності, які експертним шляхом можна встановити лише при проведенні транспортно-трасологічної та автотехнічної експертизи з технічного стану автомобіля «МАЗ-543205-226», з наданням шини та диска розгерметизованого колеса.

На підставі викладеного вище слід дійти висновку, що відповісти на питання постанови: «Чи мав водій Пішик В.О. технічну можливість уникнути дану ДТП шляхом виконання вимог Правил дорожнього руху України? Чи вбачаються в діях водія Пішика В.О. невідповідності вимогам Правил дорожнього руху України, які б з технічної точки зору знаходились у причинному зв'язку з виникненням події даної дорожньо-транспортної пригоди?» в рамках даного висновку експертним шляхом з технічної точки зору не представляється можливим.

ВИСНОВКИ

1.2.3.4.5.6. У дорожній ситуації, що склалася, водій автомобіля «BMW-730 d» Ярошенко С.В. повинен був діяти відповідно до вимог п.п. 12.2 та 12.3 Правил дорожнього руху України.

Гранично допустима швидкість руху автомобіля «BMW-730 d» за умовами видимості дороги складає 90–94 км/год.

Зупинний шлях автомобіля «BMW-730 d» в умовах місця події дорівнює $S_0=73,5$ м.

У дорожній ситуації, що склалася, водій автомобіля «BMW-730 d» Ярошенко С.В. не мав технічної можливості зупинити автомобіль «BMW-730 d» до місця наїзду на перешкоду (колесо) з моменту видимості даної перешкоди.

У дорожній ситуації, що склалася, водій автомобіля «BMW-730 d» Ярошенко С.В. не мав технічної можливості запобігти ДТП, діючи відповідно до вимог Правил дорожнього руху України.

У дорожній ситуації, що склалася, в діях водія автомобіля «BMW-730 d» Ярошенко С.В. не вбачається невідповідностей вимогам Правил дорожнього руху України, які з технічної точки зору перебували б у причинному зв'язку з виникненням події даної дорожньо-транспортної пригоди.

У дорожній ситуації, що склалася, водій автомобіля «МАЗ-543205-226» Пішик В.О. повинен був діяти відповідно до вимог п.п. 1.5, 2.3 (а), 2.10 (е), 31.1 Правил дорожнього руху України.

Оцінка дій водія автомобіля «МАЗ-543205-226» Пішика В.О. в частині можливості забезпечення безпеки руху на ділянці дороги, де сталося від'єднання шини колеса автомобіля «МАЗ-543205-226» від диска, не вимагає застосування спеціальних технічних знань, і може бути проведена судом самостійно, на підставі юридичного аналізу доказів у рамках розгляду даної адміністративної справи з урахуванням вимог п.п. 1.5 та 2.10 (е) Правил дорожнього руху України.

Провести оцінку дій водія Пішика В.О. у частині експлуатації автомобіля «МАЗ-543205-226» в належному технічному стані в рамках даного висновку не представляється можливим за причин, зазначених в дослідницькій частині висновку.

Судовий експерт

С.В. Данець

Додаток М

**ГОЛОВНЕ УПРАВЛІННЯ МІНІСТЕРСТВА ВНУТРІШНІХ
СПРАВ УКРАЇНИ В ХАРКІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ**

**НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ
ЕКСПЕРТНО-КРИМІНАЛІСТИЧНИЙ ЦЕНТР**
вул. Ковтуна, 34, м. Харків, 61036, тел. (057) 7212153,
тел./факс (057) 7121080,
E-mail: 21_ATE@ukr.net, код ЄДРПОУ 25574728

ВИСНОВОК ЕКСПЕРТА

10.09.2012
№5580

м. Харків

Головний експерт сектору автотехнічних досліджень НДЕКЦ при ГУМВС України в Харківській області капітан міліції Данець Сергій Віталійович, що має вищу технічну та юридичну освіти, кваліфікацію судового експерта з правом проведення експертиз: по дослідженню обставин і механізму ДТП (свідоцтво №6802, видане ЕКК МВС України 01.10.2004); транспортно-трасологічних (свідоцтво №6809, видане ЕКК МВС України 01.10.2004); технічного стану ТЗ (свідоцтво №6816, видане ЕКК МВС України 01.10.2004), стаж експертної роботи з 2002 року, на підставі постанови про призначення судової автотехнічної експертизи старшого слідчого СВ Богодухівського РВ ГУМВС України в Харківській області майора міліції Рожнова О.В. по кримінальній справі №0145, виконав автотехнічну експертизу.

Про кримінальну відповідальність за ст.ст. 384 і 385 КК України експерт попереджений.

_____ **С.В. Данець**

Обставини події (з постанови про призначення автотехнічної експертизи та на наданих матеріалів): 12 липня 2012 року близько 16 години 40 хвилин, на 66 км + 220 м автодороги Харків – Охтирка сталася ДТП за участю автомобіля «Audi A6» під керуванням водія Торизни О.М. та велосипедиста Рожки О.В., внаслідок якої велосипедист Рожка О.В. отримала тілесні ушкодження у вигляді закритого перелому обох кісток правої голени в нижній третині зі зміщенням, з якими була доставлена до Богодухівської ЦРЛ.

На дослідження надано:

- Постанова про призначення автотехнічної експертизи.
- Кримінальна справа №0145.

На вирішення експертизи поставлені питання:

1. Як у дорожній обстановці яка склалась, повинен був діяти водій автомобіля Audi р.н. АА 1305 AP Торизна О.М.?
2. Чи мав водій автомобіля Audi р.н. АА 1305 AP Торизна О.М. технічну можливість запобігти зіткненню з велосипедистом Рожка О.В. діючи згідно до правил дорожнього руху України?
3. Чи є в діях водія автомобіля Audi р.н. АА 1305 AP Торизна О.М. і велосипедиста Рожка О.В. невідповідності Правилам дорожнього руху України, які б знаходились в причинному зв'язку з наслідками ДТП?

Вихідні дані (з постанови про призначення автотехнічної експертизи):

- ДТП мала місце в світлий час доби за межами населеного пункту, на сухій асфальтобетонній ділянці дороги горизонтального профілю.
- До дорожньо-транспортної пригоди транспортні засоби находилися в технічно справному стані. Ступінь завантаження автомобіля «Audi A6» – не завантажений.
- Автомобіль «Audi A6» під керуванням водія Торизни О.М. рухався по автодорозі Харків – Охтирка з боку м. Охтирка в напрямку м. Богодухів Харківської області.
- Спочатку автомобіль «Audi A6» рухався на відстані 0,5 м від правого краю проїжджої частини до правого габариту автомобіля зі швидкістю близько 80 км/год.
- На шляху прямування в районі 66 км вказаної автодороги водій Торизна О.М. виявив легковий автомобіль марки «ВАЗ-2106», який рухався в попутному напрямку по смузї руху в напрямку м. Богодухів Харківської області з меншою швидкістю.

– У зв'язку з тим, що зустрічна смуга руху була вільна від транспортних засобів, при цьому велосипедист, який рухався в попутному напрямку, здійснював рух по лівому узбіччю по ходу руху автомобіля «Audi A6» за межами проїжджої частини, то водій Торизна О.М. зманеврував ліворуч, виїхав на смугу зустрічного руху, де продовжив рух з попередньою швидкістю на відстані 0,5 м від лівого краю проїжджої частини до лівого габариту автомобіля по ходу його руху.

– У процесі подальшого руху при зближенні з велосипедистом, останній, без будь-яких сигналів про здійснення маневру почав перебудовуватися на проїжджу частину, пересікаючи тим самим смугу руху автомобіля «Audi A6», після чого відбулося зіткнення велосипедиста та автомобіля «Audi A6».

– Місце зіткнення транспортних засобів розташовувалося на відстані 0,6 м від лівого краю проїжджої частини по напрямку руху автомобіля «Audi A6».

– До маневру велосипедист рухався на відстані 1,0 м від лівого краю проїжджої частини по ходу руху автомобіля «Audi A6», по узбіччю.

– Швидкість руху велосипедиста була такою, що відстань 10 м велосипедист подолав за час 3,0 с.

– У момент змінення напрямку руху велосипедиста (в момент початку маневру), відстань між передньою частиною автомобіля «Audi A6» і задньою частиною велосипедиста становила 39,9 м.

– До зіткнення транспортні засоби не гальмували.

– Після зіткнення водій автомобіля «Audi A6» Торизна О.М. застосував маневр праворуч з гальмуванням, після чого автомобіль виїхав за межі проїжджої частини в правий кювет по ходу руху автомобіля «Audi A6».

– Небезпеку для руху водію автомобіля «Audi A6» Торизна О.М. вважати з моменту початку маневру велосипедиста.

При проведенні експертного дослідження використовувалися такі інформаційні джерела:

1. Судова автотехническая експертиза, ч. 2 / за редакцією В.А. Іларіонова, ВНДІСЕ, М., 1980. – 490 с.

2. Правила дорожнього руху. – К.: «А.С.К.», 2002. – 88 с.

3. Методичні рекомендації з виробництва автотехнічної експертизи, Н.М. Кристі. – М.: ВНДІСЕ, 1971. – 124 с.

4. Застосування диференційованих значень часу реакції водія в експертній практиці. – М.: ВНДІСЕ, 1987.

5. Інформаційний збірник «Експертна практика і нові методи дослідження». – М.: ВНДІСЕ. – 1990. – №3. – 28 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ

1. У дорожній ситуації, що склалася, водій Торизна О.М. рухаючись на керованому ним автомобілі «Audi A6», у разі виникнення небезпеки, у вигляді велосипедиста, що здійснює маневр на проїжджу частину, повинен був негайно вжити заходи для зниження швидкості руху аж до зупинки.

Тобто, в дорожній ситуації, що склалася, водій автомобіля «Audi A6» Торизна О.М. повинен був діяти відповідно до вимог п. 12.3 Правил дорожнього руху України, де вказано:

12.3. У разі виникнення небезпеки для руху або перешкоди, яку водій об'єктивно спроможний виявити, він повинен негайно вжити заходів для зменшення швидкості аж до зупинки транспортного засобу або безпечного для інших учасників руху об'їзду перешкоди.

2. Технічна можливість запобігання цієї дорожньо-транспортної пригоди шляхом своєчасного гальмування для водія автомобіля «Audi A6» Торизни О.М. встановлюється порівнянням відстані, яка була б між автомобілем «Audi A6» та можливим місцем наїзду в момент початку маневру велосипедиста, з відстанню, яка потрібна для зниження швидкості руху автомобіля «Audi A6» до швидкості руху велосипедиста, що рухається в попутному напрямку.

У разі, якщо б водій автомобіля «Audi A6» почав своєчасне гальмування, то відстань від цього автомобіля до можливого місця наїзду в момент виникнення небезпеки, коли велосипедист почав змінювати напрям руху, буде дорівнювати сумі двох відстаней – між автомобілем та велосипедистом x_0 у момент виникнення небезпеки та відстані $T_0 v_B$, яку подолав би велосипедист у разі своєчасного гальмування автомобіля

$$S_a = x_0 + T_0 v_B = 39,9 + 4,04 \cdot \frac{12}{3,6} = 53,37 \text{ м,}$$

де T_0 – час гальмування автомобіля «Audi A6», с;

$$T_0 = (t_1 + t_2 + 0,5t_3) + \frac{(v_a - v_b)}{3,6j} =$$

$$= (1,2 + 0,2 + 0,5 \cdot 0,25) + \frac{(80 - 12)}{3,6 \cdot 7,5} = 4,04 \text{ с},$$

де t_1 – ситуаційний час реакції водія автомобіля «Audi A6»

Торизни О.М., с – 1,2;

t_2 – час запізнювання спрацьовування гальмівного приводу автомобіля «Audi A6», с – 0,2;

t_3 – час наростання уповільнення автомобіля «Audi A6», с – 0,25;

j – максимальне табличне значення уповільнення технічно справного автомобіля «Audi A6», що встановилося, при гальмуванні на сухій асфальтобетонній ділянці дороги горизонтального профілю, м/с^2 – 7,5.

v_a – швидкість руху автомобіля «Audi A6», 80 км/год;

v_b – швидкість руху велосипеда дорівнює 12 км/год, що видно з розрахунку приведеного нижче

$$v_b = \frac{S}{t} \cdot 3,6 = \frac{10}{3,0} \cdot 3,6 = 12 \text{ км/год},$$

де S – контрольна ділянка шляху руху велосипеда при експерименті, 10 м;

t – час, за який велосипедист долав контрольну ділянку шляху при експерименті, 3,0 с.

Відстань, яка необхідна для зниження швидкості автомобіля «Audi A6» з 80 км/год до рівня швидкості велосипедиста 12 км/год буде дорівнювати

$$S_{ov} = (t_1 + t_2 + 0,5t_3)v_a + \frac{v_a^2 - v_b^2}{2j} =$$

$$= (1,2 + 0,2 + 0,5 \cdot 0,25) \frac{80}{3,6} + \frac{80^2 - 12^2}{25,92 \cdot 7,5} = 66,06 \text{ м}.$$

Порівнюючи відстань, необхідну для зниження швидкості руху автомобіля «Audi A6» до швидкості велосипедиста $S_{ov} = 66,06$ м з відстанню від автомобіля «Audi A6» до можливого місця наїзду в

момент виникнення небезпеки, коли велосипедист почав змінювати напрям руху $S_a = 53,37\text{м}$, слід прийти до висновку, що в дорожній ситуації що склалася, водій автомобіля «Audi A6» Торизна О.М. не мав технічної можливості запобігти ДТП шляхом своєчасного гальмування.

3. Оскільки в дорожній ситуації, що склалася, водій автомобіля «Audi A6» Торизна О.М. не мав технічної можливості запобігти даній дорожньо-транспортній події шляхом своєчасного гальмування, то слід дійти висновку, що в даному випадку в діях водія автомобіля «Audi A6» Торизни О.М. не вбачається невідповідностей вимогам Правил дорожнього руху України.

Примітка. При проведенні дослідження щодо наявності у водія Торизни О.М. технічної можливості запобігти даній ДТП експерт виходив з максимального табличного сталого уповільнення технічно справного автомобіля «Audi A6» при гальмуванні на сухій асфальто-бетонній ділянці дороги горизонтального профілю. Якщо виходити з меншого значення вказаного сталого уповільнення, то висновки даного дослідження будуть тим більш справедливими. Крім цього при проведенні дослідження експерт виходив з того, що в момент зіткнення кут між подовжніми осями транспортних засобів складав 0° . Якщо виходити з того, що в момент зіткнення кут між подовжніми осями транспортних засобів був відмінний від 0° , то висновки даного дослідження будуть також тим більш справедливими.

У дорожній ситуації, що склалася, велосипедист Рожка О.В., перед початком маневру повинна була переконатися, що це буде безпечним і не створить небезпеки іншим учасникам руху.

Тобто в дорожній ситуації, що склалася, велосипедист Рожка О.В. повинна була діяти відповідно до вимог п. 10.1 Правил дорожнього руху України, де вказано:

10.1. Перед початком руху, перестроюванням та будь-якою зміною напрямку руху водій повинен переконатися, що це буде безпечним і не створить перешкод або небезпеки іншим учасникам руху.

Технічна можливість запобігання цій дорожньо-транспортній події для велосипедиста Рожка О.В. визначалася виконанням нею вимог п. 10.1 Правил дорожнього руху України, для чого в неї не було яких-небудь перешкод технічного характеру.

У дорожній ситуації, що склалася, велосипедист Рожка О.В., перед початком маневру не переконалася, що це буде безпечним і що

вона не створить перешкод або небезпеки іншим учасникам руху, внаслідок чого відбулося зіткнення з автомобілем «Audi A6». Такі дії велосипедиста Рожки О.В. не відповідали вимогам п. 10.1 Правил дорожнього руху України і знаходилися з технічної точки зору в причинному зв'язку з виникненням події цієї дорожньо-транспортної події.

ВИСНОВКИ

1. У дорожній ситуації, що склалася, водій автомобіля «Audi A6» Торизна О.М. повинен був діяти відповідно до вимог п. 12.3 Правил дорожнього руху України.

2. У дорожній ситуації, що склалася, водій автомобіля «Audi A6» Торизна О.М. не мав технічної можливості запобігти даній дорожньо-транспортній події шляхом своєчасного гальмування, тобто діючи згідно до правил дорожнього руху України.

3. У дорожній ситуації, що склалася, в діях водія автомобіля «Audi A6» Торизни О.М. не вбачається невідповідностей вимогам Правил дорожнього руху України, які з технічної точки зору перебували б у причинному зв'язку з виникненням події даної дорожньо-транспортної пригоди.

У дорожній ситуації що склалася, дії велосипедиста Рожки О.В. не відповідали вимогам п. 10.1 Правил дорожнього руху України і знаходилися з технічної точки зору в причинному зв'язку з виникненням події цієї дорожньо-транспортної події.

Судовий експерт

С.В. Данець

**ГОЛОВНЕ УПРАВЛІННЯ МІНІСТЕРСТВА ВНУТРІШНІХ
СПРАВ УКРАЇНИ В ХАРКІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ**

**НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ
ЕКСПЕРТНО-КРИМІНАЛІСТИЧНИЙ ЦЕНТР**
вул. Ковтуна, 34, м. Харків, 61036, тел. (057) 7212153,
тел./факс (057)7121080,
E-mail: 21_ATE@ukr.net, код ЄДРПОУ 25574728

**ВИСНОВОК
експерта № 537/12**

08.08.2012

м. Харків

Старший експерт сектору автотехнічних досліджень Кучерявенко Олег Борисович, який має вищу технічну освіту, кваліфікацію судового експерта з правом проведення експертиз: по дослідженню обставин і механізму ДТП (свідоцтво № 5252, видане ЕКК МВС України 16.11.2001); транспортно-трасологічних (свідоцтво № 6060, видане ЕКК МВС України 13.05.2003); технічного стану ТЗ (свідоцтво № 7090, видане ЕКК МВС України 11.05.2005), стаж експертної роботи з 2001 року, на підставі постанови від 20.06.2012 судді Великобурлуцького районного суду Харківської області Нестайко Ю.В., про призначення повторної судової комплексної транспортно-трасологічної та автотехнічної експертизи по кримінальній справі № 2007/1-40/11(1/2007/4/12), провів судову транспортно-трасологічну та автотехнічну експертизу.

Про кримінальну відповідальність за дачу завідомо неправдивого висновку за ст. 384 КК України судовий експерт попереджений

_____ **О.Б. Кучерявенко**

Обставини події (з постанови про призначення експертизи):
приблизно об 11:00, 20 листопада 2010 року в районі 8 км автодороги
Старий Салтів – Хотомля Вовчанського району, Харківської області

сталось зіткнення автомобіля Mitsubishi Pajero Sport, реєстраційний номер АХ 7527 СН, під керуванням Фаднюк В.М., який рухався зі сторони с. Старий Салтів в напрямку с. Хотомля, з автомобілем ГАЗ-2410, реєстраційний номер 04325 ХА, який рухався в зустрічному йому напрямку.

На експертизу надано:

- Постанова про призначення експертизи на 2 аркушах.
- Кримінальна справа № 12 в 3 томах.

На вирішення експертизи поставлені питання:

1. Який механізм зіткнення був між автомобілями ГАЗ-2410 і Mitsubishi Pajero Sport, починаючи зі стадії їх зближення, взаємодії при зіткненні й відкиданні після зіткнення?
2. Під яким кутом між поздовжніми осями зазначених автомобілів сталося їх зіткнення?
3. Де розташовувалося місце зіткнення транспортних засобів та як повинні були діяти учасники ДТП в даній дорожньо-транспортній ситуації?
4. З урахуванням показань підсудного Фаднюк В.М. при відтворенні обставин події та в судовому засіданні про те, що після часткового виїзду автомобіля Mitsubishi Pajero Sport, під його керуванням, на смугу зустрічного руху він побачив за 50 метрів зустрічний автомобіль ГАЗ-2410 і до зіткнення ніяких заходів до гальмування або маневру прийняти не встиг, чи мав водій зустрічного автомобіля ГАЗ-2410 технічну можливість запобігти дане зіткнення?
5. Дії кого з учасників ДТП знаходилися, з технічної точки зору, в причинному зв'язку з ДТП, що сталося?
6. Чи можливий маневр автомобіля ГАЗ-2410 вліво від правої межі проїжджої частини до місця зіткнення в умовах пригоди, якщо кут між поздовжніми осями транспортних засобів у момент зіткнення становив 110–130 градусів?

Вихідні дані з протоколу огляду місця ДТП:

- проїжджа частина – горизонтальна ділянка;
- вид покриття – асфальтобетонне;
- стан покриття – мокре.

Вихідні дані зі схеми місця ДТП (рис. н.1.):

- на проїжджій частині, на відстані 2,1–2,4 м від лівої границі проїзної частини (відносно напрямку руху в бік с. Хотомля) розташована подряпина від автомобіля ГАЗ-2410 довжиною 0,6 м;
- далі, в напрямку с. Хотомля, на відстані 11,9 м від даної подряпини, розташована подряпина від автомобіля Mitsubishi довжиною 5,2 м, на відстані 1,2–1,3 м від лівої границі проїжджої частини;
- подряпина переходить у слід юза автомобіля Mitsubishi довжиною 4,7 м, розташований на відстані 1,2–2,2 м від лівої границі проїжджої частини;
- далі, на відстані 6,9 м від даного сліду розташований автомобіль Mitsubishi, правим переднім колесом на відстані 3,1 м, правим заднім – на відстані 2,1 м від лівої границі проїжджої частини (відносно напрямку руху в бік с. Хотомля);
- автомобіль ГАЗ-2410 розташований на смузі руху, спрямованої до с. Хотомля, на відстані 20,6 м від автомобіля Mitsubishi.

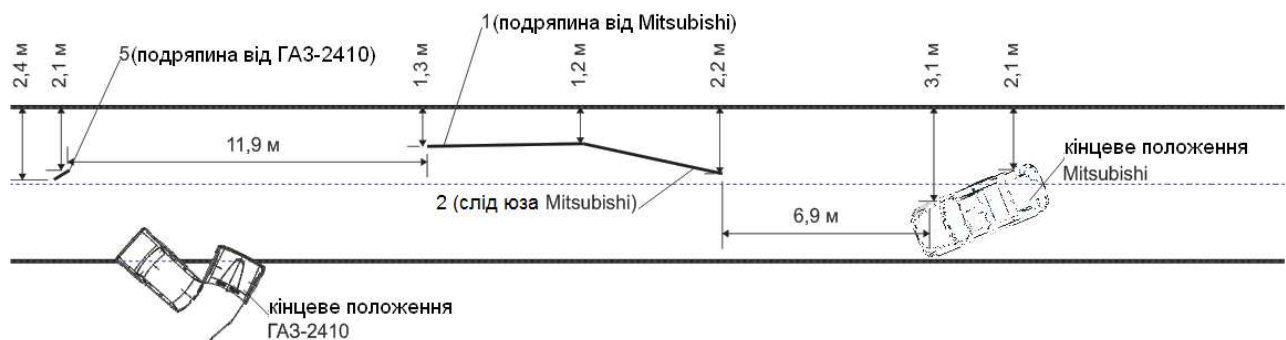


Рис. н.1. Схема місця ДТП

Вихідні дані із протоколу відтворення обстановки та обставин події:

- автомобіль Mitsubishi рухався, в момент об'їзду вибоїни на дорозі, перед зіткненням на відстані 2 м від правого краю проїжджої частини, зі швидкістю 70 км/год;
- автомобіль ГАЗ-2410 рухався в зустрічному напрямку зі швидкістю 50 км/год на відстані 0,5 м від правого краю дороги, по ходу свого руху, і перед зіткненням водій автомобіля ГАЗ-2410 здійснив маневр вліво, по ходу свого руху. Обидва автомобілі до зіткнення не гальмувалися;

– місце зіткнення розташоване на відстані 2,4 м від лівої, по ходу руху автомобіля Mitsubishi, межі проїзної частини та на відстані 216,2 м від дорожнього знаку 5,45 «Початок населеного пункту» (Хотомля).

При проведенні експертного дослідження використовувалися наступні інформаційні джерела:

1. Судебная автотехническая экспертиза, ч.2; под ред. В.А. Иларионова. – М.: ВНИИСЭ, 1980. – 490 с.
2. Транспортно-трасологическая экспертиза по делам о дорожно-транспортных происшествиях. – М.: ВНИИСЭ, 1988.
3. Крісті Н.М. Методические рекомендации по производству автотехнической экспертизы / Н.М. Крісті. – М.: ЦНИИСЭ. – 124 с.
4. Применение дифференцированных значений времени реакции водителя в экспертной практике. – М.: ВНИИСЭ, 1987. – 20 с.
5. Экспертная практика и новые методы исследования. Результаты систематизации экспериментально-расчетных значений параметров торможения автотранспортных средств. – М., 1990, Вып. 3. – 28 с.
6. Правила дорожного движения. – К., 2009. – 88 с.
7. Косяков В.В. Використання комп'ютерної програми CARAT-3 при проведенні автотехнічних експертиз. Методичні рекомендації. – К.: ДНДЕКЦ МВС України, 2010.

ДОСЛІДЖЕННЯ

Відповідь на 1,2,3,6 запитання. Як було встановлено при огляді місця ДТП: на проїжджій частині була зафіксована подряпина під №5 (рис. н.2) від автомобіля ГАЗ-2410.

При огляді автомобіля ГАЗ-2410 на місці події було встановлено, що його праве заднє колесо було відсутнє на маточині й розташоване окремо від автомобіля (рис. н. 3, рис. н. 4).

Згідно з методичними рекомендаціями з проведення автотехнічних експертиз, сліди тертя (подряпини) деталей транспортного засобу по дорожньому покриттю, при руйнуванні його ходової частини (при відриві колеса, руйнуванні підвіски), є одними з основних ознак, за якими можна визначити місце зіткнення, оскільки вони починаються, зазвичай, у місці зіткнення.



Рис. н.2. Загальний вид місця ДТП



Рис. н.3. Руйнування ходової частини автомобіля ГАЗ-2410



Рис. н.4. Праве заднє колесо автомобіля ГАЗ-2410

На підставі вищевказаного, слід дійти висновку про те, що подряпина на проїжджій частині залишена в момент від'єднання правого заднього колеса автомобіля ГАЗ-2410 від маточини при ударі від зіткнення, тобто в момент зіткнення автомобіль ГАЗ-2410 правим заднім колесом був розташований приблизно на початку зазначеної вище подряпини під № 5.

Оглядом автомобіля ГАЗ-2410 на місці події було встановлено, що його праве переднє крило деформовано у вигляді вм'ятини розміром близько 70 × 30 см, розташованої на висоті близько 60 см, з відшаруваннями фарби та подряпинами. Закраїна диску правого переднього колеса вигнута назовні в напрямку вісі обертання (рис. н. 5).

Праві двері розташовані окремо від автомобіля й деформовані спереду назад з утворенням вм'ятини, вертикальних складок і відшарувань фарби на всій панелі дверей (рис. н. 6).



Рис. н.5. Деформація переднього правого крила ГАЗ-2410



Рис. н.6. Деформація правої передньої двері ГАЗ-2410

Передня стійка правої боковини від'єднана від кузова, вигнута дугоподібно спереду назад. Пороги правої боковини, панель підлоги зруйновані, внаслідок чого права боковина разом з панеллю даху та багажною частиною кузова розгорнуті за годинниковою стрілкою окремо від моторного відсіку, панель даху вигнута вгору з відшаруваннями фарби (рис. н.7).



Рис. н.7. Деформація передньої стійки правої боковини й даху ГАЗ-2410

Оглядом автомобіля Mitsubishi на місці ДТП було встановлено (рис. н.8), що передній бампер деформований назад і частково зруйнований, на ньому є нашарування білої фарби. Права фара й решітка радіатора зруйнована, верхня поперечка передньої панелі деформована назад, панель капота деформована назад так, що обидві бічні кромки зігнуті вгору. Над місцем розташування правої фари утворена вм'ятина з відшаруваннями фарби і пробоем, праве крило деформовано назад з утворенням декількох вертикальних вигинів. Праве переднє колесо повернене вправо й розгерметизовано, внутрішня закраїна диску частково зруйнована.

Дослідження зазначених вище слідів та ушкоджень на обох транспортних засобах дозволяють приблизно встановити, що в момент первинного контакту автомобіль Mitsubishi правим крилом був повернутий до правого переднього крила автомобіля ГАЗ-2410. При цьому первинний контакт відбувався з взаємним проковзуванням до мо-

менту контакту з передньою стійкою правої боковини автомобіля ГАЗ-2410 і подальшою її деформацією назад з від'єднанням від кузова, й одночасною деформацією панелі даху й передньої правої двері спереду назад з від'єднанням її від кузова. На автомобілі Mitsubishi в цей же час відбувалася деформація капота й правого крила назад. Подальше взаємне переміщення викликало деформацію задньої правої двері, з від'єднанням її від кузова, і заднього правого крила автомобіля ГАЗ-2410 спереду назад. Під дією ударного імпульсу відбувалося від'єднання правого заднього колеса автомобіля ГАЗ-2410 від маточини та зсув правої боковини разом з дахом, багажним відділенням назад з розворотом за годинниковою стрілкою. Після цього транспортні засоби вишли з контакту.



Рис. н.8. Руйнування автомобіля Mitsubishi

Оскільки автомобіль ГАЗ-2410 переміщався вперед і вправо, на узбіччя (щодо напрямку руху автомобіля Mitsubishi), з розворотом за годинниковою стрілкою, а автомобіль Mitsubishi, також з розворотом за годинниковою стрілкою, переміщався вперед, в напрямку свого руху, то проведене вище дослідження дозволяє дійти висновку, що дане зустрічне зіткнення транспортних засобів відбулося під кутами,

що перебували приблизно в межах 160–170°. При цьому ударне навантаження було прикладене праворуч від центру ваги автомобіля ГАЗ-2410, що призвело до його переміщення після зіткнення вперед і вправо, на узбіччя.

Виходячи з постанови слідчого зіткнення автомобілів відбулося під кутом 110–130°, при цьому автомобіль Mitsubishi рухався прямо-лінійно. Для перевірки можливості зіткнення під кутом 130° побудуємо масштабну схему, на якій нанесемо розташування автомобіля ГАЗ-2410. Далі обчислимо граничний, за умовами зчеплення, радіус повороту зовнішньої передньої габаритної точки автомобіля ГАЗ-2410 за наступною формулою

$$R = \frac{V_a^2}{127 \cdot 0,9 \cdot \phi} + 0,5 \cdot B = \frac{50^2}{127 \cdot 0,9 \cdot 0,6} + 0,5 \cdot 1,8 = 37,4 \text{ м};$$

де V_a – швидкість руху автомобіля: 50 км/год;

ϕ – табличне значення максимального коефіцієнта зчеплення шин з дорогою на мокрій, асфальтобетонній ділянці: 0,6;

B – габаритна ширина автомобіля ГАЗ-2410: 1,8 м.

Виконуючи графічні побудови, встановлюємо, що автомобіль ГАЗ-2410, що рухався зі швидкістю 50 км/год, в момент початку маневру, повинен був знаходитися за межами проїзної частини, на відстані 9,4 м від її границі (рис. н. 9). Однак в умовах пригоди виконання такого маневру технічно неможливо й суперечить заданим обставинам зближення автомобілів. Якщо зіткнення сталося під кутом 110°, даний висновок буде тим більше справедливий.

Встановлені в ході огляду місця ДТП сліди на проїжджій частині, сліди та пошкодження на транспортних засобах, а також їх кінцеве розташування після ДТП дозволяють приблизно встановити механізм взаємодії автомобілів при зіткненні та їх відкидання після зіткнення, тобто встановити дві стадії механізму зіткнення. Відсутність будь-яких слідів на проїжджій частині до зіткнення не дозволяють конкретно визначити експертним шляхом першу стадію механізму зіткнення – зближення транспортних засобів. Встановити приблизні параметри руху автомобілів на стадії зближення й далі в момент зіткнення та відкидання можливо за допомогою комп'ютерної симуляційної програми CARAT-3, із застосуванням зворотного розрахунку.

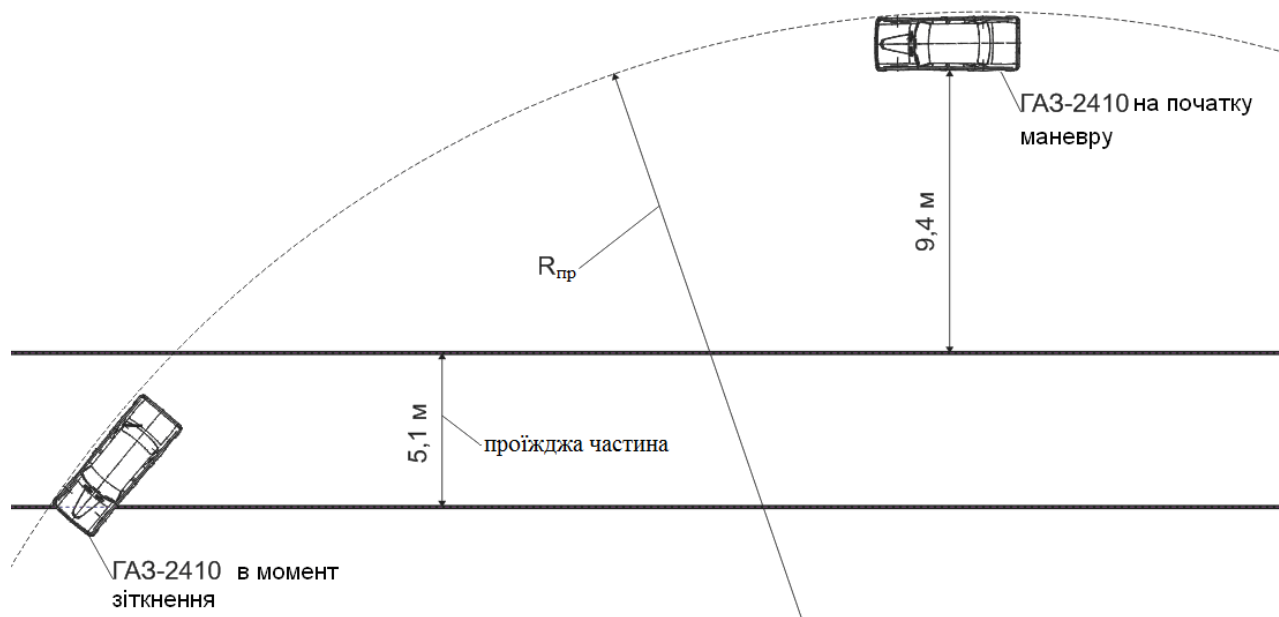


Рис. н.9. Розташування автомобіля ГАЗ-2410 в момент зіткнення і на початку маневру, виходячи із заданого кута зіткнення 130°

Для цього змодельюємо відкидання автомобілів, в режимі динаміки, шляхом багаторазової симуляції їх руху від місця зіткнення до збігу з місцям кінцевого розташування кожного з них (рис. н.10).

Після цього, використовуючи параметри руху у фазі відкидання та дані про пошкодження автомобілів, змодельюємо фазу їх взаємодії при зіткненні (рис. н.11).

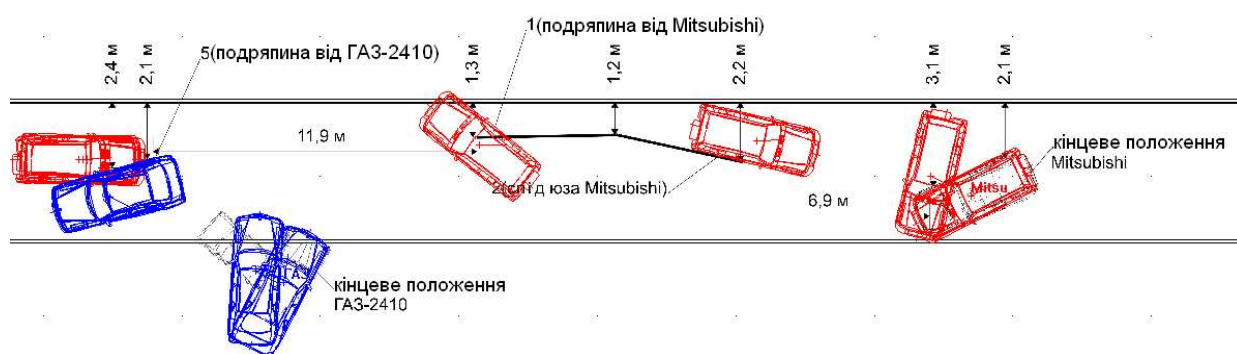


Рис. н.10. Фаза відкидання транспортних засобів після зіткнення

У завершенні змодельюємо повністю механізм ДТП, а саме, рух автомобілів у фазі їх зближення до зіткнення, саме зіткнення та відкидання (рис. н.12).

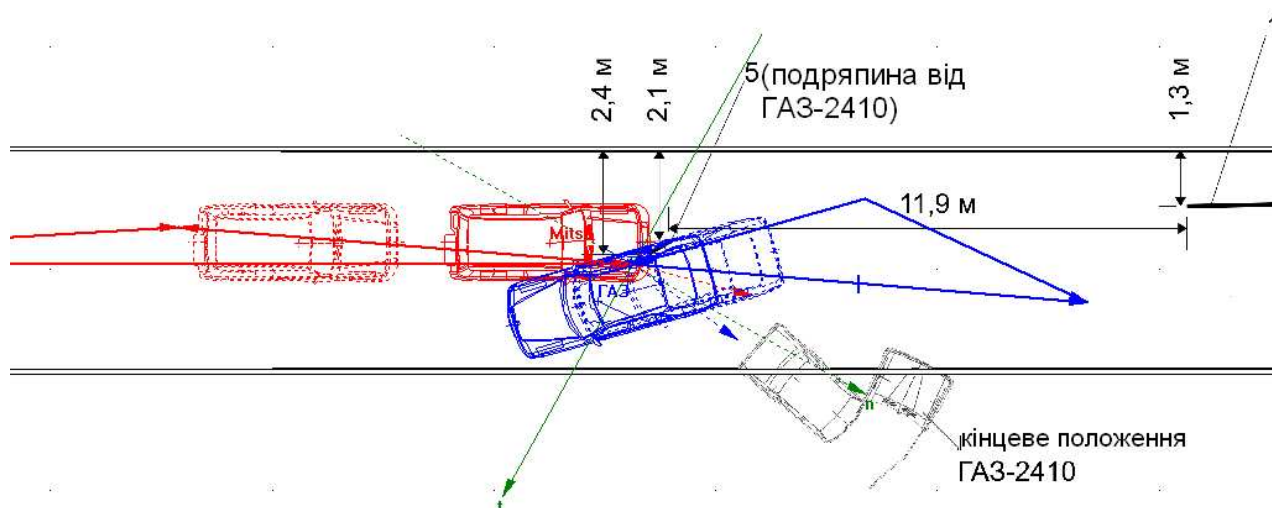


Рис. н.11. Фаза взаємодії при зіткненні

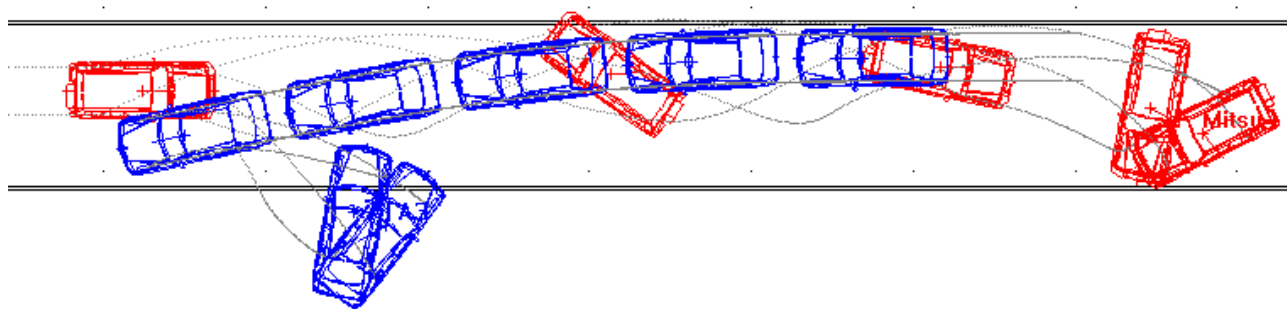


Рис. н.12. Ілюстрація механізму зіткнення автомобілів ГАЗ-2410 та Mitsubishi

Таким чином, із наведеного вище комп'ютерного моделювання механізму зіткнення транспортних засобів випливає, що автомобіль ГАЗ-2410 перед зіткненням рухався по своїй смузі, автомобіль Mitsubishi рухався частково по зустрічній смузі. Далі, в ході зближення, водій автомобіля ГАЗ-2410 зманеврував вліво, після чого відбувалося зіткнення, під кутом близьким до $160\text{--}170^\circ$, правим переднім крилом автомобіля Mitsubishi в праве переднє крило автомобіля ГАЗ-2410, який в цей момент розташовувався правим заднім колесом приблизно на початку подряпини, зафіксованої під № 5 на схемі місця ДТП. Після взаємодії при зіткненні відбувалося відкидання транспортних засобів у напрямку їх кінцевих положень, зафіксованих при огляді місця ДТП.

Відповідь на 4 та 5 запитання. Якщо виходити із встановленого комп'ютерного моделювання механізму зіткнення транспортних

засобів, то в даній дорожній обстановці водій Фаднюк В.М., керуючи автомобілем Mitsubishi, повинен був рухатися якнайближче до правого краю проїжджої частини, тобто діяти відповідно до вимог п. 11.2 Правил дорожнього руху України, згідно з якими: нерейкові транспортні засоби мають рухатись якнайближче до правого краю проїжджої частини.

Водій автомобіля ГАЗ-2410, у разі виникнення небезпеки для руху, повинен був негайно вжити заходів до зниження швидкості аж до зупинки транспортного засобу, перед маневром переконатися в його безпеці, тобто діяти відповідно до вимог п.п. 10.1, 12.3 Правил дорожнього руху України, згідно з якими:

10.1. Перед початком руху, перестроюванням та будь-якою зміною напрямку руху водій повинен переконатися, що це буде безпечним і не створить перешкод або небезпеки іншим учасникам руху;

12.3. У разі виникнення небезпеки для руху або перешкоди, яку водій об'єктивно спроможний виявити, він повинен негайно вжити заходів для зменшення швидкості аж до зупинки транспортного засобу або безпечного для інших учасників руху об'їзду перешкоди.

Якщо виходити із того, що до зіткнення автомобіль Mitsubishi рухався без маневру, частково по зустрічній смузі й не був загальмований, то ані своєчасне гальмування й навіть зупинка автомобіля ГАЗ-2410 на своїй смузі не виключили б зустрічного зіткнення. Тому у водія автомобіля ГАЗ-2410 була відсутня технічна можливість уникнути зіткнення шляхом своєчасного гальмування.

Оскільки в даній дорожній обстановці водій автомобіля ГАЗ-2410 застосував маневр, то в його діях вбачаються невідповідності вимогам п. 10.1 Правил дорожнього руху України. Оскільки навіть без застосування маневру у водія автомобіля ГАЗ-2410 була відсутня технічна можливість уникнути зіткнення (рис. н.13), то зазначені невідповідності, з технічної точки зору, не перебували в причинному зв'язку з подією пригоди.

На підставі вищевказаного слід дійти висновку про відсутність у діях водія автомобіля ГАЗ-2410 невідповідностей вимогам Правил дорожнього руху України, з технічної точки зору, що знаходилися в причинному зв'язку з подією даної пригоди.

Технічна можливість уникнути пригоди для водія автомобіля Mitsubishi визначалася виконанням вимог п. 11.2 Правил дорожнього руху України: рухатися якнайближче до правого краю проїжджої

частини, для чого в нього не було жодних технічних перешкод. Оскільки водій Фаднюк В.М., керуючи автомобілем Mitsubishi, рухався частково по зустрічній смузі, що призвело до зіткнення із зустрічним автомобілем ГАЗ-2410, то в його діях вбачаються невідповідності вимогам п. 11.2 Правил дорожнього руху України, що знаходилися, з технічної точки зору, в причинному зв'язку з подією даної пригоди.

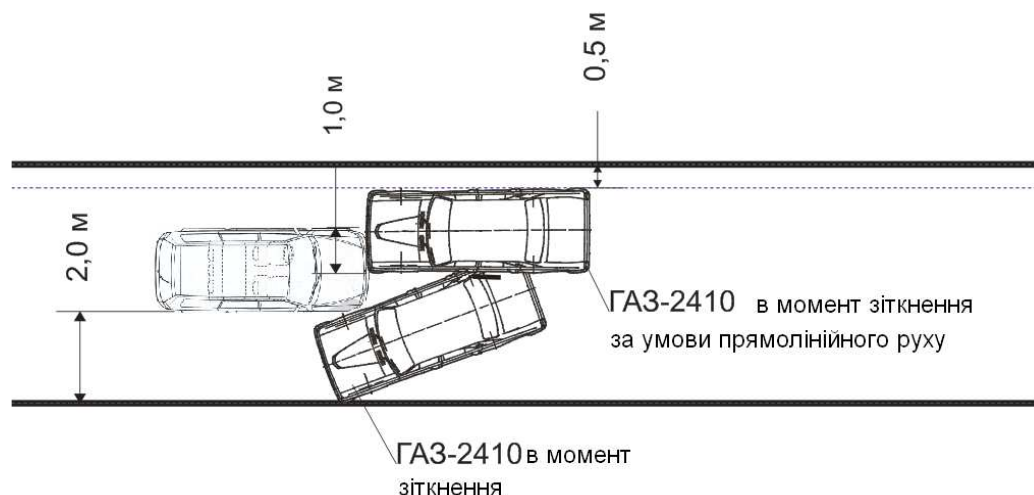


Рис. н.13. Ілюстрація до аналізу запобігання зіткнення водієм автомобіля ГАЗ-2410

ВИСНОВКИ

1. Якщо виходити з комп'ютерного моделювання механізму зіткнення транспортних засобів, то перед зіткненням автомобіль ГАЗ-2410 рухався по своїй смузі, автомобіль Mitsubishi рухався частково по зустрічній смузі. Далі, в ході зближення, водій автомобіля ГАЗ-2410 зманеврував вліво, після чого відбувалося зіткнення, під кутом близько $160\text{--}170^\circ$, правим переднім крилом автомобіля Mitsubishi в праве переднє крило автомобіля ГАЗ-2410, який в цей момент розташовувався правим заднім колесом приблизно на початку подряпини, зафіксованої під № 5 на схемі місця ДТП. Після взаємодії при зіткненні відбувалося відкидання транспортних засобів у напрямку їх кінцевих положень, зафіксованих на схемі місця ДТП.

2. Зіткнення сталося під кутом близько $160\text{--}170^\circ$ між поздовжніми осями автомобілів Mitsubishi і ГАЗ-2410.

3. Місце зіткнення розташовувалося в районі подряпини, зафіксованої під № 5 на схемі місця ДТП, тобто автомобіль ГАЗ-2410 в

момент зіткнення розташовувався правим заднім колесом приблизно на початку даної подрапини.

Якщо виходити з комп'ютерного моделювання механізму зіткнення, то в даній дорожній обстановці водій автомобіля Mitsubishi Фаднюк В.М. повинен був діяти відповідно до вимог п. 11.2 Правил дорожнього руху України.

Водій автомобіля ГАЗ-2410 повинен був діяти у відповідності з вимогами п.п. 10.1, 12.3 Правил дорожнього руху України.

4. У даній дорожній обстановці водій автомобіля ГАЗ-2410 не мав технічної можливості уникнути зіткнення шляхом своєчасного гальмування (відповідно до вимог п. 12.3 Правил дорожнього руху України).

5. У діях водія автомобіля Mitsubishi Фаднюка В.М. вбачаються невідповідності вимогам п. 11.2 Правил дорожнього руху України, що, з технічної точки зору, знаходилися в причинному зв'язку з подією даної події.

6. Маневр автомобіля ГАЗ-2410 вліво від правої границі проїжджої частини до місця зіткнення в умовах пригоди, якщо кут між позовжніми осями транспортних засобів у момент зіткнення складав 110–130 градусів, технічно неможливий.

ЗМІСТ

ВСТУП	3
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	5
Розділ 1. ЗАГАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЙНО-ПРАВОВІ ПИТАННЯ	11
1.1. Аналіз дорожньо-транспортних пригод	11
1.2. Дослідження місця дорожньо-транспортної пригоди	18
1.3. Організація судової автотехнічної експертизи в Україні	22
Розділ 2. ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ГАЛЬМУВАННЯ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ	34
2.1. Аналіз процесу гальмування за часом	34
2.2. Визначення усталеного сповільнення автомобіля	43
2.3. Розрахунок зупинного та гальмового шляху автомобіля	53
2.4. Розрахунок швидкості автомобіля на початку гальмування	55
2.5. Визначення ефективності гальмування автомобіля в дорожніх умовах	58
2.6. Вплив сучасної антиблокувальної системи на ефективність гальмування легкового автомобіля	68
2.7. Особливості розрахунку параметрів ефективності гальмування велосипеда, мопеда та мотоцикла	80
Розділ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ НАЇЗДУ АВТОМОБІЛЯ НА ПІШОХОДА	86
3.1. Аналіз обставин наїзду автомобіля на пішохода	86
3.2. Встановлення моменту виникнення небезпечної ситуації для водія	90
3.3. Основи розрахунку механізму наїзду автомобіля на пішохода	99
3.4. Дослідження наїзду на пішохода при недостатній видимості	107
3.5. Дослідження наїзду на пішохода при обмеженій оглядовості в режимі гальмування автомобіля	112
3.6. Дослідження наїзду на пішохода при обмеженій оглядовості та рівномірному русі автомобіля	128
3.7. Аналіз можливості уникнення наїзду на пішохода	137
РОЗДІЛ 4. ДОСЛІДЖЕННЯ КЕРОВАНOSTІ, СТІЙКОСТІ ТА МАНЕВРУ АВТОМОБІЛЯ	151
4.1. Стійкість руху та керованість автомобіля	151
4.2. Експертний розрахунок маневру автомобіля	165
4.3. Аналіз можливості об'їзду перешкоди	183
4.4. Експериментальне дослідження маневру та стійкості руху автомобіля	187

Розділ 5. ДОСЛІДЖЕННЯ ЗІТКНЕННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ.....	192
5.1. Аналіз процесу зіткнення.....	192
5.2. Визначення швидкостей транспортних засобів при зіткненні.....	196
5.3. Встановлення моменту небезпеки та аналіз можливості запобігання зіткнення.....	202
Розділ 6. НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДОСЛІДЖЕННЯ ОБСТАВИН ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНОЇ ПРИГОДИ	218
6.1. Застосування лазерного сканування при огляді місця ДТП.....	218
6.2. Відеореєстратори як нове джерело отримання інформації про розвиток механізму ДТП.....	224
6.3. Використання бортового реєстратора даних про події для отримання інформації про параметри руху транспортного засобу під час ДТП.....	230
6.4. Використання прикладних комп'ютерних програм при дослідженні механізму ДТП	235
ЛІТЕРАТУРА	253
Додаток А.....	256
Додаток Б	259
Додаток В.....	261
Додаток Г	262
Додаток Д.....	264
Додаток Е	270
Додаток Ж.....	271
Додаток И.....	278
Додаток К.....	287
Додаток Л.....	288
Додаток М.....	296
Додаток Н.....	303

Навчальне видання

ТУРЕНКО Анатолій Миколайович
КЛИМЕНКО Валерій Іванович
САРАЄВ Олексій Вікторович
ДАНЕЦЬ Сергій Віталійович

АВТОТЕХНІЧНА ЕКСПЕРТИЗА. Дослідження обставин ДТП

Відповідальний за випуск *В.І. Клименко*

Редактор *А.В. Шилова*

Комп'ютерна верстка *Н.А. Купіної*

Дизайн обкладинки *В.С. Орлович*

Технічний редактор *М.Л. Піц*

План 2013, поз. 3 (н.п.).

Підписано до друку _____ р.

Формат 60×84 1/16. Папір офсетний. Гарнітура Times New Roman Cyr.

Віддруковано на ризографії. Ум. др. арк. _____. Обл.-вид. арк. _____.

Зам. № _____. Наклад _____ пр. Ціна договірна.

ВИДАВНИЦТВО

Харківського національного автомобільно-дорожнього університету

Видавництво ХНАДУ, 61200, Харьков-ГСП, вул. Петровського, 25.

Тел. /факс: (057)700-38-64; 707-37-03, e-mail: rio@khadi.kharkov.ua

*Свідоцтво Державного комітету інформаційної політики, телебачення і радіомовлення
України про внесення суб'єкта видавничої діяльності в Державний реєстр видавців
виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції,
серія ДК № 897 від 17.04.2002 р.*