



Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний
університет імені Івана Пулюя



Кафедра Автомобілів

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ
з дисципліни
**«АВТО-ТЕХНІЧНА ЕКСПЕРТИЗА
ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНИХ
ПРИГОД»**

для студентів всіх форм навчання

галузь знань

27 "Транспорт"

спеціальність

274 "Автомобільний транспорт"



Тернопіль-2016

Курс лекцій розроблено відповідно до ОПП, ОКХ та робочих навчальних планів підготовки фахівців освітньо–кваліфікаційного рівня “магістр” за спеціальністю 274 "Автомобільний транспорт".

Укладачі:

к.т.н., доц. Гевко І.Б.
к.т.н., доц. Ляшук О.Л.
інж., Хорошун Р.В.

Рецензент

к.т.н., доц.. Ткаченка І.Г.

Конспект лекцій розглянуто та схвалено на методичному семінарі кафедри автомобілів.

Протокол № 1 від 26.08.16

Конспект лекцій рекомендовано до друку методичною комісією ФМТ.

Протокол № 1 від 29.08.16

Комп'ютерний дизайн та верстка: інженер Хорошун Р.В.

ЗМІСТ

Вступ.....	4
Лекція 1. Дорожньо–транспортні пригоди, їх облік і аналіз.....	5
Лекція 2. Експертиза дорожньо–транспортних пригод.....	15
Лекція 3. Гальмування і ковзання.....	30
Лекція 4. Зіткнення автомобілів.....	46
Лекція 5. Вивчення пошкодженого автомобіля.....	72
Лекція 6. Питання про технічний стан транспортного засобу.....	79
Лекція 7. Стійкість руху та керованість автомобіля.....	92
Лекція 8. Експертний розрахунок маневру автомобіля.....	103
Лекція 9. Аналіз можливості об'їзду перешкоди.....	117
Лекція 10. Застосування лазерного сканування при огляді місця ДТП...	123
Лекція 11. Відеореєстратори, як нове джерело отримання інформації про розвиток механізму ДТП.....	128
Лекція 12. Використання прикладних комп'ютерних програм при дослідженні механізму ДТП.....	136
Перелік посилань.....	151

Вступ

Конспект лекцій з курсу: *«Авто–технічна експертиза дорожньо–транспортних пригод»* для студентів денної та заочної форм навчання зі спеціальності: 8.07010601 «Автомобілі та автомобільне господарство» Ріст інтенсивності транспортних засобів в сучасних умовах висуває ряд проблем, пов'язаних з розробкою заходів з забезпечення ефективності використання автотранспорту і безпеки дорожнього руху. Смерть і травми при дорожньо–транспортних пригодах (ДТП), що є недопустимо, тому потрібно більше уваги приділяти цим питанням.

Статистичні дані по Україні засвідчують, що в останні роки на дорогах відбувається від 30 до 40 тисяч ДТП у яких травмовано 35 – 38 тисяч осіб та внаслідок завдання травм загинуло 5,5 – 6 тисяч людей. Чинники, які впливають на аварійність – недотримання правил дорожнього руху (ПДР), несправність транспортних засобів, невідповідність доріг (несправність, відсутність розмітки, невчасне прибирання особливо у зимовий період і т.д.). Загально щорічно у всьому світі внаслідок ДТП гине майже 500 тисяч чоловік. На кожного загиблого припадає 20 – 30 травмованих, для лікування яких витрачається 1 – 3% валового національного доходу кожної країни, незалежно від рівня її економічного розвитку.

Лекція 1.

ДОРОЖНЬО–ТРАНСПОРТНІ ПРИГОДИ, ІХ ОБЛІК І АНАЛІЗ.

1.1 Класифікація дорожньо–транспортних пригод.

1.2 Основні причини ДТП.

1.3 Облік дорожньо–транспортних пригод в Державній автомобільній інспекції. Картка обліку ДТП.

1.4 Облік ДТП в автотранспортних підприємствах та дорожніх організаціях.

1.5 Аналіз дорожньо–транспортних пригод. Показники аварійності.

1.1 Класифікація дорожньо–транспортних пригод.

Визначення, класифікація і порядок обліку ДТП регламентовані спеціальними “Правилами обліку дорожньо–транспортних пригод” затвердженими постановою №595 Кабінету Міністрів України (КМУ) від 3 серпня 1993р. Вони встановлюють єдиний порядок державного й відомчого обліку ДТП і є обов'язкові для виконання на всій території України.

Дорожньо–транспортною пригодою називається пригода, яка сталася за участю хоча б одною механічного транспортного засобу, що рухався і призвела до загибелі або поранення людей, чи пошкодження одного або кількох транспортних засобів, вантажу, доріг, дорожніх та інших споруд або майна. Слід зазначити, що до механічних транспортних засобів відносяться автомобілі, мотоцикли, моторолери, мотоколяски, мопеди, трамваї, тролейбуси, трактори і гужовий транспорт (за винятком верхових і в'ючних тварин).

Облік дорожньо–транспортних пригод ведеться з метою оцінки стану аварійності, аналізу причин ДТП і вжиття заходів до їх усунення. Державний облік ДТП ведеться органами внутрішніх справ. Відомчий облік ведеться міністерствами, відомствами, підприємствами, об'єднаннями, установами та організаціями незалежно від форм власності, а також дорожніми і комунальними організаціями. Лікувально–профілактичні заклади ведуть облік потерпілих під час дорожньо–транспортних пригод.

До державної статистичної звітності включаються відомості органів внутрішніх справ про усі ДТП, а не лише ті, що призвели до загибелі або поранення людей, як це було раніше. Загиблими вважаються особи, які померли від одержаних поранень на місці ДТП чи протягом 30 діб, поранені – особи, які одержали тілесні пошкодження (без урахування ступеня їх тяжкості).

Дорожньо–транспортні пригоди поділяються на такі види:

1 – зіткнення; 2 – перекидання; 3 – наїзд на транспортний засіб, що стоїть; 4 – наїзд на перешкоду; 5 – наїзд на пішохода; 6 – наїзд на велосипедиста; 7 – наїзд на гужовий транспорт; 8 – наїзд на тварин; 9 – падіння пасажира; 10 – падіння вантажу, що перевозиться.

Зіткнення — пригода, під час якої транспортні засоби, що рухалися зіткнулися поміж собою чи пересувним складом залізниці, або коли один із транспортних засобів раптово зупинився.

Перекидання – пригода, під час якої транспортний засіб, що рухався, перекинувся. До цього виду не відносяться перекидання, яким передували інші види пригод.

Наїзд на транспортний засіб, що стоїть – пригода, під час якої транспортний засіб, що рухався, наїхав на транспортний засіб, що стояв, а також причіп чи напівпричіп.

Наїзд на перешкоду – пригода, під час якої транспортний засіб наїхав чи ударився об нерухомий предмет (опора мосту, стовп, огорожа, дерево щогла, будівельні матеріали і ін.).

Наїзд на пішохода – пригода, під час якої транспортний засіб (в тому числі вантаж, який перевозиться) наїхав на людину чи вона сама наштовхнулася на транспортний засіб, що рухався.

Наїзд на велосипедиста – пригода, під час якої транспортний засіб наїхав на велосипедиста чи він сам наштовхнувся на транспортний засіб, що рухався.

Наїзд на гужовий транспорт – пригода, під час якої транспортний засіб наїхав на запряжених тварин, або на візки, що вони транспортували, або запряжені тварини чи візки, які вони транспортували, ударилися об транспортний засіб, що рухався.

Наїзд на тварин – пригода, під час якої транспортний засіб наїхав на птахів, диких чи домашніх тварин (включаючи в'ючних і верхових), або ці тварини чи птахи ударилися об автотранспортний засіб, внаслідок чого постраждали люди чи спричинені матеріальні збитки.

Падіння пасажирів – пригода, під час якої людина випала із транспортного засобу, що рухався, або впала у салоні транспортного засобу.

Падіння вантажу – пригода, під час якої постраждали люди від падіння вантажу, що перевозився чи відкинув колесом механічного транспортного засобу.

З аналізу статистичних даних про ДТП в Україні видно, що показники аварійності є відносно стабільними і на протязі ряду років змінюються порівняно мало. В цілому по країні процентний розподіл ДТП по видах такий (дані кінця минулого століття):

- наїзд на пішохода – 41,0...46,1;
- зіткнення – 20,0...28,0;
- перекидання – 10,3... 13,0;
- наїзд на перешкоду – 7,4...9,6;
- наїзд на велосипедиста – 6,0...9,0;
- наїзд на транспортний засіб, що стоїть – 2,8...3,3;
- падіння пасажирів – 0,7...1,1;
- наїзд на гужовий транспорт – 0,4...0,8;
- наїзд на тварин – 0,1;
- падіння вантажу – 0,1.

До дорожньо–транспортних пригод не відносяться:

– пригоди з тракторами, іншими самохідними машинами і механізмами під час виконання ними основних виробничих операцій, для яких вони призначені (оранка, прокладання траншей, скиртування, збір сільгосппродукції

на полях, лісозаготівля, робота у кар'єрах, вантажно розвантажувальні роботи, що виконуються за допомогою автокранів чи методом самоскиду, установлення щогл, опор і т. ін.) в результаті порушення правил експлуатації і техніки безпеки;

– пригоди, викликані пожежами на транспортних засобах, що рухаються, виникнення яких не пов'язане з технічною несправністю останніх;

– пригоди, що виникли внаслідок навмисних дій, спрямованих на позбавлення життя або заподіяння шкоди здоров'ю людей чи майну;

– пригоди, що сталися внаслідок спроби потерпілого заподіяти собі смерть;

– пригоди, що виникли у результаті стихійного лиха;

– пригоди, що скоєні на територіях підприємств, організацій, аеродромів, військових частин та інших об'єктів із пропускнуою системою в'їзду і виїзду, що огорожені та охороняються;

– пригоди, що скоєні під час проведення заходів із автомобільного чи мотоциклетного спорту (змагання, тренування і т.д.), коли постраждали водії-спортсмени, судді чи інший персонал, який обслуговує спортивні заходи;

– пригоди, що виникли внаслідок порушень техніки безпеки і правил експлуатації транспортних засобів при відсутності водія за кермом (запуск двигуна за допомогою пускової рукоятки, в тому числі при включеній передачі);

– пригоди, що виникли при зчепленні-розчепленні транспортних засобів із причепами, тракторними саньми і сільськогосподарським знаряддям і т. ін.).

1.2 Основні причини ДТП.

Кількісні показники і причини ДТП по окремих складових системи водій-автомобіль-дорога-середовище ВАДС характеризуються такими даними (Україна, кінець минулого століття):

1) ДТП з вини водіїв – 65...72%; сюди входить:

– перевищення швидкості – 27,8;

– порушення правил обгону і виїзд на зустрічну смугу – 16,9;

– недотримання черговості проїзду перехресть – 11,5;

– недотримання дистанції – 2,8;

– експлуатація технічно несправних транспортних засобів – 2,2;

– порушення ПДР і сигналів світлофора – 1,9;

– сон за кермом – 1,3;

– порушення правил проїзду зупинок громадського транспорту – 0,6;

– осліплення світлом фар – 0,5;

– порушення правил проїзду залізничних переїздів – 0,4 і інші.

Значна частина ДТП (20...25%) трапляється з вини нетверезих водіїв.

2) ДТП з вини пішоходів і інших учасників руху – 24...28% (у тому числі з вини пасажирів – до 1%, з вини велосипедистів – до 4%).

Якщо пригоди з вини пішоходів прийняти за 100%, то перехід в не вказаному місці складатиме – 44,1%, раптовий вихід на проїжджу частину – 36,0%, недотримання сигналів регулювання – 4,7%, ігри на проїжджій

частині – 1,2% і інші. У загальній кількості ДТП майже 15% складають випадки, коли пішоходи були в нетверезому стані.

3) ДТП, які викликані технічними несправностями транспортних засобів – до 3%.

Якщо всі ДТП взяти за 100%, то дефекти окремих вузлів і агрегати автомобіля будуть складати:

- гальмівна система – 47,1%;
- рульове керування – 16,4%;
- шини – 13,9%;
- прилади освітлення і сигналізації – 7,4%;
- ходова частина – 6,2%;
- дзеркала заднього виду, склоочисники, дефекти скла – 1,9%.

4) ДТП у результаті несприятливих умов – до 12%. Розподіл ДТП в залежності від несприятливого дорожнього фактору наведений в таблиці 1.1

Таблиця 1.1. Розподіл ДТП в залежності від несприятливого дорожнього фактору (Україна, кінець 90-х років минулого століття).

№	Причина ДТП	Частка ДТП. %
1	Ковзке покриття	45,4
2	Нерівне покриття, вибоїни	17,2
3	Незадовільний стан узбіччя	8,7
4	Погане утримання доріг у зимовий період	5,7
5	Відсутність дорожніх знаків або неправильне їх застосування	4,4
6	Відсутність розмітки проїжджої частини	3,8
7	Відсутність тротуарів (доріжок)	3,3
8	Звуження проїжджої частини дорожньо-будівельними матеріалами, машинами і механізмами	2,9
9	Відсутність огорож і сигналізації у місцях виконання робіт	2,0
10	Відсутність утримуючих обгороджувальних пристроїв	1,6
11	Недостатнє освітлення проїжджої частини	1,2
12	Інші	3,8

1.3 Облік дорожньо-транспортних пригод в Державній автомобільній інспекції. Картка обліку ДТП.

Облік ДТП органами внутрішніх справ проводиться по місцю їх виникнення і місцю реєстрації транспортних засобів. Враховуючи, що для складання первинних матеріалів ДТП вимагається виїзд на місце пригоди співробітників Державної автомобільної інспекції (ДАІ) і що реєстрація та аналіз ДТП охоплюють великий обсяг роботи, повна документація і звітність в Державтоінспекції ведеться не по всіх пригодах, а тільки по тих, у яких є і поранені і загиблі.

На кожен випадок, яка підлягає включенню в державну статистичну відомість, заповнюють картку обліку ДТП. Її зберігають в органах внутрішніх

справ по місцю виникнення пригоди на протязі трьох років. На ДТП за участю транспортного засобу (ТЗ) зареєстрованого на території іншої області (району, міста) в результаті якої є поранені чи загиблі складається додатковий екземпляр картки. Його відсилають в органи внутрішніх справ з місцем реєстрації транспортного засобу.

ДТП з матеріальними втратами без жертв беруть на облік і аналізують міські, районні органи внутрішніх справ і стройові підрозділи дорожньо-патрульної служби ДАІ.

Органи внутрішніх справ при отриманні повідомлення про ДТП з участю зареєстрованих на обслуговуючій території транспортних засобів передають (письмово, по телефону) відомості про ці ДТП адміністрації підприємств і організацій – власникам ТЗ. Відомості про ДТП, що виникли в результаті незадовільних дорожніх умов, передаються дорожнім і комунальним організаціям.

Органи внутрішніх справ не рідше одного разу в місяць надають можливість звіряти дані про ДТП представникам відомств, АТП, дорожніх комунальних організацій за показниками передбачених формою звітності і завіряють правильність цих даних.

Картка обліку дорожньо-транспортної пригоди складається на основі первинних документів, які оформляються черговою групою ДАІ на місці ДТП.

Це такі документи:

- протокол або довідка про ДТП;
- схема ДТП;
- протокол огляду автотранспортного засобу;
- протокол огляду місця ДТП;
- пояснення водіїв;
- свідчення свідків.

У подальшому вона служить основним вихідним документом для аналізу дорожньо-транспортних пригод.

Картка обліку ДТП містить дев'ять пунктів:

- 1) загальні відомості (номер і тип картки, вид пригоди, дата, день тижня, година);
- 2) місце ДТП в населеному пункті (статус населеного пункту, місто, район, населений пункт, вулиця, номер дому);
- 3) місце ДТП на дорозі (значення дороги, дорога, кілометр+метр);
- 4) дорожні умови (вид покриття, освітленість, елемент вулиці, дороги, умови при яких скоєно ДТП);
- 5) відомості про винних (кваліфікація, вік, стать, стаж, час за кермом до ДТП, спілка автомобілістів, порушення ПДР); теж саме для 2-го, 3-го водія;
- 6) відомості про транспортний засіб (наявність причепа, напівпричепа, несправності транспортного засобу, які мали місце на момент скоєння ДТП); теж саме для 2-го, 3-го транспортного засобу;
- 7) належність транспортного засобу (прізвище водія, номер посвідчення, марка (модель), номерний знак, номер техпаспорта, міністерство, відомство); теж саме для 2-го, 3-го транспортного засобу;

8) відомості про потерпілих (загинуло всього у ДТП, поранено всього у ДТП, категорія учасника дорожнього руху, стать, вік, порядковий номер транспортного засобу, наявність ременів безпеки, шолома, прізвище потерпілого, куди направлено, характер травми) для шести осіб;

9) опис і схема дорожньо–транспортної пригоди.

Вкінці вказуються реквізити відповідального працівника міліції, який заповнював картку, номер по МРВ, дата і ін.)

Сьогодні дані з такої картки заносяться у комп'ютері, що дозволяє користуючись відповідною програмою, оперативно проводити аналіз ДТП.

1.4 Облік ДТП в автотранспортних підприємствах та дорожніх організаціях.

Автотранспортні і дорожньо–експлуатаційні організації також ведуть облік ДТП у відповідності до “Правил обліку дорожньо–транспортних пригод” затверджених КМ України. Облік проводять працівники служби безпеки дорожнього руху або інші особи призначені керівництвом.

Підприємства і організації враховують всі ДТП з участю транспортних засобів, власником яких вони є, незалежно від місця виникнення пригоди її наслідків, і вини водіїв і розмірів матеріальних втрат.

Облік ведеться в спеціальному журналі реєстрації ДТП, який повинен бути пронумерований, прошнурований і скріплений печаткою. Запис повинен бути зроблений не пізніше двох днів з моменту настання пригоди. Періодично ці відомості звіряються з даними пригод, що знаходяться на обліку в ДАІ, а журнал зберігається на протязі трьох років починаючи з дати останнього запису.

Передбачено, що в журналі реєстрації ДТП повинні бути зареєстровані такі відомості:

- порядковий номер;
- дата і час настання ДТП;
- дата і час отримання інформації про ДТП та матеріали розслідування;
- вид ДТП, найменування підприємства (юридичної особи), марки, державний номер транспортного засобу, відомості про потерпілих: прізвище, ім'я та по батькові, рік народження, місце роботи, посада (або виборна посада), характер травми;
- місце ДТП, короткі обставини та причини події;
- заходи оперативного реагування;
- заходи згідно з матеріалами розслідування та відмітка про їх виконання;
- дата відправлення і номер повідомлення.

Звіт про ДТП, що сталися (повідомлення) підприємства надсилають вищестоящим організаціям (відомствам) за встановленою ними ж формі. Відомості про пригоди з важкими наслідками, які викликали загибель або важкі поранення людей, пошкодження транспортних засобів такою мірою, що відновлення їх неможливе, доставляють в терміновому порядку, щоб представник вищезгаданої організації при необхідності міг прибути на місце пригоди безпосередньо після її виникнення.

Облік порушень "Правил дорожнього руху" водіями підприємств ведуть також в спеціальному журналі встановленої форми, пронумерованому і прошнурованому. В ньому записують всі порушення ПДР, невеликі поломки (пошкодження) автомобілів, а також легкі травми людей. Крім того, на кожного водія на підприємстві заводять особисту картку обліку ДТП і порушень ПДР, куди записують всі порушення ПДР і ДТП, в яких брав участь водій, а також заходи його покарання, вжиті органами юстиції, ДАІ, адміністрацією підприємства, громадськими організаціями. Сюди ж записують всю необхідну інформацію про водія. Особиста картка дає можливість отримати об'єктивну характеристику водія, при його нагородженні, підвищенні класності і т. д.

Завдання обліку ДТП в дорожніх організаціях – це визначення небезпечних для руху ділянок доріг, які вимагають першочергового проведення заходів, направлених на забезпечення безпеки дорожнього руху. При цьому дорожні організації повинні враховувати всі ДТП, що виникли на ділянці дороги (вулиці), яка знаходиться під їхнім наглядом і обслуговуванням. Такий облік дозволяє отримати дані для складання графіків з нанесенням на них небезпечних ділянок і вжиття необхідних заходів по попередженню пригод.

1.5 Аналіз дорожньо–транспортних пригод. Показники аварійності.

Аналіз ДТП полягає у виявленні причин їх виникнення. У відповідності з цілями і завданнями аналізу розрізняють три його основні методи:

- 1) кількісний аналіз ДТП;
- 2) якісний аналіз ДТП;
- 3) топографічний аналіз ДТП.

1.5.1 Кількісний аналіз характеризує рівень аварійності на місці (перехрестя, магістраль, місто, регіон, країна) і за терміном протягом якого відбуваються пригоди (година, день, тиждень, місяць, рік).

Розрізняють:

1) абсолютні показники (загальна кількість ДТП, кількість поранених та тих що загинули, сумарні втрати від пригод);

2) питомі показники, що являють собою відношення одного абсолютного показника аварійності до іншого (питома доля ДТП здійснених у стані сп'яніння до загальної кількості ДТП, питома доля зіткнень, перекидань і т. д. у загальній кількості ДТП, питома доля потерпілих водіїв, пішоходів, дітей у загальній кількості потерпілих);

3) відносні показники (кількість ДТП, що припадає на 100 тисяч жителів, на 1000 транспортних засобів, на 1000 водіїв, на 1 мільйон кілометрів пробігу і інші).

Абсолютні показники дають загальну уяву про рівень аварійності і дозволяють проводити порівняльний аналіз в часі для конкретного регіону і показують тенденцію зміни цього рівня. Набір питомих показників аварійності характеризує їх структуру і дозволяє порівнювати різні регіони або АТП між собою.

Натомість більш ефективними є відносні показники, які дозволяють проводити порівняльний аналіз рівня аварійності різних країн, регіонів, міст, магістралей і т. д. Серед перерахованих показників найбільш поширеним і об'єктивним вважається показник відносної аварійності K_a , який враховує пробіг транспортних засобів:

$$K_a = n_{дтп} / \sum L, \quad (1.1)$$

де $n_{дтп}$ – кількість ДТП за розрахунковий період;

$\sum L$ – сумарний пробіг транспортних засобів за той же період, км.

У зв'язку з різною ступінню тяжкості наслідків дорожньо–транспортних пригод для можливості їх порівняння і аналізу застосовують такі показники, як кількість загиблих в ДТП на 100 поранених та кількість загиблих на 100 пригод.

Кількісний аналіз проводиться також і по матеріальних втратах, які умовно поділяють на прямі і побічні. До прямих відносяться:

- знищення матеріальних цінностей (транспортних засобів, вантажів технічних засобів організації дорожнього руху, доріг і т. д.);
- транспортування і відновлення транспортних засобів;
- ремонт дорожніх споруд і елементів облаштування доріг;
- надання допомоги і лікування людей;
- виплати грошової допомоги і пенсій потерпілим і їх сім'ям;
- затримки руху (втрати часу транспортом, перевитрати палива, втрати часу пасажирями).

Встановлено, що кожна автомобільна аварія обходиться суспільству приблизно у вісім тисяч доларів США (газета "Урядовий кур'єр" №14 від 25.01.2001 р.).

До побічних втрат відносяться втрати пов'язані з тимчасовим або повним припиненням трудової діяльності людини, тобто умовну втрату частини національного доходу. Підраховано, що "вартість" втрати однієї людини в ДТП складає приблизно 250 тисяч гривень або 50 тисяч доларів (газета "Експрес" №20 від 21–22.02.2006 р.).

1.5.2 Якісний аналіз дорожньо–транспортних пригод служить для встановлення причин і факторів їх виникнення, а також степені впливу останніх на ДТП. Цей аналіз дозволяє виявити причини і фактори виникнення ДТП по кожному із складових системи "водій–автомобіль–дорога–середовище".

У більшості країн громадська думка і офіційна статистика органів організації дорожнього руху частіше всього вбачають основну причину ДТП в помилках і недбалості учасників руху (водіїв, пішоходів) або в несправності автомобілів. Так Всесвітня організація здоров'я вважає, що 9 із 10 ДТП виникає з вини людини, решта також тою чи іншою мірою залежить від неї.

Аналіз причин ДТП дозволяє звести їх в такі, однорідні за характером, групи:

- 1) недотримання правил дорожнього руху учасниками цього руху, тобто водіями, пасажирями, пішоходами;
- 2) вибір водіями неправильних режимів руху, при яких вони унеможливають керування транспортними засобами, в результаті чого виникають заноси, перекидання, зіткнення і т. д;

3) зниження психофізіологічних функцій учасників руху в результаті перевтоми, хвороби, вживання алкоголю, наркотиків або під впливом факторів, що сприяють зміні нормального стану (сімейні обставини, проблеми на роботі і ін.);

4) незадовільний технічний стан транспортних засобів;

5) незадовільне облаштування і утримання доріг, їх елементів або незадовільні дорожні умови;

6) незадовільна організація дорожнього руху.

При аналізі дорожньо–транспортної пригоди найбільш просто віднести причину її виникнення до водія, який, як вважають, зобов'язаний миттєво реагувати на зміни дорожньої ситуації і компенсувати інші складові системи "ВАДС". Однак така впевненість недостатньо обґрунтована, так як багато ДТП скоюється із–за недобросовісності чи халатності окремих посадових осіб. Зокрема, це можуть бути пригоди, що виникли через дефекти транспортних засобів, поганого освітлення вулиць, незадовільного стану проїжджої частини, неправильної розмітки вулиць і встановлення дорожніх знаків або їх незадовільний стан. Тому досить самого незначного нерозуміння водієм дорожньої ситуації, щоб виникла небезпека ДТП.

Аналіз значного числа пригод дозволив встановити, що на кожних сто ДТП приходить приблизно 250 причин супутніх факторів. То ж необхідно виявити і зафіксувати все, що передувало пригоді, а також, що безпосередньо її викликало. У протилежному випадку встановити першопричину буде важко, а часом і неможливо, а у багатьох випадках передумови ДТП створюються раніше самого випадку.

1.5.3 Топографічний аналіз проводиться для виявлення місць концентрації ДТП на певній території (перехрестя, ділянка дороги, магістраль, місто, регіон).

Розрізняють три види топографічного аналізу:

1) карта ДТП;

2) лінійний графік ДТП;

3) масштабна схема (ситуаційний план) ДТП.

Карта ДТП може бути виконана у вигляді звичайної карти міста, як показано на рисунку 1.1, району, області, регіону у відповідному масштабі на яку умовними позначеннями нанесені місця здійснення пригод. Причому, в залежності від мети проведення топографічного аналізу на карті можуть бути умовно позначені види ДТП, важкість їх наслідків і т. д. Так, наприклад, світлими точками фіксуються місця де були травмовані, а темними – загиблі у пригодах (рис. 1.1). В результаті на карті наочно «проявляються» вогнища ДТП, які притягують увагу спеціалістів для прийняття відповідних заходів.

Лінійний графік, як правило, складається для ділянки або для всієї автомобільної дороги (див. рис. 1.2). В порівнянні з картою ДТП масштаб зображення збільшують, що дозволяє більш докладно класифікувати дорожньо–транспортні пригоди, наносячи їх за допомогою умовних позначень на графік. Концентрація ДТП на графіку свідчить про незадовільні дорожні умови, які склалися в місцях їх скупчення.

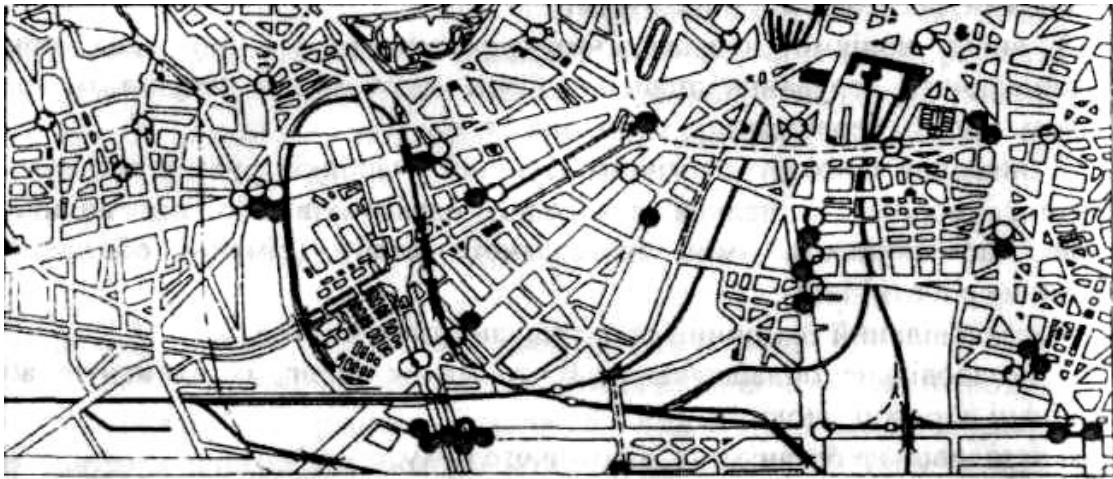


Рис. 1.1. Карта ДТП.

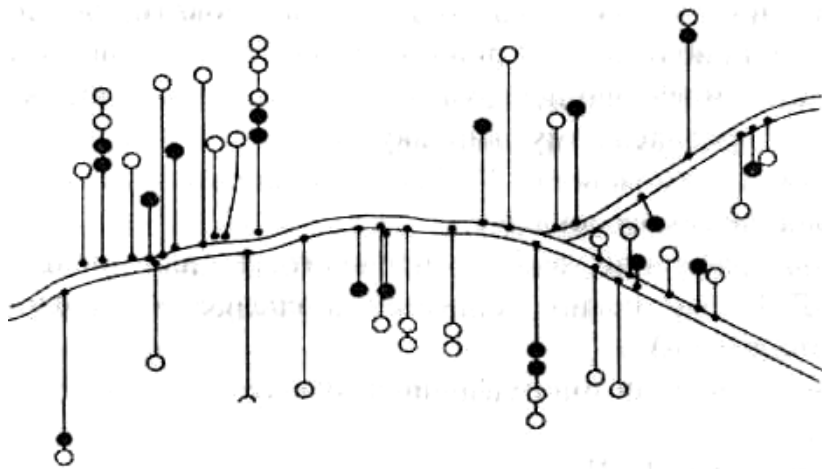


Рис. 1.2. Лінійний графік ДТП.

Масштабна схема є, практично, схемою ДТП на перехресті, площі, частині дороги, тощо, як показано на рисунку 1.3, виконану в крупному масштабі. На ній символічними зображеннями наносяться транспортні засоби, учасники ДТП, напрямки їх руху, тяжкість наслідків ДТП. Крім того, можуть бути вказані дата, час скоєння пригоди. Схема дозволяє приймати рішення про необхідність вдосконалення організації руху на конкретній ділянці дорожньо-вуличної сітки.

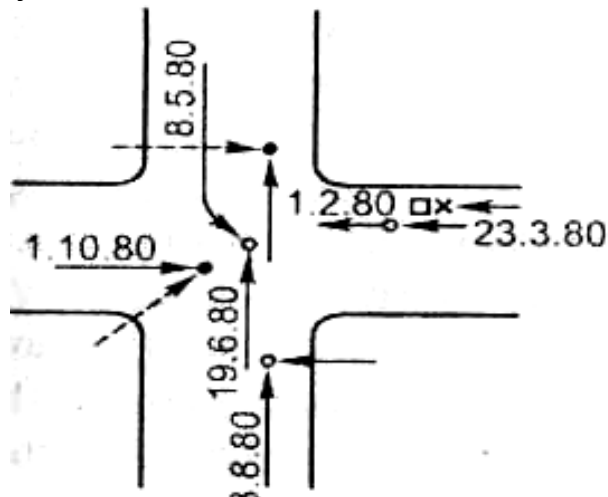


Рисунок 1.3 – масштабна схема (ситуаційний план) ДТП.

Лекція 2.

2 ЕКСПЕРТИЗА ДОРОЖНЬО–ТРАНСПОРТНИХ ПРИГОД

- 2.1 Поняття про експертизу та її види. Судова експертиза.
- 2.2 Обов'язки, права і відповідальність судового експерта.
- 2.3 Завдання судової автотехнічної експертизи.
- 2.4 Етапи експертизи і висновки експерта.
- 2.5 Службове розслідування ДТП в автотранспортних підприємствах.

2.1 Поняття про експертизу та її види. Судова експертиза.

Експертизою називають дослідження будь-яких матеріальних об'єктів, процесів, явищ, яке проводиться за чийось дорученням спеціалістом у певній галузі знань (експертом) для вирішення питання, яке відноситься до цієї галузі, з представленням мотиваційного висновку. Експертизою ДТП називають комплексне науково–технічне дослідження всіх аспектів пригоди, виконане особами, які володіють спеціальними знаннями.

Для об'єктивного встановлення всіх причинно–наслідкових факторів виникнення ДТП і дії її прямих чи побічних учасників експертиза вимагає використання інформації із різних галузей знань, в тому числі юриспруденції криміналістики, медицини, психофізіології, конструкції, теорії і розрахунку транспортних засобів, технології їх виготовлення, обслуговування і ремонту проектування, будівництва і експлуатації доріг, організації і безпеки дорожнього руху тощо.

Залежно від відомчої приналежності організації, що досліджує ДТП, розрізняють два види експертизи: 1) судова експертиза; 2) службова експертиза (службове розслідування).

Судова експертиза проводиться, як правило у випадку ДТП з важкими наслідками, коли необхідно виявити ступінь вини кожного з учасників пригоди. Вона виконується згідно з законом за дорученням слідчих і судових органів, які займаються розглядом кримінальних і цивільних справ. Судова експертиза повинна дати відповідь на питання: чи являється ДТП нещасним випадком, чи результатом дії її учасників, які порушили «Правила дорожнього руху».

Експертизи проводяться експертними установами відповідно до регіональних зон обслуговування її виконують штатні співробітники цих установ, які мають вищу освіту, пройшли відповідну підготовку та атестовані, як експерти певної спеціальності. В окремих випадках слідчі і судові органи доручають проведення експертизи позаштатним експертам експертних установ: робітникам науково–дослідних інститутів, вузів, технікумів.

Строки проведення експертизи встановлюються керівником експертної установи в межах десяти днів – щодо матеріалів з невеликою кількістю об'єктів і не складних за характером досліджень експертиз; одного місяця щодо матеріалів з великою кількістю об'єктів або складних за характером досліджень. Якщо експертиза не може бути виконана у зазначені строки, більший термін

встановлюється за домовленістю з органом чи особою, які призначили експертизу.

За складом учасників судові експертизи діляться на одноособові, комісійні і комплексні. Одноособову експертизу проводять у порівняно простих випадках, комісійну – назначають при розслідуванні складних пригод з великою кількістю учасників і транспортних засобів, а також за наявності обставин, які викликають суперечності серед експертів однієї спеціальності. Комплексну експертизу назначають у випадках, коли питання, що виникли, не можуть бути вирішені спеціалістами одного роду і вимагаються особи різних спеціальностей: лікарі; економісти; трасологи; криміналісти тощо.

Крім того, судова експертиза за черговістю проведення класифікується як первинна, додаткова і повторна. Проводячи первинну експертизу, експерт відповідає на конкретні питання, які стоять в постанові слідчого або визначенні судом. Додаткову експертизу призначають за недостатньої якості або у разі неповного висновку експерта. Додаткові дослідження пояснюють висновок первинної експертизи. Повторна експертиза може бути призначена, якщо виникли сумніви в кваліфікації експерта, правильності проведення експертизи і т. д.

2.2 Обов'язки, права і відповідальність судового експерта.

Обов'язки, права і відповідальність судового експерта за належне їх виконання та дотримання регламентовані "Інструкцією про призначення та проведення судових експертиз" затвердженою наказом Міністерства юстиції України. У своїй діяльності експерт керується науково–методичними рекомендаціями з питань підготовки та призначення судових експертиз.

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 виходять за межі компетенції експерта або якщо надані йому матеріали недостатні для вирішення поставленого питання, а 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 у присутності підозрюваного, обвинуваченого, підсудного чи сторін у цивільних та арбітражних справах.

Судовий експерт має право:

- знайомитися з матеріалами справи, які стосуються експертизи;
- порушувати клопотання про надання додаткових та нових матеріалів, необхідних 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, про які йому не були поставлені запитання;

- у випадку не згоди 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, які призначили експертизу, що 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 у наданих йому матеріалах неоднозначно;

- розголошувати без дозволу прокурора, слідчого, особи, яка провадить 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 й документи, що є об'єктами експертизи, поза службовим приміщенням.

Експерт складає висновок експертизи від свого імені і несе особисту відповідальність за його правдивість. За надання завчасно 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 провадить дізнання, даних попереднього слідства чи дізнання експерт несе кримінальну відповідальність за статтями Кримінального кодексу України. За злісне ухиляння від явки до органів дізнання та попереднього слідства або суду експерт несе відповідальність за статтями Кодексу України про адміністративні правопорушення.

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.

2.3 Завдання судової автотехнічної експертизи.

Головними завданнями автотехнічної експертизи є:

Установлення несправностей транспортного засобу, які загрожували безпеці руху, причин їх утворення та часу виникнення (до дорожньо-транспортної пригоди чи внаслідок неї або після неї), можливості виявлення несправності звичайно застосованими методами контролю за технічним станом

ТЗ; визначення механізму впливу несправності на виникнення та розвиток пригоди.

Орієнтовний перелік вирішуваних питань:

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

◆ Чи є в досліджуваному ТЗ несправності, які могли бути технічною причиною виникнення ДТП?

◆ Коли, відносно моменту ДТП, її настання чи в процесі її розвитку, виникли дані несправності?

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

◆ Чи мав водій можливість виявити несправність до моменту ДТП?

◆ Чи мав водій технічну можливість запобігти пригоді при наявності даної несправності?

Перед автотехнічною експертизою можуть бути поставлені й інші завдання, вирішення яких пов'язане з дослідженням технічного стану транспортних засобів.

Якщо призначається експертиза технічного стану ТЗ, у постанові (ухвалі) достатньо викласти фабулу справи і обставини, які стосуються особливостей об'єкта дослідження, знання яких може мати значення для експерта, наприклад, чи експлуатувався ТЗ після події; у якому стані перебували деталі (вузли), сполучені з деталями (вузлами), що досліджуються, тощо;

Установлення механізму ДТП та її елементів: швидкості руху (при наявності слідів гальмування та за пошкодженнями), гальмового та зупинного шляхів, траєкторії руху, віддалі, пройденої ТЗ за певні проміжки часу, та інших просторово–динамічних характеристик пригоди.

Орієнтовний перелік вирішуваних питань:

◆ Яка була швидкість ТЗ у різні моменти розвитку ДТП (якщо сліди різної довжини або перериваються, на це слід указати)?

◆ Яка була швидкість ТЗ з урахуванням пошкоджень, які він отримав при зіткненні?

◆ Яка максимально припустима швидкість ТЗ за умови даної видимості дороги (зазначається, якою була видимість дороги)?

◆ Яка максимально припустима швидкість ТЗ на закругленні дороги даного радіуса?

◆ 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 (або) зупинний шлях ТЗ за певної швидкості його руху в умовах даної дорожньої обстановки?

◆ 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 (указується момент виникнення небезпеки), не доїжджаючи до перешкоди (пішохода)?

Установлення відповідності дій водія ТЗ в даній дорожній ситуації технічним вимогам Правил дорожнього руху, наявності у водія технічної можливості запобігти пригоді з моменту виникнення небезпеки, відповідності з технічної точки зору дій водія вимогам Правил дорожнього руху, а також встановлення причинно–наслідкового зв'язку між діями водія та ДТП.

Орієнтовний перелік вирішуваних питань:

◆ Як повинен був діяти водій в даній дорожній обстановці, згідно з технічними вимогами Правил дорожнього руху?

◆ Чи мав водій технічну можливість запобігти наїзду з моменту виникнення небезпеки для руху або з моменту виявлення перешкоди для руху?

◆ Чи відповідали дії водія технічним вимогам Правил дорожнього руху?

◆ Чи були з технічної точки зору дії водія ТЗ у причинному зв'язку з виникненням ДТП?

У постанові (ухвалі) про призначення автотехнічної експертизи повинні бути зазначені дані про параметри і стан дорожньої обстановки, дорожнього покриття та обставини щодо дій учасників події, з яких має виходити експерт при проведенні досліджень (вихідні дані).

При призначенні експертизи обставин ДТП необхідно, зокрема, вказувати: тип покриття дороги (асфальт, ґрунтова тощо), його стан (сухе, мокре, ожеледиця та ін.), ширину проїзної частини, наявність і величину ухилів, наявність дорожніх знаків і розміток у районі ДТП, технічний стан ТЗ та його завантаженість; видимість і оглядовість дороги з місця водія, а в умовах обмеженої видимості – ще й видимість перешкоди; розташування ТЗ по ширині дороги, швидкість його руху (швидкість руху вказується, якщо немає сліду 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 і якщо застосовував, то яка довжина сліду гальмування до задніх коліс автомобіля (якщо сліди розташовані на ділянках дороги з різним покриттям, наприклад на проїзній частині й узбіччі, потрібно зазначити довжину сліду окремо на кожній з ділянок); місце наїзду відносно слідів гальмування (яку відстань пройшов ТЗ у стані гальмування до наїзду чи після наїзду на пішохода; якою частиною ТЗ контактував з пішоходом 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, зазначається: ручним та ножним гальмом чи одним з них (яким саме) гальмував водій; якщо на мотоциклі з коляскою був один пасажир, то де він перебував (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.

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 і отримати висновки щодо кожного з них.

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 у справі.

Разом з постановою (ухвалою) про призначення експертизи експертові за потребою надаються всі матеріали кримінальної, цивільної, господарчої, адміністративної справи.

Якщо слідчий (суд) не може направити експертові всі матеріали справи, він повинен надати: протокол огляду місця події разом зі схемою та іншими додатками; протокол огляду ТЗ; протокол відтворення обстановки і обставин події.

У відділенні автотехнічної експертизи та оцінювальної діяльності НДЕКЦ при УМВС України в Тернопільській області широкого впровадження набуло графічне моделювання з використанням ПЕОМ, як оптимальний спосіб дослідження щодо вирішення окремих задач автотехнічної експертизи.

При дослідженні механізму ДТП використання комп'ютерного графічного моделювання найефективніше під час вирішення наступних задач:

- ◆ визначенні відстані транспортного засобу від місця наїзду (зіткнення) у момент об'єктивно можливого виявлення об'єкту, що створює небезпеку для руху і що з'явився в полі зору водія із-за перешкоди, обмежуючої оглядовість;

- ◆ вирішенні питання про технічну можливість запобігти ДТП при зустрічному зіткненні ТЗ, коли водій, що створив небезпеку для руху, покидав смугу руху зустрічного ТЗ;

- ◆ вирішення питання про технічну спроможність представлених на дослідження вихідних даних.

Метою графічного моделювання є відображення в певному масштабі взаємного розташування учасників ДТП і елементів дорожньої обстановки. Звідси витікає основна вимога, що пред'являється результату моделювання, яке полягає в точній відповідності розмірів графічних моделей, зображених на схемі, розмірам оригіналів і точність передачі взаємного розташування об'єктів. Саме тут виявляється одна з переваг використання пакету «Крим-1», яке полягає у використуванні масштабних, детально промальованих моделей учасників ДТП.

Слід окремо наголосити на можливості виконання за допомогою пакету «Крим-1» масштабної моделі слідової обстановки на місці ДТП. Кожний матеріал пригоди містить в собі схему місця ДТП. Рівень якості виконання цього процесуального документа різний, і часто схема виконується від руки, без дотримання масштабу, що значно ускладнює її розуміння особам, що не мають спеціальної підготовки. Крім того, неточності в розташуванні транспортних засобів і слідів, що є в схемі, можуть дезорієнтувати неспеціаліста і дати йому спотворене уявлення про обстановку на місці ДТП. Щоб підвищити рівень

наглядності і полегшити оцінку схеми як доказу, необхідне виконання масштабної моделі слідової обстановки на місці ДТП.

Область використання пакету «Крим-1» не обмежується лише дослідженням обставин ДТП. Він може бути використаний і при проведенні транспортно-трасологічної експертизи. Одним з основних питань, що вирішуються в ході цього дослідження, є встановлення кута між повздовжніми осями транспортних засобів у момент їх первинного контакту. На даний час використовуються два основні методи – уявне і натурне моделювання, які мають ряд суттєвих недоліків. Так, для виконання натурального моделювання транспортні засоби, що брали участь в ДТП, необхідно доставити один до одного. Крім того, якщо вони мають велику масу, для їх зіставлення необхідно залучення вантажопідйомної техніки. Через ці перешкоди вживання на практиці натурального моделювання у великій мірі пов'язане із значними труднощами.

Цих недоліків позбавлено графічне моделювання, виконуване з використанням графічного пакету «Крим-1». З його допомогою можна створити точну масштабну модель деформацій транспортного засобу.

Перераховані вище, широкі можливості графічного пакету «Крим-1», реалізовані при виконанні експертиз, дозволяють підняти методику виконання висновку на новий якісний ступінь. Цьому сприяє використання сучасних інформаційних технологій, які підвищують точність побудов, що проводяться, і значно візуалізують процес дослідження;

Встановлення транспортно – трасологічної експертизи, вирішення цих завдань здійснюється шляхом дослідження слідів, виявлених на місці ДТП, пошкоджень транспортних засобів. Тому призначати транспортно-трасологічну експертизу доцільно лише тоді, коли є можливість надати експертові об'єкти, які перебували в контакті, або матеріали справи, у яких зафіксовано сліди.

Головним завданням експертизи є:

- ідентифікація за слідами, залишеними ТЗ, певного його екземпляра або встановлення його типу, моделі;
- визначення взаємного розташування ТЗ в момент їх контактування;
- визначення місця зіткнення ТЗ і місця наїзду на перешкоду (пішохода), встановлення механізму утворення слідів;
- розташування ТЗ відносно проїзної частини на момент контактування.

Орієнтовний перелік вирішуваних питань:

- ◆ Чи залишені певні сліди (вказуються, які саме і на чому) ходовими частинами (колесами, шинами, гусеницями тощо) даного ТЗ?
- ◆ Який механізм контактування ТЗ?
- ◆ Чи залишені сліди певними частинами даного ТЗ, що виступають?
- ◆ До якого типу (марки, моделі) належить ТЗ, яким залишено дані сліди?
- ◆ Якими були взаємне розташування транспортних засобів під час їх зіткнення?
- ◆ Яким було взаємне розташування ТЗ і перешкоди (пішохода) під час наїзду на останню (останнього)?
- ◆ Який механізм контактування пішохода та ТЗ? Хто з осіб, які перебували в ТЗ під час ДТП (вказуються прізвища, ім'я та по батькові осіб), перебував за кермом?

Для вирішення питань про взаємне розташування ТЗ і потерпілого та про особу, яка керувала ТЗ, призначається комплексна судово–медична, транспортно–трасологічна експертиза.

- ◆ Який з транспортних засобів під час їх зіткнення стояв, а який рухався?
- ◆ На якому місці дороги сталося зіткнення транспортних засобів (наїзд на пішохода)?
- ◆ Який механізм утворення слідів (удар, ковзання тощо)?
- ◆ У якому напрямку відносно слідосприймальної поверхні рухався ТЗ?

Для вирішення зазначених питань експертові надаються самі слідоутворювальні об'єкти (шини, деталі, що виступають, тощо) або експериментальні зліпки цих об'єктів (експериментальні відбитки шин на папері); предмети, на яких залишились сліди зазначених об'єктів, або зліпки (масштабні фотознімки) цих слідів, а також протоколи огляду місця події з усіма додатками до них.

Якщо досліджуються сліди ТЗ на одязі (взутті) потерпілого, надається також акт судово–медичного дослідження пошкоджень на його тілі.

Кожна експертиза зіткнення автомобіля включає вирішення питань по визначенню місця розташування ударів, положення автомобіля в момент зіткнення і швидкості його руху перед зіткненням. Таке рішення базується на знаннях конструкції автомобіля, розуміння законів механіки і уміння правильно оцінити пошкодження автомобіля. Ці три фактори мають важливе значення при аналізі зіткнення.

Аналіз дорожньо–транспортних пригод потребує певних знань, візуальних вивчень, деяких вимірів, а також логічних аналізів. Кожна пригода має характерні особливості слідів і пошкоджень, і при аналізі експерту необхідно відпрацювати індивідуальний підхід кожному випадку пригоди, що забезпечує успіх експертизи.

В кожному випадку експерт повинен перевірити напрям слідів з наслідком пошкодження автомобіля з його припущенням щодо причин зіткнення. Можливо при цьому експерт прийде до висновку, що повинні бути інші сліди, яких немає на місці зіткнення. Це буде вирішальною перевіркою аналізу пригоди. Якщо автомобілі зіткнулись так, як допускає експерт, то сліди та пошкодження повинні підтверджувати його припущення, а не протирічати йому.

Правила встановлення аварійної обстановки легко продемонструвати, що відбувається з автомобілем при гальмуванні легко перевірити на будь якому автомобілі, в тому числі і на моделях автомобіля. Особливу цікавість представляє автомобіль при блокуванні усіх коліс.

Моделі автомобілів дозволяють добре імітувати поведінку автомобіля, коли одне або два колеса блокуванні. Особливу цікавість представляє вивчення поведінки автомобіля на дорозі покритій льодом.

При розгляді зіткнення автомобіля необхідно дотримуватися основного правила вивчення лівої і правої частин пошкодженого автомобіля, якщо дивитись з місця водія, керуючий автомобілем. Це дуже важливо, так як у багатьох заключеннях експертів відбувається плутанина у визначенні правої та лівої частини автомобіля. Ліва сторона автомобіля – це сторона, де знаходиться водій, а права сторона – де знаходиться пасажир, сидячий разом з водієм.

Визначення ринкової вартості дорожніх транспортних засобів (Автотоварознавча експертиза), їх складових, а також розміру вартості матеріальних збитків, заподіяних власнику ДТЗ унаслідок пошкодження останнього. Перед автотоварознавчою експертизою можуть ставитись також питання про складові основного завдання або споріднені з ним, якщо такі питання мають значення для цивільно–правових і адміністративно–правових відносин, пов’язаних з придбанням і експлуатацією дорожньо–транспортних засобів.

Орієнтовний перелік вирішуваних питань:

◆ Яка ринкова вартість дорожнього транспортного засобу (зазначається його марка, модель і державний реєстраційний номер) на дату оцінки (указується дата, на яку визначається його вартість)?

◆ Яка вартість дорожнього транспортного засобу (зазначаються марка, модель ДТЗ і ідентифікаційний номер), його складових, що ввозяться на митну територію України, на дату оцінки (вказується дата, на яку визначається його вартість)?

◆ Яке значення складає величина втрати товарної вартості ДТЗ на дату оцінки (указується дата, на яку визначається його вартість)?

◆ Яка утилізаційна вартість дорожнього транспортного засобу (зазначаються його марка, модель і державний реєстраційний або ідентифікаційний номер) на дату оцінки (указується дата, на яку визначається його вартість)?

◆ Яка скрапова вартість ДТЗ (зазначаються його марка, модель і державний реєстраційний або ідентифікаційний номер) на дату оцінки (указується дата, на яку визначається його вартість)?

◆ Яка ліквідаційна вартість ДТЗ (зазначаються його марка, модель і державний або ідентифікаційний номер) на дату оцінки (указується дата, на яку визначається його вартість)?

◆ Яка вартість матеріального збитку (шкоди), завдана власнику дорожнього транспортного засобу (зазначаються прізвище, ім’я та по батькові власника, марка, модель ДТЗ, його державний реєстраційний номер) внаслідок (зазначається подія, що призвела до матеріальної шкоди), на дату оцінки (указується дата, на яку визначається вартість)?

◆ Чи укомплектовано ДТЗ відповідно до нормативно–технічної документації підприємства–виробника? Якщо ні, то в чому саме полягає неукомплектованість?

◆ Яка дата виготовлення даного ДТЗ (його складової)?

◆ До якого типу належить даний двигун, які його основні характеристики?

◆ Чи можливо провести ремонтно–відновлювальні роботи пошкодженого ДТЗ (його складових)? Якщо можливо, то який обсяг, характер і вартість цих робіт на дату оцінки (указується дата, на яку проводиться оцінка майна)?

◆ Яке значення складає коефіцієнт фізичного зносу складових зазначеного ДТЗ?

◆ Яке значення складає процентний показник ринкової вартості ДТЗ?

◆ Чи відповідає якість виконаних ремонтно–відновлювальних робіт нормативним вимогам?

◆ Якому коду товарів відповідає ДТЗ згідно з Українським класифікатором товарів зовнішньоекономічної діяльності?

На дослідження експертові надаються ДТЗ та документація, що стосується його реєстрації, матеріали розслідування події, що призвела до матеріальної шкоди, а також документи, в яких зафіксовані інші вихідні дані, необхідні для вирішення поставленого питання.

У разі потреби виклик зацікавлених осіб на технічний огляд ДТЗ здійснюється замовником експертизи із зазначенням дати, місця та часу проведення огляду (після їх узгодження з експертом).

Особа або орган, які призначили експертизу повинні забезпечити можливість огляду ДТЗ та належні безпечні умови (освітлення, вільний доступ, можливість огляду ДТЗ з різних боків тощо).

Перед автотехнічною експертизою можуть бути поставлені й інші запитання, вирішення яких пов'язане з дослідженням технічного стану транспортного засобу, дорожньої обстановки і дій учасників дорожньої події.

Для проведення судової автотехнічної експертизи в розпорядження експерта повинні бути надані такі основні матеріали:

- постанова слідчого (ухвала суду) про призначення експертизи;
- протокол огляду місця ДТП;
- схема ДТП;
- протокол огляду і перевірки технічного стану транспортного засобу;
- довідка по ДТП; і додаткові:
- протокол слідчого експерименту (якщо він проводився);
- довідка метеослужби про погоду;
- довідка про форму і стан дорожнього покриття в зоні ДТП;
- відомості про роботу світлофорів;
- протоколи допиту свідків.

У постанові (ухвалі) про призначення експертизи вказуються такі дані:

- 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, порівняльних матеріалів, а також матеріалів, направлених експертові для ознайомлення, або посилання на такі переліки, які є в матеріалах справи;
- інші дані, які мають значення для проведення експертизи.

У разі призначення додаткової або повторної експертизи, крім вищезазначених матеріалів експертові надсилаються також висновки попередніх

експертиз з усіма додатками, а також додаткові матеріали, що стосуються предмета експертизи, які були зібрані після надання первинного висновку. У постанові (ухвалі) про призначення додаткової та повторної експертизи зазначаються мотиви й підстави їх призначення.

Протокол огляду місця ДТП містить опис і характеристику всіх елементів місця пригоди, який складає черговий по підрозділу ДАІ або інспектор дорожньо–патрульної служби, котрі повинні прибути на місце ДТП.

Схема ДТП є планом місцевості з графічним зображенням обстановки пригоди. Вона фіксує не тільки координати транспортних засобів і пішоходів після пригоди, їх приблизне розміщення перед пригодою, а також напрямок (траєкторію) руху. Схема повинна бути виконана в масштабі.

Протокол огляду і перевірки технічного стану транспортних засобів фіксує технічні несправності і пошкодження, виявлені при огляді цих засобів. Несправності можуть бути причиною ДТП, а пошкодження – його наслідком. Особливу увагу приділяють технічному стану агрегатів і систем автомобіля які безпосередньо впливають на безпеку: рульове керування, шини, гальмівна система, підвіска, система освітлення і сигналізації.

Довідка по ДТП містить відомості про час і місце пригоди, адресу лікувальної установи, куди направлені особи, що постраждали, їхні прізвища і місця проживання, інформацію про автомобілі, що брали участь в пригоді і їх водіїв. При цьому використовуються дані, які добуті в результаті огляду місця пригоди, а також опитування учасників пригоди та свідків.

2.4 Етапи експертизи і висновок експерта.

Експертні дослідження являють собою сполучення логічного аналізу і інженерних розрахунків. У більшості випадків процес проведення судової автотехнічної експертизи можна розділити на такі етапи:

- 1) ознайомлення з постановою, вивчення матеріалів справи;
- 2) побудова інформаційної моделі ДТП, що досліджується;
- 3) проведення розрахунків, складання графіків і схем;
- 4) оцінка проведених досліджень, уточнення початкової (первинної) моделі ДТП;
- 5) формулювання висновків і оформлення акту експертизи.

Отримавши постанову про призначення експертизи експерт–автотехнік знайомиться з її змістом, вивчає фабулу пригоди у тому вигляді, в якому вона подана слідчим (судом) і питання, на які необхідно відповісти. Потім експерт аналізує матеріали кримінальної справи і систематизує їх у послідовності, зручній для майбутнього дослідження. Він подумки відтворює черговість, подій в ході ДТП і дії його учасників. Згідно з постановою і матеріалами справи намічає приблизну модель пригоди, що досліджується.

Досліджуючи ДТП, експерт–автотехнік проводить розрахунки для визначення параметрів руху пішоходів і транспортних засобів. Необхідні дані він бере із постанови (ухвали), а також довідників, нормативних актів, інструкцій і інших джерел. До таких даних зокрема відносяться розміри автомобіля та його маса, показники тягової динамічності, коефіцієнт зачеплення

шин з дорогою, час реакції водія, час спрацювання гальмівного привода, ККД трансмісії, коефіцієнт опору повітря тощо. При розрахунку можуть використовуватися аналітичні, графо–аналітичні і графічні методи.

Оцінюючи результати, отримані на основі розрахунків, експерту інколи доводиться змінювати первинну модель ДТП або повністю відмовлятися від неї і розробляти нову модель, яка узгоджувалася б з результатами проведених досліджень.

Висновок (акт) експертизи складається з трьох частин: 1) вступної; 2) досліджуваної; 3) висновків дослідження.

У вступній частині вказуються назва експертизи, її порядковий номер, вид (комісійна, додаткова, повторна і т. д.), особа або орган, які призначили експертизу, дані про експерта (посада, прізвище, освіта, стаж роботи тощо), дати надходження матеріалів і підписання висновку, найменування матеріалів, що надійшли на експертизу, обставини справи, питання, які належить вирішити експертові, попередження експерта про кримінальну відповідальність за надання за відомо неправдивого висновку, довідково–нормативні документи та методична література, які використовувались експертом при вирішенні поставлених питань.

У дослідницькій частині висновку експертизи описується процес дослідження та його результати, а також дається обґрунтування висновку експерта. Кожному питанню, яке вирішується експертом, має відповідати певний розділ дослідницької частини.

У заключній частині висновки дослідження викладаються у вигляді відповідей на поставлені питання в тій послідовності, в якій вони викладені у його вступній частині. На кожне з поставлених питань має бути дано відповідь по суті або вказано, з яких причин неможливо його вирішити.

2.5 Службове розслідування ДТП в автотранспортних підприємствах.

Службове розслідування і розбір дорожньо–транспортних пригод проводиться згідно з "Типовим положенням про Систему управління безпекою руху на автомобільному транспорті (на всіх рівнях – міністерство – підприємство)" затвердженого наказом Міністерства транспорту України №877 від 12. 11. 2003р. Положення встановлює єдиний порядок проведення службового розслідування і розбору ДТП для підприємств, їх об'єднань, установ і організацій незалежно від форм власності та господарювання що мають транспортні засоби, які беруть участь у дорожньому русі.

Службовому розслідуванню підлягають усі ДТП за участю рухомого складу підприємств.

Метою службового розслідування є:

- 1) визначення обставин і умов виникнення ДТП;
- 2) виявлення порушення норм і правил безпеки дорожнього руху, які потягнули за собою ДТП чи сприяли їх виникненню;
- 3) розробка заходів по профілактиці аварійності на автомобільному транспорті.

Службове розслідування ДТП проводиться у взаємодії з працівниками ДАІ, органами дізнання, слідства, експертизи і, в необхідних випадках організацій відповідальних за стан доріг, дорожніх споруд, державними інспекторами з охорони праці.

Службове розслідування проводиться:

– ДТП за участю транспорту підприємств, в яких ніхто не загинув, і кількість травмованих не перевищує двох осіб, – підприємствами в термін до трьох діб;

– ДТП за участю транспорту підприємств, в яких загинуло до 5 осіб або травмовано від 3 до 10 осіб, – державним департаментом автомобільного транспорту в термін до 5 діб;

– ДТП за участю транспорту підприємств, в яких загинуло до 5 і більше осіб, або травмовано 10 і більше осіб, – Міністерством транспорту і зв'язку в термін до 10 діб.

Якщо ДТП зв'язана з незадовільним станом або поганим обладнанням доріг для участі в службовому розслідуванні запрошують керівники відповідних дорожніх і комунальних організацій.

Для проведення службового розслідування створюється комісія на чолі фахівців служб та відділів підприємства (безпеки дорожнього руху, перевезень, відділу кадрів, інженерно–технічного, планово–економічних та інших). Окрім того на автотранспортному підприємстві запроваджується посада інженера з безпеки руху, який безпосередньо опікується дорожньо–транспортними пригодами.

Отримавши повідомлення про виникнення ДТП, керівник підприємства й інженер по безпеці руху негайно виїжджають на місце пригоди. **Посадова особа, яка веде службове розслідування, повинна:**

– оглянути місце ДТП і пошкоджені транспортні засоби;

– сфотографувати загальний вигляд місця ДТП, розміщення транспортних засобів, що брали в ній участь, сліди гальмування незадовільні дорожні умови, якщо такі виявлені;

– уточнити необхідні дані у водіїв, їх пояснення для пізнання обставин ДТП.

З дозволу слідчих органів потрібно:

– ознайомитись з протоколом огляду місця пригоди і транспортних засобів, схемою ДТП і в необхідному випадку зняти з неї копію;

– перевірити посвідчення водія, технічний паспорт, товарно –транспортну документацію і інше.

Необхідно встановити:

1) дату, точний час, місце виникнення ДТП (вулиця, район, номер дороги), назву організації, яка обслуговує дану дільницю, кілометр дороги або віддаль до найближчого населеного пункту;

2) марки (моделі) і номерні знаки транспортних засобів, що брали участь в ДТП;

3) кількість тих що загинули і травмованих;

4) характер і ступінь ушкоджень транспортних засобів;

5) прізвище, ініціали, клас і стаж водія;

- 6) стан кожного водія – здоровий, тверезий, втомлений (на основі висновку лікаря);
- 7) на якій годині роботи водія виникла ДТП;
- 8) мета поїздки, вид перевезень (міжнародні, міжміські, приміські); чи по призначенню використовувався транспортний засіб;
- 9) вид ДТП і причина його виникнення;
- 10) погодні умови (дощ, сніг, туман);
- 11) дорожні умови (вид покриття, стан проїжджої частини, наявність дорожніх знаків).

Потрібно також з'ясувати:

- обставини ДТП;
- порушення, що сприяли виникненню ДТП;
- осіб, що спонукали виникнення пригоди;
- відповідність дій водія ПДР;
- можливий вплив дорожніх умов на виникнення ДТП.

Необхідно перевірити стан роботи по забезпеченню безпеки дорожнього руху в АТП, зокрема:

- 1) чи здійснюється контроль за роботою водіїв на лінії, за їх виходом і поверненням в АТП;
- 2) чи вживаються заходи до встановлення місця знаходження водіїв, які вчасно не повернулися в парк;
- 3) чи дотримується режим роботи і відпочинку водія;
- 4) чи були до цього випадку у водія порушення дисципліни;
- 5) як організоване в АТП навчання і підвищення в кваліфікації у водіїв;
- 6) які заходи вживаються до водіїв порушників;
- 7) при яких обставинах водій виявився у стані сп'яніння за кермом (якщо це було встановлено);
- 8) чи досліджувались дорожні умови на маршрутах роботи транспортних засобів даного АТП і чи вживалися заходи для усунення виявлених недоліків;
- 9) чи нормувались швидкості руху на маршрутах;
- 10) чи відповідає технічний стан автомобіля вимогам БДР перед виїздом в рейс, хто контролював і хто проводив технічне обслуговування;
- 11) як в АТП організовані ТО і ТР автомобілів, чи є випадки надлишку пробігу між ТО–1 і ТО–2;
- 12) чи зберігається в АТП встановлений порядок стажування водіїв. Щодо тих ДТП, у яких були постраждалі, за результатами службового розслідування складається акт. Він, як правило, містить вступну частину, чотири розділи і висновки. У вступній частині вказують склад комісії, що проводить службове розслідування, моделі і номери транспортних засобів, що брали участь у ДТП, їх відомчу приналежність, місце, обставини і наслідки ДТП.

В І–му розділі "Відомості про водіїв" вказують прізвище, ім'я, вік кожного водія, класність, стаж роботи водієм і в даному АТП, час роботи на транспортному засобі даної моделі, стан здоров'я водіїв в момент ДТП, відомості про проходження медогляду водієм перед виїздом на лінію, на якій годині роботи трапилась пригода, чи були раніше у водія стягнення від адміністрації і органів ДАІ, чи траплялись з ним раніше ДТП.

В II–му розділі "Відомості про транспортні засоби" вказують дані про технічний стан транспортних засобів, що брали участь в ДТП (тип, марка, рік випуску, пробіг загальний і після ТО з відміткою часу його проведення).

В III–му розділі "Стан профілактичної роботи по попередженню дорожньо–транспортних пригод" вказують, як правило, недоліки, які сприяли виникненню ДТП.

В IV–му розділі "Відомості про дорожні умови" повинні вказуватись, ширина проїжджої частини дороги і обочини, покриття дороги і його стан і момент ДТП, умови видимості, наявність дефектів дороги, якщо вони є і наявність дорожніх знаків.

У частині "Висновки" зазначають причини виникнення ДТП.

До акту службового розслідування додають:

- схему ДТП, фотографії місця ДТП і транспортних засобів;
- списки постраждалих (загиблих і поранених);
- матеріали розслідування АТП, пояснення працівників, копії наказів по АТП з висновками і конкретними заходами по попередженню ДТП.

Створена комісія в тижневий строк здійснює зазначену перевірку, оцінює стан безпеки, готує пропозиції щодо покращення роботи у цій сфері надає акт перевірки органу, який проводить службове розслідування.

Орган, який проводить службове розслідування розглядає стан безпеки на комісії з безпеки дорожнього руху і готує відповідні рішення, пропозиції і заходи. Так, ДТП за участю транспорту підприємств, в яких ніхто не загинув, а кількість травмованих не перевищує двох осіб у тижневий строк після закінчення службового розслідування розглядається на позачергових засіданнях комісії з безпеки руху підприємства. ДТП в яких загинуло до 5 осіб або травмовано від 2 до 10 осіб у тижневий строк розглядається на позачергових засіданнях комісії з безпеки руху державного департаменту автомобільного транспорту, а ДТП, в яких загинуло 5 і більше осіб двотижневий строк на позачергових засіданнях комісії з безпеки руху Міністерства зв'язку і транспорту.

За результатами службового розслідування та розгляду матеріалів ДТП на комісії з безпеки руху орган, який призначив службове розслідування і десятиденний строк видає наказ, в якому передбачає заходи, спрямовані на попередження аварійності на автомобільному транспорті.

Лекція 3

3. ГАЛЬМУВАННЯ І КОВЗАННЯ.

- 3.1 Процес гальмування.
- 3.2 Сила ковзання.
- 3.3 Сили зчеплення.
- 3.4 Коефіцієнт зчеплення.
- 3.5 Вимір коефіцієнта зчеплення.
- 3.6 Гальмівний шлях залежно від швидкості.
- 3.7 Визначення швидкості слідами ковзання.
- 3.8 Гальмування на настилах.
- 3.9 Облік втрати ефективності гальм.

3.1 Процес гальмування.

Більшість зіткнень відбуваються тому, що автомобіль не може зупинитися досить швидко. Цей факт в основному переважає при дорожньо–транспортних випадках, тому слід розглянути гальмівну систему автомобіля з метою з'ясування характерних особливостей процесу гальмування.

В процесі гальмування кінетична енергія автомобіля зменшується і переходить в теплову. При спрацьовуванні гальм гальмівні колодки притискаються до гальмівного барабана, що обертається, і сили тертя, що виникають між ними, уповільнюють рух автомобіля. Тертя між колодками і барабаном доводить до збільшення їх температури, і таким чином, уповільнення руху автомобіля відбувається в результаті переходу кінетичної енергії в теплову.

Збільшення сили притиснення колодок до барабана прискорює процес гальмування до повної зупинки автомобіля. Якщо ж колодки притиснуті до барабана дуже сильно, то гальмівний барабан і колесо припиняють обертатися, хоча автомобіль продовжує рухатися. Кінетична енергія повинна тепер розсіюватися між шинами і поверхнею дороги, це явище називається ковзанням. Слід пам'ятати, що ковзання має свої особливості. Ковзання є незвичайним процесом гальмування, і хоча воно має важливе значення в цій роботі, багато хто підходить до ковзання більш теоретично, ніж практично. Тому спочатку розглянемо поведінку гальмівного автомобіля за відсутності ковзання, оскільки це найбільш знайомо і зрозуміло. Надалі буде видно, якою мірою поведінка ковзаючого автомобіля відрізняється від нековзаючого. При гальмуванні передня частина автомобіля опускається, що пояснюється дією моменту, зчеплення, що утворюється силами прикладеними в контактні шин з дорогою, і силою інерції, прикладеної в центрі автомобіля. Пружні елементи передньої і задньої підвіски протидіють цьому моменту, прагнучи обернути автомобіль в подовжній вертикальній площині довкола його центру ваги. Чим більше уповільнення, тим більше просідання передньої підвіски. Цей факт слід пам'ятати при розгляді аварії автомобіля, коли буфер одного автомобіля ударяє в інший автомобіль. Якщо водій гальмував до зіткнення, то передній буфер

цього автомобіля був нижчий за нормальне положення. При звичайному нековзному гальмуванні автомобіль добре керується. Якщо ж передні колеса почнуть ковзати, то автомобіль перестає бути керованим. Це відбувається тому, що елементи бігової доріжки протектора колеса, що обертається, деформуються в бічному напрямі в зоні контакту шини з дорогою у міру того, як вони входять в цей контакт. Ця деформація створює плавне кутове переміщення зони контакту, що дозволяє колесам бути керованими при їх обертанні. Коли ж колесо ковзає, ця деформація елементів контакту шини припиняється із–за зупинки її обертання і таким чином кутове переміщення зони контакту зникає. При цьому колесо може ковзати в бічному напрямі так само легко, як і в повздовжньому. Це означає, що колесо перестає бути керованим.

Це можна продемонструвати на іграшковому автомобілі з керованими колесами. Якщо закріпити керовані колеса так, щоб вони залишилися поверненими, а потім штовхнути автомобіль ззаду, то він рухатиметься по колу. Тепер залишити керовані колеса в тому ж положенні і всі колеса закріпити так, щоб вони не оберталися. Штовхнути автомобіль ще раз. Тепер він ковзатиме в прямому напрямі, хоча передні колеса повернені.

Відмінність між керованим і некерованим автомобілями полягає в бічній деформації елементів протектора шини в зоні контакту. Ця деформація викликається бічною силою, здатною змінити напрям руху автомобіля. Якщо не можна реалізувати бічну силу, то управління втрачене. Коли колесо перестає обертатися і починає ковзати, бічні деформації елементів протектора шини зникають. Іншими словами, коли колесо ковзає, воно не може бути керованим. Це частенько наводить до того, що один автомобіль при ковзанні стикається з іншим. Водій може намагатися зробити все можливе для зупинки автомобіля і в той же час уникнути удару об інший автомобіль, але втрата управління в результаті ковзання коліс виключає все інше, окрім прямолінійного руху автомобіля. І хоча водій матиме час, для того, щоб уникнути зіткнення при ковзанні автомобіля на дорозі 30 м, і він намагатиметься зробити це, але якщо колеса автомобіля ковзають, то ці спроби не увінчаються успіхом.

При повороті одиночного автомобіля слід задніх коліс завжди має менший радіус, чим радіус траєкторії передніх коліс. Це особливо помітно у вантажних автомобілів з великою базою. Водій повинен повертати такий автомобіль із запасом, аби запобігти удару задніх коліс об бордюрний камінь тротуару. Цю особливість необхідно пам'ятати при вивченні слідів шин на м'якій брудній дорозі. Внутрішні (по відношенню до центру повороту) сліди завжди належать заднім колесам. Це дійсно лише в разі відсутності ковзання коліс.

Якщо водій блокує колеса гальмами при русі на повороті, автомобіль ковзатиме в бічному напрямі убік від центру повороту із–за втрати керованості.

3.2 Сила ковзання.

Кожен, хто має відношення до експертизи, зіткнеться із слідами ковзання, які є в 90% випадків. Слід пам'ятати, що ковзання при гальмуванні є не звичайним методом, вживаним для зупинки автомобіля. Ковзання викликається

різким гальмуванням або панічним гальмуванням. Крім того, автомобіль з ковзаючими колесами не керований. Він продовжуватиме рух в тому напрямі, в якому він рухався в мить, коли колеса при гальмуванні перестали обертатися. Сліди ковзання можуть і не бути прямими, тому що автомобіль може обертатися або крутитися під час ковзання. Це може відбуватися тоді, коли автомобіль рухався на повороті або якщо колеса ковзають по дорозі і залишають криву форму траєкторій слідів, що вказуватиме на повороти автомобіля довкола свого центру ваги, траєкторія руху якого матиме форму прямої.

Центром ваги автомобіля називається крапка, до якої прикладена рівнодійна ваги автомобіля. Крім того, центр ваги є також центром обертання автомобіля. Коли автомобіль крутиться на слизькій дорозі, то він обертається довкола центру ваги частіше, чим довкола переднього або заднього буфера. Якщо прослідити траєкторію руху центру ваги автомобіля, коли шини автомобіля ковзають по дорозі, то отримавши траєкторію руху всього автомобіля. В більшості випадків включаючи зигзагоподібні форми траєкторій слідів, відмітимо, що автомобіль ковзав як в прямолінійному напрямі, так і одночасно обертався довкола свого центру ваги.

Сліди ковзання – це результат ковзання шин по поверхні дороги. В разі ковзаючого контакту матеріал м'якої поверхні переноситиметься на тверду. Так, при ковзанні шини по цементобетонній поверхні дороги м'якший матеріал шини зношуватиметься і переноситиметься на твердий бетон. При цьому залишатимуться на бетоні чорні сліди. І навпаки, коли автомобіль ковзає по м'якій брудній дорозі, на її поверхні утворюватимуться канавки такої ж ширини, як і ширина контакту шини з дорогою. Ці канавки і будуть слідами ковзання.

При ковзанні шини по леді відбувається деяке розтоплення поверхні льоду в місцях ковзання. Ці місця знову підморожувалися, хоча і мають декілька свіжіший вигляд, ніж остання поверхня льоду. Ці сліди також є слідами ковзання і декілька нагадують сліди, що залишаються на льоду ковзаннями. Інколи їх досить важко відмітити, але якщо експерт ретельно огляне місце, де, на його думку, ці сліди мають бути, він неодмінно їх виявить.

Всі вищеописані сліди є слідами ковзання, і всі вони були викликані ковзаючим контактом між шинами автомобіля і поверхнею дороги.

На заповнених дорогах часто зустрічаються комбінації слідів стертого пилу і часткового стирання шин на поверхні дороги. Дорожнє покриття в цьому випадку виглядає у вигляді очищених смуг ковзання шин, злегка покритих шаром гуми.

Передня частина зони контакту шини очищає бруд і пил з поверхні дороги, а гума задньої частини зони контакту в результаті зносу залишається на дорожньому покритті.

Сліди ковзання дуже важливі, оскільки вони визначають траєкторію руху автомобіля до зіткнення, а інколи і після. Вони можуть також використовуватися для визначення швидкості руху автомобіля перед зіткненням. Експерт повинен вивчити зовнішній вигляд слідів на дорожньому покритті.

Сліди ковзання можуть бути світлими і темними, прямими або кривими, безперервними або переривистими. Якщо сліди ковзання прямі і безперервні, то це вказує, що одне або два колеса залишили виразніші сліди на дорожньому покритті, тоді як останні колеса не залишили яких-небудь характерних слідів.

Деякі колеса при ковзанні могли бути навантажені переважно вагою автомобіля, але це не робить впливу на гальмівні якості автомобіля.

Якщо сліди ковзання мають криву форму траєкторії, то це зовсім не означає, що автомобіль був керованим при ковзанні його коліс. Це означає, що автомобіль обертався при ковзанні його коліс. Автомобіль може крутитися при ковзанні коліс (рис. 3.1), і це обертання залишить пересічні сліди ковзання коліс. Такі сліди інколи називаються відцентровими слідами ковзання. Не рахуючи слідів ковзання, що мають чітко виражену форму кривої, слід ковзання коліс представляє пряму лінію. Крива форма слідів (рис. 3.2) ковзання вказує на те, що на автомобіль при цьому діяли зовнішні сили – вітер, бічний нахил дороги, а інколи інші зовнішні дії відхиляють автомобіль від руху в прямому напрямі, або сліди ковзання можуть утворюватися при розгоні або при бічному заносі, що буде розглянуте нижче.

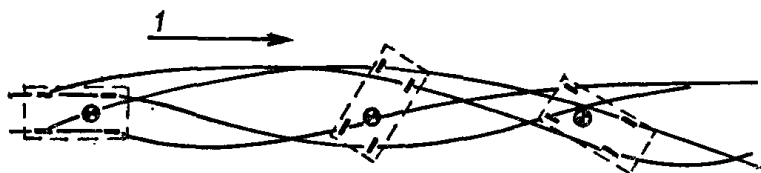


Рис. 3.1. Відцентрові сліди ковзання шин, залишені автомобілем, що обертається:

1 – напрям руху. Центр ваги автомобіля рухається прямолінійно.

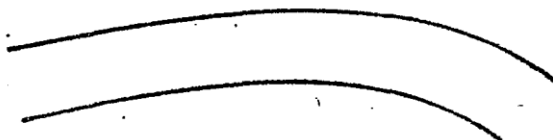


Рис. 3.2. Сліди ковзання, що мають форму кривої.

Відцентрові сліди ковзання не представляють для експерта незвичайного явища, така форма слідів пояснюється тим, що автомобіль обертається при ковзанні його коліс. При цьому величина кінетичної енергії, що розсіюється при ковзанні кожним колесом, у будь-який момент часу відрізняється від величини енергії розсіюваною останніми трьома колесами. Ці колеса рухатимуться швидше, оскільки вони знаходяться в такому русі, при якому до обертання автомобіля додається його поступальний рух. У другій половині повороту вони рухатимуться повільніше, оскільки при цьому обертальний рух віднімається від поступального. Кількість енергії, що розсіюється кожною шиною протягом ковзання при обертанні автомобіля, весь час змінюється. При цьому слід пам'ятати: якщо передня права шин уповільнює рух, то ліва задня шина прискорюватиме рух так, що величина всієї енергії, що розсіюється всіма чотирма колесами, залишатиметься колишньою. При відцентровому ковзанні кожна шина проходить більшу дорогу, але колеса автомобіля повинні припинити як його обертання, так і поступальний рух.

Математичною назвою кривої, що описується кожною шиною при відцентровому ковзанні, служить циклоїда.

Є також інший тип криволінійної траєкторії слідів ковзання, так званим відцентровим ковзанням. Це сліди ковзання, що залишаються автомобілем, який здійснює різкий поворот або поворот з великою швидкістю і малим радіусом.

Такі сліди ковзання мають форму кривої, при цьому шини все ще обертаються і автомобіль керується.

Інколи експерт намагається визначити швидкість автомобіля, який залишає подібні сліди, шляхом визначення радіусу і повороту. Швидкість, з якою шина може залишати відцентрові сліди або сліди бічного заносу, може дорівнювати половині критичної швидкості. Такий бічний занос визначає фактичний радіус повороту автомобіля. Якщо тиск повітря в шині знижений, сліди ковзання при бічному заносі виникають при нижчій швидкості. Якщо автомобіль важко навантажений, такі сліди також утворюватимуться на низьких швидкостях. Аби зрозуміти, чому це відбувається, слід вивчити дійсні причини виникнення відцентрових слідів ковзання і слідів ковзання при бічному заносі.

Відомо, що при коченні шини зона контакту деформується і стає рівною, а в процесі цього бічні частини бігової доріжки в зоні контакту декілька переміщуються в бічних напрямках від центру контакту. Це означає, що при деформації шини бічні елементи зони контакту злегка прослизують в бічному напрямі по поверхні дороги. При більшому навантаженні шини (при однаковому внутрішньому тиску повітря) відбувається і велика її деформація і таким чином більше її прослизання бічних елементів в зоні контакту. Якщо навантаження на шину збільшується, а внутрішній тиск повітря знижується, то бічне прослизання елементів в зоні контакту буде сповна достатнім, аби залишати частину зношеної при цьому протекторної гуми у вигляді слідів на дорожньому покритті. Це і є сліди прослизання в зоні контакту шин. Якщо рухатися при одній спущеній шині, не повертаючи рульове колесо, можна відмітити такий же характер слідів, що залишаються цією шиною, як і при прослизанні в зоні контакту шин. Іноколи на дорозі можна бачити такі сліди впродовж багатьох кілометрів. Вони зазвичай залишаються після руху автопоїзда з спущеною шиною причепа або напівпричепа.

Швидкість, при якій утворюються сліди прослизання шин при бічному заносі автомобіля при русі на поворотах, залежить від швидкості руху автомобіля, внутрішнього тиску повітря в шинах, повної ваги автомобіля, розподілу навантаження по колесах, характеристики пружних елементів підвіски.

Єдиним методом визначення швидкості, при якій даний автомобіль залишає відцентрові сліди ковзання шин або сліди ковзання при бічному заносі на повороті певного радіусу, є проведення випробування автомобіля на різних швидкостях. І при цьому необхідно переконатися, що тиск повітря в шинах не змінився.

Деякі сліди ковзання можуть бути переривистими від початку ковзання до місця зіткнення. Автомобіль може залишати такі сліди за певних умов.

Інколи це пояснюється підстрибуванням коліс автомобіля або сліди залишаються на частково мокрій дорозі. При неправильно розточеному гальмівному барабані (з биттям робочої поверхні) колеса поперемінно блокуються і обертаються, що наводить до утворення переривистих слідів ковзання (рис. 3.3). Зазвичай такі відхилення при ковзанні можуть не враховуватися, але вони показують, що в автомобіля часткова ефективність гальм.

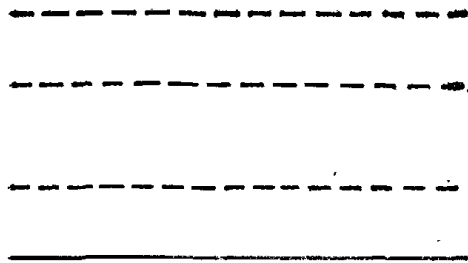


Рис. 3.3. Переривисті сліди ковзання шин.

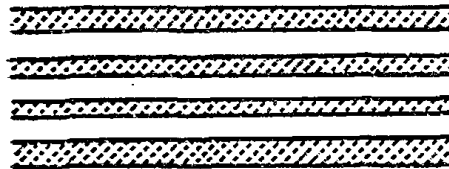


Рис. 3.4. Сліди ковзання, залишені шиною з глибокими канавками малюнка протектора.

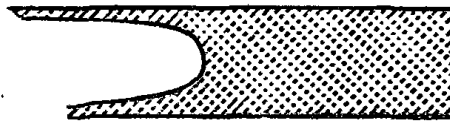


Рис. 3.5. Типовий слід ковзання «лисої» покриття.

Інколи слід ковзання шини може виглядати суцільною одною або двома смугами. При ковзанні шини по твердій дорожній поверхні відбувається знос протектора в зоні контакту шини з дорогою. Тиск, з яким шина впливає на дорогу, змінюється в поперечному напрямі зони контакту шини. В бічних кінцях зони контакту тиск вищий, ніж в середині.

Оскільки в бічних кінцях зони контакту тиск вищий, то ці бічні частини зони контакту стираються раніше при ковзанні, чим центральна частина.

Це означає, що ковзаюча шина може залишати на дорожньому покритті дві смужки – від зносу двох бічних частин зони контакту. Кожен такий слід виглядає у вигляді двох вузьких чорних смужок, віддалених один від одного на відстані близько 100 мм. Ці сліди особливо часто утворюються при ковзанні на низьких швидкостях і можуть бути видні зазвичай на початку будь-якого ковзання, а також при ковзанні на вологій дорозі. При глибоких повздовжніх канавках малюнка протектора слід ковзання шини складається з відповідного числа вузьких смужок. Якщо бігова доріжка в результаті зносу не має малюнка, то слід ковзаючої шини складається з однієї широкої смуги.

Зона контакту шини з дорогою має велику довжину, чим ширину. Якщо сліди ковзання змінюються по ширині впродовж процесу ковзання, то це говорить про обертання автомобіля при ковзанні. Якщо ж сліди ковзання перехрещуються, то ширина слідів змінюватиметься. Підбором ширини слідів в кожній крапці експерт може точно визначити положення автомобіля в будь-якому місці впродовж ковзання його шин (Рис. 3.4–3.6). У всіх випадках як би не виглядали сліди – світлими або темними, прямими або зигзагоподібними, суцільними або переривистими – експерт повинен перш за все звернути увагу на довжину дороги ковзання від початку до кінця. Експерт має бути обережним при вимірі довжини дороги ковзання коліс. Якщо всі чотири колеса ковзають і автомобіль ковзає в положенні, при якому він зазвичай рухається вперед, то сліди ковзання передніх коліс перекриваються слідами ковзання задніх коліс. І якщо це так, то довжина слідів ковзання перевищує фактичну довжину ковзання шин на величину бази автомобіля. Не слід забувати відняти довжину бази автомобіля з фактичної довжини дороги ковзання шин при перекритті слідів ковзання передніх коліс задніми.

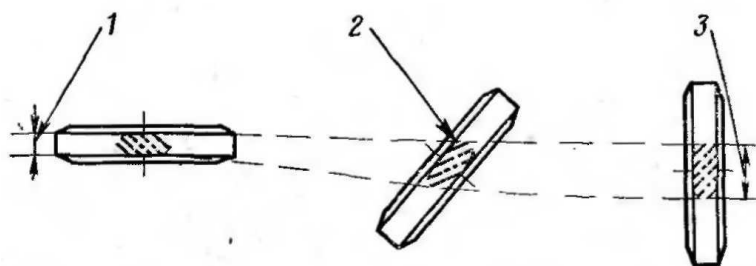


Рис. 3.6. Ширина сліду ковзання змінюється при обертанні автомобіля під час ковзання його шин:

1 – первинна ширина сліду ковзання; 2 – ширина сліду, відповідна положенню зони контакту шини з дорогою; 3 – кінцева ширина сліду ковзання.

Ще декілька застережень: інколи сліди викликаються прослизанням шини по поверхні дороги. Зазвичай розглядають ковзання коліс, як процес гальмування, але ж ковзання коліс може відбуватися і в процесі розгону. При різкому старті автомобіля з місця залишаються також сліди ковзання шин, які називаються слідами розгону для того, щоб відрізнити їх від слідів ковзання при гальмуванні.

Відрізнити сліди ковзання при гальмуванні від слідів при розгоні можна лише вивченням шин автомобіля, що залишив ці сліди. При ковзанні шин під час гальмування у контакті з дорогою знаходиться лише одне певне місце бігової доріжки шини і воно буде чистим і чорним в порівнянні з останньою частиною протектора шини. Таким чином, якщо є чіткий відбиток ковзання шини в одному місці бігової доріжки, то можна стверджувати, що шина ковзала при гальмуванні. При ковзанні шини під час розгону прослизання відбувається по всій довжині бігової доріжки і при цьому весь протектор виглядає чистим і чорним. Експерт повинен ретельно перевірити поверхню протектора шин, аби переконатися в тому, що шини автомобіля ковзали при гальмуванні, а не при розгоні.

Обертання автомобіля при ковзанні під час гальмування залежить від ряду чинників. Якщо всі чотири колеса заблоковано і автомобіль рухається по однорідній поверхні, то при цьому автомобіль, як правило, не крутиться, а рухається в прямолінійному положенні. Якщо ж автомобіль ковзатиме при розташуванні двох коліс на поверхні дороги, а два – на брудному узбіччі, то автомобіль почне обертатися убік, протилежну до брудного узбіччя.

Якщо передні колеса заблоковані при гальмуванні, а задні обертаються, автомобіль ковзатиме по дорозі без обертання. Це називається "Передньонаправленим ковзанням автомобіля". Якщо ж при гальмуванні задні колеса заблоковані, а передні обертаються, то задня частина автомобіля намагатиметься обернутися навколо так, щоб задня частина автомобіля, що ковзає по дорозі, виявилася попереду. Це називається "Задньонаправленим ковзанням автомобіля". При будь-якому ковзанні коліс, коли одні колеса заблоковані, а інші продовжують обертатися, автомобіль буде обертатися до тих пір, поки ковзаючі колеса не виявляться передніми по ходу руху автомобіля по дорозі, а що обертаються – задніми. Спробуйте зафіксувати задні колеса іграшкового автомобіля так, щоб вони ковзали, поки передні обертаються, і штовхніть його по підлозі. Ви побачите, що автомобіль почне обертатися до тих пір, поки задні колеса не стануть передніми по ходу руху.

Якщо яке-небудь заднє колесо заблоковане, а інші три обертаються, автомобіль ковзатиме без повернення. Якщо одне переднє колесо заблоковане, а інші обертаються, автомобіль прагнучиме обернутися у напрямі заблокованого переднього колеса.

При цьому мається на увазі, що якщо праве переднє колесо заблоковане, автомобіль прагнучиме обернутися в право, і якщо заблоковано переднє лівє колесо, то автомобіль прагнучиме обернути вліво. Це відбувається тому, що автомобіль реагує на гальмівне зусилля, що викликається гальмівним колесом.

3.3 Сили зчеплення.

Чим швидше автомобіль рухається, тим більша відстань потрібна для його зупинки. Мінімальна гальмівна дорога – це відстань, на якій автомобіль може зупинитися при ковзанні коліс або при колесах, що обертаються, з гальмівними зусиллями трохи меншими, ніж при ковзанні коліс.

Основними чинниками, що впливають на величину гальмівної дороги, є наступні: швидкість автомобіля; подовжній схил дороги; розподіл ваги автомобіля або автопоїзда по осях обладнаним гальмами; стан гальм; коефіцієнт зчеплення шин з дорогою.

У реальних умовах експлуатації автомобілів є показник, вказуючий міру ковзкості дорожнього покриття. Цей показник називається коефіцієнтом зчеплення. Величина коефіцієнта зчеплення може бути заміряна для шин на будь-якому дорожньому покритті. Результати цих вимірів залежать від стану двох дотичних поверхонь. Вимір дійсного коефіцієнта зчеплення поверхонь дозволяє порівнювати ковзкість різних матеріалів і різних ділянок на дорозі.

Під коефіцієнтом зчеплення мається на увазі відносним ковзанням між шинами автомобіля і дорожнім покриттям. Зазвичай під коефіцієнтом

зчеплення мається на увазі взаємодія шин з дорогою, але в деяких випадках при перекиданні автомобіля матимемо на увазі коефіцієнт тертя між бічною частиною або дахом автомобіля і поверхнею дороги. Коефіцієнт зчеплення позначається буквою φ .

При гальмуванні автомобіля кінетична енергія руху перетворюється на теплову. Велика сила зчеплення забезпечує різкіше гальмування автомобіля. Позначимо силу зчеплення F_φ . Один із законів механіки стверджує, що сила дорівнює масі, помноженій на прискорення:

$$F = ma. \quad (3.1)$$

Маса предмету дорівнює його вазі, що ділиться на прискорення сили ваги:

$$m = \frac{W}{g} = \frac{W}{9.8}. \quad (3.2)$$

Сила зчеплення дорівнює коефіцієнту зчеплення, помноженому на вагу, що виражається рівнянням:

$$F_\varphi = \varphi W. \quad (3.3)$$

З рівняння (3.3) видно, що при постійному коефіцієнті зчеплення більша вага автомобіля дозволяє отримати велику силу зчеплення. Якщо коефіцієнт зчеплення дорівнює одиниці, то сила зчеплення по величині досягає ваги автомобіля (це справедливо для автомобілів, в яких вага повністю використовується для здобуття максимальної ефективності гальм). Сила зчеплення може не залежати від площі контакту між поверхнями, що труться. З рівнянь (3.3) і (3.1) виходить:

$$\varphi W = ma. \quad (3.4)$$

Підставивши з рівняння (3.2) вираження для маси, отримаємо:

$$\varphi W = \frac{W}{g} a. \quad (3.5)$$

Після перетворень отримаємо формулу для визначення уповільнення:

$$a = \varphi g. \quad (3.6)$$

де a – уповільнення автомобіля.

Таким чином, уповільнення автомобіля залежить лише від коефіцієнта зчеплення і не залежить від ваги автомобіля. Це дозволяє вантажним і легковим автомобілям зупинятися з однаковим гальмівним шляхом при однаковій швидкості руху і на однаковому дорожньому покритті.

3.4 Коефіцієнт зчеплення.

Коефіцієнт зчеплення є відношення сили зчеплення до ваги автомобіля.

При більшому значенні коефіцієнта зчеплення утворюється велика величина сили зчеплення і отже, зменшується гальмівний шлях при гальмуванні з однакової швидкості.

Величини коефіцієнта зчеплення для різних матеріалів приведені в таблицю. 3.1.

Таблиця 3.1. Значення коефіцієнта зачеплення.

Матеріали контакту	Коефіцієнт
--------------------	------------

	зачеплення
Резина на сухому асфальтобетоні і цементобетонні	0,71
Резина на мокрому цементобетонні	0,70
Резина на мокрому асфальтобетоні	0,45–0,71
Резина на гравієвому покритті	0,55
Резина на піску	0,55
Резина на сухій пилюці	0,65
Резина на мокрій грязюці	0,4–0,5
Резина на снігу	0,15
Резина на льоду	0,06
Резина на мокрому снігу	0,07
Сталь по сталі	0,60
Лижі по снігу	0,035

З таблиці. 3.1 видно, що коефіцієнт зчеплення для шин на сухому асфальтобетоні вище майже в 12 разів, ніж на дорозі покритій льодом. Зміни величин коефіцієнта зчеплення, приведені в таблицю 3,1 пояснюються наявністю свого роду мастила на поверхні дороги. В період початку дощу на сухій дорозі відбувається спливання всього бруду і масла, що знаходяться на поверхні дороги, чим викликається сильне ковзання і зниження коефіцієнта зчеплення. При продовженні дощу бруд і масло змиваються і коефіцієнт зчеплення знову підвищується, інколи досягаючи значень для сухої поверхні. Мала зміна коефіцієнта зчеплення між гумою і сухим і мокрим цементобетоном пояснюється шорсткістю поверхні, внаслідок чого первинна плівка бруду і масла, що утворюється дощем, скупчується в невеликих поглибленнях і канавках, з поверхнею яких шини не стикаються. При цьому шина завжди котиться по виступах цементобетону, але не по плівці, тому величина коефіцієнта зчеплення не міняється.

3.5 Вимір коефіцієнта зчеплення.

Експертові необхідно заміряти дійсний коефіцієнт зчеплення на місці зіткнення, а не покладатися на табличні величини. Ці виміри можуть бути зроблені порівняно легко.

З рівняння (3.3) сила зчеплення рівна:

$$F_{\varphi} = \varphi W.$$

Звідси:

$$\varphi = \frac{F_{\varphi}}{W}. \quad (3.7)$$

Якщо розташований на дорозі об'єкт потягнути через динамометр, що показує величину тягового зусилля, то об'єкт ковзатиме, коли сила тяги досягне певної величини, ця величина тяги є силоміць зчеплення. Знаючи силу зчеплення і розділивши її на вагу об'єкту, отримаємо коефіцієнт зчеплення.

Простим способом виміру коефіцієнта зчеплення шини з дорогою є виготовлення невеликої дерев'яної рами, в якій закріплюється колесо. Болти мають бути затягнуті так, щоб колесо не оберталося (рис. 3.7).

По-перше, слід зважити візок. Потім, встановивши візок на дорогу, необхідно через динамометр потягнути за гак до тих пір, поки шина не почне ковзати по дорозі. Величину тяги, при якій шина починає ковзати, слід розділити на вагу візка і в результаті виходить величина, дійсно заміряного, коефіцієнта зчеплення.

Таким чином, експерт визначає коефіцієнт зчеплення між шиною і поверхнею дороги в місці, що цікавить його. Слід пам'ятати, що ці виміри необхідно проводити тоді, коли дорога знаходиться в такому ж стані, як і у момент зіткнення.

Якщо автомобіль, що брав участь в зіткненні, мав спеціальні шини, на візку слід використовувати того ж типа шини.

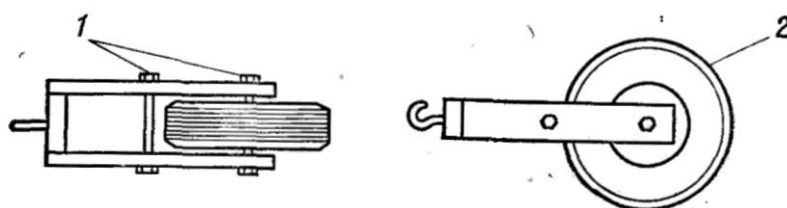


Рис. 3.7. Візок, використовуваний для визначення коефіцієнта зчеплення:
1 – болти; 2 – колесо.

При вимірі коефіцієнта зчеплення можна відмітити, що найбільше тягове зусилля утворюється якраз перед початком ковзання шини і потім величина цього зусилля дещо зменшується, коли шина починає ковзати. Зусилля тяги перед ковзанням дозволить заміряти статичний коефіцієнт зчеплення, тоді як у всіх розрахунках по відновленню зіткнень автомобілів необхідно використовувати коефіцієнт зчеплення при ковзанні, який виходить при використанні величини тяги, що визначається динамометром, коли шина дійсно ковзає по поверхні дороги.

Коефіцієнт зчеплення інколи визначається шляхом гальмування автомобіля з ковзанням коліс з певної швидкості і подальшим виміром гальмівної дороги по формулі:

$$\varphi = \frac{v^2}{254S} \quad (3.8)$$

де S – довжина дороги ковзання коліс автомобіля, м;

v – швидкість початку ковзання коліс, км/год.

Експертові слід також застосовувати цей метод, оскільки він простіший, але при цьому потрібно прийняти необхідні заходи безпеки. На майданчику, де проводяться такі випробування, не повинно бути руху інших автомобілів. Автомобіль при цьому повинен ковзати із швидкістю більше 24 км/год, що забезпечить велику точність при визначенні величини коефіцієнта зчеплення, оскільки протягом перших метрів при гальмуванні шини не залишають помітних слідів на поверхні дороги і отже, виміряна довжина дороги ковзання виходить менше, ніж дійсна довжина гальмівної дороги. Якщо гальмувати з швидкості 8 км/год, видимі сліди ковзання шин будуть близько 200 мм, тоді як

дійсна гальмівна дорога буде близько 350 мм. Якщо випробування проводилися із швидкістю 32 км/год, то вимірний слідами гальмівна дорога буде 5,79 м і дійсна гальмівна дорога буде 6,04 м.

Отримувані величини коефіцієнта зчеплення відрізняються на 0,02, що є прийнятним. При вищій швидкості початку гальмування точність підвищується.

Швидкість 32 км/год прийнята стандартною для проведення таких випробувань, тому що сліди ковзання коліс досить довгі аби нехтувати помилкою, що вноситься із-за неврахуванням невидимого відрізання гальмівної дороги. Крім того, при такій швидкості підвищується безпека проведення випробувань.

Рекомендується використовувати метод випробування за допомогою візка, оскільки він безпечніший, а точність отримуваних результатів не поступається методу ковзання автомобіля.

3.6 Гальмівний шлях залежно від швидкості.

Після визначення величини уповільнення, що утворюється гальмуванням φg , можна визначити відстань, потрібну для зупинки автомобіля з даної швидкості.

Відомо, що пройдена відстань дорівнює половині прискорення, помноженому на якийсь час в квадраті:

$$S = \frac{at^2}{2}, \quad (3.9)$$

а швидкість:

$$v = at. \quad (3.10)$$

З рівняння (3.10) отримаємо значення часу гальмування:

$$t = \frac{v}{a}, \quad (3.11)$$

і підставляючи значення рівняння (3.11) в рівняння (3.9), отримаємо:

$$S = \frac{a}{2} \left(\frac{v}{a} \right)^2, \quad (3.12)$$

або після перетворень:

$$S = \frac{v^2}{2a}. \quad (3.13)$$

Підставляючи значення рівняння (3.6) в рівняння (3.13), отримаємо:

$$S = \frac{v^2}{2\varphi g}. \quad (3.14)$$

Враховуючи розмірність вхідних у формулу (3.14) величин, отримаємо:

$$S = \frac{v^2}{2 \times (3.6)^2 \varphi 9.8}, \quad (3.15)$$

або після перетворень:

$$S = \frac{v^2}{254\varphi}. \quad (3.16)$$

3.7 Визначення швидкості слідами ковзання.

Сліди ковзання шин по поверхні дороги дозволяють розрахувати швидкість руху автомобіля перед початком гальмування. Проте при цьому є декілька особливостей, які слід врахувати.

Використовуючи рівняння (3.16), можна по гальмівній дорозі розрахувати швидкість, з якою рухався автомобіль у момент початку гальмування. Таким чином:

$$v^2 = 254\varphi S, \quad (3.17)$$

або

$$v = \sqrt{254\varphi S}. \quad (3.18)$$

Рівняння (3.18) використовується для визначення швидкості слідами ковзання шин. Для цього необхідно виміряти довжину сліду ковзання шин і коефіцієнт зчеплення шин з дорогою.

При цьому не цікавить ні модель автомобіля, ні його вага по осях. При зіткненнях автомобілів виникає важливе питання: з якою швидкістю рухався автомобіль, якщо є певна довжина залишених слідів ковзання шин. Експерт вимірює коефіцієнт зчеплення і довжину слідів ковзання шин і користуючись формулою (3.18), отримує швидкість руху автомобіля перед гальмуванням.

Результати, отримані рішенням рівняння (3.18), будуть правильними лише в наступних випадках: всі колеса автомобіля або буксированого причепа обладнані гальмами, автомобіль при блокованих колесах ковзає по дорозі до повної зупинки і гальмування автомобіля відбувається на горизонтальній дорозі. Якщо ж автомобіль стикається з іншим автомобілем або предметом при гальмуванні, то рівняння (3.18) не дає правильних результатів. Це дійсно і для випадку гальмування на спуску або підйомі більше 6%.

Таким чином, рівняння (3.18) не слід використовувати, якщо:

не всі колеса автомобіля ковзали при гальмуванні;

автомобіль не ковзає до повної зупинки;

автомобіль знаходиться на підйомі або на нахлоні (більше 6%);

автомобіль буксирує причіп або напівпричіп, не обладнаний гальмами.

Є багато аварійних ситуацій, що включають сліди ковзання, при яких вищеперелічені умови не забезпечуються.

В разі наїзду автомобіля на пішохода це рівняння можна використовувати лише тоді, коли енергія, що поглинається пішоходом, що ударяється, незначна. Рівняння (3.18) дійсне, якщо автомобіль ударився в процесі гальмування в легку огорожу або дерев'яний дорожній знак.

Якщо автомобіль врізався в дерево або телефонний стовп, то розрахункова швидкість буде нижча на 8–16 км/год.

Тому у ряді випадків потрібні рівняння, що відрізняється від (3.18), яке враховувало б вище перелічені випадки.

3.8 Гальмування на схилах.

Тепер встановимо вплив схилу дороги на гальмівну дорогу. При русі на підйом опір руху збільшується, при русі на спуску сила тяги збільшується.

Схил дороги виражається у відсотках. Схил дороги 3% позначає підйом або схилом 3 м по вертикалі на кожних 100 м горизонтальної відстані або тангенс кута нахилу 0,03. Якщо схил позначений кутом α , то тангенс кута нахилу дорівнює 0,03 для схилу 3%.

Нормальна реакція, що діє в контактї шини з дорогою, рівна $W \cos \alpha$, де W – вага автомобіля і $\cos \alpha$ – косинус кута підйому дороги. Сила ваги утворює силу опору підйому, рівну $W \sin \alpha$. Сила зчеплення є $\varphi W \cos \alpha$; отже сила, що діє на автомобіль при гальмуванні під уклон, буде рівна:

$$F = \varphi W \cos \alpha - W \sin \alpha, \quad (3.19)$$

і при русі на підйом:

$$F = \varphi W \cos \alpha + W \sin \alpha. \quad (3.20)$$

Оскільки сила зчеплення дорівнює масі автомобіля, помноженій на уповільнення, а маса дорівнює вазі, що ділиться на прискорення сили ваги, то формулу (3.20) можна представити у вигляді:

$$\frac{W}{g} a = \varphi W \cos \alpha + W \sin \alpha. \quad (3.21)$$

Перетворюючи рівняння (3.21), отримаємо:

$$a = g(\varphi + \operatorname{tg} \alpha) \cos \alpha. \quad (3.22)$$

де $\operatorname{tg} \alpha$ – виражає схил дороги.

Враховуючи рівняння (3.13), визначають гальмівну дорогу по формулі:

$$S = \frac{v^2}{2g(\varphi + \operatorname{tg} \alpha) \cos \alpha}. \quad (3.23)$$

Використовуючи формулу (3.16), отримаємо при русі на підйом:

$$S = \frac{v^2}{254 \cos \alpha (\varphi + \operatorname{tg} \alpha)}, \quad (3.24)$$

при русі на спуску:

$$S = \frac{v^2}{254 \cos \alpha (\varphi - \operatorname{tg} \alpha)}. \quad (3.25)$$

Для оцінки впливу схилу дороги на величину гальмівного шляху приведена таблиця. 3.2.

Слід зазначити, що при нахилі дороги 15% $\cos \alpha$ з невеликим допущенням може бути прийнятий рівним одиниці. В результаті цього отримуємо формули для визначення швидкості автомобіля на початку гальмування:

для випадку гальмування при русі на підйом:

$$v = \sqrt{254S(\varphi + \operatorname{tg} \alpha)}, \quad (3.26)$$

для випадку гальмування при русі на спуску:

$$v = \sqrt{254S(\varphi - \operatorname{tg} \alpha)}. \quad (3.26)$$

Лише при низьких швидкостях руху і незначних нахилах чинником нахилу дороги можна нехтувати.

Таблиця 3.2. Вплив нахилу дороги на величину тормозного шляху

Швидкість, км/год	Умови руху	Тормозний шлях, м
96	Рівна дорога	51,6
96	Підйом 6%	47,6
96	Спуск 6%	56,5

3.9 Облік втрати ефективності гальм.

Якщо гальма чотирьох коліс мають неоднакову ефективність, то гальмівний шлях збільшується.

При однаковій ефективності гальм, якими обладнані всі колеса автомобіля, для визначення гальмівної дороги використовується формула (3.16), а для визначення швидкості на початку гальмування – формула (3.18).

Передбачимо, що не всі колеса автомобіля обладнані гальмами. Частина ваги, що сприймається колесами, обладнаними гальмами, позначимо η , що показує міру ефективності гальм. Величина η коливається від нуля до одиниці і визначається шляхом ділення дійсної працездатності гальм до проектної. Пояснимо це прикладом. В автомобіля з непрацюючим гальмом одного колеса при працюючих гальмах три останніх коліс гальмівна ефективність буде $3/4$, або $0,75$. В цьому випадку для гальмування використовується $0,75$ повної ваги автомобіля. Це означає, що повна сила зчеплення, що розвивається автомобілем в цих умовах, складатиме $0,75$ тієї сили, яку міг би розвивати автомобіль при всіх чотирьох справних гальмах.

Враховуючи рівняння (3.3), отримаємо вираз для визначення сили зчеплення при частковій ефективності гальм:

$$F_{\varphi} = \varphi W \eta. \quad (3.28)$$

Силу зчеплення можна представити також у вигляді:

$$F_{\varphi} = ma. \quad (3.29)$$

При цьому:

$$a = \frac{v^2}{2S}. \quad (3.30)$$

Об'єднавши формули (3.28), (3.29) і (3.30), отримаємо:

$$\varphi \eta = \frac{v^2}{2gS}. \quad (3.31)$$

Враховуючи розмірність вхідних величин, отримуємо формулу для визначення гальмівного шляху при гальмуванні з будь-якої швидкості при частковій ефективності гальм:

$$S = \frac{v^2}{254\varphi\eta}. \quad (3.32)$$

Подібно до цього отримуємо формулу для визначення швидкості по довжині слідів ковзання:

$$v = \sqrt{254\varphi S \eta}. \quad (3.33)$$

Чим нижче гальмівна ефективність, тим довша гальмівний шлях.

Інколи можна оцінити ефективність гальм слідами ковзання коліс. Якщо є лише три сліди гальмування і немає сліду четвертого колеса або при припущенні про часткову втрату ефективності гальм, експертові слід перевірити ефективність гальм наступним способом. Необхідно виробити гальмування досліджуваного автомобіля, заміряти довжину гальмівного шляху і порівняти його величину з результатами розрахунків при припущенні про справність всіх гальм. Розбіжність отриманих результатів покаже, що в цього автомобіля не всі гальма справні.

Можна також провести розрахунки по формулі (3.18) і після цього виявити несправність гальм. При цьому необхідно перерахувати швидкість, використовуючи відповідну ефективність гальм.

Для полегшення перерахунку приведена таблиця. 3.3.

Таблиця 3.3. Вплив ефективності гальмування на результати розрахунку швидкості автомобіля перед початком гальмування

Ефективність гальм	Для отримання дійсної швидкості автомобіля перед початком гальмування потрібно швидкість, отриману за формулою $v = \sqrt{254\varphi S}$, помножити на поправочний коефіцієнт(Слід враховувати наближеність приведених даних)
1,00	1,00
0,90	0,95
0,80	0,90
0,75	0,86 гальмують тільки три колеса
0,70	0,84
0,60	0,77
0,50	0,70 гальмують тільки два колеса
0,40	0,64
0,30	0,55
0,25	0,50 гальмують тільки одне колесо
0,20	0,45
0,15	0,39
0,10	0,32

Може з'явитися необхідність заміряти ефективність гальм автомобіля. При цьому слід перевірити точність спідометра цього автомобіля при швидкості 30 км/год. Потрібно знайти на вільній дорозі відрізок дороги між кілометровими стовпами довжиною 1 км. Подолання цієї дороги зажадає точно 2 с. Якщо ж на це буде потрібно більше або менше 2 с, то слід визначити поправочний коефіцієнт спідометра і потім розділити визначену по спідометру швидкість (30 км/год) на дійсне число секунд, потрібне для проїзду 1 км і помножити цю відповідь на 120. Це дасть дійсну швидкість, коли спідометр показує 30 км/год.

Далі необхідно визначити довжину ділянки дороги, де автомобіль може безпечно гальмувати. Відповідним для цього місцем може служити порожня стоянка автомобілів. Не слід проводити гальмівні випробування в місцях, де може з'явитися пішохід ближче чим на 90 м від автомобіля – це небезпечно!

Лекція 4.

ЗІТКНЕННЯ АВТОМОБІЛІВ.

- 4.1 Аналіз зіткнення.
- 4.2 Лінія зіткнення.
- 4.3 Обертання і ковзання автомобіля після зіткнення.
- 4.4 Місце зіткнення.
- 4.5 Зіткнення на автомобільній дорозі.
- 4.6 Перехресне зіткнення.
- 4.7 Визначення моменту виїзду автомобіля на перехрестя.
- 4.8 Місце дорожньо–транспортної пригоди.
- 4.9 Вивчення слідів на дорозі і уламків автомобілів, що зіткнулися.
- 4.10 Зіткнення декількох автомобілів.
- 4.11 Автомобілі–тягачі з причепами і напівпричепами.

4.1 Аналіз зіткнення.

Аналіз зіткнення автомобілів полягає в з'ясуванні (наскільки це можливо) того, що трапилося під час зіткнення, де це відбулося і як це відбувалося. Експертиза зіткнення є аналізом зіткнення, заснованим на вивченні пошкоджень, уламків, слідів події на дорозі і положень автомобілів після зіткнення. Ось основні чинники, на основі яких слід будувати версію зіткнення. Запорукою успіху в проведенні аналізу є здатність експерта розділити сукупність фактів зіткнення на окремі елементи, які легко розглядати окремо, а потім проаналізовані факти з'єднати разом, що дасть повну і ясну картину події. При розгляді окремих фактів слідує від слідів ковзання, залишених на дорозі, перейти до пошкоджень автомобілів, нічого не пропускаючи при цьому і потім перейти до з'єднання окремих фактів в єдину схему того, що відбулося на дорозі.

При ході аналізу зіткнень експертові важливо встановити три факти:

1. Як зіткнулися автомобілі?
2. Де вони зіткнулися?
3. Які були швидкості автомобілів, що зіткнулися?

Щоб це все встановити, необхідно уміти аналізувати пошкодження на автомобілі, розуміти значення слідів і полумок на місці події, а також аналізувати сліди ковзання.

Серед перерахованих вимог уміння аналізувати пошкодження автомобіля має першорядне значення, оскільки саме це дозволяє точно встановити, як зіткнулися автомобілі. Положення автомобілів після зіткнення не завжди указує на їх взаємне положення під час зіткнення, а саме це взаємне положення автомобілів у момент зіткнення і потрібно визначити.

Все різноманіття зіткнень автомобілів може бути розділене на п'ять основних типів:

1. задне зіткнення – зіткнення із задньою частиною автомобіля, що зупинився, і його різновиду;

2. зустрічне зіткнення, коли автомобілі, слідуючи точно назустріч один одному, ударяються передніми частинами;
3. кутове зіткнення – зіткнення одного автомобіля в кут іншого, коли довжина дотичних поверхонь автомобілів при ударі складає більше 15 см;
4. бічне зіткнення – зіткнення автомобілів бічними сторонами, коли довжина дотичних поверхонь автомобілів складає менше 15 см;
5. перехресне зіткнення, коли автомобілі стикаються під прямим кутом.

На основі аналізу пошкоджень визначається тип зіткнення, який вказує на взаємне положення автомобілів у момент зіткнення. Взаємне положення автомобілів у цей момент дозволяє експертові визначити так звану лінію зіткнення.

4.2 Лінія зіткнення.

Лінія зіткнення визначається як напрям дії сил між двома автомобілями, що стикаються. Ця лінія є вектором сили, з якою кожен автомобіль впливає на інший автомобіль під час зіткнення. Лінія зіткнення – це лінія, уздовж якої відбувається зіткнення автомобілів, у цьому ж напрямі відбувається і стискування металу автомобіля.

Якщо автомобіль ударяється в будівлю при помірній швидкості, капот буде зім'ятий, фари втиснуть у напрямі задньої частини автомобіля, облицювання радіатора буде притиснуто до радіатора і так далі. При цьому частини автомобіля будуть погнуті і зміщені назад у напрямі лінії зіткнення.

Лінією зіткнення є лінія, що вказує напрям, в якому зміщуються частини автомобіля.

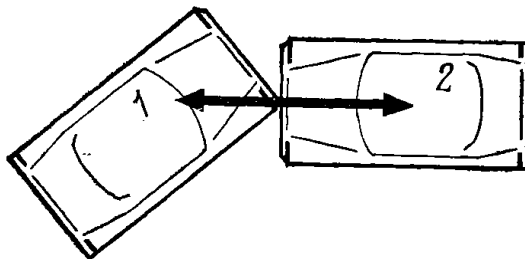


Рис. 4.1. Два автомобілі, що зіткнулися.

Цю лінію можна викреслити на діаграмі, що показує напрям переміщення пошкодженого металу. Лінія показує напрям, в якому один автомобіль рухається по відношенню до іншого на останніх сантиметрах шляху до моменту зіткнення. Визначення цього напрямку дуже важливе для експерта. Лінія зіткнення, яку можна визначити, прослідкувавши напрям пошкодження, вкаже на напрям руху кожного автомобіля по відношенню до іншого безпосередньо перед зіткненням. Після зіткнення автомобілі можуть переміститися і обернутися в положення, в яких вони опинилися при повній зупинці і які не мають нічого схожого на їх положення при зіткненні. Положення у момент удару свідчить про те, який автомобіль повертав перед іншим або який автомобіль дійсно ударив в інший рис. 4.1. Відповідно на цьому ж рисунку показано два автомобілі, що зіткнулися. Лінія, зображена на обох

автомобілях, показує взаємний напрям руху кожного з них і вона співпадає з напрямом, в якому деформований метал на кожному автомобілі. В цьому випадку передня частина автомобіля 2 має удар правої передньої частини автомобіля 1.

Зверніть особливу увагу, що у момент удару є тільки одна лінія зіткнення. Це пояснюється законом дії і протидії, по якій сили направлені по лінії їх дії, і тому поки буфер одного автомобіля намагається втиснути облицювання радіатора іншого автомобіля, облицювання радіатора також намагається втиснути буфер. Напрямок того, що зім'яло одного автомобіля буде строгий протилежно напрямку того, що зім'яло і вигину іншого автомобіля. Під час зіткнення напрям пошкоджень на обох автомобілях точно співпадатиме.

Іншими словами лінія зіткнення на одному автомобілі співпадатиме з лінією зіткнення іншого автомобіля. У місці удару автомобілів дві лінії зіткнення представлятимуть одну лінію і лінія зіткнення на одному автомобілі є продовженням лінії зіткнення іншого автомобіля.

Після зіткнення автомобілі зазвичай відділяються і переміщуються в різні боки один від одного, тому експертові необхідно визначити лінію зіткнення на кожному автомобілі.

Якщо він зможе визначити, що лінія зіткнення автомобіля 1 проходить з правого переднього кута по діагоналі автомобіля і що лінія зіткнення автомобіля 2 проходить від передньої частини до центру автомобіля, то експерт може встановити два автомобілі так, як вони розташовувалися у момент зіткнення, а обидві лінії зіткнення при цьому лежали на одній прямій.

Визначення лінії зіткнення необхідне для того, щоб знайти точне положення автомобілів у момент удару. За допомогою знайденої лінії стає відомим рух автомобілів перед зіткненням, а рух автомобілів після удару можемо припустити.

Методи, викладені, в подальших розділах дозволять визначити, що відбулося при аварії.

Використовуючи результати аналізу пошкоджень, у багатьох випадках дуже просто визначити лінію зіткнення автомобілів. Припустимо, що необхідно вивчити два автомобілі, у одного з яких зім'ята передня частина, а у іншого вм'яті праві двері. Оскільки праві двері одного автомобіля вм'яті всередину, то лінія зіткнення на цьому автомобілі розташована уперек автомобіля справа наліво з боку правих дверей. Подібно до цього, враховуючи, що облицювання радіатора іншого автомобіля вм'яте у напрямі задньої частини автомобіля, лінія зіткнення цього автомобіля розташовується уздовж його подовжньої осі рис. 4.2. У момент зіткнення обидві лінії лежать на одній прямій так, що автомобілі повинні були зіткнутися, як це показано на рис. 4.3.

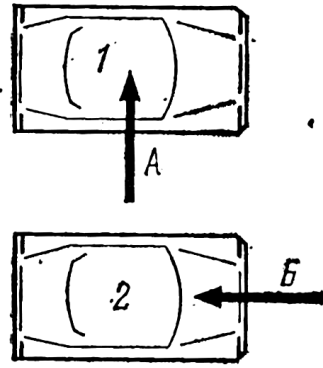


Рис. 4.2. Розташування ліній зіткнень:

А – лінія зіткнення (двері втиснули); Б – лінія зіткнення (вм'ято облицювання радіатора).

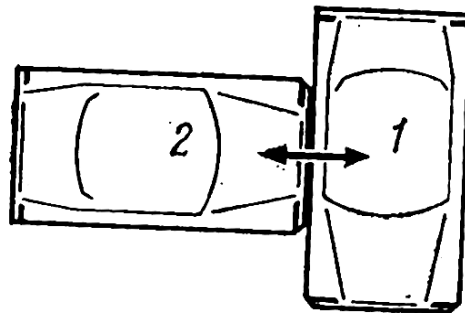


Рис. 4.3. Зіткнення автомобілів

Тепер слід зупинитися на розташуванні ліній зіткнення шляхом вивчення місць пошкоджень на кожному автомобілі, що зіткнувся.

На автомобілі 1 двері втиснуло всередину, а не назад і не вперед. Тому лінія зіткнення була направлена перпендикулярно подовжній осі автомобіля. Такі ж міркування слід застосувати і до передньої частини автомобіля 2 рис. 4.4. Оскільки двері були вм'яті всередину, можна стверджувати, що автомобіль 1 не рухався у момент зіткнення.

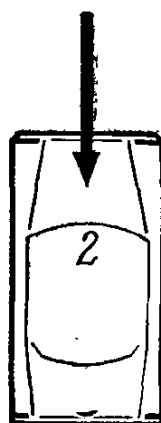


Рис. 4.6. Лінія зіткнення, співпадаюча з подовжньою віссю автомобіля.

Якби автомобіль 1 рухався, то у цього автомобіля була б злегка пошкоджена боковина кузова від передньої частини до задньої, а двері не були вм'яті всередину.

При цьому лінія зіткнення була б злегка нахилена, оскільки вона показує напрям руху одного автомобіля щодо іншого.

Для з'ясування цього представте себе таким, що сидить в автомобілі 2, який рухається до автомобіля, що стоїть на місці, 1. Уявіть нитку, натягнуту між вами і автомобілем 1, яка проходить від центру вітрового скла вашого автомобіля прямо до дверної ручки автомобіля 1.

Тепер уявіть, що ви намотуєте нитку на котушку і нитку залишається завжди натягнутою. Якщо ви продовжите рух, намотуючи нитку, то ваш автомобіль ударить автомобіль 1 і втисне метал автомобіля 1 всередину в тому ж напрямі, в якому була натягнута нитка. В цьому випадку напрям нитки буде напрямом лінії зіткнення.

Тепер уявіть себе рухомим знову по дорозі в автомобілі 2 з ниткою, натягнутою від середини вітрового скла вашого автомобіля до дверної ручки автомобіля 1, але тепер автомобіль 1 рухається під прямим кутом, перетинаючи напрям руху вашого автомобіля. Якщо в цьому випадку ваш автомобіль ударить автомобіль 1, то, поки ваш автомобіль рухається по дорозі, автомобіль 1 буде зліва від вас і нитка, що сполучає два автомобілі, йтиме ліворуч від капота вашого автомобіля під кутом до напрямку його руху. У міру наближення вашого автомобіля автомобіль 1 перетинатиме дорогу вашого автомобіля і нитку тепер проходитиме над капотом між лівою його частиною і серединою. По відношенню до вас автомобіль 1 рухатиметься зліва направо.

Коли ваш автомобіль зіткнеться з автомобілем 1, останній продовжуватиме рухатися в поперечному напрямі і деформувати металеві частини вашого автомобіля в правому задньому напрямі. При цьому лінія зіткнення автомобіля 2 вже не буде направлена уздовж подовжньої осі цього автомобіля, а піде в праву сторону капота рис. 4.5.

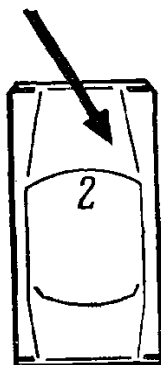


Рис. 4.5. Лінія зіткнення, направлена в праву сторону капота.

Пасажира, що сидить в автомобілі 1 і що дивиться прямо з правих дверей, бачитиме ваш автомобіль таким, що спочатку наближається до правих дверей, а потім у міру руху свого автомобіля бачитиме ваш автомобіль таким, що наближається до задньої частини його автомобіля. Таким йому представлятиметься рух вашого автомобіля. І коли відбудеться зіткнення вашого автомобіля з його автомобілем, двері останнього не будуть вм'яті всередину, але відбудеться спроба зрушити метал боковини кузова автомобіля 1 у напрямі його задньої частини. Це викличе зміну напрямку лінії зіткнення

автомобіля 1 в бічному напрямі і одночасно у бік задньої частини автомобіля. І насправді лінія зіткнення автомобіля 1 не направлена перпендикулярно напрямку його руху, а трохи нахилена під кутом у бік задньої частини автомобіля.

Можна використовувати такий же шлях міркувань для визначення лінії зіткнення вашого автомобіля 2. З тієї миті, як лінія зіткнення вашого автомобіля проходила уздовж його подовжньої осі, ви не зробили спроби уникнути зіткнення з автомобілем 1.

Якби ви змінили напрям руху, то ваш автомобіль зіткнувся з автомобілем 2 одним зі своїх кутів і лінія зіткнення для вашого автомобіля пішла б по діагоналі від цього кута.

Такий аналіз аварії характерний для випадку, коли немає ясності відразу ж після поверхневого вивчення двох постраждалих автомобілів.

У тих випадках, коли автомобілі не можуть бути вивчені на місці зіткнення або коли після аварії автомобілі отримали додаткові пошкодження через виниклу пожежу або перевертання, необхідно провести на самому початку експертизи аварії ретельне вивчення місць пошкоджень з метою визначення лінії зіткнення. Експертові слід уважно вивчити і відокремити пошкодження, що виникли під час зіткнення і після нього, і в результаті цього визначити лінію зіткнення. Як правило, можна констатувати, що пошкодження, викликані аварією, відбуваються уздовж лінії зіткнення. Всі деформації металу в місці удару співпадатимуть з напрямом лінії зіткнення. Тому лінію зіткнення слід визначити по характеру пошкоджень, отриманих автомобілем у момент аварії. При цьому для легшого визначення лінії зіткнення слід звернути увагу на місця аварійних автомобілів, в яких деформація металу буде направлена в одному чіткому напрямі, що вказує напрям лінії зіткнення, що найсильніше постраждали від удару.

Пошкодження автомобіля, що виникли в результаті його перевертання, дуже просто відрізнити від інших пошкоджень.

При аваріях порівняно невелика частина автомобіля стикається при ударі з іншим автомобілем. Всі деформації різних частин автомобіля (облицювання радіатора, радіатор, капот і т. п.) відбуваються зазвичай в одній площині і при цьому в площині, паралельній дорозі, оскільки автомобілі стикаються один з одним при русі по автомобільній дорозі.

В процесі перевертання велика частина автомобілів стикається з дорогою і дахом, м'ятим при цьому.

У цих випадках автомобіль випробовує навантаження іншого роду, чим при зіткненнях. При цьому не деформується облицювання радіаторів, а інші частини автомобіля ушкоджуються менше, ніж при зіткненнях.

Зазвичай при перевертанні ушкоджується велика поверхня автомобіля, поверхня, що значно перевищує, що ушкоджується при сильних зіткненнях. Пошкодження при перевертанні автомобіля характеризуються деформаціями металу в багатьох напрямках, тоді як при зіткненні метал деформується тільки в одному напрямі.

Таким чином, ретельне вивчення автомобілів дозволяє виявити пошкодження від їх зіткнення і по цих пошкодженнях визначити лінію

зіткнення для кожного автомобіля, що зумовлює точне взаємне положення автомобілів у момент зіткнення (оскільки лінії зіткнення обох автомобілів повинні лежати на одній прямій). Експерт зможе визначити все це навіть в тому випадку, якщо обидва автомобілі рухалися у момент зіткнення.

Питання про те, чи рухалися обидва автомобілі при зіткненні, є дуже важливим. Абсолютно очевидно, що при зіткненні хоч би один автомобіль повинен знаходитися в русі. Зовсім необов'язково, щоб при зіткненні обидва автомобілі знаходилися в русі.

Питання про те, чи рухався автомобіль, що брав участь в події, або стояв, дуже важливий. В цьому випадку велику допомогу експертові надасть характер лінії зіткнення.

Якщо автомобіль зіткнувся з нерухомим об'єктом, лінія зіткнення завжди буде направлена всередину автомобіля, що зіткнувся, у напрямі його руху перед зіткненням. Якщо автомобіль врізався в дерево або в автомобіль, що стоїть, лінія зіткнення автомобіля, що врізався, буде направлена спереду назад уздовж автомобіля. Напрямок лінії зіткнення співпадатиме з напрямом руху автомобіля. При цьому не буде деформацій металу в поперечному напрямі автомобіля. Деформація металу буде направлена спереду назад.

Припустимо експертові потрібно вивчити зіткнення, що відбулося на перехресті, де автомобіль, що слідував в північному напрямі, зіткнувся з автомобілем, який рухався по перехрестю в східному напрямі або зупинився на перехресті. Експертові необхідно визначити, чи рухався другий автомобіль або стояв на місці під час зіткнення. Він може вивчити тільки автомобіль, що рухався в північному напрямі, і визначити по характеру його пошкоджень, чи рухався інший автомобіль або стояв. Якщо автомобіль, що слідував в східному напрямі, рухався у момент зіткнення, то у автомобіля, що слідував у вірному напрямі, деформація металу в місці пошкодження може мати поперечний напрям зліва направо. Лінія зіткнення цього автомобіля займе проміжне, між подовжнім і поперечним, напрям під кутом до напрямку руху цього автомобіля. Якщо ж автомобіль, що слідував в східному напрямі, стояв під час зіткнення, то пошкодження автомобіля що слідував в північному напрямі, матиме такий же характер, як у автомобіля, що врізався в стіну будинку або в дерево. Отже деформація металу буде в одному напрямі у бік задньої частини цього автомобіля, при цьому не буде і сліду деформації металу в бічному напрямі. Лінія зіткнення у цьому випадку у автомобіля, що слідував в північному напрямі буде направлена уздовж його подовжньої осі спереду назад або співпадатиме з напрямом його руху.

Ці два можливі варіанти ліній зіткнення представлено на рис. 4.4 і 4.5.

По визначеній таким чином лінії зіткнення експерт може оцінити характерні особливості того або іншого зіткнення автомобілів і він може сказати, яке це зіткнення (кутове або перехресне).

Тепер цікаво розглянути, що відбувається з автомобілями відразу ж після зіткнення при їх відділенні один від одного. Причини відділення автомобілів один від одного після зіткнення були розглянуті вище і тепер представляє інтерес вивчити в світлі цього характерні особливості п'яти різновидів зіткнень.

4.3 Обертання і ковзання автомобіля після зіткнення.

Коли в автомобіль удариться інший автомобіль, то перший автомобіль пересунеться під дією сили удару. Це пересування може відбуватися як в прямому напрямі, так і з обертанням. Кількість руху при прямолінійному переміщенні може бути визначене по формулі закону збереження кількості руху. Кількість руху при обертанні автомобіля після зіткнення залежить від того, де і як відбувся удар. Якщо лінія зіткнення проходить через центр ваги автомобіля, то при цьому не відбувається обертання автомобіля після зіткнення. Автомобіль рухатиметься при цьому так, як показано на (рис. 4.6.) в прямому напрямі уздовж лінії зіткнення. Траєкторія руху автомобіля не відхиляється від прямій і при цьому немає ніякого повороту автомобіля.

Якщо лінія зіткнення не проходить через центр ваги автомобіля, автомобіль обертатиметься при ковзанні. Напрямок обертання залежить від того, з якого боку від центру ваги проходить лінія зіткнення і діє сила удару. Автомобіль, який ударили в правий задній кут, обертатиметься проти годинникової стрілки, тоді як автомобіль, який ударили в лівий задній кут, обертатиметься за годинниковою стрілкою. Таке пересування автомобіля показане на рис. 4.7.

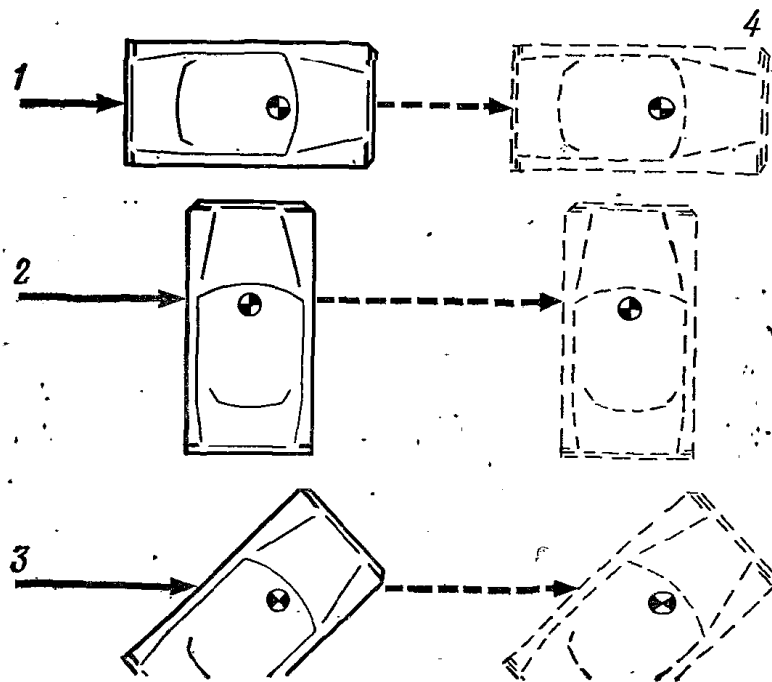


Рис. 4.6. Випадок зіткнення автомобілів, при якому лінія зіткнення проходить через центр ваги:

1 – удар ззаду в середину задньої частини автомобіля; 2 – удар в середину боковини автомобіля; 3 – удар по діагоналі кузова, але при цьому лінія зіткнення все одно проходить через центр ваги; 4 – результат пересування автомобіля після зіткнення.

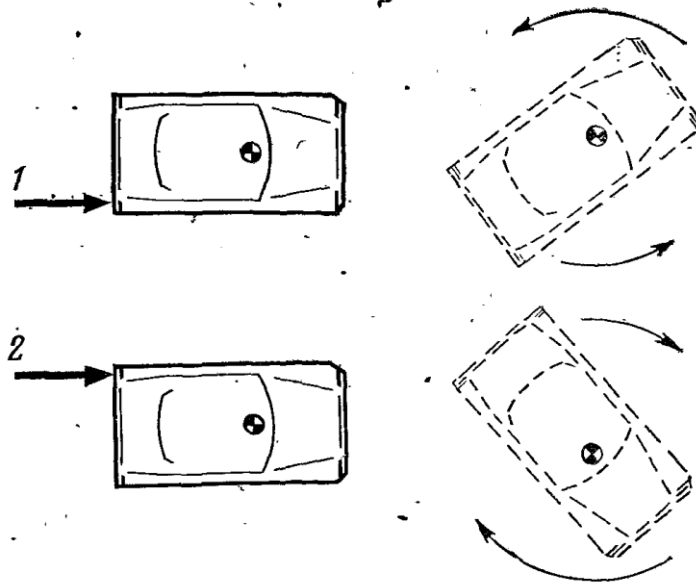


Рис. 4.7. Обертання автомобіля після зіткнення має місце в тих випадках, коли лінія зіткнення не проходить через центр ваги автомобіля:
1 – удар в правий задній кут; 2 – удар в лівий задній кут.

Автомобіль, удар в який довівся поблизу заднього габаритного ліхтаря, може бути пересунутий в бічному напрямі після зіткнення. Вивчення ефекту, що обертає, допомагає визначити положення автомобіля перед ударом в нього іншого автомобіля. Це дозволить правильно розшифрувати сліди зіткнення на обох автомобілях тому, що експерт може в думках повернути автомобілі в те положення, в якому вони були у момент зіткнення.

У більшості подій, де автомобіль, що стояв, пересувається в результаті удару, є декілька слідів бічного ковзання шин завдовжки від 30 до 90 см. Це справедливо і для випадку бічного удару і бічного пересування автомобіля після зіткнення.

Відсутність таких слідів пояснюється наявністю бруду на протекторі шин, які стиралися при бічному зсуві коліс до того, як могла почати стиратися бігова доріжка шини. Сліди такого бруду майже невидимі і зазвичай зникають повністю через декілька годин. При цьому є невеликий проміжок між тим місцем, де відбулося зіткнення, і місцем, де почалися ці сліди, тому при розрахунках цей проміжок не враховується.

Тому факту, що у автомобіля, в який ударився інший автомобіль, передні колеса виявляються поверненими управо або вліво, не варто надавати особливого значення. Водій цього автомобіля може злегка і мимоволі повернути колеса під час зіткнення або відразу ж після цього, і це може служити причиною того, що після зіткнення колеса автомобіля виявляються поверненими на невеликий кут. Тому експертові не слід звертати уваги на положення передніх коліс автомобіля після зіткнення.

4.4 Місце зіткнення.

Місце зіткнення – це ділянка дороги, де зіткнулися два автомобілі, а багатьох випадках місце зіткнення може бути вказане, як «перетин вулиць А і

Б». У інших випадках слід вказати місце зіткнення точніше, наприклад «150 мм від осової лінії смуги дороги в 37 м від перехрестя». Таке розташування місця аварії часто фіксується шляхом відміток на дорожньому покритті твердим гострим предметом. При цьому наголошуються положення автомобілів, що зіткнулися, і тому подібне у разі зустрічного зіткнення зазвичай є цілком достовірні сліди. При бічному зіткненні автомобілів сліди можуть розташовуватися на деякій відстані від місця зіткнення. При цьому найбільш достовірними слідами є початок слідів ковзання коліс після зіткнення, оскільки шини почнуть залишати сліди гуми при бічному ковзанні, що виникло при ударі. Сліди на поверхні дороги при бічному зіткненні зазвичай з'являтимуться після зіткнення, коли автомобіль своїм кузовом прокреслить їх на асфальті. Визначення крапки, де увійшли до зіткнення автомобілі при бічному ударі, вимагає уважного вивчення місця зіткнення і пошкоджень автомобілів, що зіткнулися. Особливу увагу необхідно приділити пошкодженим місцям автомобіля, який прокреслив на дорозі сліди своїм кузовом, що відбулося при бічному зіткненні. В результаті такого зіткнення сліди на поверхні дороги розташовуються не на місці зіткнення оскільки автомобіль, що залишив ці сліди, стикається кузовом з дорогою після відділення від автомобіля, що штовхнув його.

У разі перехресного зіткнення місце аварії можна визначити слідами ковзання, що йде до місця зіткнення і визначає лінію зіткнення. Якщо один автомобіль ударив в бічну сторону іншого автомобіля, сліди ковзання останнього будуть розташовані в поперечному напрямі перед слідами ковзання автомобіля, що ударив. Слід пам'ятати, що передні колеса розташовані на відстані близько 0,9 м від переднього буфера так, що місце зіткнення буде принаймі на 0,9 м попереду закінчення слідів ковзання передніх коліс, якщо автомобіль після зіткнення не продовжував рухатися вперед. Якщо автомобіль, що ударив, після зіткнення продовжував рухатися, необхідно поспостерігати за невеликим припиненням або зміною слідів ковзання, яке повинне бути при зіткненні.

4.5 Зіткнення на автомобільній дорозі.

На дорозі відбуваються чотири типи зіткнень: заднє зіткнення, зустрічне зіткнення, кутове зіткнення, бічне зіткнення.

Заднє зіткнення є одним з основних типів зіткнень, що відбуваються на дорозі. В цьому випадку обидва автомобілі рухаються в одному напрямі або автомобіль, що знаходиться попереду, стоїть. Є одне виключення: автомобіль, що знаходиться попереду, може заднім ходом ударити задній автомобіль, але подібні аварії рідко вимагають серйозного вивчення. Місце зіткнення може бути визначене по осколках скла задніх ліхтарів автомобіля (які падають на дорогу в місці зіткнення), що стояв, або по місцю, де сліди ковзання несподівано відхиляються убік, а потім продовжуються в колишньому напрямі. Таке несподіване відхилення пояснюється тим, що автомобіль при ударі піддається коливанням. Експерт повинен відзначити місця зупинки автомобілів

після зіткнення і звернути увагу на наявність слідів ковзання від місця зіткнення автомобілів до місця їх зупинки.

Перейдемо до випадку заднього зіткнення при русі обох автомобілів по автомобільній дорозі. Автомобілі після такого зіткнення можуть зупинитися в зчепленому стані або відскочити один від одного. Якщо передній автомобіль стояв або рухався з малою швидкістю, то швидкість заднього автомобіля може бути визначена методом, приведеним нижче.

Для цього використовуємо рівняння закону збереження кількості руху. При цьому використовуємо основний принцип: збільшуватимемо в рівняннях число параметрів, що враховують вплив характерних для даного випадку умов.

Таким чином, при зіткненні двох предметів сукупність їх маси на швидкість залишаються постійними до і після аварії. Стосовно автомобілів можна замінити масу вагою і тоді витікає, що сукупність ваги на швидкість не змінюється при зіткненні автомобілів. Сумарна кількість руху двох автомобілів перед зіткненням буде рівна $W_1v_1 + W_2v_2$.

Закон збереження кількості руху свідчить, якщо автомобіль 1 після зіткнення матиме швидкість v_3 , а автомобіль 2 матиме швидкість v_4 , то кількість руху двох автомобілів до зіткнення повинна дорівнювати кількості руху цих автомобілів після удару, тобто:

$$W_1v_1 + W_2v_2 = W_1v_3 + W_2v_4. \quad (4.1)$$

Якщо ж автомобілі після зіткнення рухатимуться із швидкістю v_3 в зчепленому стані, то рівняння (4.1) прийме вигляд:

$$W_1v_1 + W_2v_2 = (W_1 + W_2)v_3. \quad (4.2)$$

При розгляді цих рівнянь слід пам'ятати важливу особливість, що в них входить векторна швидкість, тобто швидкість, що має певний напрям руху автомобіля.

Розглянемо заднє зіткнення. Почнемо з автомобіля, що зупинився. Перш за все повинно бути визначене місце зіткнення, а потім слід визначити відстань, на яку пересувався кожен автомобіль після зіткнення. Далі можна використовувати формулу для визначення швидкості кожного автомобіля слідами ковзання після зіткнення і по вимірах величини коефіцієнта зчеплення. При цьому не використовується повна довжина слідів ковзання автомобілів, що зіткнулися, а тільки довжина слідів ковзання коліс після зіткнення. Позначимо швидкість автомобіля 1 після зіткнення v_3 , а автомобіля 2 після зіткнення v_4 . Якщо автомобіль 1 мав після зіткнення довжину слідів ковзання S_1 , а автомобіль 2 – S_2 , то:

$$v_3 = \sqrt{254\phi S_1}; \quad (4.3)$$

$$v_4 = \sqrt{254\phi S_2}. \quad (3.4)$$

Таким чином, визначили швидкості автомобілів після зіткнення, а вага автомобіля визначається по довіднику або зважуванням. Знаючи ваги і швидкості автомобілів, визначаємо кількість руху після зіткнення:

$$P = W_1v_3 + W_2v_4. \quad (4.5)$$

До зіткнення кількість руху автомобіля 1 було W_1v_1 , а кількість руху автомобіля 2 – W_2v_2 , але W_2 дорівнювало нулю, так що кількість руху автомобіля, що стояв, 2 дорівнювало нулю до зіткнення. Отже, сумарна

кількість руху обох автомобілів до зіткнення дорівнювала W_1v_1 . Тому можна записати:

$$W_1v_1 = W_1v_3 + W_2v_4. \quad (4.6)$$

Оскільки кількість руху до і після зіткнення не міняється, у рівнянні (4.6) відомі ваги автомобілів і раніше були розраховані швидкості v_3 і v_4 слідами ковзання після зіткнення, тому можна визначити v_1 :

$$v_1 = v_3 + \frac{W_2}{W_1} v_4. \quad (4.7)$$

де v_1 – швидкість автомобіля 1 у момент зіткнення.

Тепер необхідно визначити швидкість автомобіля 1 перед початком гальмування до зіткнення. Позначимо довжину слідів ковзання до місця зіткнення S_3 . Швидкість автомобіля 1 на початку гальмування дорівнює швидкості, втраченій в результаті ковзання автомобіля до зіткнення, і швидкості, з якою автомобіль рухається після зіткнення. Позначимо швидкість автомобіля перед початком гальмування v_0 , яка буде рівна:

$$v_0 = \sqrt{254\varphi S_3 + v_1^2}; \quad (4.8)$$

де S_3 – довжина слідів ковзання до місця зіткнення, м.;

v_1 – швидкість автомобіля у момент зіткнення, км/год.

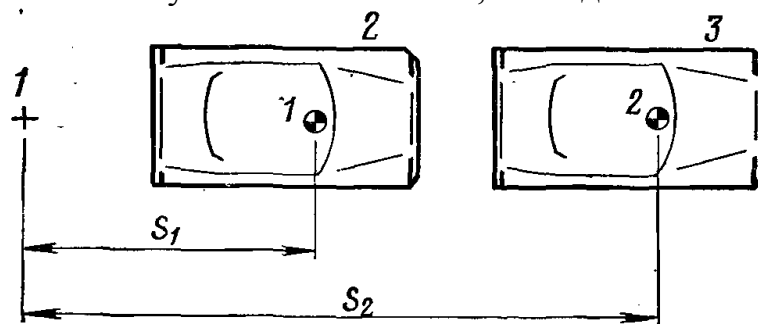


Рис. 4.8. Заднє зіткнення автомобілів, при якому обидва автомобілі пересуваються з місця зіткнення:

1 – місце зіткнення; 2 – автомобіль, що ударив; 3 – вдарений автомобіль 2.

По (рис.4.8) W_1 позначимо вагу автомобіля 1 і W_2 , що ударив, – вагу автомобіля 2; S_2 – довжина слідів ковзання шин автомобіля 2, який пересувався після зіткнення, і S_1 – довжина слідів ковзання шин автомобіля 1 після зіткнення. Після удару автомобіль 1 матиме швидкість v_3 і автомобіль 2 матиме швидкість v_4 ; ці швидкості можуть бути визначені з рівняння по довжині слідів ковзання шин. Відповідно до закону збереження кількості руху, якщо v_1 є швидкістю автомобіля 1 перед зіткненням їх можна записати:

$$W_1v_1 + W_2v_2 = W_1v_3 + W_2v_4.$$

Оскільки $v_2 = 0$ (автомобіль, що стоїть), то:

$$W_1v_1 = W_1v_3 + W_2v_4;$$

$$v_3 = \sqrt{254\varphi S_1};$$

$$v_4 = \sqrt{254\varphi S_2}.$$

Після чого отримуємо:

$$W_1v_1 = W_1\sqrt{254\varphi S_1} + W_2\sqrt{254\varphi S_2}. \quad (4.9)$$

Таким чином, швидкість автомобіля 1 у момент зіткнення буде рівна:

$$v_1 = \sqrt{254\phi S_1} + \frac{W_2}{W_1} \sqrt{254\phi S_2} .$$

Розглянемо тепер заднє зіткнення автомобілів, при якому обидва автомобілі у момент зіткнення рухалися. Якщо експерт може визначити місце зіткнення, і якщо обидва автомобілі після зіткнення ковзають до зупинки, то рівняння кількості руху після зіткнення можна записати так:

$$P = W_1 v_3 + W_2 v_4 = W_1 \sqrt{254\phi S_1} + W_2 \sqrt{254\phi S_2} ; \quad (4.10)$$

Рівняння кількості руху до зіткнення:

$$P = W_1 v_1 + W_2 v_2 . \quad (4.11)$$

в якому невідомі v_1 і v_2 . Проте відомо, що v_1 більше v_2 , бо інакше зіткнення не відбулося б. Якщо прирівняти рівняння (4.10) і (4.11), то отримаємо:

$$W_1 v_1 + W_2 v_2 = W_1 \sqrt{254\phi S_1} + W_2 \sqrt{254\phi S_2} . \quad (4.12)$$

де відомі всі величини, окрім v_1 і v_2 .

Таким чином, отримали одне рівняння з двома невідомими. Тому швидкості автомобілів при задньому зіткненні не можуть бути визначені, якщо не буде відома із слів водія швидкість одного з автомобілів перед зіткненням. Якщо водій автомобіля 2 може сказати, яка була швидкість його автомобіля перед зіткненням тоді можна визначити швидкість v_1 . Іншим питанням, що виникає при задньому зіткненні, є необхідність з'ясувати чи були включені габаритні ліхтарі і стоп-сигнал на передньому автомобілі чи ні. Якщо задні ліхтарі були розбиті при зіткненні, то експерт може отримати результати експертизи окислення вольфрамових спіралей ламп задніх ліхтарів. Якщо спіралі показують певний ступінь цього окислення, то слід стверджувати, що лампи габаритних ліхтарів і стоп-сигналу горіли в мить, коли вони були розбиті в результаті зіткнення. Такий аналіз ниток розбитих ламп габаритних ліхтарів і стоп-сигналу покаже також, що були включені габаритні ліхтарі або тільки ліхтарі стоп-сигналу, або вони були включені одночасно.

Розглянемо тепер інший тип зіткнення – зустрічне.

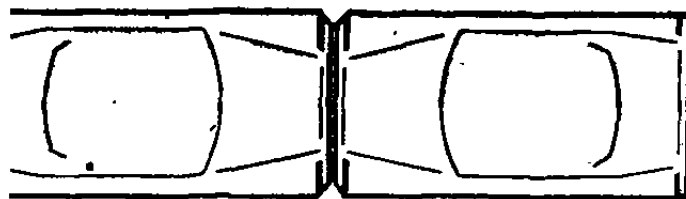


Рис. 4.9. Зустрічне зіткнення.

Зустрічне зіткнення (рис. 4.9.) відбувається досить рідко, оскільки водії прагнуть ухилитися від зустрічного удару, і тому більшість дорожньо-транспортних подій супроводжуються кутовим або бічним зіткненням. Проте зустрічні зіткнення все-таки відбуваються і мають свої особливості. При таких зіткненнях автомобілі зупиняються на місці зіткнення або відскакують на рівні відстані, якщо їх вага і швидкості були однаковими. Якщо ж ваги автомобілів і їх швидкості були не однакові, легший або такий, що рухався з меншою швидкістю автомобіль буде відкинутий назад від місця зіткнення. Автомобілі

при цьому не обертаються і уламки займають невелику площу дороги. Швидкість зіткнення не може бути визначена в цьому випадку, оскільки виходить одне рівняння кількості руху з двома невідомими швидкостями.

Основним питанням при зустрічному зіткненні є з'ясування, на якій стороні дороги відбулося зіткнення. Місце зіткнення в цьому випадку визначається по розташуванню автомобілів і слідами ковзання коліс до удару і після нього, якщо такі є.

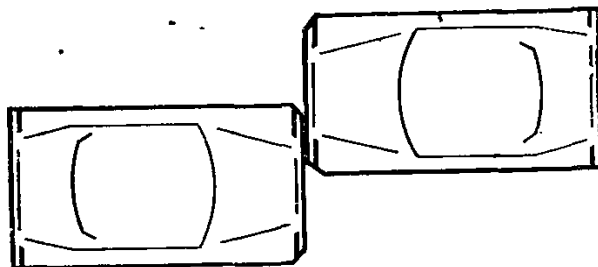


Рис. 4.10. Кутове зіткнення автомобілів.

Кутові і бічні зіткнення є найбільш поширеними дорожньо-транспортними подіями на автомобільній дорозі, що вимагають проведення експертизи. При таких зіткненнях основна увага експерта повинна бути направлена на з'ясування, на якій стороні від осьової лінії дороги відбулося зіткнення. Після зіткнення автомобілі можуть відокремитися один від одного і зупинитися, тому визначити місце зіткнення важко (рис. 4.10.). Уламки можуть розташовуватися після зіткнення на порівняно великій площі, а розташування бруду, що відвалилися з внутрішньої поверхні крил, осколків скла і розлитого масла має безладний характер. Не дивлячись на це, такі зіткнення мають свої закономірності, що піддаються експертизі.

Кутові зіткнення зазвичай супроводжуються обертанням автомобілів після удару.

Враховуючи, що напрям сили при ударі не співпадає з напрямом подовжній осі автомобілів, автомобілі мають тенденцію до обертання рис. 4.11.

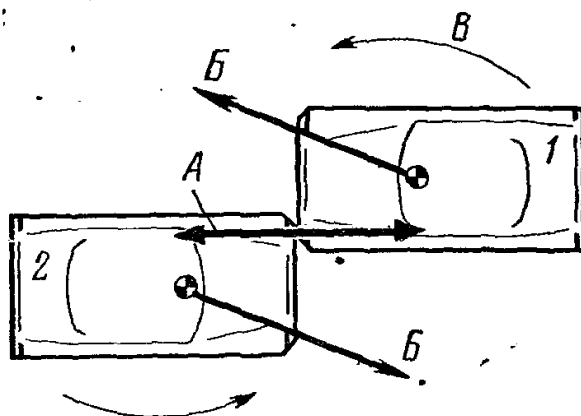


Рис. 4.11. Лінія зіткнення і передбачуваний напрям переміщення автомобілів після зіткнення:

А – лінія зіткнення; Б – напрям переміщення після зіткнення; В – напрям обертання автомобілів після удару.

При кутовому зіткненні автомобілів лівими кутами відбувається їх обертання проти годинникової стрілки, після чого автомобілі відскакують один

від одного рис. 4.12. Дійсні переміщення і повороти автомобілів можуть бути більшою чи меншою мірою в порівнянні з тим, як це зображено на рис. 4.12. і залежать від площі дотичних поверхонь при зіткненні автомобілів, стани дорожнього покриття і тому подібне. При таких аваріях завжди має місце обертання і подальше переміщення автомобілів. Необхідно підкреслити, що при таких зіткненнях кожен автомобіль переміщається з місця зіткнення у бік своєї сторони дороги.

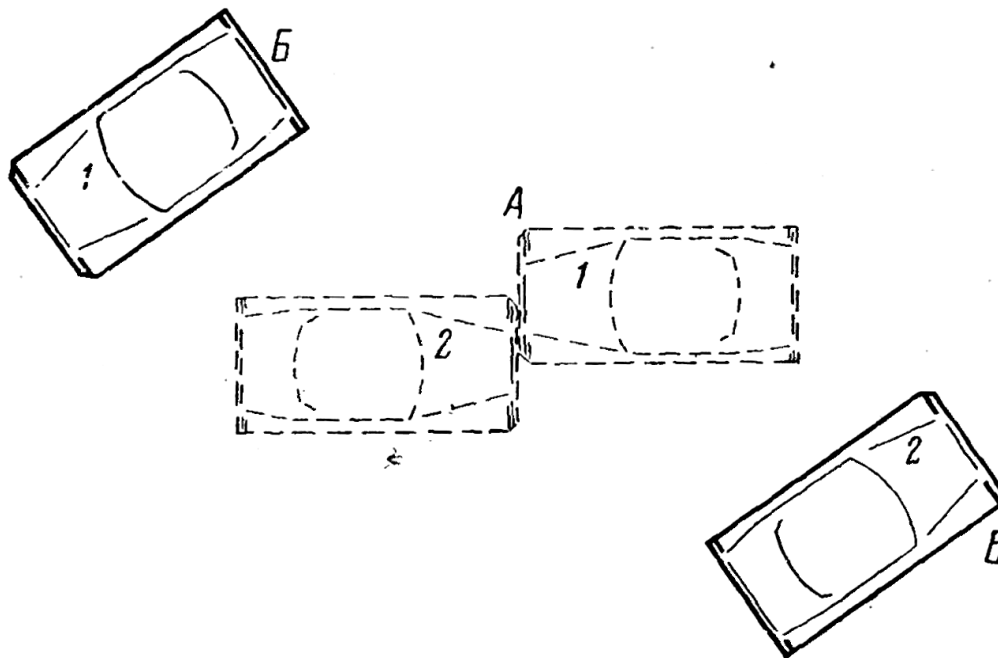


Рис. 4.12. Типове розташування автомобілів після кутового зіткнення:
А – розташування автомобілів у момент удару; Б – розташування автомобілів після зіткнення.

При цьому автомобіль ударяється в дорожній укіс або інший автомобіль і ніколи не переміщається на протилежну сторону дороги. Таким чином, якщо після такого зіткнення, обидва автомобілі знаходяться на одній стороні дороги, то зіткнення відбулося на цій смузі. Якщо ж кожен автомобіль після зіткнення розташований на своїй стороні дороги, то експертові необхідно провести додаткове вивчення для визначення смуги дороги, на якій відбулося зіткнення. Для цього слід оглянути сліди ковзання коліс і розташування уламків автомобілів.

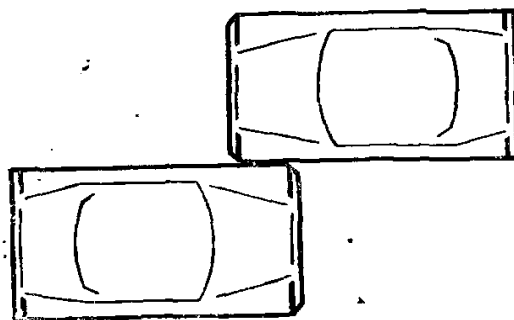


Рис. 4.13. Бічне зіткнення.

Бічне зіткнення рис. 4.13 схоже на кутове, але йому не властиво обертання автомобілів після зіткнення. Це пояснюється тим, що при бічному зіткненні стикаються крила і бічні сторони автомобілів, які злегка мнуть і згинаються, при цьому сила взаємодії автомобілів недостатня, щоб змусити шини ковзати. При бічних зіткненнях, пошкодження автомобілів зазвичай незначні і автомобілі зупиняють самі водії. Достовірними фактами, вказуючими місце зіткнення, є шматки бруду, що відвалилася від крил, осколки скла і сліди ковзання шин. У багатьох випадках при таких зіткненнях бажано вивчити характер подряпини і вм'ятини боковини кузова і визначити напрям подряпин. Це дуже важливо особливо тоді, коли обидва автомобілі рухалися в одному напрямі при зіткненні.

4.6 Перехресне зіткнення.

При перехресних зіткненнях обидва автомобілі стикаються, як правило, під прямим кутом. Експертові необхідно визначити швидкості автомобілів у момент зіткнення, якщо автомобілі ковзали перед ударом, то він може визначити їх швидкості перед початком гальмування слідами ковзання. Експерт може також визначити, який з автомобілів першим з'явився на перехресті. Експерт може використовувати рівняння слідів ковзання шин і кількості руху для отримання його даних, що цікавлять, при перехресному зіткненні.

До і після зіткнення повна кількість руху системи залишається постійною. Можна визначити кількість руху після зіткнення по вазі автомобілів, місцю зупинки автомобілів після зіткнення і місцю, де відбувся удар автомобілів. Далі розраховують кількість руху до зіткнення і визначають швидкості автомобілів у момент зіткнення.

Щоб бути точним в наведених вище розрахунках, необхідно зміряти шлях центру ваги обох автомобілів, оскільки шлях руху цих крапок використовується в рівняннях кількості руху.

Центром ваги називається точка будь-якого предмету, де зосереджена його вага або де прикладена рівнодіюча ваги предмету. Всі предмети, включаючи і автомобілі, мають одну єдину крапку, де розташовується центр ваги.

Центр ваги можна вважати центром додатку рівнодіючою ваги або центром обертання автомобіля при його зіткненні. При використанні рівняння збереження кількості руху для випадку зіткнення автомобілів необхідно визначити шлях руху центра ваги автомобілів.

Розглянемо перехресне зіткнення, зображене на (рис. 4.14.). Зіткнулися два автомобілі під прямим кутом, а перед зіткненням автомобіль 1 при гальмуванні залишив довжину слідів ковзання S_1 , а автомобіль 2 – S_4 . Після зіткнення автомобіль 1 ковзав і його центр ваги перемістився під кутом θ на відстань S_2 , а центр ваги автомобіля 2 перемістився під кутом Φ на відстань S_3 . Вага автомобіля 1 $W_1 = 1300$ кг, а вага автомобіля 2 $W_2 = 1675$. Потрібно визначити, з якими швидкостями рухалися автомобілі у момент зіткнення і з якими швидкостями рухалися автомобілі перед початком гальмування перед зіткненням.

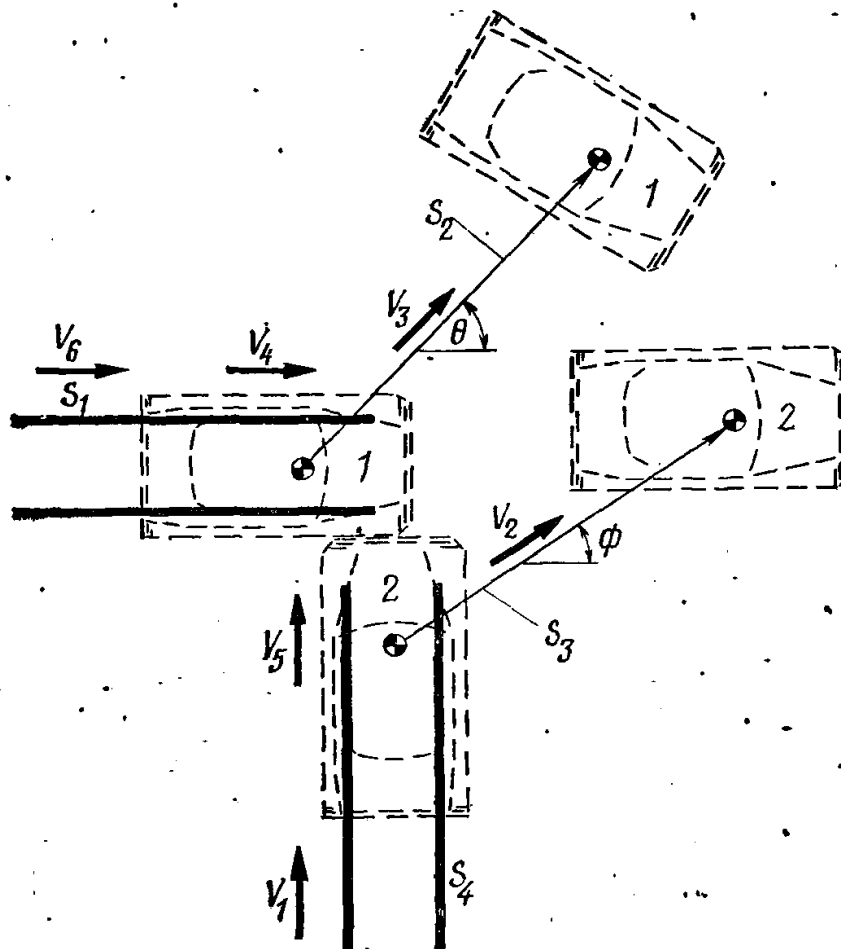


Рис. 4.14. Перехресне зіткнення з переміщеннями центрів ваги автомобілів, що зіткнулися.

Спочатку визначаються швидкості автомобілів після зіткнення по відстанях переміщення їх центрів ваги, використовуючи для цього рівняння швидкості. Позначимо швидкість автомобіля 1 після зіткнення v_3 , а автомобіля 2 – v_2 , тоді:

$$v_3 = \sqrt{254\varphi S_2}; \quad (4.13)$$

$$v_2 = \sqrt{254\varphi S_3}. \quad (4.14)$$

Знаючи S_2 , S_3 і φ використовуючи рівняння збереження кількості руху, визначають швидкості автомобілів у момент зіткнення (v_4 – швидкість автомобіля 1 у момент зіткнення, а v_5 – автомобіля 2). Кількість руху розкладемо на дві складові, співпадаючі з напрямом руху автомобілів до зіткнення. Оскільки кількість руху в кожному з двох напрямів збережеться, то:

$$W_1 v_4 = W_1 v_3 \cos \Phi + W_2 v_2 \cos \theta; \quad (4.15)$$

$$v_4 = \cos \Phi + \frac{W_2}{W_1} v_2 \cos \theta; \quad (4.16)$$

$$W_1 v_4 = W_1 v_3 \cos \Phi + W_2 v_2 \cos \theta; \quad (4.17)$$

$$v_5 = \frac{W_1}{W_2} v_3 \sin \Phi + v_2 \sin \theta. \quad (4.18)$$

Кути Φ і θ були заміряні на місці зіткнення, а v_3 і v_2 – визначені раніше.

Потім визначаються швидкості на початку гальмування автомобілів перед зіткненням автомобіля 1 – v_6 і автомобіля 2 – v_1 :

$$v_6 = \sqrt{254\varphi S_1 + v_4^2}; \quad (4.19)$$

$$v_1 = \sqrt{254\varphi S_4 + v_5^2}. \quad (4.20)$$

При такому зіткненні експертові слід починати вивчення параметрів зіткнення з кінцевого положення автомобілів, визначити швидкості автомобілів після зіткнення слідами ковзання шин після удару автомобілів. Потім визначаються швидкості у момент зіткнення по рівнянню збереження кількості руху, оскільки відомі швидкості руху автомобілів після зіткнення. Потім визначаються швидкості руху автомобілів перед початком гальмування, оскільки відомі швидкості у момент зіткнення. Таким чином розраховуються шість швидкостей автомобілів, по три для кожного автомобіля, швидкість після зіткнення, у момент зіткнення і на початку гальмування перед зіткненням.

Розглянемо приклад перехресного зіткнення, в якому відомі: $W_1=1300$ кг; $W_2=1675$ кг; $S_1=9,15$ м; $S_4=7,62$ м; $S_2=4,57$ м; $S_3=3,05$ м (S_2 і S_3 – переміщення центру ваги обох автомобілів; $\Phi=30^\circ$; $\theta=45^\circ$; $\varphi=0,7$.)

Визначаємо швидкості після зіткнення слідами ковзання S_2 і S_3 :

$$v_3 = \sqrt{254\varphi S_2} = 28,3 \text{ км/год};$$

$$v_2 = \sqrt{254\varphi S_3} = 23,2 \text{ км/год}.$$

Потім склавши рівняння збереження кількості руху і визначаємо швидкості автомобілів у момент зіткнення:

$$v_4 = v_3 \cos \theta + \frac{W_2}{W_1} v_2 \cos \Phi = 45,7 \text{ км/год};$$

$$v_5 = \frac{W_1}{W_2} v_3 \sin \Phi + v_2 \sin \theta = 27,4 \text{ км/год}.$$

Тепер визначаємо швидкості автомобілів перед початком гальмування до зіткнення:

$$v_6 = \sqrt{254\varphi S_1 + v_4^2} = 60,8 \text{ км/год};$$

$$v_1 = \sqrt{254\varphi S_4 + v_5^2} = 46,4 \text{ км/год}.$$

Таким чином, швидкість автомобіля 1 у момент зіткнення була 45,7 км/год, а автомобіля 2 – 27,4 км/год. Перед початком гальмування до зіткнення швидкість автомобіля 1 була 60,8 км/год, а швидкість автомобіля 2 – 46,4 км/год.

Слід зазначити, що кути Φ і θ вимірюються між східним напрямом руху і напрямом переміщення центрів ваги автомобілів, а не напрямом слідів ковзання шин після зіткнення. Відстанями S_2 і S_3 є переміщення центрів ваги автомобілів і можуть відрізнятися від довжини слідів ковзання шин після зіткнення.

У поперечному напрямі центр ваги лежить в середині автомобіля, проте в подовжньому напрямі його місцеположення повинне визначатися або відповідно до каталожних даних автомобіля, або шляхом спеціальних вимірів.

Розрахункова схема для вивчення перехресного зіткнення приведена на рис. 4.15.

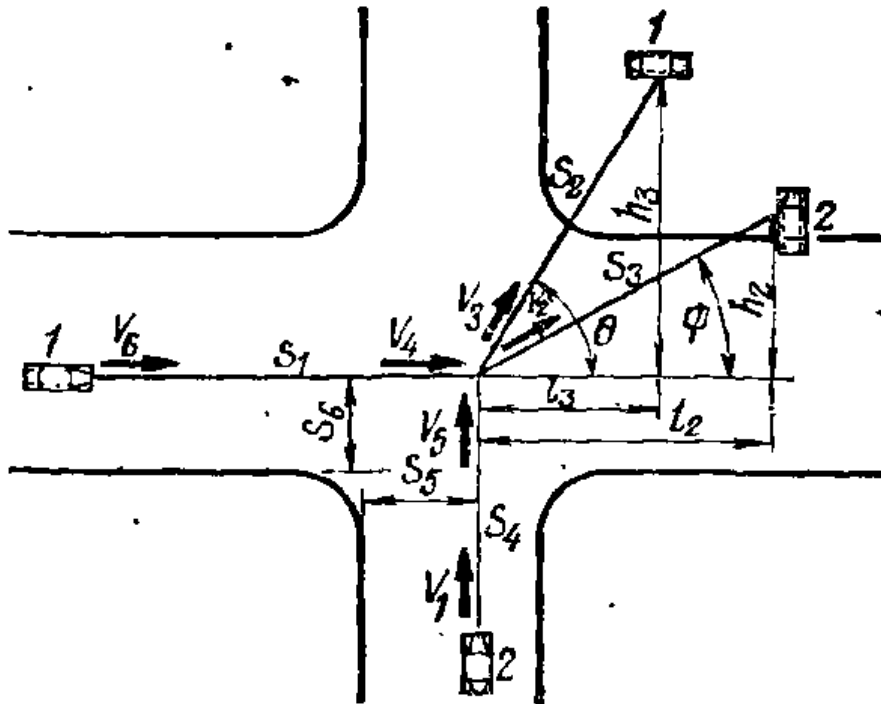


Рис. 4.15. Розрахункова схема для вивчення перехресного зіткнення.

Для автомобіля 1 вага W_1 , швидкості v_3 , v_4 і v_6 , шляхи ковзання S_1 , S_2 і переміщення S_5 , кут θ і складова в перпендикулярному напрямі ковзання коліс після зіткнення h_3 , а складова в паралельному напрямі l_3 . Для автомобіля 2 – вага W_2 , швидкості v_2 , v_5 і v_1 , шляхи ковзання S_3 , S_4 і переміщення S_6 , кут Φ і складова в перпендикулярному напрямі ковзання коліс після зіткнення l_2 , а складова в паралельному напрямі h_2 .

Автомобіль 1

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{h_3}{l_3};$$

$$v_3 = \sqrt{254 \varphi S_2};$$

$$v_4 = v_3 \cos \theta + \frac{W_2}{W_1} v_2 \cos \Phi;$$

$$v_6 = \sqrt{254 \varphi S_1 + v_4^2};$$

Автомобіль 2

$$\operatorname{tg} \Phi = \frac{h_2}{l_2};$$

$$v_2 = \sqrt{254 \varphi S_3};$$

$$v_5 = \frac{W_1}{W_2} v_3 \sin \theta + v_2 \sin \Phi;$$

$$v_1 = \sqrt{254 \varphi S_4 + v_5^2};$$

де v_3 і v_2 – швидкості після зіткнення;

v_4 і v_5 – швидкості при зіткненні;

v_6 і v_1 – швидкості перед початком гальмування до зіткнення.

4.7 Визначення моменту виїзду автомобіля на перехрестя.

Питання, яке часто необхідно вирішити при перехресному зіткненні, це який з автомобілів, що зіткнулися, виїхав першим на перехрестя. В цьому випадку є три наступні можливі варіанти:

обидва автомобілі виїжджають на перехрестя з постійною швидкістю (без гальмування);

один автомобіль виїжджає на перехрестя з постійною швидкістю, а інший автомобіль гальмує;

обидва автомобілі виїжджають на перехрестя і гальмують.

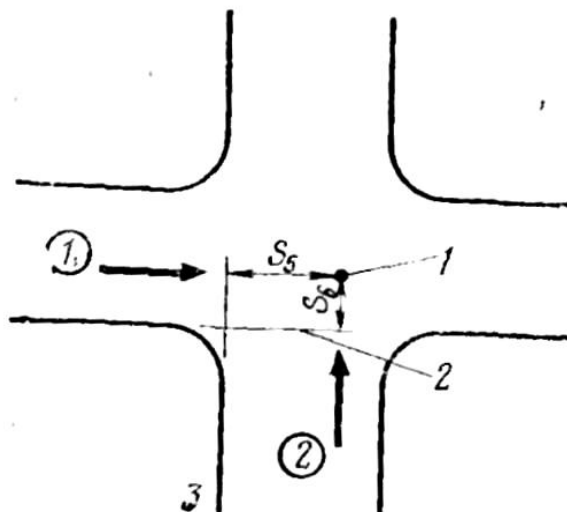


Рис. 4.16. Схема до визначення часу виїзду автомобілів на перехрестя: 1 – місце зіткнення; 2 – межі перехрестя.

Для першого випадку необхідно визначити швидкості автомобілів 1 і 2 у момент зіткнення, для чого вимірюють відстані від місця (крапки) зіткнення до ліній, що обмежують перехрестя (S_5 і S_6 на рис. 4.16). Потім визначають час (знаючи швидкості і шляхи), який було потрібно кожному автомобілю для проїзду від межі перехрестя до місця зіткнення:

для автомобіля 1

$$t_1 = \frac{3.6S_5}{v_4}. \quad (4.21)$$

для автомобіля 2

$$t_2 = \frac{3.6S_6}{v_5}. \quad (4.22)$$

де S_5 і S_6 – відстані від межі перехрестя до місця зіткнення, м;
 v_4 і v_5 – швидкості автомобілів у момент зіткнення, км/год.

Якщо при цьому вийшло, що $t_1 > t_2$, то автомобіль 1 виїхав на перехрестя раніше, ніж автомобіль 2, і навпаки.

Для другого випадку припустимо, що автомобіль 1 рухається з постійною швидкістю, а автомобіль 2 виїжджає на перехрестя при гальмуванні. При цьому

$$t_1 = \frac{3.6S_5}{v_4}.$$

Але швидкість автомобіля 2 сповільнюється при гальмуванні, тому час, необхідний для проїзду від межі перехрестя до місця зіткнення, буде:

$$t_2 = \frac{2g\varphi S_6 - v_5}{3.6g\varphi}. \quad (4.23)$$

де v_5 – швидкість автомобіля 2 у момент зіткнення, км/год;

φ – коефіцієнт зчеплення;

S_6 – відстань від межі перехрестя до місця зіткнення.

Якщо в результаті виходить, що $t_2 > t_1$, то автомобіль 2 виїхав на перехрестя першим, і навпаки.

Для третього випадку, коли обидва автомобілі виїхали на перехрестя при гальмуванні, час визначатиметься з формули:

$$\begin{aligned} t_1 &= \frac{2g\varphi S_5 - v_4}{3.6g\varphi}; \\ t_2 &= \frac{2g\varphi S_6 - v_5}{3.6g\varphi}. \end{aligned} \quad (4.24)$$

Якщо в результаті виходить, що $t_2 > t_1$, то автомобіль 2 виїхав на перехрестя першим, і навпаки.

Можливо, що потрібно буде визначити швидкості автомобілів під час виїзду на перехрестя (при проїзді меж перехрестя). Для цього приведені формули відповідно до наведених вище трьох випадків.

Перший випадок: автомобіль 1 виїжджає на перехрестя із швидкістю v_4 ; автомобіль 2 виїжджає на перехрестя із швидкістю v_5 .

Другий випадок: автомобіль 1 виїжджає на перехрестя із швидкістю v_4 ; автомобіль 2 виїжджає на перехрестя з швидкістю, визначеною по формулі: $\sqrt{254\varphi S_5 + v_4^2}$.

Третій випадок: автомобіль 1 виїжджає на перехрестя з швидкістю, визначуваною за формулою: $\sqrt{254\varphi S_5 + v_4^2}$, а автомобіль 2 виїжджає на перехрестя з швидкістю, визначуваною за формулою: $\sqrt{254\varphi S_6 + v_5^2}$.

де v_4 – швидкість автомобіля 1 у момент зіткнення;

v_5 – швидкість автомобіля 2 у момент зіткнення;

S_5 і S_6 – відповідно до рис. 3.16;

φ – коефіцієнт зчеплення.

4.8 Місце дорожньо–транспортної пригоди.

Місце дорожньо–транспортної пригоди включає розташування місця зіткнення, місце розташування автомобілів після зіткнення і слідів ковзання їх коліс до і після зіткнення, а також місце розташування уламків автомобілів. Все це разом і складає місце події, на якій експерт сподівається виявити сліди зіткнення і на якому він повинен почати вивчати факти, необхідні для експертизи. Експерт зазвичай прибуває на місце події після того, як автомобілі пересунуті, так що окремі частини місця події сфотографовані до того, як автомобілі були пересунуті. Не дивлячись на наявні фотографії, експертіві необхідно приїхати на місце події, оскільки він зможе виявити деякі факти,

потрібні для експертизи, але не показані на фотографіях. Експертові слід оглянути дерева, кущі і всі предмети, які могли потрапити у поле зору водія, що брав участь в події. Йому необхідно також оцінити видимість дороги, повздовжній і поперечний нахил дороги. Всі ці дані не можуть бути визначені з фотографій.

На місці події експерт може заміряти коефіцієнт зчеплення, відзначити середню інтенсивність руху транспортних засобів на цій ділянці вулиці або дороги, виявити лунки або опуклості на поверхні дороги, які можуть викликати раптові відхилення автомобіля від прямолінійного руху. Експерт може заміряти довжину і ширину осьової лінії дороги і відстань між переривистими лініями.

Він повинен спробувати по можливості точніше визначити, з яких місць фотографували місце події, так щоб представити розташування автомобілів після зіткнення.

Якщо експерт прибув на місце події досить швидко, то він зможе перевірити виміри слідів ковзання шин і розташування інших слідів. Експерт повинен перевірити проведені до його прибуття виміри.

Такі на перший погляд малозначні факти, як осколки розбитого скла, можуть досить довго знаходитися на узбіччі дороги. Все це слід відмітити, а розташування осколків зіставити з іншими характерними особливостями зіткнення.

Іноді буває корисним викреслити місце події. Це може виконати сам експерт або йому слід скористатися допомогою фахівців в цій області. Якщо така схема зроблена, то на ній необхідно зобразити всі параметри дороги (ширину, радіуси, криві і т. п.), а також всі факти дорожньо–транспортної події. Може бути використана також аерофотознімання, якщо такі витрати будуть виправдані і це допоможе отримати на схемі всі дерева і будинки, що мають відношення до місця дорожньо–транспортної події.

4.9 Вивчення слідів на дорозі і уламків автомобілів, що зіткнулися.

Сліди дорожнього покриття і уламки автомобілів розкидані на місці події, повинні бути використані експертом для визначення розташування місця зіткнення. Навіть якщо два автомобілі зчепилися разом в результаті зіткнення, вони можуть не зупинитися на місці зіткнення. Це особливо властиво тим випадкам, в яких бере участь автопоїзд з напівпричепом. Завдяки великій відмінності у вазі між двома автомобілями, що зіткнулися, автопоїзд з напівпричепом може перемістити легковий автомобіль на значну відстань від місця зіткнення до зупинки автомобілів після удару.

Сліди ДТП носять характер пошкоджень дорожнього покриття, пролитого масла, бензину і води з розбитого резервуару, а також сліди ковзання шин. Уламки автомобіля включають розбите скло, бічні дзеркала і частини облицювання автомобіля, бруду, що відлетіла з нижніх частин автомобіля і інше.

Уламки автомобілів, що валяються, розташовуються зазвичай попереду місця зіткнення по ходу руху, оскільки вони відлітають за інерцією від автомобіля і пересування їх від місця зіткнення відбувається в тому ж напрямі,

в якому рухався автомобіль перед зіткненням. Якщо два автомобілі зіткнулися і залишили уламки, то місце зіткнення розташовуватиметься між місцями, де розкидані уламки обох автомобілів. Шматки бруду, що відлетіли при падінні від нижніх поверхонь крил, розташовуються поблизу від місця зіткнення, тому що крила перешкоджають їх переміщенню на значну відстань. Якщо можна виявити такі шматки бруду, то це в значній мірі полегшує визначення місця зіткнення. Масло і вода, що витекли на дорогу в результаті удару, знаходяться поблизу від місця зіткнення, тому що їх переміщення у напрямі руху автомобіля запобігло другим автомобілем, що брав участь в зіткненні, тому вони стекли прямо вниз на поверхню дороги.

Несподіване бічне переміщення слідів ковзання шин визначає місце зіткнення, оскільки весь автомобіль піддається струсу і відхиляється від первинного руху у момент зіткнення, що і приводить до різкого невеликого відхилення слідів ковзання шин в бічному напрямі.

Місця пошкодження дорожнього покриття повинні бути ретельно вивчені експертом. Уважний огляд вм'ятин і подряпин дорожнього покриття дозволить встановити, чи є вони результатом цього зіткнення автомобілів чи ні. Недосвідчений експерт, побачивши довгу подряпину на асфальті, прийме її за слід зіткнення автомобілів, хоча подальше вивчення покаже, що це слід, залишений позначенням пішохідного переходу, зробленим задовго до зіткнення.

Якщо вм'ятини і подряпини на дорозі достатньо свіжі і чисті від бруду та частинок зносу шин або якщо цементобетон дуже білий (асфальт гладкий і має опуклість), то це вказує на те, що подряпина або вм'ятини достатньо свіжа і може бути зарахована до зіткнення, що розслідується.

Подряпини на дорозі зазвичай проводять буфера автомобілів, дотичні після зіткнення з поверхнею дороги, а вм'ятини, як правило, повторюють форму предмету, який їх провів. Ретельне вивчення вм'ятини дозволяє встановити, в якому напрямі рухався предмет, що наніс вм'ятину рис. 4.17.

Ковзаючий предмет, в даному випадку буфер, рухався в напрямі зліва направо. У обох випадках вм'ятини поступово посилюється, потім, досягаючи максимальної глибини, різко припиняється. На асфальтобетонному покритті при цьому утворюється невелика опуклість.

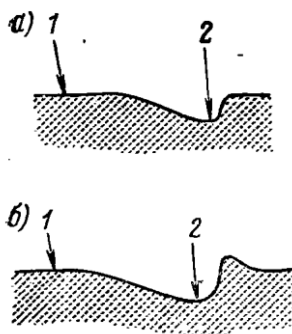


Рис. 4.17. Поперечний перетин вм'ятини цементобетонного (а) і асфальтобетонного (б) покриття дороги, що з'явилася в результаті ковзання буфера після зіткнення:

1 – поверхня дороги; 2 – вм'ятини.

Такі вм'ятини зазвичай є поблизу місця зіткнення автомобілів при їх кутовому ударі один до одного, оскільки сила, що виникає при такому зіткненні, прагне нахилити автомобілі і при цьому деякі частини автомобілів зачіпають дорожню поверхню. Якщо експерт уважно вивчить розташування вм'ятини на поверхні дороги і напрям предмету, що зробив цю вм'ятину, то в цьому випадку вм'ятини на дорозі нададуть допомогу у визначенні місця зіткнення або напрямку подальшого після удару переміщення автомобілів. Що стосується вивчення слідів, що залишилися після зіткнення автомобілів, то необхідно особливу увагу приділяти вм'ятинам і подряпинам на поверхні дороги. При цьому слід звернути увагу на зовнішній вигляд таких вм'ятин (свіжі вони або старі), на напрям руху предмету, що залишив вм'ятини, і на встановлення тієї частини автомобіля, яка викликала появу вм'ятин.

Слід підкреслити, що асфальт іноді залишається на предметі, що взаємодіє з ним. Це не завжди буває, але якщо це має місце, експерт повинен використовувати таку можливість для визначення тієї частини автомобіля, яка зачіпала поверхню дороги після зіткнення.

4.10 Зіткнення декількох автомобілів.

При зіткненнях декількох автомобілів експерт повинен вивчити взаємодію більш ніж двох автомобілів. У таких випадках один автомобіль може брати участь в бічному зіткненні з іншим автомобілем, який при ударі заїжджає за осьову лінію на ліву сторону проїжджої частини дороги і стикається із зустрічним автомобілем.

Залежно від розташування ділянки дороги і інтенсивності руху в одній автомобільній катастрофі можуть брати участь до 10 автомобілів.

Основним завданням в цьому випадку є аналіз слідів ковзання, вм'ятин і переміщень деталей з одного автомобіля на іншій і встановлення в результаті цього автомобілів, відповідних цим слідам. Це не так важко зробити, якщо керуватися наступним: слідами ковзання є частинки гуми, що залишилися на дорозі в результаті зносу шин і тертя їх бігової доріжки об поверхню дороги, якщо сліди ковзання шин одного автомобіля перетинають сліди іншого, то уважне вивчення місця перетину слідів дозволить виявити, які сліди ковзання зроблені пізнішими, оскільки пізніші сліди виглядають у вигляді синіх смужок поверх жовтих смужок. Знаючи, які з пересічних слідів зроблені пізніше, експерт може встановити послідовність руху автомобілів при зіткненні.

Так само можуть бути розглянуті пошкодження автомобілів. Абсолютно очевидно, що при зіткненні декількох автомобілів є декілька ліній зіткнень – по одній для зіткнення кожної пари автомобілів. Будь-які пізніші удари, розташовані поблизу ударів від ранніх зіткнень, спотворюватимуть напрям переміщення металу в місцях вм'ятин, отриманих при раніших зіткненнях. Наприклад, крило може бути вм'яте всередину з переднього боку при первинному зіткненні, залишивши напрям лінії зіткнення спереду назад. При подальшому ударі це крило може бути вм'яте в бічному напрямі. В результаті другого зіткнення змінюються форми вм'ятин від першого зіткнення і лінія

першого зіткнення виглядає «рифленою». Лінія другого зіткнення не піддається в цьому випадку спотворенню.

Перенесення фарби з одного автомобіля на інший допомагає експертові визначити, який з автомобілів брав участь в тому або іншому зіткненні. Тому слід ретельно вивчати всі пошкодження і подряпини для визначення фарби, перенесеної з іншого автомобіля. При цьому слід зробити нарис вм'ятин і подряпин автомобілів з відміткою на ній колір виявленої фарби, перенесеної з іншого автомобіля, і розташування місця, де це відбулося. Така схема допоможе експертові визначити послідовність зіткнень різних автомобілів.

Місце зіткнення автомобілів повинне бути також ретельно вивчено і визначена приналежність всіх слідів ковзання і відповідне кожним слідам зіткнення певних автомобілів. Шини всіх автомобілів, що зіткнулися, повинні бути перевірені з метою визначення відбитків ковзання. Тільки ті шини, на яких є такі відбитки, ковзали перед зіткненням, і вони встановлені на тих автомобілях, які залишила сліди ковзання.

Експерту слід вивчити всі шини, у тому числі і сліди ковзання, що мають, при різкому розгоні.

Слід зазначити, що експертиза зіткнень декількох автомобілів тільки збільшує об'єм роботи експерта. При цьому діють ті ж правила експертизи, що і для зіткнення двох автомобілів.

4.11 Автомобілі–тягачі з причепами і напівпричепами.

Автомобільні поїзди мають характерні особливості руху в ситуаціях зіткнення з іншими автомобілями із-за можливості так званого складання автомобіля–тягача з причепом або напівпричепом при ковзанні коліс.

У цьому розділі розглянутий найбільш поширений тип автопоїзда, який складається з автомобіля–тягача з напівпричепом, обладнаним гальмами.

У загальному випадку автомобіль–тягач з напівпричепом ведуть себе так само, як і одиночний автомобіль.

Якщо всі колеса обладнані гальмами, то це означає, що швидкість автопоїзда перед початком гальмування визначається з рівняння: $v = \sqrt{254\varphi S}$.

Важливою особливістю автопоїзда є велика вага. Так, якщо легковий автомобіль важить 1490 кг, то автопоїзд – 22400 кг. При зіткненні автопоїзда з легковим автомобілем водій першого має більше шансів залишитися в живих, чим водій легкового автомобіля. Це пояснюється двома причинами. По–перше, водій автомобіля–тягача сидить вище, ніж водій легкового автомобіля, тому він знаходиться вищим за частини автомобіля, ушкоджуваних при зіткненнях. Це оберігає його від здавлення дверима, порізів відлітаючого скла і так далі. По–друге, вага автопоїзда є при зіткненні позитивним чинником для його водія. Представимо зіткнення автопоїзда з легковим автомобілем. Знаючи рівняння збереження кількості руху до і після зіткнення і прийнявши, що відбулося зустрічне зіткнення при швидкості автомобіля і автопоїзда по 72 км/год, запишемо:

$$W_1v_1 - W_2v_2 = (W_1 + W_2)v_3. \quad (4.25)$$

де W_1 – вага автомобіля, кг;

v_1 – швидкість автомобіля в південному напрямі, км/год;

W_2 – вага автопоїзда, кг;

v_2 – швидкість автопоїзда в північному напрямі, км/год;

v_3 – швидкість автомобіля і автопоїзда після зіткнення при допущенні, що вони зчепилися в результаті удару, км/год.

Якщо v_3 виходить з негативним знаком, то зчеплені автомобілі після зіткнення рухалися в північному напрямі.

Після підстановки значень в рівняння (4.25) отримуємо $v_3 = -65,1$ км/год (у північному напрямі). Це означає, що автопоїзд із-за зіткнення уповільнив швидкість руху на 6,89 км/год, тоді як легковий автомобіль при цьому зупинився і почав рухатися у зворотному напрямі із швидкістю 65,1 км/год. При цьому можна представити стан водія легкового автомобіля, тоді як завдяки ваговій перевазі водій автомобіля–тягача випробував лише невеликий поштовх.

При ковзанні в результаті гальмування автопоїзд поводить себе так само, як і автомобіль, виключаючи випадки складання автомобіля–тягача з напівпричепом. Вище було показано, що автомобіль при ковзанні може обертатися. Це може відбуватися із автопоїздом. Автомобіль–тягач може почати обертатися із-за ковзання при гальмуванні і це викличе обертання напівпричепа в протилежну сторону. При цьому обертанні напівпричіп зближуватиметься з автомобілем–тягачем, хоча центр ваги автопоїзда рухатиметься по прямолінійній траєкторії повздовж дороги. Навіть якщо сліди ковзання залишатимуть звивисту траєкторію, шлях ковзання автопоїзда буде прямим від початку слідів ковзання до їх кінця.

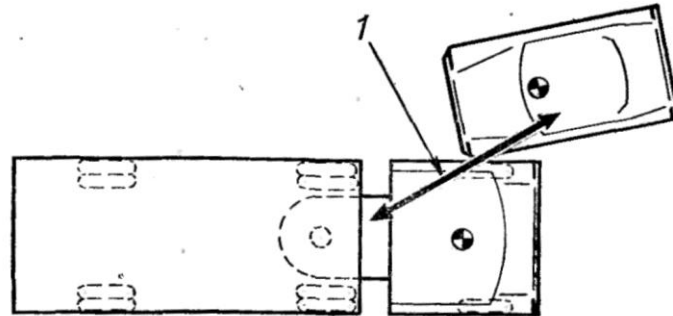


Рис. 4.18. Лінія зіткнення в результаті бічного удару автомобіля в автомобіль–тягач автопоїзда:

1 – лінія зіткнення.

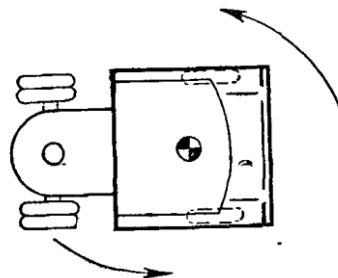


Рис. 4.19. Подальше після зіткнення обертання автомобіля–тягача.

Складання автопоїзда може відбутися при бічному і кутовому зіткненнях. Якщо лінія зіткнення проходить через кабінку автомобіля–тягача, як показано на (рис. 4.18), автомобіль–тягач прагнутиме обернутися проти годинникової

стрілки (рис. 4.19). Напівпричіп прагнучиме за рахунок поштовху від зіткнення обернутися вправо, тому що задня частина автомобіля–тягача з сидельним пристроєм рухатиметься в цьому напрямі, внаслідок чого автопоїзд займе положення, представлене на (рис. 4.20). Це означає, що автомобіль при бічному зіткненні з автомобілем–тягачем може отримати другий удар в передню частину напівпричепом, що розвернувся. Якщо це відбудеться, то після зіткнення автопоїзда буде дві лінії зіткнення, як це показано на (рис. 4.21). Легковий автомобіль, що зіткнувся з автопоїздом, також матиме дві лінії зіткнення, які показані на (рис. 4.22). Лінія зіткнення 1 буде в перший період дорожньо–транспортної події, а лінія зіткнення 2 буде в результаті зіткнення з напівпричепом із–за складання автопоїзда і повороту напівпричепи.

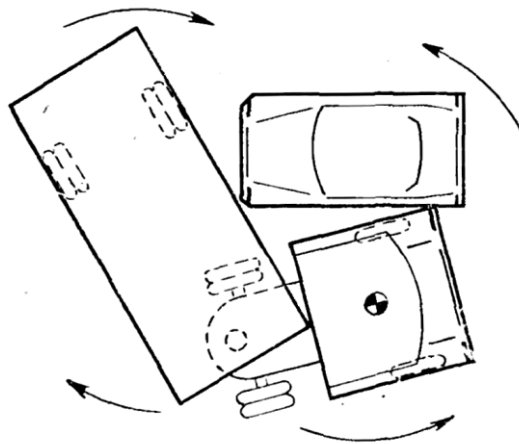


Рис. 4.20. Обертання напівпричепи, викликане поворотом автомобіля–тягача, внаслідок чого відбулося друге зіткнення автомобіля.

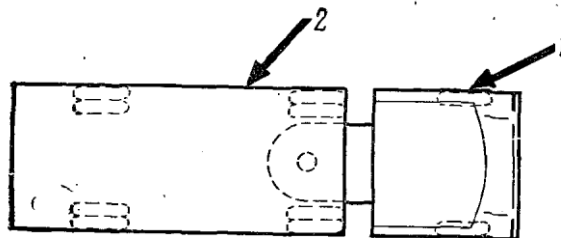


Рис. 4.21. Дві лінії зіткнення автопоїзда в одній дорожньо–транспортній події: 1 і 2 – лінії зіткнення.

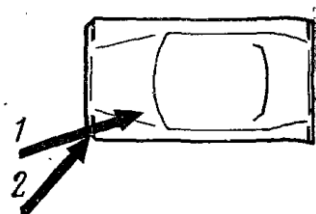


Рис. 4.22. Дві лінії зіткнення легкового автомобіля в одній дорожньо–транспортній події з автопоїздом: 1 і 2 – лінії зіткнення.

Зіткнення автопоїзда з легковим автомобілем може вирівняти рух автопоїзда при складанні так, що водій автопоїзда може навіть не зрозуміти, що

відбулося друге зіткнення. Тому експертові слід вивчити після зіткнення і автомобіль–тягач, і напівпричіп, оскільки можуть бути два самостійні зіткнення при одній дорожньо–транспортній події.

Лекція 5

ВИВЧЕННЯ ПОШКОДЖЕНОГО АВТОМОБІЛЯ.

5.1 Обстеження вимірювальних приладів пошкодженого при зіткненні автомобіля.

5.2 Візуальне обстеження автомобіля.

5.3 Перенесення деталей з одного автомобіля на інший при зіткненні.

5.4 Шини і колеса.

5.5 Розбиті вікна.

5.1 Обстеження вимірювальних приладів пошкодженого при зіткненні автомобіля.

При вивченні пошкодженого автомобіля необхідно перевірити вимірювальні прилади на панелі. На жаль, свідчення вимірювальних приладів при експертизі не відповідають їх свідченням у момент зіткнення, за винятком тих окремих випадків, коли стрілка спідометра була затиснута в положенні, вказуючому швидкість автомобіля під час зіткнення. Проте після дорожньо–транспортної події не слід довіряти свідченням спідометра без перевірки досвідченим спідометристом.

Якщо експерт не має в своєму розпорядженні достатньо точного приладу для перевірки спідометра пошкодженого при зіткненні автомобіля і не може провести ретельне вивчення того, чому стрілка затиснута, то експерт повинен припустити, що швидкість яку показує спідометр, не відповідає швидкості автомобіля у момент зіткнення. Це слід робити по двох причинах. По–перше, спідометр повинен бути ретельно вивчений під час проведення експертизи для визначення достовірності його свідчень і, по–друге, експерт, який довіряє свідченням цього спідометра, нехтує вивченням інших фактів, залишених на місці події. Якщо свідчення спідометра виявляться неправильними, то експерт несподівано виявить, що він упустив додаткові факти, які дозволили б йому спробувати встановити швидкість під час зіткнення іншим способом. Для більшої упевненості експертові слід зняти свідчення спідометра і записати їх, але не довіряти їм. Вірити цим свідченням можна тільки після того, як буде доведена їх повна достовірність. В той же час кілометраж, вказаний на приладовому щитку після зіткнення, майже завжди є достовірним. Свідчення лічильника пройденого шляху дуже рідко змінюється при зіткненні.

Показчики температури, тиск масла і амперметр для експерта не представляють інтересу.

На деяких транспортних засобах встановлюють тахограф, прилад, який безперервно записує швидкісний режим роботи двигуна або швидкість автомобіля на паперовому диску або стрічці. Остання швидкість, зафіксована таким приладом, відповідає швидкості руху автомобіля безпосередньо перед зіткненням або перед початком гальмування. Цей прилад, як і спідометр, кріпиться так, що якщо колеса будуть заблоковані при гальмуванні, тахограф показуватиме нуль (км/год) під час гальмування. Під час зіткнення цей прилад може отримати струс, достатній для того, щоб показати несподіване пікове

збільшення швидкості. Цим свідченням можна нехтувати, швидкість, показана безпосередньо перед цим піковим збільшенням, є швидкістю автомобіля при зіткненні. Досить рідко зустрічається автомобіль, обладнаний тахографом, але саме цей прилад експертові завжди слід перевіряти, оскільки він може вказати дійсну швидкість автомобіля перед зіткненням.

5.2 Візуальне обстеження автомобіля.

Якщо потрібно розібратися в аварійній обстановці, експерт повинен провести ретельне візуальне обстеження автомобіля. Йому слід не тільки перерахувати наявні пошкодження автомобіля, але він також повинен знати, наскільки сильно і в якому місці пошкоджений автомобіль. Недостатньо встановити, що пошкоджене праве переднє крило, досвідчений експерт відзначить, наприклад, наступне: крило було пошкоджене по лінії зіткнення, направленої від правої фари автомобіля до рульової колонки; всі вм'ятини, що визначають деформацію металу в цьому напрямі, мають свіжий і чіткий вигляд, таких вм'ятин чотири; крило змістилося на 75 мм уздовж цієї лінії; деформація металу відбулася паралельно поверхні дороги; нижня вм'ятина знаходиться на відстані 56 см над дорогою, а найвища – на 86,5 см.

Візуальне обстеження автомобіля необхідне для запису як можна більшої кількості даних. Далі у експерта піде значно менше часу на зіставлення фактів, якщо він знає, що буфер на автомобілі 1 був пошкоджений на відстані 45,5 см від дороги, і припускає, що аналогічна вм'ятина на іншому автомобілі також знаходиться на такій відстані. Якщо ж зняти мало розмірів, експерт може тільки здогадуватися, що ці дві вм'ятини будуть на одній відстані від дороги, але це не може бути доведено до тих пір, поки експерт не обстежує автомобілі. Дуже часто повторне обстеження буває неможливо, оскільки автомобілі або викидаються, або ремонтуються, тому не можна буде зняти потрібні розміри. Необхідно ретельніше провести первинне обстеження автомобіля, помилки допущені при первинному обстеженні, рідко можуть бути виправлені.

Слід звернути увагу на подряпини, що мають значення від ковзаючого удару. Багато експертів перше обстеження автомобіля проводять поверхнево, внаслідок чого роблять попередній висновок, концентруючи свою увагу тільки на слідах, які на їх погляд важливі у момент обстеження, і не враховують так звані сліди, що не мають значення. Як правило, пізніше виявляється, що перше обстеження автомобіля було зроблене поверхнево, і сліди, на які вони не звернули уваги раніше, виявилися важливими. Експерт повинен піддати автомобіль дуже ретельному візуальному обстеженню з тим, щоб відмітити і зафіксувати всі факти, а не тільки ті, які здаються важливими у момент огляду. Якщо до прибуття експерта на місце події працівник міліції в своїх діях слідуватиме встановленому порядку, то у такому разі буде пропущено значно менше важливих фактів зіткнення автомобілів.

Експертові необхідно зафіксувати шляхом записів, фотографій або в пам'яті наявність і характер всіх пошкоджень автомобілів, що зіткнулися, висоту розташування і розміри вм'ятин так, щоб при необхідності цим зміг скористатися фахівець з виготовлення моделей, якому доведеться відтворити

модель пошкодженого автомобіля. Для цього експертові слід в думках розділити автомобіль на окремі зони і ретельно обстежувати кожну з них. Пропоноване ділення автомобіля на зони наступне:

передня частина – буфер, облицювання радіатора, фари, габаритні ліхтарі;

ліва сторона – переднє крило, двері водія, дзеркало бокового виду, дверна стійка, вікна, задні двері, заднє крило;

задня частина – задній буфер, задні ліхтарі, випускна труба, кришка багажника, багажник, заднє скло;

права сторона – так само, як і ліва;

зона капота – капот, вітрове скло, склоочисники вітрового скла;

відсік двигуна – радіатор, вентилятор, приводні паси, блок циліндрів, підсилювачі рульового управління і гальм, очисник повітря;

шини і колеса – дивитися розділ «Шини і колеса»;

рульовий привід – рульова колонка, рульовий механізм, рульова сошка, деталі підсилювача рульового управління, поперечна тяга рульового приводу, регульована тяга рульового приводу, всі шарнірні з'єднання рульового приводу;

гальма – хід педалі, протікання рідини в головному гальмівному циліндрі або в колісних гідравлічних гальмівних циліндрах, витіки в трубопроводах, стан всіх гальмівних трубопроводів, стан гнучких гумових шлангів, гальмівні накладки, гальмівні барабани, механізми ручного гальма ;

зона переднього сидіння – рульове колесо, прилади, протисонячні козирки, кнопки управління (їх положення – наприклад, чи були включені фари?), вільний хід і заїдання гальмівної педалі, рукоятка гальма стоянки, місце водія, стійкість і загальний стан автомобіля (треба сісти на сидінні для того, щоб визначити можливість оглядовості з місця водія, якщо сидіння провалюється);

зона заднього сидіння – заднє сидіння, безпека і загальний стан, втрачені предмети;

дах кузова – вм'ятини, сліди, подряпини;

нижня частина – пружні елементи передньої і задньої підвіски, важелі, рама, паливопроводи, які–небудь вм'ятини або сліди, свіжі або старі;

загублені частини – які частини автомобіля були загублені: ковпаки коліс, дзеркало, фари. Слід зазначити наявність або відсутність бруду або пилу в зоні загублених частин автомобіля для того, щоб визначити, коли вони були загублені.

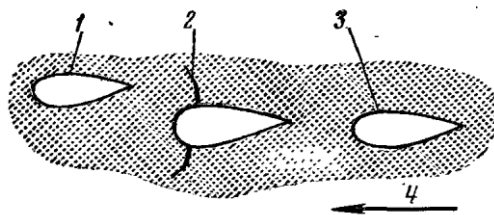


Рис. 5.1. Сліди подряпин на забарвленій поверхні кузова:

1 – каплеподібна форма; 2 – тріщин у відшаровуваннях шпаклівки; 3 – голий метал; 4 – напрям руху предмету, що наносить подряпини.

Під час обстеження експерт повинен сконцентрувати свою увагу на наступному: подряпини, вм'ятини, інші пошкодження і перенесення фарби з одного автомобіля на іншій під час удару.

Подряпини. Сліди на кузові пошкодженого автомобіля, ширина яких більша, ніж глибина, а довжина більша, ніж ширина, називаються подряпинами (рис. 5.1). Подряпини і задири часто плутають і хоча це не приносить особливої шкоди, оскільки при цьому даються їх розміри, експертові слід розрізнити ці поняття. Подряпина йде паралельно пошкодженій поверхні. Вона не глибока і сходиться нанівець поступово. Слід зазначити довжину, ширину і розташування подряпин і подивитися чи немає в цій зоні ржі або бруду, для того, щоб визначити, стара це подряпина або свіжа. Також слід звернути увагу на наявність фарби іншого кольору, яка може довести, що подряпина нанесена іншим автомобілем. Слід звернути особливу увагу на напрям подряпини: чи паралельні вони дорозі (це вказує на бічний удар), чи направлені вони вниз (це говорить про те, що інший автомобіль різко зменшив швидкість і просів) або вони направлені вгору (що вказує на різке зниження швидкості даного автомобіля). Зазвичай можна визначити початок і кінець подряпини. Це можна досягти ретельним обстеженням ґрунтовки в зоні подряпини. Ґрунтовка є покриттям металу, до якого краще пристає фарба, чим до металу автомобіля. Якщо предмет, що проводить подряпину, зіскоблює частину ґрунтовки, яка відшарувалася і має форму краплі, широкий кінець якої направлений у бік руху об'єкту, що зробив подряпини. Ґрунтовка може відшаровуватися уздовж обох сторін каплеподібних подряпин, і напрям тріщин відшаровувань вкаже напрям руху предмету, що наносить подряпини. Слід пам'ятати, що каплеподібні подряпини мають довжину приблизно 0,32 см, а тріщини у відшаровуваннях можуть складати менше 0,08 мм. Щоб ясно побачити характер пошкоджень необхідно провести ретельне візуальне обстеження цих слідів за допомогою збільшувальної лінзи. Каплеподібні подряпини (які залишаються на виявленому металі після того, як відшарувалася ґрунтовка) і тріщини у відшаровуваннях ґрунтовки виглядають так, як показано на рис. 5.1. Тріщини у відшаровуваннях ґрунтовки, що зазвичай сполучаються з каплеподібною подряпиною, розташовуються у її головки (у ширшого кінця краплі). Їх необхідно обстежувати у разі бічного зіткнення, а якщо обидва автомобілі рухалися по дорозі в одному напрямі, то при їх бічному зіткненні необхідно визначити, який з них рухався з більшою швидкістю. Знаючи напрям руху об'єкту, що наносить подряпини, експерт дізнається, який з автомобілів рухався з більшою швидкістю. Автомобіль, що рухався з меншою швидкістю, матиме сліди подряпин, направлені від його задньої частини до передньої (як показано на рис. 5.1), тоді як на автомобілі, з більшою швидкістю, подряпини будуть направлені в протилежну сторону, від передньої частини до задньої.

Задири. Задирами (рис. 5.2) називаються такі сліди пошкодження кузова автомобіля, глибина яких більше їх ширини і які є вм'ятинами або розривами металу, що займають невелику площу. Задири є наслідком ковзання жорсткішої частини одного автомобіля по менш жорсткій поверхні іншого (наприклад, задир залишений ручкою дверей на крилі автомобіля під час бічного зіткнення). Вивчення задирів дозволяє отримати ті ж дані, що і вивчення подряпин, а також

ряд інших додаткових фактів. Зазвичай у міру збільшення довжини задиру росте його глибина. Тому по збільшенню глибини задиру можна визначити напрям руху об'єкту, що наносить задири. Далі, предмет, що наносить задири, може прорізати крило або двері автомобіля, залишаючи на шляху свого руху задертий метал або задирки. Вони також вказують напрям руху об'єкту, що наносить задири. На рис. 5.2 стрілкою вказаний напрям руху об'єкту, що наносить задири.

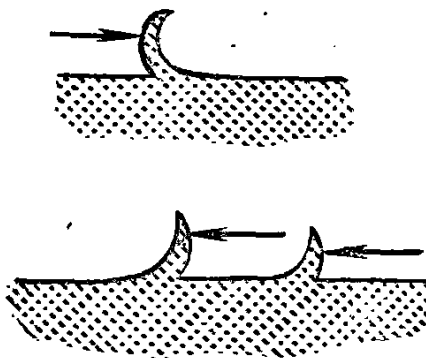


Рис. 5.2. Поперечний розріз задрів, що показує задирки пошкодженого металу.

Вм'ятини. Під вм'ятиною розуміється таке пошкодження автомобіля, глибина якого більше її довжини. Деформація металу об'єкту, що ударяється, в основному відбувається уздовж лінії зіткнення. Відмітивши напрям, в якому відбулася деформація металу об'єктом, що наносить вм'ятину, можна визначити напрям, в якому цей об'єкт рухався в мить, коли він завдав удару автомобілю, що допоможе визначити лінію зіткнення.

Необхідно визначити напрям ліній зіткнення для всіх вм'ятин: як виявилось, одні вм'ятини можуть бути викликані об'єктами, рухомими в одному напрямі, а інші – об'єктами, рухомими в іншому напрямі. Це може вказувати на те, що в зіткненні брали участь більше двох автомобілів, а також на те, що автомобіль перекинувся під час зіткнення і йому були завдані удари в різних місцях одним і тим же автомобілем, або автомобіль міг брати участь в двох різних дорожньо–транспортних подіях.

5.3 Перенесення деталей з одного автомобіля на іншій при зіткненні.

Існує думка, що тільки фарба може бути перенесена з одного автомобіля на інший. Цей факт безумовно слід врахувати, але це далеко не все, так як деталі одного автомобіля після зіткнення можуть опинитися на іншому автомобілі. Дзеркало бічного виду одного автомобіля може застрягти в дверцях іншого. Це може допомогти визначити лінію зіткнення. Вітрове скло одного автомобіля після зіткнення може опинитися на іншому автомобілі, а облицювання радіатора одного автомобіля може втиснути в двері іншого. Будь–який з предметів, перенесених з одного автомобіля на іншій, може бути використаний для того, щоб визначити яким чином відбулося зіткнення двох автомобілів.

5.4 Шини і колеса.

Дуже часто експерт, увага якого зосереджена на значних пошкодженнях кузова автомобіля, приділяє мало уваги обстеженню коліс і шин. Всі колеса і шини повинні бути обстежені ретельно.

Добре почати обстеження автомобіля з контролю тиску повітря у всіх чотирьох шинах. Це потрібно зробити насамперед, оскільки про це можна забути, заглибившись в огляд подряпин і вм'ятин. Треба записати тиск повітря в кожній шині у відповідних одиницях: наприклад, 1,20 кг/см² в правій передній шині; 1,30 кг/см² в лівій і так далі. Потім ці свідчення можна звірити з тими, які рекомендує завод–виробник.

Потрібно обстежувати поверхню протектора кожної шини для визначення слідів ковзання і відмітити покритишки, що мають ці сліди. Оцінити глибину малюнка бігової доріжки протектора і звернути увагу на його загальний стан, знайти незвичайний знос шин, який може мати відношення до зіткнення. Слід шукати розриви, порізи або задири на протекторі, які могли вплинути на стійкість руху автомобіля. Якщо це можливо, треба покласти руку на протектор і обертати колесо. Таким чином можна визначити плоскі лиски на шинах, які можуть вказати на те, що автомобіль ковзав при гальмуванні.

Слід переконатися, чи немає на боковинах покритишок слідів, викликаних метеорологічними умовами (бруд, сніг) або ударом, а також порізів або слідів чужорідних тіл. Обстежувати зону зіткнення з металевим ободом, який називається «Борт покритишки». Встановити, чи немає яких–небудь ознак того, що борт шини відійшов від диска колеса. Це вказує на те, що при русі автомобіля на повороті борт шини відділявся від диска колеса і може з'явитися причиною різкого падіння тиску повітря в шині. При цьому необхідно оглянути борт покритишки, щоб визначити причину пошкодження, викликану внутрішніми або зовнішніми причинами. Таке порушення герметичності може бути причиною різкого падіння тиску повітря в безкамерній шині.

Слід звернути увагу на загальний стан шини, знов оглянути сліди ковзання, виявлені на протекторі, щоб визначити, чи йдуть сліди зносу уздовж шини, указуючи на те, що ковзання коліс відбувалося у напрямі руху автомобіля, або вони розташовані уперек шини, указуючи на бічне ковзання автомобіля.

Необхідно уважно перевірити, чи не просочується гальмівна рідина на колеса, і якщо це так, то це може бути гальмівна рідина, яка витікала з пошкодженого колісного гідравлічного гальмівного циліндра, потрібно зняти ковпаки коліс і обстежувати шпильки і гайки, які кріплять колеса до автомобіля, перевірити затягування гайок і подивитися, чи немає ознак зносу різі. Не щільно прикріплене колесо може викликати втрату стійкості автомобіля. Потрібно відзначити будь–яку зміну кольору мастила на сальниках, що вказує на високу температуру або можливо на підшипник маточини колеса, що вийшов з ладу, а також будь–яку тріщину на маточині.

Слід перевірити стан золотників і наявність запобіжного ковпачка, чи не порізаний сосок камери диском колеса і ковпаком, і чи не було затиснуто отвір золотника при монтажі шини. Обстежувати внутрішню сторону боковин покритишок, вони можуть також мати сліди порізів. Не можна судити про стан

шини в цілому тільки по місцях легко доступних для контролю, необхідно оглянути всю шину.

5.5 Розбиті вікна.

Безосколочне скло є основним типом скла, яке встановлюється на автомобілях в даний час. В процесі виготовлення скло нагрівається до певної температури і потім дуже швидко охолоджується. Цей процес викликає високу внутрішню напругу в склі, так що, розбиваючись, воно розсипається на безліч многогранників з тупими краями, а не має довгих осколків з гострими краями, на які розбивається шибка.

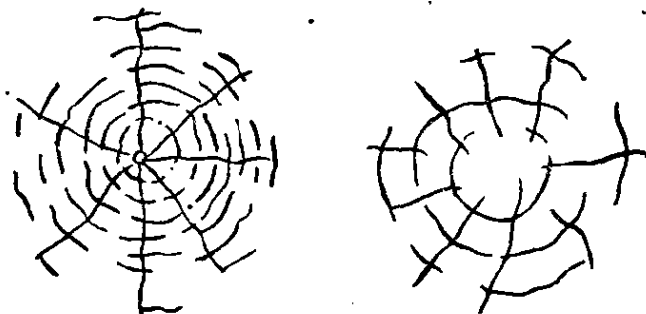


Рис. 5.3. Павутиноподібні тріщини, що з'являються на пошкоджених вікнах автомобілів.

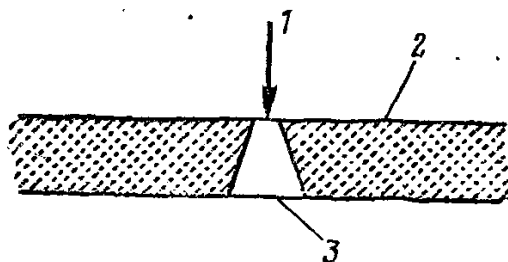


Рис. 5.4. Невеликий отвір в пошкодженому склі:
1 – напрям руху об'єкту, що ударив; 2 – зовнішня поверхня скла; 3 – конусоподібна форма отвору в склі.

Багатогранники можуть заподіяти поверхневі порізи, але рідко наносять серйозні рани. В даний час виготовляють багатошарові вікна, які складаються з двох частин скла, сполучених прозорим пластиком. Скло не відходить від пластика при зіткненні, завдяки чому відлітає мінімальна кількість осколків скла. Якщо частина скла залишається на своєму місці, його слід вивчити. Тріщини в частині скла, що залишилася, мають схильність розходитися з точки удару в радіальному напрямі і мають форму концентричних кругів, розташованих навколо точки удару, як центру, даючи в цілому малюнок, схожий з лініями павутини (рис. 5.3).

Центром «павутини» є точка розташування удару, як показано на (рис. 5.3), може бути декілька. Це вказує на те, що скло піддавалося декільком ударам, а його руйнування не завжди дозволяє визначити, з якого боку скла був направлений удар.

Якщо на склі залишаються маленькі тріщини або отвори, (рис. 5.4), зроблені невеликими предметами, які не залишають слідів павутини, то при цьому може бути визначений рух об'єкту, що завдає удару. Такі отвори мають форму усіченого конуса, вершина якого направлена убік, протилежну напрямку удару.

Зосередження більшості тріщин на склі в одному місці вкаже, з якого боку був удар по склу. Осколки скла розлітаються навколо об'єкту, що завдає удару, так якщо більшість з них знаходиться з внутрішньої сторони скла, то удар довівся зовні, і навпаки.

Лекція 6.

ПИТАННЯ ПРО ТЕХНІЧНИЙ СТАН ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ.

- 6.1 Технічні несправності.
- 6.2 Втомне руйнування деталей автомобіля.
- 6.3 Пошкодження шин.
- 6.4 Стійкість автомобіля при бічному вітрі.
- 6.5 Чинники, що впливають на коефіцієнт зчеплення.

6.1 Технічні несправності.

Технічними несправностями є поломки вузлів автомобіля, які підрозділяються на три основні типи: несправність гальм, пошкодження шин, поломки деталей рульового приводу.

Бувають і інші види несправностей, які можуть викликати дорожньо–транспортні події.

Технічні несправності зазвичай виявляються, коли не з'ясована інша явна причина зіткнення і при цьому автомобіль зробив несподіваний і нез'ясовний поворот уперек дороги або з'їхав на праве узбіччя. В цьому випадку передбачається, що водій міг би уникнути зіткнення, але всі його спроби запобігти йому не увінчалися успіхом із–за несправності автомобіля. Розрізняють декілька видів несправностей гальм, як наприклад: порушення герметичності трубопроводів, руйнування гумових манжетів в колісному гальмівному циліндрі, пошкодження манжетів в головному циліндрі.

При поломці стопорних пальців гальмівні колодки переміщуються всередині гальмівного барабана, а також руйнуються гумові манжети в колісному гальмівному гідравлічному циліндрі. Це також служить причиною відмови гідравлічного приводу гальм. Інша причина – часте користування гальмами. Це може викликати втрату ефективності гальм, причому в такому стані гальмівні накладки стають абсолютно слизькими і мають високу температуру, що приводить до дуже низького коефіцієнта тертя між гальмівними накладками і барабаном. За таких умов може спостерігатися обвуглювання поверхні накладки.

Відмова в роботі всієї гальмівної системи зазвичай характеризується повною відсутністю гальмування. Водії можуть вказати причину, але якщо стан водія не дозволяє зробити це, потрібний повний огляд головного гальмівного циліндра, гальмівних трубопроводів, колісних гальмівних циліндрів і гальмівних колодок. Гальмівні трубопроводи руйнуються як при експлуатації автомобілів на дорогах, так і в процесі складання. При русі по дорогах з гравієвим і щебеним покриттям можна пошкодити або пробити гальмівні трубопроводи. На передніх колесах можна змонтувати гнучку систему гальмівних шлангів так, що колесо тертиметься об гнучкий гумовий гальмівний шланг під час повороту і кінець кінцем прорве його. Це викличе відмову всієї гальмівної системи, оскільки рідина з гідравлічного гальма витікатиме через отвір в шлангу.

Часткова відмова гальмівної системи, тобто порушення роботи гальм на одному колесі, може привести до дорожньо–транспортної події. Така відмова може виявлятися або у вигляді несподіваного блокування колеса, або у вигляді недостатнього уповільнення руху колеса при включенні гальм. Якщо будь–яка з цих відмов зустрічається на одному із задніх коліс, то це спричинить збільшення гальмівного шляху при даній швидкості, а у разі блокування колеса – помітне прихоплювання цього колеса і сильне підвищення температури гальмівного барабана. Це обумовлено тим, що задні колеса не є керованими, а колесо, що залишилося справним, при коченні може ще розвивати достатнє зчеплення в бічному напрямі, так що автомобіль рухається по дорозі в прямолінійному напрямі.

Несправність гальм передніх коліс веде до занесення автомобіля або різкої зупинки обертання колеса. Таке занесення можна ліквідувати, якщо водій достатньо уважний або має достатньо часу, щоб попередити його. Якщо блокування колеса відбувається несподівано, автомобіль може обернутися і ударитися в інший автомобіль, перш ніж водій зможе відреагувати на це відповідним чином.

Одинична відмова гальм може бути викликана наступними причинами:

1. Блокування гальм:

наявність мастила на гальмівних накладках зазвичай унаслідок несправності сальника;

порушення в різьбовому кріпленні (або в заклепувальних з'єднаннях) накладок до колодок і заклинювання гальмівного барабана;

поломка гальмівної колодки, внаслідок чого відбувається заклинювання коліс;

наявність бруду в гальмівній магістралі (зазвичай виявляється в з'єднаннях), що заважає відходу колодок від гальмівного барабана на одному колесі.

2. Відмова роботи гальм:

наявність бруду в гальмівній магістралі (зазвичай це зустрічається там, де трубопроводи приєднуються до гнучких шлангів або в місці приєднання колісного гальмівного циліндра);

надлишок бруду і пилу в накладках, який служить мастилом між накладками і гальмівним барабаном;

поліровка поверхні накладки у зв'язку з частими гальмуваннями. Деякі органічні складові матеріалу фрикційної накладки фактично википають, а матеріал, що залишився, має низький коефіцієнт тертя;

безпосередній контакт між колодкою і барабаном в результаті зносу накладки і деформації гальмівної колодки або поганого складання накладки.

Витік гальмівної рідини може привести до блокування коліс, або до відмови в роботі гальм залежно від кількості гальмівної рідини, що потрапила на гальмівнікладки. Мабуть, невелике попадання гальмівної рідини накладки приводить до заїдання гальм при натисненні на гальмівну педаль.

Якщо кількість гальмівної рідини, що потрапила на гальмівнікладки, збільшується, то спостерігається втрата ефективності гальмівної системи.

Пошкодження шини будь-якого колеса може викликати різку зміну руху автомобіля, проте несправність шини переднього колеса, викликає занос. Автомобіль заносить у напрямі пошкодженої передньої шини, а якщо автомобіль заносить на ліву сторону уперек дороги, то, ймовірно, в цей автомобіль ударив в бік, протилежний спущеній шині, транспорт, що зустрічно йде. Якщо відбувається пошкодження лівої передньої шини, автомобіль відхиляється вліво стикається з транспортом, що йде на зустріч, своїм правим переднім крилом. Це означає, що під час зіткнення спущена шина не отримує подальших пошкоджень при ударі. Експерт повинен встановити, чи була спущена шина після зіткнення, якщо немає, то пошкодження шини могло бути причиною дорожньо-транспортної події. Пошкодження шини може бути також результатом неправильного ремонту або вулканізації камери або наявності дефектів в новій покритті. Будь-яка ділянка шини, яка має сліди раніше проведеного ремонту, повинна бути ретельно оглянута.

Відмова рульового приводу веде до серйозних наслідків, оскільки автомобіль стає некерованим і при цьому автомобіль може різко з'їхати з дороги або зіткнутися з іншим автомобілем. Поломка деталей рульового приводу може відбуватися із-за:

- втомного руйнування;
- удару об який-небудь предмет на дорозі;
- несправності унаслідок поганого кріплення гайок регульовальної тяги, внаслідок чого спостерігається ослаблення однієї з них.

Відмова рульового механізму не веде до відхилення автомобіля убік від прямолінійного руху, але унеможливорює поворот автомобіля при обертанні рульового колеса. В даному випадку мова йде про порушенні зв'язку рульового колеса з рульовим приводом і якщо це відбувається при русі на повороті, автомобіль не повертає і рухається прямо мимо повороту.

Різке відхилення автомобіля вбік можна спостерігати в двох випадках: коли задні колеса ковзають або відбувається їх занос і коли порушується рульовий привід або відбувається занос передніх коліс.

Для першого випадку слід зазначити, що при цьому відбувається блокування задніх коліс, а якщо блокується тільки одне колесо, задню частину автомобіля не заносить.

Характерні наступні причини несправностей:

- блокування обох задніх коліс унаслідок попадання бруду в головний гальмівний циліндр;

- заїдання осей сателітів диференціала або провідного валу головної передачі;

- заклинювання двигуна унаслідок відсутності масла або з іншої причини;

- поломка коробки передач, зазвичай її стопорять уламки пошкодженої шестерні.

Для другого випадку, коли спостерігається занос передніх коліс характерні наступні причини:

- заїдання гальма одного з передніх коліс;

- несправність одного з передніх гальм;

поломка деталей рульового приводу, унаслідок будь-якої розглянутої причини;

несправність шворні поворотної цапфи;

поломка поворотної цапфи;

заїдання підшипника колеса;

поломка гальмівної колодки;

поломка гальмівного барабана;

ослаблення поворотної пружини колодки і заклинювання її між фрикційною накладкою і барабаном;

поломка рами автомобіля (рідко, але можливо це може викликати прогин рульового приводу);

поломка деталей передньої підвіски або подовжньої рульової тяги, що може викликати заклинювання колеса із-за зіткнення з іншими частинами автомобіля.

За винятком випадків несправностей рульового приводу і блокування одного з гальм, всі вищезгадані причини приводять до заносу автомобіля, де відбулося пошкодження оскільки це веде до блокування одного з передніх коліс, до відхилення автомобіля у напрямі блокованого колеса. Окрім цих чинників є і інші причини викликають занесення автомобіля. Проте всі ці причини мають одну загальну особливість. Одне з передніх коліс уповільнює хід або обидва задні колеса блокуються. Це повинен мати на увазі експерт коли виявляє причини зіткнення автомобілів.

Є ще одна технічна несправність, яка не є загальною, але експерт повинен пам'ятати про неї. Це так званий рульовий привід, що випадково заклинив. Мається на увазі той випадок, коли водій намагається повернути рульове колесо, але не може змусити його рухатися, а передні колеса поводяться так, як ніби вони застопорилися. Таке явище може бути обумовлене неправильним збиранням або наявністю несправних амортизаторів. Якщо деталі системи важеля встановлюють так, що вони не можуть пересуватися в потрібному напрямі, то вони затискатимуться, коли передня частина автомобіля просідає при гальмуванні. Наприклад, деякі механізми важелів конструюють так, щоб нижня поверхня поперечної рульової тяги розташовувалася паралельно поверхні дороги на рівні розташування зовнішнього кінця рульової сошки. Якщо це не передбачено, механізм важеля може зачіпати під час гальмування за інші частини автомобіля.

Якщо зіткнення автомобілів є наслідком вищезгаданих причин, експерт повинен перевірити відповідність технічного стану автомобіля вимогам інструкції з експлуатації.

Якщо вертикальні переміщення, що допускаються, обмежені унаслідок неправильної установки деталей і при цьому амортизатори автомобіля несправні, то передня частина автомобіля може просідати під час гальмування настільки, що може викликати заїдання системи важеля рульового управління. В цьому випадку автомобіль перестає бути керованим і може відбутися зіткнення автомобілів. Хоча це спостерігається тільки при різкому гальмуванні, водій зазвичай не припускає, що відбулося заїдання рульового приводу, а якщо і виявляє це, то вже надто пізно. Якщо при зіткненні водій навмисно уникнув

повороту рульового колеса або за його словами він не зміг повернути рульове колесо, то експерт повинен ретельно перевірити його технічний стан і встановити дійсну причину того, що трапилось.

6.2 Втомне руйнування деталей автомобіля.

Іноді причиною технічної несправності може бути поломка деталі автомобіля, викликана втомою металу, що обумовлене неправильною конструкцією деталі або заводським браком. Поломки внаслідок втоми металу можна виявити шляхом огляду пошкодженої деталі, яка має характерну зернисту структуру в місці зламу, поширювану на невеликій частині поверхні. Решта частини поверхні зламу може бути досконало гладкою з яскравими і чистими краями. При втомному руйнуванні (якщо ця деталь, звичайно, не захищена, наприклад, тяга приводу рульового управління) на деталі завжди є сліди скупчення бруду, рідкого бітуму або корозії. Це пояснюється тим, що тріщина від втоми в металі існувала якийсь час до поломки деталі.

Ця несправність починається з дуже незначної тріщини або невеликої мітки залишеної металообробним інструментом (часто на внутрішньому різьбленні). Спочатку ця тріщина дуже мала і не впливає на міцність деталі, але в процесі експлуатації цієї деталі від дії вібрацій і зусиль тріщина на металі збільшується і досягає приблизно на 0,025 мм. Оскільки вона росте дуже поволі, метал руйнується по межі зерен, оголюючи зернисту структуру, і протягом цього часу всередину тріщини забивається бруд і мастило. Врешті-решт через тиждень або місяць тріщина збільшиться на стільки, що міцність деталі істотно зміниться і наступить такий момент коли деталь, знаходячись в експлуатації, несподівано руйнується по тріщині, оскільки вона вже не володіє первинною міцністю. Поломка відбувається миттєво, метал руйнується по зернах, оголяючи гладку структуру поламаної частини. У разі поломки тяги рульового управління, автомобіль раптово втрачає управління. Оскільки водій дуже швидко зупиняє автомобіль після поломки, що трапилася, то гладка частина зламу має яскравий і блискучий вигляд без слідів бруду або мастила.

При втомному руйнуванні деталей автомобіля майже завжди спостерігаються дві характерні особливості. Одна частина зламу має зернистий і брудний зовнішній вигляд, а інша частина – гладка і чиста.

Поломку унаслідок втоми металу іноді помилково зображають у вигляді процесу «Кристалізація металу». Така думка виникла виходячи з того, що втомна тріщина фактично заглиблюється (метал руйнується) навколо окремих зерен в металі, а не проходить по ним. У зв'язку з цим злам виглядає до деякої міри кристалічним. Проте дійсною причиною є дуже невелика тріщина або мітка, що залишилася після механічної обробки інструментом. Саме у цьому місці відбувається концентрація напруги, що веде до зростання тріщини і її поглибленні в метал. Оглядаючи деталь (припускаючи її поломку унаслідок втоми) слід зазначити, чи має дана деталь який-небудь вигин біля місця зламу чи ні. Якщо деталь пошкоджена в результаті удару об виступ дороги, то на ній буде прогин, причому максимальна величина такого прогину спостерігатиметься в місці поломки. Крім того, усередині прогину на металі

повинні бути вм'ятини і сліди удару. У разі ж втомного руйнування відбувається зазвичай дуже незначний вигин і ніяких слідів, вказуючих на те, що деталь була чимось пошкоджена, не немає.

Якщо на поверхні кузова автомобіля різко розрізняються ділянки згорілої і незгорілої фарби (невелике здуття ділянки), можна припустити, що горів бензин. Якщо незгоріла фарба поступово переходить (довга роздута ділянка) в обгорілу, то процес горіння протікав поволі і без присутності бензину. Виходячи з цього можна встановити, чи горів бензин при пожежі або горіли інші предмети. У останньому випадку в дверях автомобіля скла залишаються, як правило, непошкодженими і на них не залишаються сліди плавлення, оскільки при горінні без участі бензину виділяється недостатня для плавлення скла кількість тепла. Пружини сидінь не втрачають при цьому пружності. Полум'я зазвичай не розповсюджується через теплоізоляційну стінку, що відокремлює пасажирський салон від підкапотного простору, і не проникає в багажник. Пожежа розповсюджується в тій частині автомобіля, де він виник. При пожежі в салоні кузова дах автомобіля має незначні ознаки викривлення, килимки на підлозі автомобіля згорають, а кузов практично не ушкоджений.

При сильному вогні скло на автомобілі плавиться та деформується. Пружини сидінь втрачають пружність, що указує на сильний нагрів пружин. Дах автомобіля сильно деформується і може навіть прогнутися. Підлога автомобіля згорає повністю. Ці основні чинники слід враховувати експертові при розслідуванні обгорілих автомобілів. При цьому потрібно враховувати важливу особливість, паливний бак на обгорілому автомобілі майже завжди залишається непошкодженим у разі самозаймання автомобіля, і в нім завжди залишається бензин. Паливні баки автомобіля конструюються так, що паливо з нього подається тільки до паливного насоса. Всі паливо–проводи знаходяться під підлогою автомобіля і тому бензин ніколи не потрапляє в пасажирський салон, якщо система живлення герметична. Експертові слід пам'ятати, що полум'я не знищує повністю залишки предметів і речей, що згоріли в автомобілі. Сигарета, що горить, перетворюється на попіл, що має також циліндрову форму. Згорілий лист паперу іноді можна навіть прочитати, а згорілому автомобілі можна відновити обстановку, що мала місце до пожежі. Предмети в ящику для особистих речей водія можуть бути відносно цілі, оскільки полум'я не проникло всередину ящика.

Після прибуття для огляду обгорілого автомобіля експерт повинен керуватися наступним. Йому необхідно зосередити свою увагу тільки на пошкодженнях, викликаних пожежею. Не треба звертати уваги на пошкодження, викликані зіткненням, поки не буде проведений ретельний огляд всіх пошкоджень в автомобілі, викликаних пожежею. Є дві причини для проведення розслідування у такий спосіб. По–перше пошкодження унаслідок пожежі найбільш очевидні і тому їх найлегше виявити. По–друге, хоча полум'я не зрушує предмети зі своїх місць під час огляду їх можна випадково перемістити.

Тому важливо зробити фотознімки і провести деякі вимірювання, необхідні для розслідування, перш ніж попіл буде розвіяний вітром.

Основне правило попереднього розслідування пошкоджень, викликаних пожежею, полягає в наступному: не можна нічого чіпати. Наприклад, купка попелу, яка говорить про те, що папір був покладений під переднє сидіння, може дуже легко руйнуватися, якщо доторкнутися до неї. Необхідно її сфотографувати і уважно оглянути. Тепер, коли сфотографовані і уважно оглянуті всі пошкодження, викликані пожежею, можна висунути сидіння або, наприклад, відкрити ящик для особистих речей водія. Для проведення огляду обгорілого автомобіля також потрібний фотограф, щоб фотографувати всі предмети під різними кутами, перш ніж доторкатися до них. Необхідно уважно оглянути пошкоджений автомобіль, зробити позначки щодо розташування і розмірів пошкоджень в результаті пожежі в кожній частині автомобіля: переднє сидіння, заднє сидіння, моторний відсік, капот, дах, шини і підвіску кузова. Слід вказати, чи потемнів захисний козирок, злегка обгорів або згорів і покоровився. На фотографії важко виявити різні місця обпаленої і згорілої тканини, тому надалі слід покладатися тільки на ті дані, які внесені до записів. Якщо записи і знімки зроблені правильно, то вони допоможуть точно визначити картину пожежі, що відбулася. Недостатньо записати, що внутрішнє устаткування салону згоріло. Необхідно додатково вказати, що частину передніх і задніх сидінь мали пошкодження, викликані пожежею, і як сильне пошкодження, внутрішня обробка даху салону, тобто чи обпалена, підгоріла або зовсім згоріла. Слід вказати, в якому ступені обгорілий килимок на підлозі салону і чи сильно обгорілий він під сидінням або тільки на відкритій ділянці. Сильне полум'я зазвичай викликає великі пошкодження під сидінням (бензин підтікав під підлогу сидіння), а слабе не заподіює великих пошкоджень в цьому місці. Необхідно точно вказати зону дії полум'я, щоб ясно представити причину пожежі.

У міру розслідування (фотографування) необхідно відкрити ящик для особистих речей водія, капот і кришку багажника і записати, що згоріло і що залишилося цілим. На підставі огляду пошкоджених деталей можна спробувати встановити температуру вогню в цих частинах. Це також допоможе встановити характер пожежі, швидкий або повільний. Нарешті, після закінчення розслідування пошкоджень, викликаних пожежею, потрібно приступити до розслідування пошкоджень, що виникли в результаті зіткнення.

Відмінність пошкоджень, викликаних пожежею, від пошкоджень, що виникли в результаті зіткнення.

Іноді автомобіль запалав і горить після зіткнення. В цьому випадку експерт повинен виділити пошкодження, викликані пожежею, від пошкоджень, отриманих в результаті зіткнення. Полум'я спалило фарбу і внутрішню обробку, розплавало скло і покоровило дах, але воно не залишило слідів на крилах автомобіля, не дійшло до радіатора, не заподіяло шкоди рульовому приводу. Пошкоджені частини унаслідок зіткнення, якими цікавиться експерт, в основному знаходяться на зовнішній стороні автомобіля. Основна частина пошкоджень, викликаних пожежею, зазвичай знаходиться усередині.

Деформації унаслідок пожежі зустрічаються рідко, а при зіткненнях є звичайним явищем. Останні мають певну форму і всі сліди розташовуються в одному напрямі і обмежені певною областю. Якщо фарба згоріла, сліди,

залишені в результаті зіткнення, втраять свою свіжість, але все таки залишаються, бо вогонь не зможе знищити їх. Ці сліди тільки важче розрізнити, оскільки вони тепер мають той же колір, що і вся обгоріла ділянка. Потрібно уважно і ретельно провести огляд і у цьому і полягає основна відмінність.

Потрібно пам'ятати, що старі і нові вм'ятини виглядають однаково після пожежі, тому слід перевірити кожну вм'ятину з погляду визначення часу її виникнення. Для цього обережно зіскрібають ножом досліджувану ділянку. Якщо вм'ятини стара, можна виявити іржу і бруд. Вони не горять і тому після пожежі залишаються неушкодженими, але тільки обезбарвлюються на поверхні, а якщо вм'ятини свіжа, то у такому разі можна виявити блискучий метал.

Необхідно провести ретельний огляд автомобіля для виявлення пошкоджень, що виникають унаслідок зіткнення. Слід заглянути під кузов, щоб виявити можливі дефекти. Потрібно пам'ятати, що удар змінює форму деталей, а вогонь ні. Пластмасова частина рульового колеса може згоріти, але металева частина залишається. Під дією полум'я пружини сидіння можуть втратити свою пружність, але вони не в змозі змістити регульоване переднє сидіння в тих, що направляють. Якщо мати на увазі всі ці відмінності, можна встановити відповідні причини пошкоджень і таким чином провести розслідування зіткнення автомобілів.

6.3 Пошкодження шин.

Пошкодження шин може бути основною причиною дорожньо–транспортної події. Несподіване зниження тиску повітря в будь–якій шині на великій швидкості або в одній з передніх шин на будь–якій швидкості може привести до втрати управління, до перекидання автомобіля або до різкої зміни напрямку його руху. При перекиданні автомобіля легко виявити, чи була спущена шина чи ні.

Наявність спущеної шини у автомобіля після зіткнення ще не є явною причиною дорожньо–транспортної події, оскільки частина автомобіля може бути зім'ята і тому може порвати шину під час удару. Якщо на шині є певний поріз і він відповідає пошкодженій частині автомобіля, то тоді пошкодження шини можна не вважати причиною зіткнення. Крім того, якщо поріз не відповідає будь–якій пошкодженій частині в області колеса, то розриви шин можуть бути причиною зіткнення. Спочатку слід перевірити наскрізний розріз шини чи ні, а для цього слід провести демонтаж шини і дивитися її з внутрішньої сторони. Не потрібно обмацувати шину зовні, оскільки при натисненні можна випадково збільшити поріз в бічному напрямі, особливо якщо поріз не є причиною виходу повітря з шини. Цим можна ускладнити розслідування.

Перед демонтажем шин для обстеження потрібно ретельно перевірити складання шин і стан дисків, позначити взаємну орієнтацію шини і колеса. Інакше, якщо зняти шину, зникне точний взаємозв'язок, який існував під час зіткнення. Слід перевірити, чи міг пошкоджений диск порвати камеру або ізолюючий шар безкамерної шини і таким чином привести до випуску повітря. Тому доцільно повторно накачати шину перед демонтажем з метою

встановлення фактичної зони витоку повітря, якщо така є. При зануренні колеса у ванну з водою бульбашки повітря вкажуть пошкоджене місце в шині.

Якщо шина має великий розрив, то перевірка на витік буде зайвою. Виникає питання, яка причина виникнення проколу шини? Якщо прокол знаходиться на боковій частині шини, потрібно з'ясувати, чи могла яка-небудь деталь автомобіля прорізати її під час зіткнення. Це встановити не так легко, оскільки автомобіль зазвичай рухається після удару і шина робить декілька оборотів. Необхідно перевірити деталі автомобілів, щоб це з'ясувати. Ці деталі повинні бути чистими. Як правило, раптовий розрив боковини шини пов'язаний з процесом старіння і появи тріщин гуми. Вони зазвичай починають виникати після трьох або чотирьох років після початку експлуатації покриття. Спочатку утворюються маленькі тріщини, які поступово ростуть і об'єднуються разом, утворюючи тріщини завдовжки 2,5 см і більше. Врешті-решт вони проникають всередину шини, викликаючи миттєвий прокол безкамерних шин або руйнування камери.

Якщо пошкодження виявлене в протекторі, то найбільш вірогідна причина – прокол шини на дорозі гострим каменем, цвяхом або іншим виступаючим предметом. Пошкодження такого роду займають невелику ділянку шини. Друга причина пов'язана з руйнуванням протектора унаслідок його поганого відновлення. Таке пошкодження може виникнути в результаті зносу протектора в області пошкодження або повного стирання частини протектора. Втрата малюнка протектора не руйнує шину, оскільки є ще шар подушки. Розрив спостерігається, коли більш зношена ділянка протектора проколюється об гострий камінь або інший предмет, який не проколов би шину, якщо протектор був би у нормальному стані. Відшаровування на вулканізованому протекторі шини не завжди є наслідком поганої якості ремонту шини.

Безкамерні шини володіють здатністю пропускати повітря між шиною і новим протектором і таким чином сприяти розшаруванню.

Занижений тиск повітря в шинах автомобіля може привести до сумних наслідків, особливо при тривалих пробігах і при їзді на високих швидкостях. При русі у таких шин може рватися боковина і автомобіль втратить управління. Відомо, що шина при русі деформується, а деформація збільшується з пониженням тиску повітря в шині. Це означає, що у міру руху автомобіля по дорозі шини поступово піддаються різним деформаціям, які викликають їх нагрів. При високих швидкостях і низькому тиску повітря в шині може нагріватися до температури вулканізації гуми. Такий нагрів викликає руйнування шини, а занижений тиск повітря в шинах може служити причиною зіткнень автомобілів. При русі автомобіля на повороті, сили, що діють на шини, прагнуть деформувати їх в бічному напрямі. При низькому тиску повітря в шині і швидкостях руху, які вважаються безпечними для даного повороту, покриття стягується з диска колеса. Для безкамерних шин це рівносильно спуску шини, а в шинах з камерами – камера може бути здавлена між шиною і диском так, що порушується її герметичність. У будь-якому випадку це означає втрату управління автомобілем і, як наслідок, зіткнення. При огляді завжди потрібно перевірити тиск повітря в шині. Якщо дорожньо-транспортна подія

відбулася на повороті, необхідно оглянути різні сліди, що залишені на боковинах або дисках коліс і свідчать про те, що тиск повітря в шині знизився і диски коліс стикалися з дорогою.

6.4 Стійкість автомобіля при бічному вітрі.

Однією з можливих причин автомобільних зіткнень є вітер. Використовувані в даний час малогабаритні автомобілі з невеликою вагою можуть бути несподівано знесені з дороги убік руху вітру. Автомобіль з двигуном, розташованим в задній частині, особливо чутливий до бічного вітру. У цьому розділі будуть розглянуті причини такого явища.

При русі малогабаритних автомобілів із заднім розташуванням двигуна можна відмітити, що при сильному вітрі такі автомобілі рухаються зигзагами. Проте відомо, що такої проблеми не існує для звичайних автомобілів при русі по такій же дорозі в таких же умовах.

Перш ніж приступити до пояснення цього явища, введемо одне нове поняття, а саме: центр тиску. Центром тиску називається крапка на поверхні автомобіля, в якій прикладена рівнодіюча сили вітру, що діє на автомобіль (рис.6.1).

Визначення центру тиску аналогічно поняттю центру ваги, за винятком того факту, що центр тиску не залежить від ваги, а тільки від площі.

Коли автомобіль рухається по дорозі, бічний вітер впливає на автомобіль в центрі тиску.

Якщо під дією вітру автомобіль повертається, то його обертання відбувається навколо центру ваги. Це означає, якщо центр тиску розташований попереду центру ваги, то бічний вітер прагнучим повернути автомобіль у бік вітру (рис. 6.2 і 6.3). Якщо центр тиску автомобіля розташований позаду центру ваги, то бічний вітер прагнучим повернути автомобіль проти вітру.

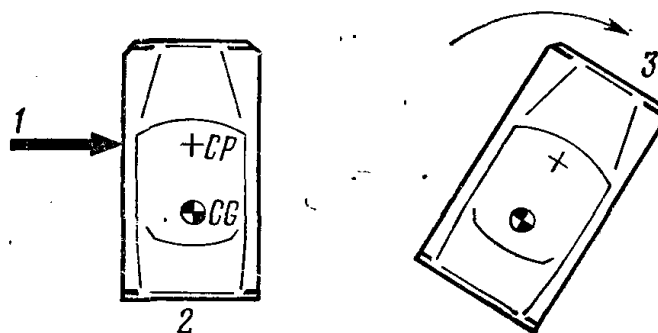


Рис. 6.1. Бічне відхилення автомобіля убік у разі бічного вітру. Центр тиску розташований попереду центру ваги:

1 – вітер; 2 – центр тиску попереду центру ваги; 3 – переміщення, викликане силою вітру.

Автомобіль з переднім розташуванням двигуна майже завжди має центр ваги попереду центру тиску. Двигун будь-якого автомобіля є досить важким – і його розташування надає певний вплив на центр ваги. Хоча центр тиску залежить тільки від поверхні автомобіля, зміну ваги міняє положення центру тиску.

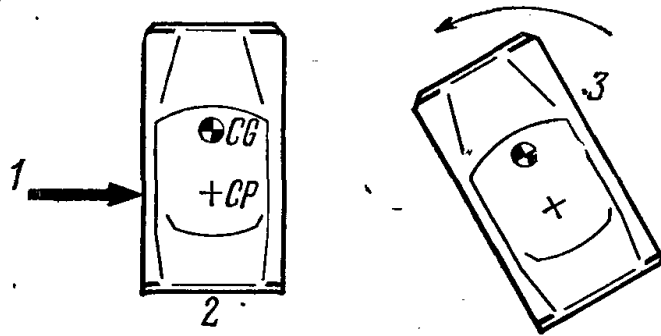


Рис. 6.2. Бічне відхилення автомобіля убік у разі бічного вітру. Центр тиску розташований позаду центру ваги:

1 – вітер; 2 – центр тиску позаду центру ваги; 3 – переміщення автомобіля під дією вітру.

Автомобіль із заднім розташуванням двигуна майже завжди має центр ваги, розташований позаду центру тиску. Тому водій такого автомобіля повинен бути уважний до зміни напрямку його руху під дією бічного вітру. У звичайному автомобілі, у якого центр ваги розташований попереду центру тиску, при бічному вітрі спостерігається зворотна картина.

6.5 Чинники, що впливають на коефіцієнт зчеплення.

У цьому розділі зупинимось на деяких чинниках, які можуть робити вплив на коефіцієнт зчеплення, включаючи шини і дорожні покриття. Відомо, що при замірянні коефіцієнта зчеплення, може виявитись, що пружина динамометра показує найбільші величини перед початком ковзання шини. Коли шина ковзала, свідчення були нижчі. Ця величина виражає коефіцієнт зчеплення при ковзанні, який використовується у формулі за визначенням шляху ковзання. Коефіцієнт зчеплення в стані спокою вищий, ніж коефіцієнт зчеплення при ковзанні. Це важливо пам'ятати при визначенні коефіцієнта зчеплення. Якщо використовувати покази динамометра перед початком ковзання шини, можна обчислити більше значення коефіцієнта зчеплення, а потім швидкість виходячи із заданої довжини ковзання коліс. Слід використовувати нижче значення покази, коли шина фактично ковзає по дорозі. Коефіцієнти зчеплення спокою (коефіцієнти вимірюються за відсутності руху) завжди вищі, ніж коефіцієнти зчеплення при ковзанні. Коли одна поверхня починає ковзати уздовж іншої, коефіцієнт зчеплення завжди знижується.

Наявність води на поверхні дороги є важливим чинником, що впливає на величину коефіцієнта зчеплення. Волога поверхня дороги має, як правило, декілька менший коефіцієнт зчеплення в порівнянні з величиною коефіцієнта зчеплення мокрої поверхні дороги; це єдиний випадок, коли наявність води приводить до деякого збільшення коефіцієнта зчеплення. При сильному дощі коефіцієнт зчеплення зменшується до 0,5–0,3 в порівнянні з 0,7 при сухому дорожньому покритті. Це залежить від кількості води і наявності бруду. Поверхня дороги покривається брудом і стає слизькішою.

Коефіцієнт зчеплення також змінюється із зміною швидкості руху. Фактичний коефіцієнт зчеплення у разі ковзання шини при швидкості 80 км/год

буде менше, ніж коефіцієнт зчеплення, отриманий при вимірах. Якщо отриманий коефіцієнт зчеплення 0,7, то фактичний коефіцієнт складе при цій швидкості приблизно 0,68. При ковзанні шини при швидкості 110 км/год фактичний коефіцієнт зчеплення дорівнюватиме 0,63, тобто він знизився на 10%.

При швидкостях руху більше 50 км/год коефіцієнт зчеплення починає зменшуватися, оскільки при цій швидкості шина починає швидко нагріватися при ковзанні, тому частинки гуми можуть легко відриватися. У зв'язку з цим спостерігається зменшення коефіцієнта зчеплення при вищих швидкостях. Це означає, що слід використовувати приведений коефіцієнт зчеплення, якщо довжина ковзання указує на швидкість, що перевищує 64 км/год.

У табл. 6.1 приведено зменшення коефіцієнта зчеплення при швидкостях руху вище 56 км/год.

Таблиця 6.1. Зниження коефіцієнта зачеплення з збільшенням швидкості.

Швидкість руху, км/год	Зниження коефіцієнта зчеплення, %	Швидкість руху, км/год	Зниження коефіцієнта зчеплення, %
64	3	112	11
80	7	128	14
96	9	144	18

Зменшення заміряних значень коефіцієнтів зчеплення використовується у випадку, якщо швидкість перевищує 56 км/год. Якщо швидкість обчислена по заміряній величині коефіцієнта зчеплення, необхідно зменшити величину коефіцієнта зчеплення, що заміряється, на вказаний в табл. 6.1 відсоток і перерахувати швидкість.

Припустимо, слід ковзання чотирьох коліс складає довжину 51,8 м. Величина зміряного коефіцієнта зчеплення – 0,7. Використовуючи формулу: $v = \sqrt{254\varphi S}$, обчислюємо швидкість автомобіля на початку ковзання – 96 км/год. Оскільки обчислена швидкість дорівнює 96 км/год, слід зменшити зміряний коефіцієнт 0,7 на 9% (див. табл. 6.1) або відняти з дійсного коефіцієнта 0,7 (використовуваний в розрахунках) значення 0,7, помножене на 0,09.

$$\varphi = 0.7 - (0.7) \times (0.09) = 0.7 - 0.063 = 0.637.$$

Використовуваний при розрахунках коефіцієнт 0,637 може бути заокруглений до 0,64. Фактична швидкість автомобіля, який має слід ковзання довжиною в 51,8 м, можна представити

$$v = \sqrt{254 \times 0.64 \times 51.8} = 91 \text{ км/год},$$

або фактична швидкість складає 91 км/год, а не 96 км/год, як це було обчислено раніше.

Навіть при добре заміряних коефіцієнтах зчеплення значення швидкості не можна точно обчислити виходячи з довжини сліду ковзання автомобіля. У розрахунках завжди є деякі погрішності. Ця помилка обумовлена змінами коефіцієнта зчеплення впродовж всього шляху ковзання. При цьому слід

врахувати, що при вимірах коефіцієнта зчеплення використовується ділянка дороги завдовжки всього 0,457 м, тоді як довжина шляху ковзання коліс складає 22,9 м.

Природно, що доведеться перевірити поверхню дороги на всій довжині слідів ковзання і встановити будь-яку зміну на поверхні дорожнього покриття.

Необхідно визначити, наскільки точні вимірювання коефіцієнта ковзання. Для відповіді на це питання в табл. 6.2 приведені результати випробувань ковзання одного і того ж автомобіля.

Таблиця 6.2. Результати випробувань ковзання автомобіля.

№	Виправлене значення швидкості, км/год	Шлях ковзання, м	Швидкість, розрахована за шляхом ковзання, км/год	Відхилення швидкості, км/год	Процент помилки, %
1	36,0	7,02	35,7	0,3	0,83
2	41,6	10,70	44,0	2,4	5,75
3	40,8	10,15	40,3	0,5	1,22
4	44,9	11,55	42,7	2,2	4,90
5	42,0	12,95	44,0	2,0	4,76
6	40,8	8,55	39,2	1,6	3,92

Спідометр тарується до проведення випробувань, а приведені в табл. 6.2 швидкості є дійсними. Всі шляхи ковзання коліс автомобіля до його повної зупинки розглядалися на сухому асфальті в один і той же день. Зміряний коефіцієнт зчеплення при ковзанні складав 0,72.

Максимальна погрішність (у відсотках) між розрахунковим значенням швидкості і фактичною величиною складала 5,75%. Середня погрішність між теоретичним і практичним значенням швидкості – 5%. Тому можна сказати, що швидкість отримана по формулі $v = \sqrt{254\varphi S}$ слідами ковзання коліс, пояснює, чому помилка складає приблизно 5%. Іншими словами, якщо швидкість, розрахована по формулі $v = \sqrt{254\varphi S}$ слідами ковзання складає 67,2 км/год, то з урахуванням погрішності в 5% фактичне значення швидкості буде в межах 63,6–70,6 км/год, тобто між $67,2 - 3,40$ і $67,2 + 3,40$. Тому розрахунки по цій формулі можна вважати точними в межах $\pm 5\%$. При використанні результатів цих обчислень швидкості по довжині шляху ковзання слідує значення швидкості приймати з допуском $\pm 5\%$. Величина фактичної швидкості знаходитиметься в цьому інтервалі значень.

Зміни в гальмівному шляху можуть бути викликані декількома причинами, більшість з яких завжди має місце при будь-якому ковзанні автомобіля. По-перше, коефіцієнт тертя може змінюватися впродовж всього шляху ковзання. Деякі ділянки дороги можуть бути зношені більше, ніж інші, можуть бути накладені латки з нової асфальтобетонної маси або спостерігаються ділянки, заповнені водою. Все це говорить про наявність різних значень коефіцієнта зчеплення в різних крапках шляху ковзання. По-

друге, на кожній дорозі є ділянки, які більше експлуатуються, чим інші. На поверхні дороги можна побачити, що краї проїжджої частини покриті пилом і трохи зносилися. Вона відполірована шинами і трохи потемніла від слідів зносу шин автомобілів, що проходять. Середня частина колії має нерівне покриття, подібно до країв проїжджої частини, на якій зосереджуються сліди масла і бруду і кожна з цих ділянок має різні коефіцієнти зчеплення. Зміна їх порівняно невелика. Якщо провести випробування за визначенням коефіцієнта зчеплення всієї дороги, можна встановити, що величина коефіцієнта зчеплення коливається в межах 0,73 (на менш експлуатованій ділянці дороги) до 0,69 (на місці, по якому рухаються колеса автомобілів). Якщо автомобіль ковзає і гальмівний шлях складає 13,7 м, то швидкість початкова ковзання може складати 49,6–51,3 км/год залежно від того, де відбулося ковзання.

Друга змінна величина – тип дорожнього покриття. При ковзанні на гравієвому покритті величина гальмівного шляху збільшується (в порівнянні з результатами приведеного вище розрахунку), оскільки частинки гравію обертаються між блокованою при ковзанні шиною і дорогою.

Присутність бруду на дорожньому покритті також сприяє збільшенню гальмівного шляху, а звідси деякі погрішності в розрахунках швидкості по величині шляху ковзання. До моменту прибуття на місце зіткнення бруд або гравій можуть бути видалені, так що не завжди ясно, в яких випадках приймати їх до уваги. Тому слід завжди припускатися деякої похибки (5%) в розрахунках.

Третя змінна величина – температура поверхні дороги. Теплий асфальт розм'якшується, а це викликає зменшення коефіцієнтів зчеплення.

Вищеперелічені чинники впливають на точність розрахунків і для одного і того ж автомобіля, рухомого з однією і тією ж швидкістю, виходять різні значення шляху ковзання при гальмуванні, тому знаходяться в межах $\pm 5\%$ розрахункового значення.

Лекція 7.

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. 7.1). Відповідно в контакті 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.

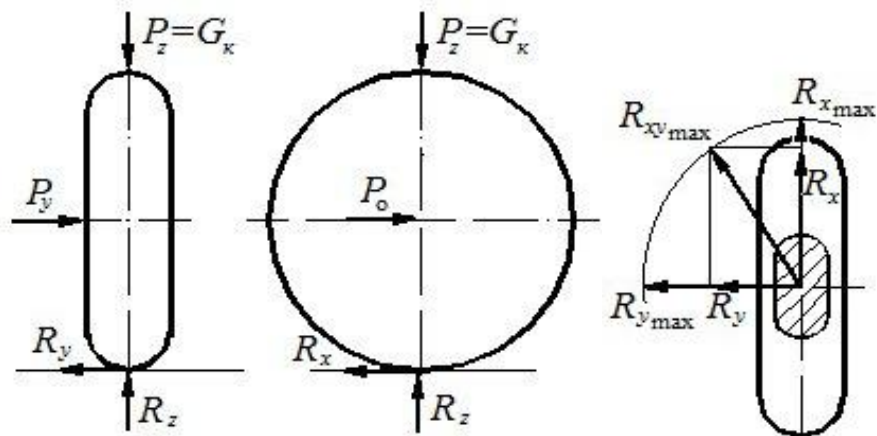


Рис. 7.1. Схема сил, що діють на абсолютно жорстке колесо в процесі руху.

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:

$$R_{xy \max} = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}, \quad (7.1)$$

де R_{xy} – рівнодіюча горизонтальна реакція, Н;

R_y – бічна реакція, Н;

R_x – повздовжня (дотична) реакція, Н.

Бічна сила, яку може витримати колесо без бічного ковзання або умова збереження його бічної стійкості буде дорівнювати:

$$R_y = \sqrt{R_{xy \max}^2 - R_x^2}. \quad (7.2)$$

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:

$$R_{y \max} = \varphi \cdot R_z, \quad (7.3)$$

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, зносом 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 (7.3) перевищує бокова сила інерції P_{jy} , тобто.

$$P_{jy} = \frac{G_a v_a^2}{gR} \geq R_{y \max} = \varphi R_z$$

. 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:

$$v_{\text{кр}} = \sqrt{g\varphi R}, \quad (7.4)$$

де $v_{кр}$ – 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. 7.2.) і визначити радіус закруглення на даній ділянці за формулою [16]:

$$R = \frac{S^2 + 4 \cdot h^2}{8 \cdot h}, \quad (7.5)$$

де h – висота, м;

S – відстань, м.

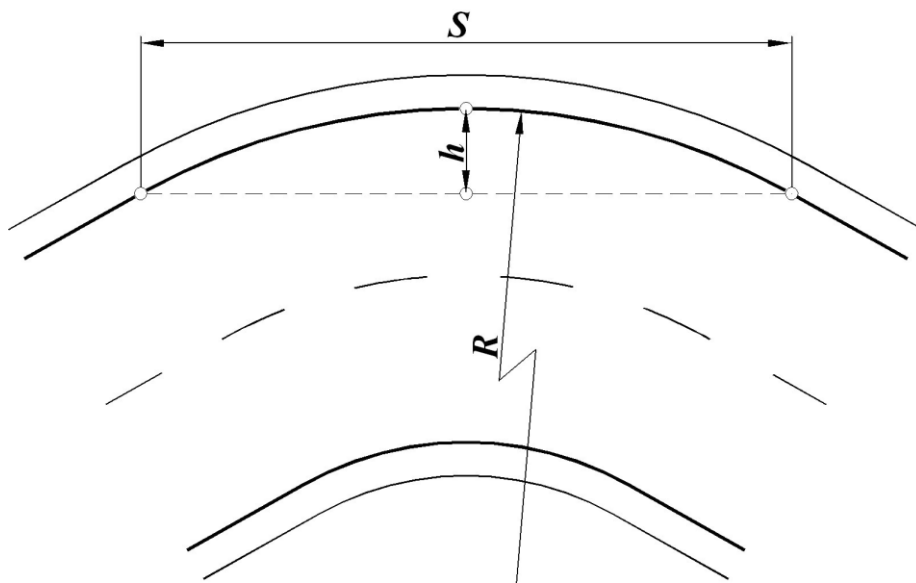


Рис. 7.2. Експериментальний спосіб вимірювання розмірів повороту дороги.

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 $h_{цм}$, перевищить

вагу автомобіля G_a , яка діє на плечі, рівнім половині колії коліс $\frac{1}{2}B_k$,

$$P_{jy} h_{цм} = \frac{G_a v_a^2}{gR} h_{цм} \geq G_a \frac{1}{2} B_k.$$

тобто Звідси критична швидкість руху ТЗ на повороті за умов відсутності перекидання з урахуванням коефіцієнту поперечний крен підвіски η_n буде [6]:

$$v_{кр} = \eta_{п} \sqrt{\frac{gB_k R}{2h_{цм}}}, \quad (7.6)$$

де $\eta_{п}$ – коефіцієнт, що враховує поперечний крен підвіски;

B_k – 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 малоімовірне. А от сповзання загальмованого автомобіля на поздовжньому ухилі λ може відбутися на слизькій дороги за умови низького коефіцієнту зчеплення ϕ , коли [6]:

$$\phi \leq \operatorname{tg} \lambda. \quad (7.7)$$

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. 7.3). При коченні такого колеса кожна наступна точка бігової доріжки протектора 1–2–3, в наслідок зігнутої 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.

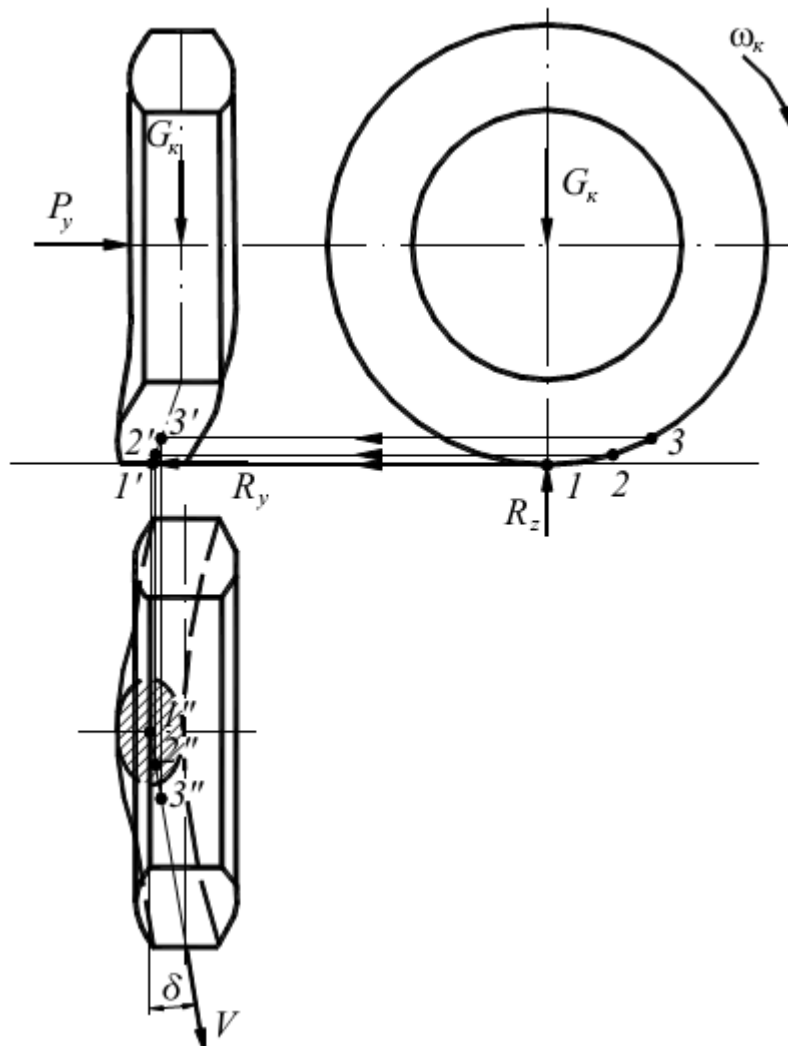


Рис. 7.3. Схема кочення еластичного колеса з бічним відведенням.

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. 7.4.) [6]. Межею збільшення бічної сили P_y , прикладеної до колеса, що вільно котиться, є сила зчеплення шини з опорною поверхнею, яка визначається добутком $\phi \cdot G_{к}$.

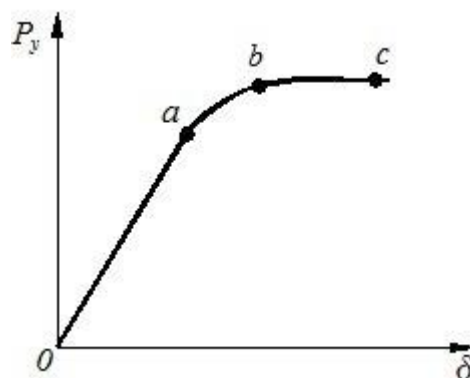


Рис. 7.4. Залежність кута відведення від бічної сили.

Відношення бічної сили P_y до кута відведення δ , визначене на лінійній ділянці $0-a$, називається коефіцієнтом опору бічному відведенню колеса:

$$k_\delta = \frac{P_y}{\delta}, \quad (7.8)$$

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 кочуться 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 V_1 відхиляється від подовжньої осі автомобіля на кут θ – середній кут повороту керованих коліс. Перпендикуляри до векторів швидкостей V_1 і 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:

$$R_{\text{ср}} = OE = \frac{EF}{\text{tgi}} = \frac{L}{\text{tgi}}, \quad (7.9)$$

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.

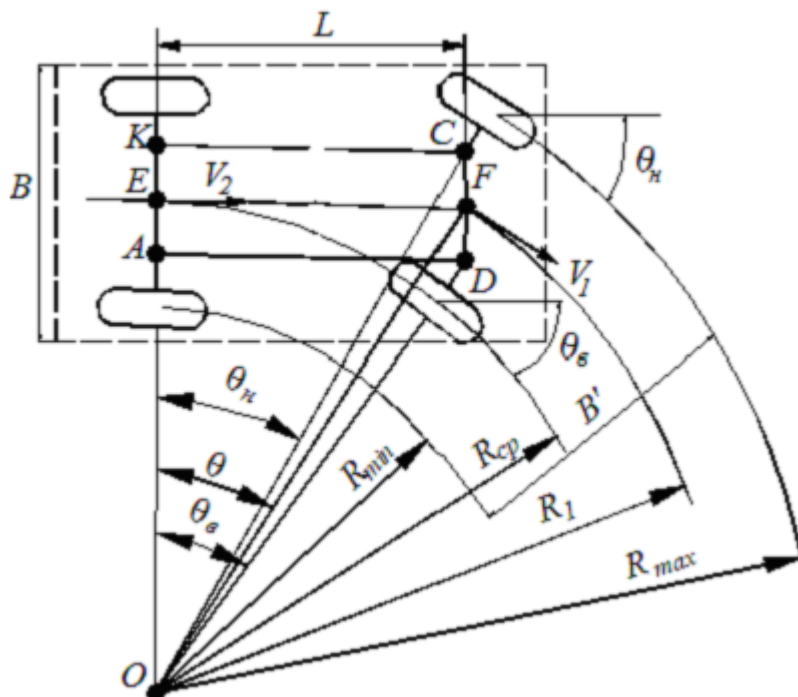


Рис. 7.5. Схема повороту автомобіля з абсолютно жорсткими колесами.

При малих кутах повороту θ , виражених у радіанах можна записати $\text{tg}\theta \approx \theta$. Тоді

$$R_{\text{cp}} = \frac{L}{\text{tgi}} \approx \frac{L}{\theta}. \quad (7.10)$$

Розглянемо як впливає на кінематику повороту автомобіля бічне відведення коліс. При криволінійному русі по горизонтальній поверхні та відсутності бічного вітру на автомобіль у поперечному напрямку діє тільки сила P_{jy} – поперечна складова сили інерції P_j (рис. 7.6).

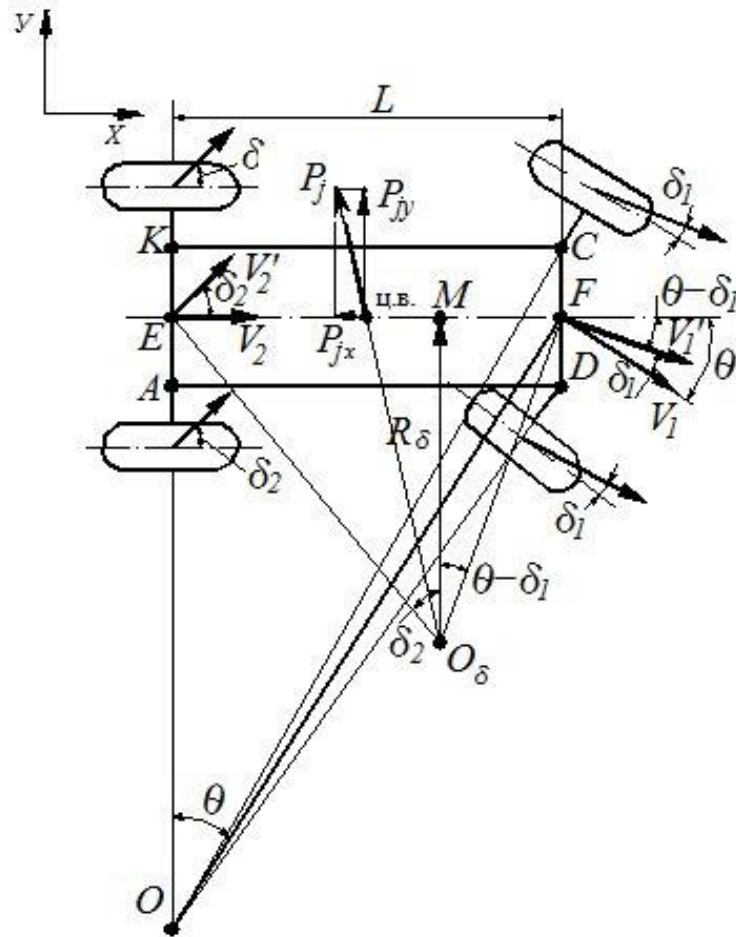


Рис. 7.6. Схема повороту автомобіля при бічному відведенні шин.

Складові сили інерції P_{jy} , що припадають на передні та задні колеса автомобіля, викликають відповідні їм кути відведення δ_1 і δ_2 , які тільки в окремому випадку можуть бути рівними за величиною. За наявності бічного відведення, на такі ж кути і в той же бік відхиляються вектори швидкостей середніх точок осей V_1 і V_2 . Згідно з цими векторами змінюється й положення миттєвого центру повороту автомобіля. Із-за бічного відведення коліс він уже буде не в точці O , а в точці O_δ . Середній радіус повороту автомобіля R_δ з урахуванням впливу бічного відведення коліс, визначається довжиною перпендикуляра $O_\delta M$ з миттєвого центру повороту O_δ на подовжню вісь автомобіля. У трикутнику EMO_δ кут $EO_\delta M = \delta_2$, а в трикутнику MFO_δ кут $MO_\delta F = \theta - \delta_1$. Тоді: $\text{tg} \delta_2 = \frac{EM}{MO_\delta} = \frac{EM}{R_\delta}$; $\text{tg}(\theta - \delta_1) = \frac{MF}{R_\delta}$.

Оскільки сума $EM + MF = L$ – база автомобіля, то: $EM = R_\delta \text{tg} \delta_2$; $MF = R_\delta \text{tg}(\theta - \delta_1)$; $EM + MF = L = R_\delta [\text{tg} \delta_2 + \text{tg}(\theta - \delta_1)]$. Звідси середній радіус повороту автомобіля R_δ з урахуванням впливу бічного відведення коліс буде:

$$R_\delta = \frac{L}{\text{tg} \delta_2 + \text{tg}(\theta - \delta_1)}, \quad (7.11)$$

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 тангенси кутів, виражені в радіанах, можна замінити самими кутами:

$$R_\delta \approx \frac{L}{\delta_1 + \delta_2}. \quad (7.12)$$

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 $R_{cp} \approx R_\delta$ (рис. 7.7, 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 (7.12) зменшується, а середній радіус повороту, за рахунок впливу відведення, збільшується, тобто $\delta_1 > \delta_2 \rightarrow R_\delta > R_{cp}$ (рис. 7.7, 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 (7.12) збільшується, а середній радіус повороту за рахунок впливу відведення зменшується, тобто $\delta_1 < \delta_2 \rightarrow R_\delta < R_{cp}$ (рис. 7.7, 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.

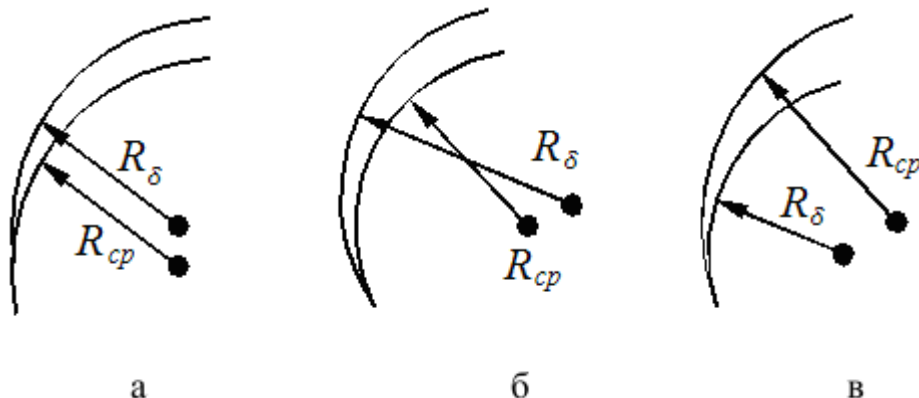


Рис. 7.7. Радіуси повороту автомобіля з жорсткими (R_{cp}) та еластичними (R_δ) колесами при різній поворотності:
а – нейтральна поворотність; б – недостатня поворотність; в – надлишкова поворотність.

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:

$$\delta_2 = \frac{P_{y2}}{k_{\delta 2}} = P_{jy} \cdot \frac{L_1}{L \cdot k_{\delta 2}} = \frac{G_a \cdot v_a^2}{g \cdot R_\delta} \cdot \frac{L_1}{L \cdot k_{\delta 2}} = \frac{G_2}{g \cdot k_{\delta 2}} \cdot \frac{v_a^2}{R_\delta}; \quad (7.13)$$

$$\delta_1 = \frac{P_{y1}}{k_{\delta 1}} = P_{jy} \cdot \frac{L_2}{L \cdot k_{\delta 1}} = \frac{G \cdot v_a^2}{g \cdot R_\delta} \cdot \frac{L_2}{L \cdot k_{\delta 1}} = \frac{G_1}{g \cdot k_{\delta 1}} \cdot \frac{v_a^2}{R_\delta}, \quad (7.14)$$

де $k_{\delta 1}$ і $k_{\delta 2}$ – коефіцієнти опору бічному відведенню відповідно передніх і задніх коліс;

P_{jy} – поперечна складова сили інерції ТЗ, $P_{jy} = G v_a^2 / g R$, 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]:

$$v_{кр} = \sqrt{\frac{gL}{\frac{G_2}{K_{\delta 2}} - \frac{G_1}{K_{\delta 1}}}}, \text{ м/с.} \quad (7.15)$$

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 (7.15) 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. 7.8).

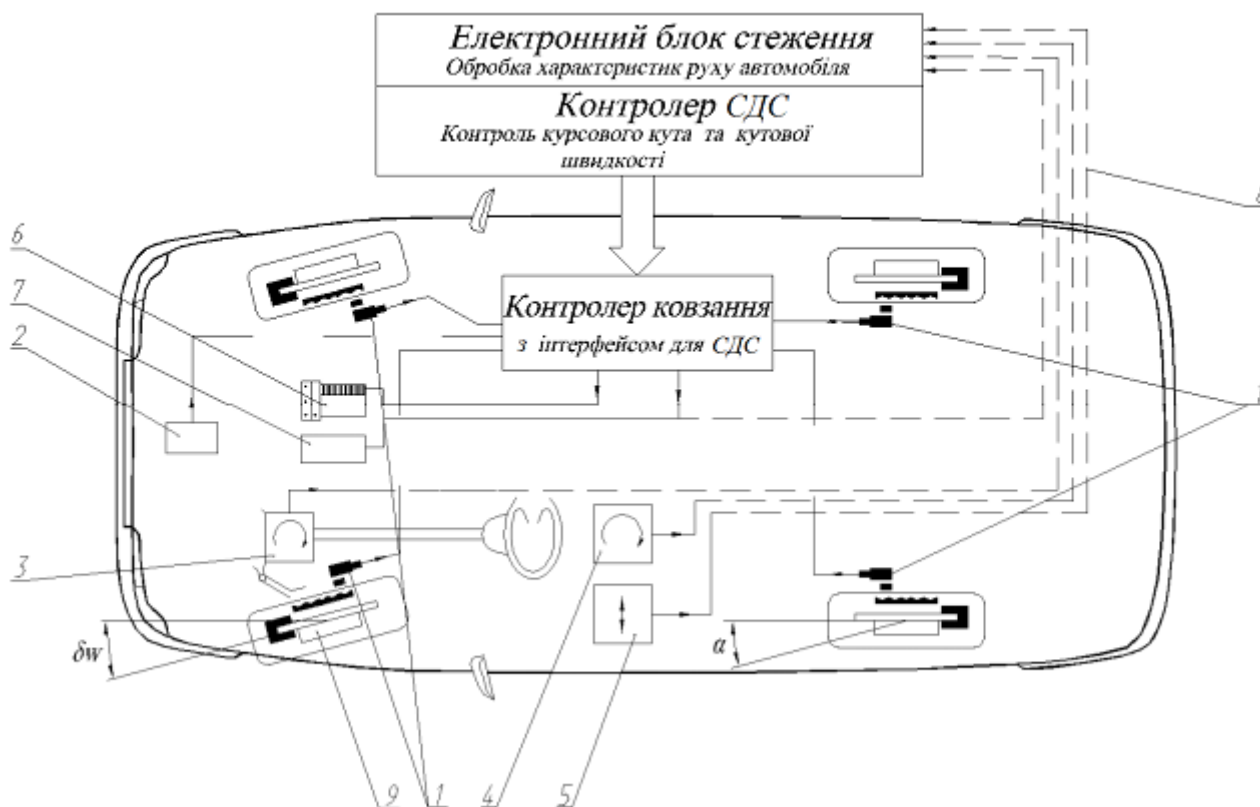


Рис. 7.8. Система динамічної стабілізації автомобіля:

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. 7.9, а). При зносі автомобіля від центру повороту назовні СДС гальмує переднє та заднє внутрішні колеса, та заднє зовнішнє колесо (рис. 7.9, б).

Таким чином, СДС виправляє помилки водія тй 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.

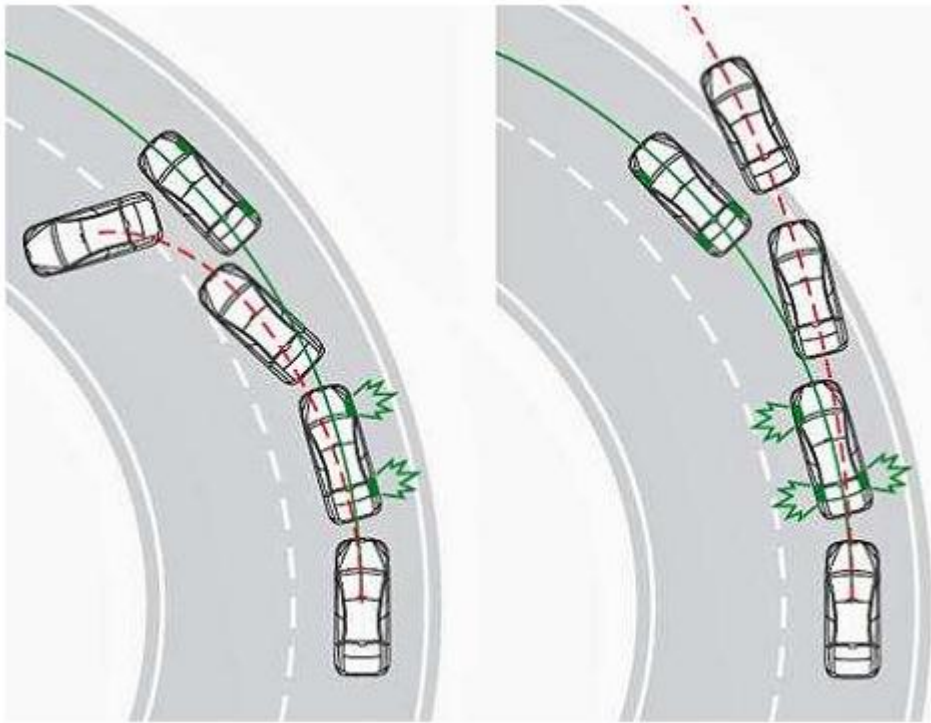


Рис. 7.9. Робота системи динамічної стабілізації руху автомобіля.

Лекція 8.

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. 8.1).

У простому випадку водій може уникнути зіткнення з перешкодою, різко повертаючи кермо. При цьому кут повороту керованих 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. 8.1, а).

Водій може також після повороту керованих коліс повернути їх у початкове положення. Такий маневр називається «вхід–вихід» при повороті (рис. 8.1, 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, пішоходів 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.

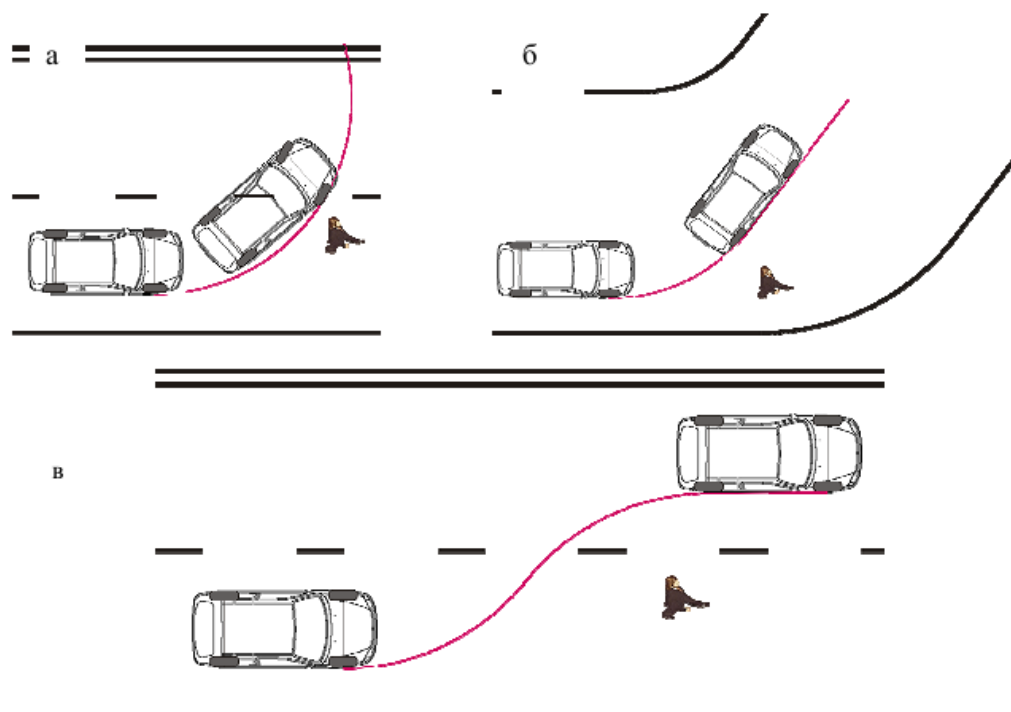


Рис. 8.1. Види маневру ТЗ:

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. 8.1, 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 кутвою швидкістю водій здійснював поворот кермового колеса та як вона мінялася 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. 8.2).

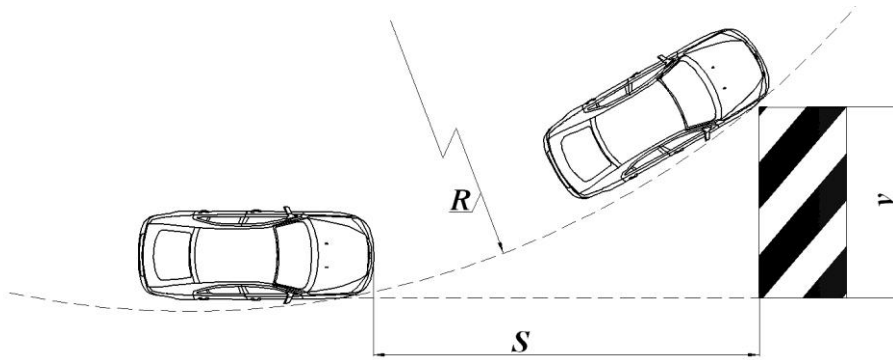


Рис. 8.2. Розрахункова схема маневру автомобіля з постійним радіусом.

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]:

$$S = \sqrt{2yR - y^2}, \quad (8.1)$$

$$y = R - \sqrt{R^2 - S^2}, \quad (8.2)$$

де y – поперечна координата, м.

Далі замість радіусу R у наведені формули (8.1), (8.2) підставляють значення радіусу повороту $R_{\text{пр}}$ передньої габаритної точки ТЗ. Значення радіусу повороту $R_{\text{пр}}$ передньої зовнішньої габаритної точки ТЗ можна визначити з розрахункової схеми (рис. 8.3) [16]:

$$R_{\text{пр}} = \sqrt{(R_{\text{ср}} + 0,5 \cdot B_a)^2 + L_{\text{пр}}^2}, \text{ м}, \quad (8.3)$$

де $L_{\text{пр}}$ – відстань від передньої габаритної точки до центру задньої осі ТЗ, м;
 B_a – габаритна ширина ТЗ, м.

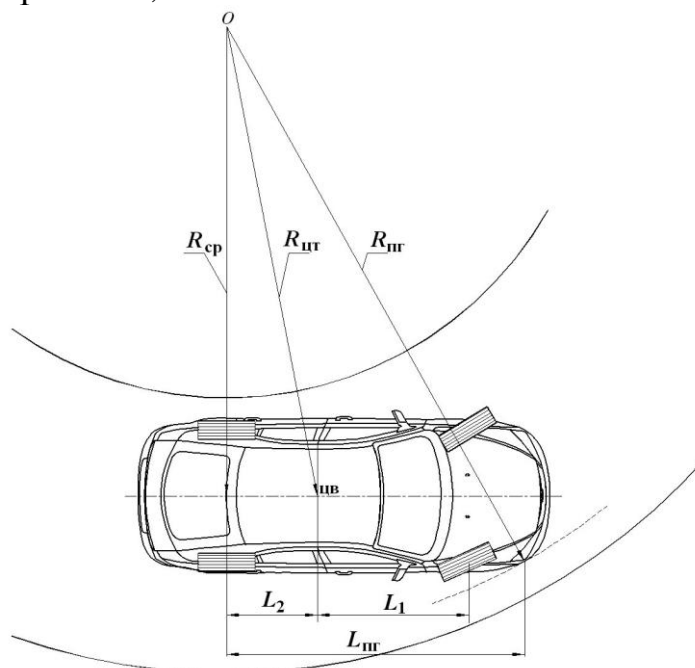


Рис. 8.3. Розрахункові радіуси повороту ТЗ за методикою Н.Н. Крісті.

Середній радіус повороту центру заднього осі ТЗ можна також визначити з тієї ж розрахункової схеми за формулою [16]:

$$R_{\text{ср}} = \sqrt{R_{\text{цт}}^2 - L_2^2}, \text{ м}, \quad (8.4)$$

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]:

$$R_{\text{цт}} = \frac{v_a^2}{g \cdot \varphi'}, \quad (8.5)$$

де φ' – коефіцієнт зчеплення колеса з дорогою в поперечному напрямку до площини їх кочення.

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:

$$L_1 = \frac{G_2}{G_a} L, \quad (8.6)$$

$$L_2 = \frac{G_1}{G_a} L. \quad (8.7)$$

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]:

$$R_{\text{цт}} \approx \frac{v_a^2}{g\varphi'} + \frac{B_a}{2}. \quad (8.8)$$

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. 8.4) [16].

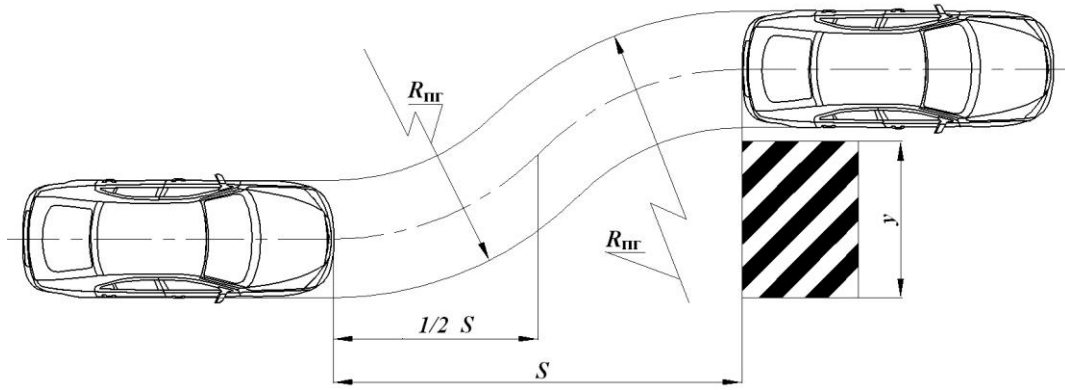


Рис. 8.4. Розрахункова схема руху ТЗ при маневрі «зміна смуги руху».

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]:

$$S = \sqrt{2y(2R_{\text{пг}} - B_a) - y^2}, \quad (8.9)$$

$$y = 2R_{\text{пг}} - B_a - \sqrt{(2R_{\text{пг}} - B_a)^2 - S^2}, \text{ м.} \quad (8.10)$$

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 екстремому 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. 8.5) [28].

Водій спочатку, щоб уникнути перешкоди, повертає керовані колеса в одну сторону (ділянка 1) (див. рис. 8.5), 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]:

$$\theta = \theta_{\text{max}} \sin \omega t, \quad (8.11)$$

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;

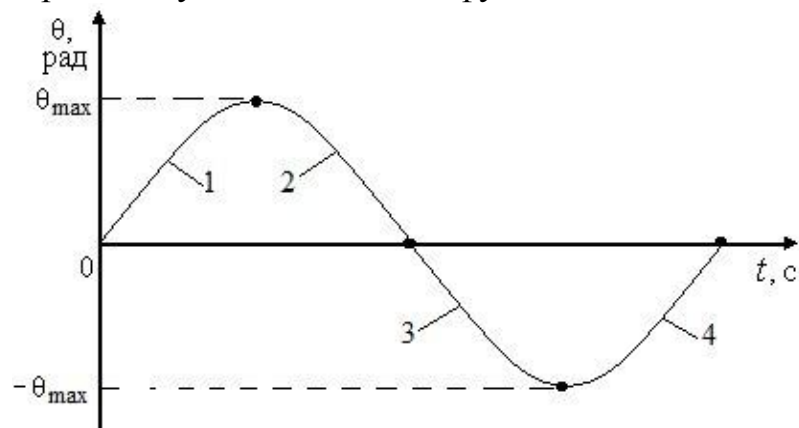


Рис. 8.5. Синусоїдальний закон зміни кута повороту керованих коліс ТЗ при маневрі.

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. 8.6) [28].

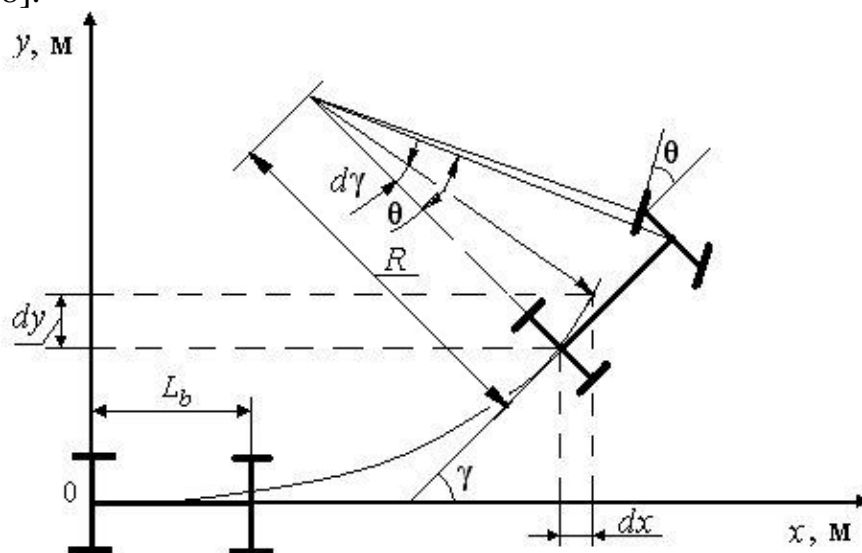


Рис. 8.6. Розрахункова схема повороту ТЗ з абсолютно жорсткими шинами.

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:

$$R = \frac{L}{\operatorname{tg}\theta} \approx \frac{L}{\theta} = \frac{L}{\theta_{\max} \sin \omega t}. \quad (8.12)$$

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:

$$d\gamma = \frac{v_a dt}{R} = \frac{v_a \theta_{\max} \sin \omega t dt}{L}. \quad (8.13)$$

Через деякий певний час t курсовий кут ТЗ складе:

$$\gamma = \frac{v_a \theta_{\max}}{L} \int_0^t \sin \omega t dt = \frac{v_a \theta_{\max}}{L \omega} (1 - \cos \omega t), \quad (8.14)$$

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]:

$$\gamma = \frac{v_a \theta_{\max} T}{2\pi L} \left(1 - \cos \frac{2\pi t}{T} \right), \quad (8.15)$$

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 :

$$dx = v_a \cos \gamma dt; \quad (8.16)$$

$$dy = v_a \sin \gamma dt. \quad (8.17)$$

Після підстановки у формули (8.16), (8.17) значення кута γ (8.15) одержують диференціальні рівняння, які вирішені шляхом розкладання в ряд Тейлора, нехтуючи величинами четвертого ступеня малості [28]:

$$\begin{aligned} x = v_a \cdot t \left[1 - \frac{1}{4} \left(\frac{\theta_{\max} \cdot v_a \cdot T}{2\pi \cdot L} \right)^2 \right] \cos \frac{\theta_{\max} \cdot v_a \cdot T}{2\pi \cdot L} + \frac{\theta_{\max} \cdot v_a^2 \cdot T^2}{4\pi^2 \cdot L} \times \\ \times \left[1 - \frac{1}{6} \left(\frac{\theta_{\max} \cdot v_a \cdot T}{2\pi \cdot L} \right)^2 \right] \sin \frac{\theta_{\max} \cdot v_a \cdot T}{2\pi \cdot L} \cdot \sin \frac{2\pi \cdot t}{T} + \frac{\theta_{\max}^2 \cdot v_a^3 \cdot T^3}{64\pi^3 \cdot L^2} \times \\ \times \cos \frac{\theta_{\max} \cdot v_a \cdot T}{2\pi \cdot L} \sin \frac{4\pi}{T} t + \frac{\theta_{\max}^3 \cdot v_a^4 \cdot T^4}{1152\pi^4 \cdot L^3} \left(3 \sin \frac{2\pi}{T} t - \sin \frac{6\pi}{T} t \right) \sin \frac{\theta_{\max} \cdot v_a \cdot T}{2\pi \cdot L}, \end{aligned} \quad (8.18)$$

$$\begin{aligned}
y = v_a \cdot t \cdot & \left[1 - \frac{1}{4} \left(\frac{\theta_{\max} \cdot v_a \cdot T}{2\pi \cdot L} \right)^2 \right] \sin \frac{\theta_{\max} \cdot v_a \cdot T}{2\pi \cdot L} - \\
& - \frac{\theta_{\max} \cdot v_a^2 \cdot T^2}{4\pi^2 \cdot L} \left[1 - \frac{1}{6} \left(\frac{\theta_{\max} \cdot v_a \cdot T}{2\pi \cdot L} \right)^2 \right] \cos \frac{\theta_{\max} \cdot v_a \cdot T}{2\pi \cdot L} \sin \frac{2\pi \cdot t}{T} - \\
& - \frac{\theta_{\max}^2 \cdot v_a^3 \cdot T^3}{64\pi^3 L^2} \sin \frac{\theta_{\max} \cdot v_a \cdot T}{2\pi \cdot L} \sin \frac{4\pi}{T} t - \\
& \frac{\theta_{\max}^3 \cdot v_a^4 \cdot T^4}{1152\pi^4 \cdot L^3} \left(3 \sin \frac{2\pi}{T} t - \sin \frac{6\pi}{T} t \right) \cos \frac{\theta_{\max} \cdot v_a \cdot T}{2\pi \cdot L}.
\end{aligned} \tag{8.19}$$

За допомогою формул (8.15), (8.18) і (8.19) 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 повороту керованих коліс θ_{\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]:

$$\theta_{\max} = \frac{g\varphi_y L}{v_a^2}, \tag{8.20}$$

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:

$$k_m = 1,12 + 0,0046v_a, \quad (8.21)$$

для мокрого асфальтобетону

$$k_m = 1,05 + 0,005v_a, \quad (8.22)$$

для зледенілої дороги

$$k_m = 1,0 + 0,0035v_a, \quad (8.23)$$

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 коліс 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 коліс за часом t_0 відбувається лінійно, тобто з однаковою кутовою швидкістю,

а зміна напрямку повороту керованих коліс відбувається миттєво (рис. 8.7).

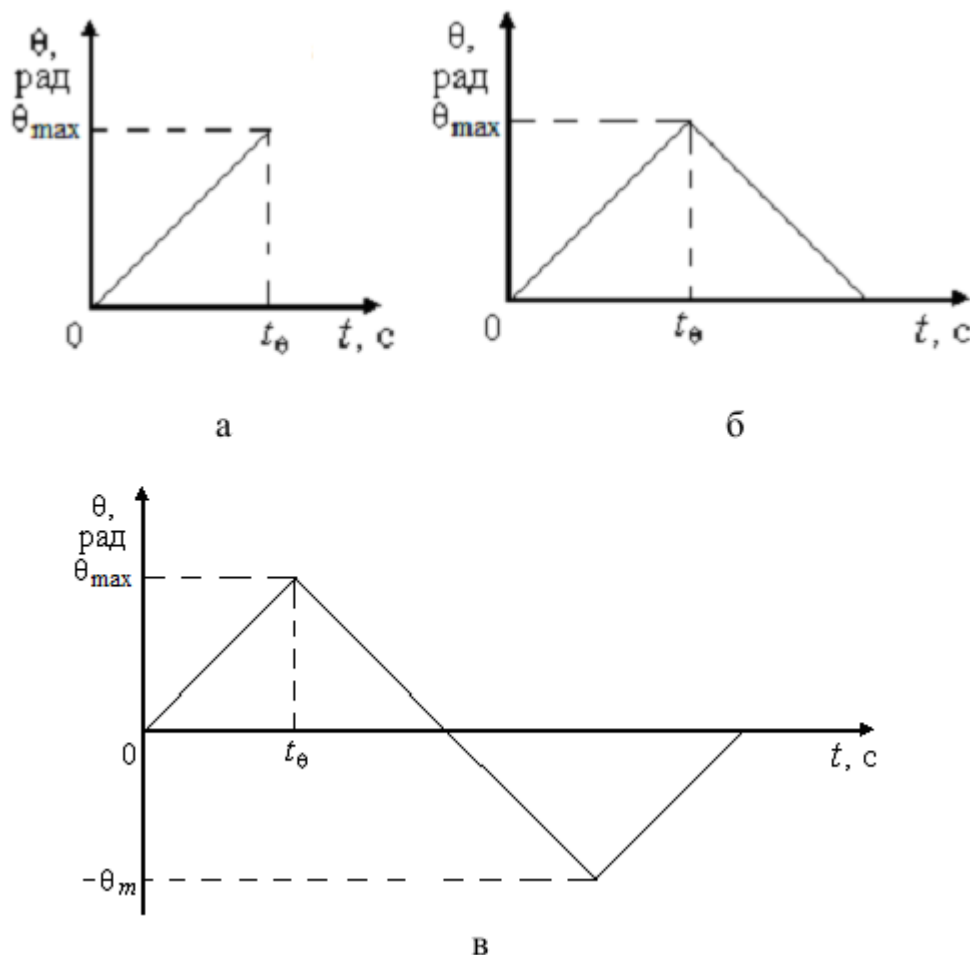


Рис. 8.7. Лінійна зміна кута повороту керованих коліс при маневрі: а – «вхід у поворот»; б – «вхід–вихід»; в – «зміна смуги руху».

У таблиці 8.1 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. 8.1 (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. 8.1 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 8.1. Формули для розрахунку параметрів маневру автомобіля (де V_a км/год) [23].

Тип маневру	x_m	y_m	γ_m
у			

Вхід в 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. 8.1, 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»:

$$y_M = \frac{\varphi_y g x_M^2}{6k_M v_a^2}; \quad (8.24)$$

маневр «вхід–вихід»:

$$y_M = \frac{\varphi_y g x_M^2}{1,55k_M v_a^2}; \quad (8.25)$$

маневр «зміна смуги руху»:

$$y_M = \frac{\varphi_y g x_M^2}{8k_M v_a^2}, \quad (8.26)$$

де x_M, y_M – координати переміщення середини задньої осі ТЗ при маневрі, м.

Рівняння (8.24)–(8.26) 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. 8.1 буде мати вид:

$$\gamma_M = \frac{g \varphi_y x_M}{2v_a^2}. \quad (8.27)$$

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:

$$y_{\text{МП}} = y_M + L_{\text{ПГ}} \sin\left(\frac{\gamma_M 180}{\pi}\right) \approx y_M + L_{\text{ПГ}} \gamma_M; \quad (8.28)$$

$$x_{\text{МП}} = x_M + L_{\text{ПГ}} \cos\left(\frac{\gamma_M 180}{\pi}\right) \approx x_M + L_{\text{ПГ}} \gamma_M, \quad (8.29)$$

де γ_M – 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 (8.28) або (8.29) справедливий при невеликих курсових кутах, коли $\gamma_M \leq 0,26$ 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 (8.28) і (8.29) габаритну довжину L_a цього ТЗ, хоча це й вносить додаткову похибку в розрахунок [23]:

$$y_{\text{МП}} \approx y_M + L_a \gamma_M, \quad (8.30)$$

$$x_{\text{МП}} \approx x_M + L_a \gamma_M. \quad (8.31)$$

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. 8.8).

Вагові та геометричні параметри автомобіля Daewoo Lanos 1.5 (хетчбек) занесемо до табл. 8.2.



Рис. 8.8. Зважування автомобіля на електронних вагах.

Таблиця 8.2. Результати виміру вагових і геометричних параметрів автомобіля Daewoo Lanos 1.5 (хетчбек) у спорядженому стані.

Найменування параметрів	Умовне 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_{n2}	м	3,40

Визначимо відстань L_2 від центру ваги до задньої осі ТЗ за формулою (8.7):

$$L_2 = \frac{G_1}{G_a} L_a = \frac{678 \cdot 9,81}{1101 \cdot 9,81} 2,520 = 1,551 \text{ м.}$$

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 (8.5):

$$R_{\text{цт}} = \frac{v_a^2}{g\phi'} = \frac{50^2}{3,6^2 \cdot 9,81 \cdot 0,3} = 65,61 \text{ м.}$$

Визначимо радіус повороту центру заднього моста ТЗ за формулою (8.4):

$$R_{\text{сп}} = \sqrt{R_{\text{цт}}^2 - L_2^2} = \sqrt{65,61^2 - 1,551^2} = 65,591 \text{ м.}$$

Радіус повороту передньої зовнішньої габаритної точки ТЗ визначимо за формулою (8.3):

$$R_{\text{цт}} = \sqrt{(R_{\text{сп}} + 0,5B_a)^2 + L_{n2}^2} = \sqrt{(65,591 + 0,5 \cdot 1,678)^2 + 3,40^2} = 66,51 \text{ м.}$$

Тоді шукане поперечне відхилення смуги руху ТЗ на заданій

відстані 20 м згідно з формулою (8.2) 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 (8.8):

$$R_{\text{пр}} = \frac{v_a^2}{g\varphi'} + \frac{B_a}{2} = \frac{50^2}{3,6 \cdot 9,81 \cdot 0,3} + \frac{1,678}{2} = 66,45 \text{ м.}$$

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 впритул 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»):

$$y_M = \frac{\varphi g x_m^2}{8k_m v_a^2} = \frac{0,5 \cdot 9,81 \cdot 14,86^2}{6 \cdot 1,1 \cdot \left(\frac{40}{3,6}\right)^2} = 1,32 \text{ м.}$$

Курсовий кут ВАЗ-2101 в кінці маневру «відворот» («вхід у поворот»):

$$\gamma_M = \frac{g \varphi_y x_M}{2v_a^2} = \frac{9,81 \cdot 0,5 \cdot 14,86}{2 \cdot \left(\frac{40}{3,6}\right)^2} = 0,295.$$

Координата бічного переміщення крайньої передньої габаритної точки ВАЗ-2101:

$$y_{\text{мп}} \approx y_M + L_a \gamma_M = 1,32 + 4,1 \cdot 0,295 = 2,52 \text{ м.}$$

Максимально допустима швидкість автомобіля в заданих умовах видимості:

$$v_B = jT_{\text{пр}} \left(\sqrt{\frac{2S_B}{jT_{\text{пр}}^2} + 1} - 1 \right) = 4,9 \cdot 0,6 \left(\sqrt{\frac{2 \cdot 30}{4,9 \cdot 0,6^2} + 1} - 1 \right) = 14,45 \text{ м/с}^2 = 52 \text{ км/год},$$

де $T_{\text{пр}} = t_1 + t_2 + 0,5t_3 = 0,3 + 0,2 + 0,5 \cdot 0,2 = 0,6$ с – час приведення в дію гальмівної системи з урахуванням часу реакції водія;

$j = 4,9$ м/с² – 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».

Лекція 9.

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 небезпеки 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.

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 спрацьовування 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. 9.1).

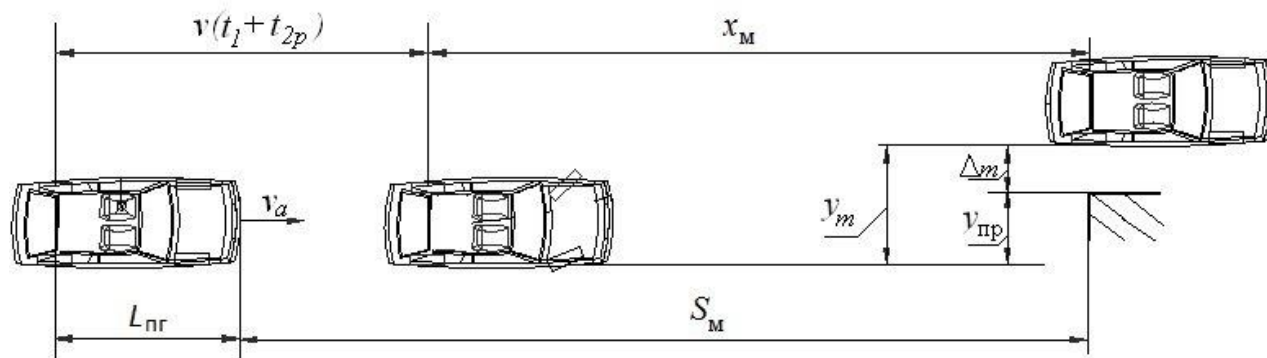


Рис. 9.1. Схема об'їзду нерухомої перешкоди.

Треба зауважити, що маневр «зміна смуги руху» можна рахувати виконаним тільки після того, як задня вісь ТЗ порівнюється з перешкодою, оскільки заднє внутрішнє колесо рухалось найменшим радіусом. Тоді загальна відстань S_m , яка необхідна для виконання маневру «зміна смуги руху», буде:

$$S_m = v_a(t_1 + t_{2p}) - L_{пг} + x_m, \quad (9.1)$$

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:

$$S_m = v_a(t_1 + t_{2p}) + x_{мп}, \quad (9.2)$$

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 (9.1) і (9.1) справедливі, якщо перешкода є нерухомою. У разі, коли перешкода, наприклад, пішохід рухається попутно або назустріч, у формули (9.1) і (9.2) 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»:

$$S_M = v_a(t_1 + t_{2p}) - L_{\text{тр}} + x_{\text{мп}} + t_{\text{п}} v_{\text{п}} \cos \alpha; \quad (9.3)$$

для маневру «вхід у поворот» або «вхід-вихід»

$$S_M = v_a(t_1 + t_{2p}) + x_{\text{мп}} + t_{\text{п}} v_{\text{п}} \cos \alpha. \quad (9.4)$$

Час $t_{\text{п}}$ можна визначити за формулою. 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]:

$$\Delta_m = \frac{(5L_a + 18)v_a}{1000}, \quad (9.5)$$

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:

$$S_M \leq S_a. \quad (9.6)$$

При дослідженні наїзду на перешкоду, що стався в умовах обмеженої видимості S_B , треба враховувати, що $S_a = S_B$.

Експериментальні дослідження маневру ТЗ в експертній практиці фактично не проводяться. Це можна пояснити тим, що, поперше, 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 поради 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 обладнати додатковими пристроями, які запобігають повному боковому перекиданню.

Визначення критичної швидкості при маневрі за критерієм поперечної стійкості руху треба виконувати на розміченій заздалегідь ділянці дороги відповідно до схеми за ДСТУ 3310–96 (рис. 9.3) [10].

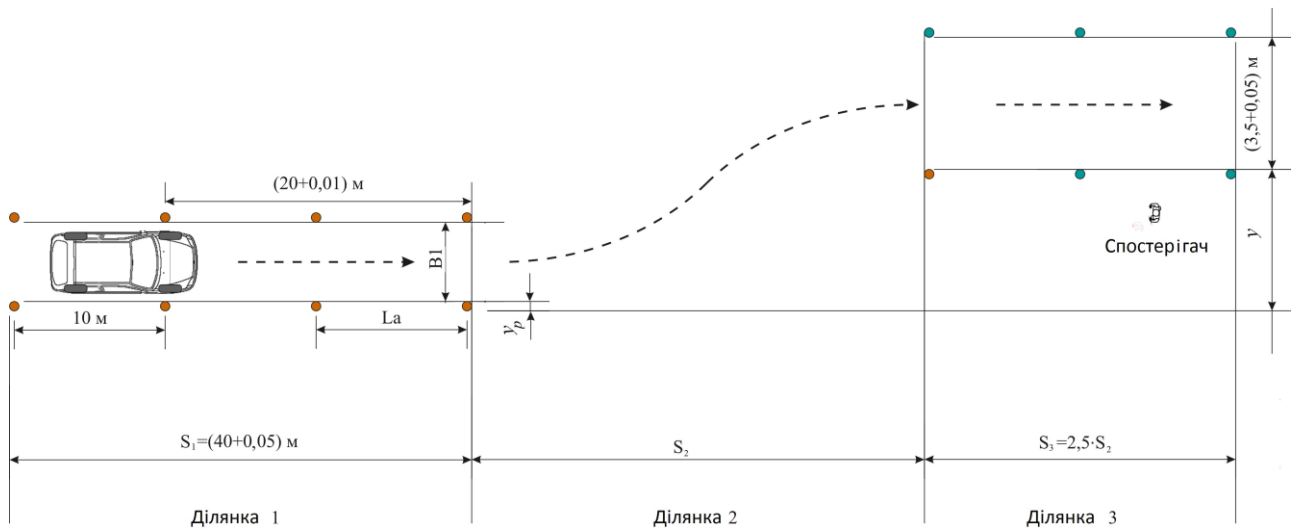


Рис. 9.3. Розмітка ділянки випробувань з урахуванням вимог ДСТУ 3310–96.

Згідно умовам випробування і обставинам конкретного ДТП повинні бути витримані певні розміри коридорів руху ТЗ. Вхідний коридор (ділянка 1) будується на відстані y_p від краю проїжджої частини. Ця відстань відповідає тій відстані, на якій рухався ТЗ відносно краю проїжджої частини згідно з обставинами ДТП. Ширина вхідного коридору B_1 визначається шириною транспортного засобу (табл. 9.1). 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 B_1 та довжиною $S_1=40$ м дає можливість більш точно спрямувати ТЗ перед виконанням маневру.

Таблиця 9.1. 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

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 u відносно ділянки 2. Ця відстань має задаватися у відповідності до розміру перешкоди.

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. 9.1) [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. 9.2.

Таблиця 9.2. 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.

Лекція 10.

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 курвиметрів. 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 установлювання;
- 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. 10.1) [27].



Рис. 10.1. 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 $0,009^\circ$ (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. 10.2)



Рис. 10.2. 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. 10.3).



Рис. 10.3. 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. 10.4).

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, узгоджуючись 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 детальніше.



Рис. 10.4. 3-D зображення з встановленими програмою розмірами між об'єктами.

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.

Лекція 11.

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, зовнішнє 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. 11.1).



Рис. 11.1. 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 відеокамери реєстратора, 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 пасажирів – світло від них невидиме незброєним 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. Аудіоканал 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 зафіксувати 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 автомобільнодорожнього університету (ХНАДУ) та науково-дослідного експертнокриміналістичного 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 отримані відеозаписи, на яких зафіксований рух ТЗ на різних ділянках дороги. Відеозаписи детально аналізувались за допомогою програмного забезпечення «Кіностудія Windows Live» (рис. 11.2).

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. 11.2).

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 $v_a = \frac{S}{t}$.

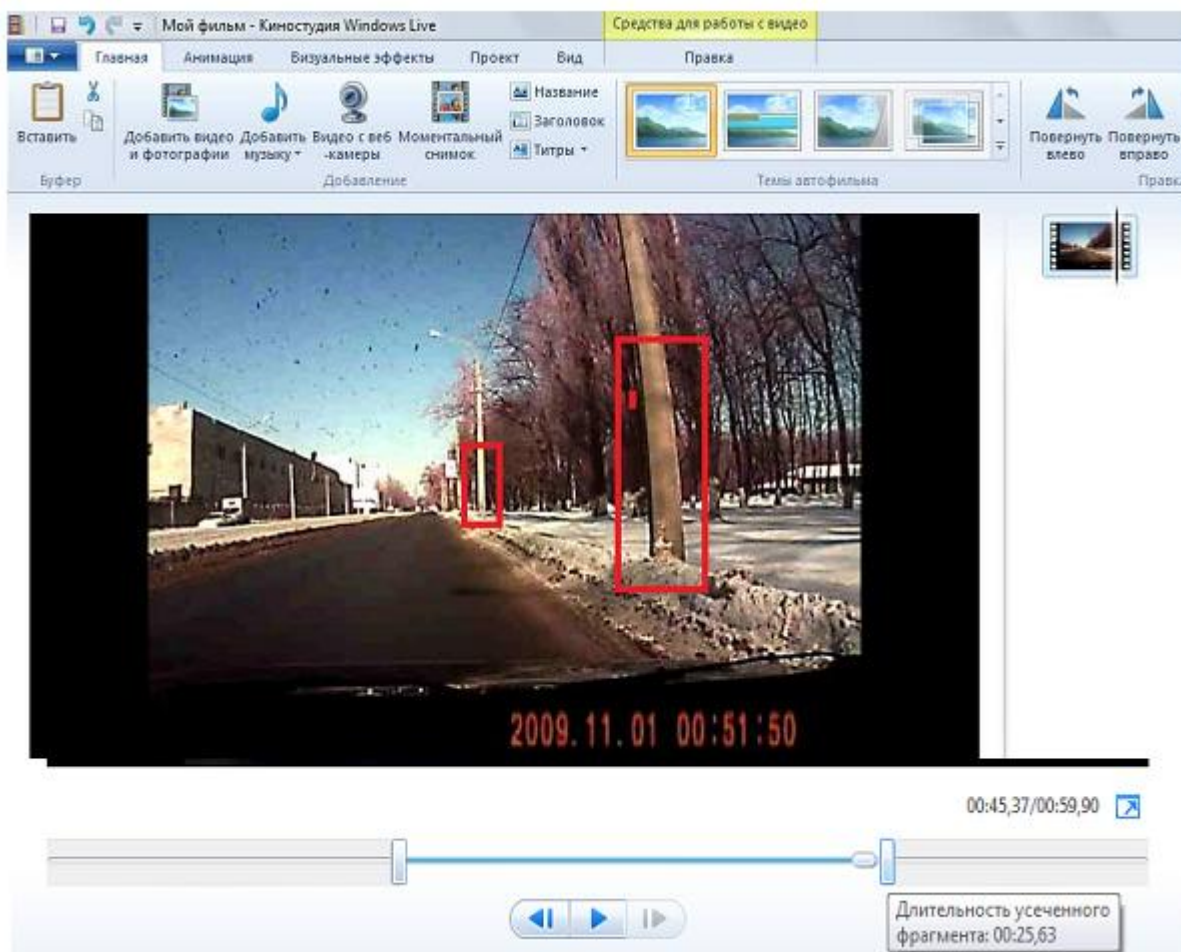


Рис. 11.2. Фрагмент відеозапису, наведеного в програмному забезпеченні «Кіностудія Windows Live».

Результати розрахунку середньої швидкості v_a за даними записів відеореєстратора наведені в табл. 11.1. 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. 11.1 наведено результати розрахунків абсолютної і відносної похибки виміру швидкостей ТЗ за даними відеореєстратора в порівнянні з даними спідометра.

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 відеореєстраторів, а

саме:

– ТЗ необхідно облаштовувати відеореєстраторами 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 відеореєстратора має вестись до десятих та сотих часток секунди;

– бажано мати можливість синхронізувати роботу відеореєстратора з іншими пристроями ТЗ, зокрема, системою EDR (реєстрація даних про події);

– відеореєстратор необхідно обладнати двома датчиками прискорення – один для виміру параметрів руху ТЗ з діапазоном 1–2g, другий з діапазоном до 100g.

Таблиця 11.1. Результати експерименту з визначення середньої швидкості ТЗ за даними з відеореєстратора, що не обладнаний GPS-навігатором.

№	Марка автомобіля	Швидкість за спідометром, км/год	Розрахована 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

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 з 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 розшифрування 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. 11.3). 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.

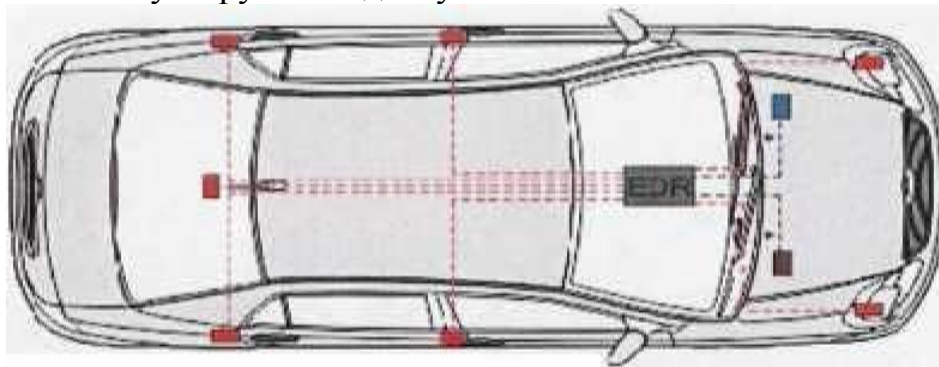






Рис. 11.3. Зображення типової схеми розташування електронних елементів системи EDR:  – модуль EDR;  – сенсори удару системи подушок безпеки;  – електронний блок керування АБС;  – електронний блок керування двигуном

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 передаваних 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. 11.4) [34].

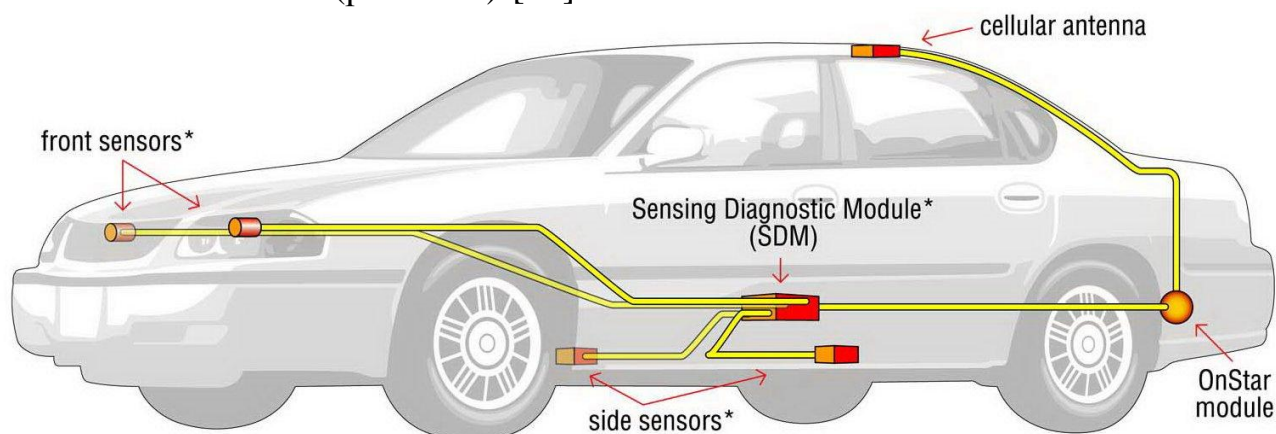


Рис. 11.4. Схематичне зображення роботи автоматичної системи повідомлення про аварію автомобілів виробництва General Motors за допомогою сервісу OnStar.

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.

Лекція 12.

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 поздовжньому, 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 двомірному (2D) або в тривимірному (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. 12.1).

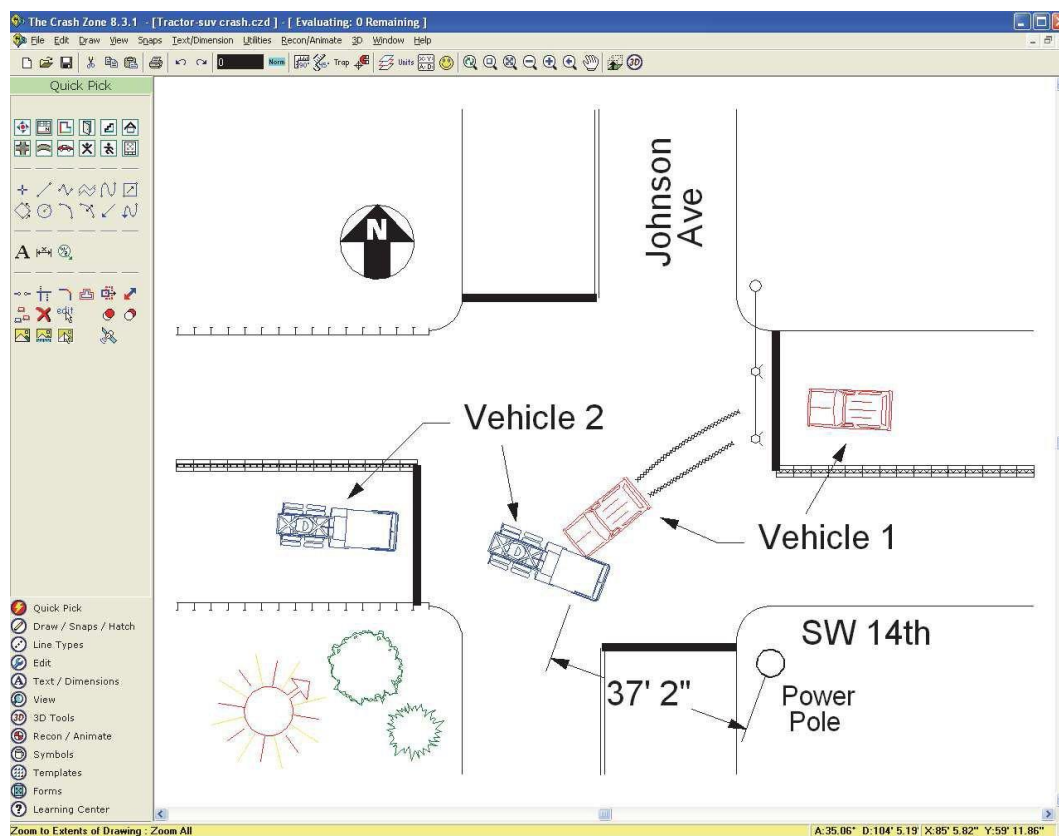


Рис. 12.1. Підготовка проекту схеми ДТП у програмному пакеті «Cad Zone».

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. 12.2).

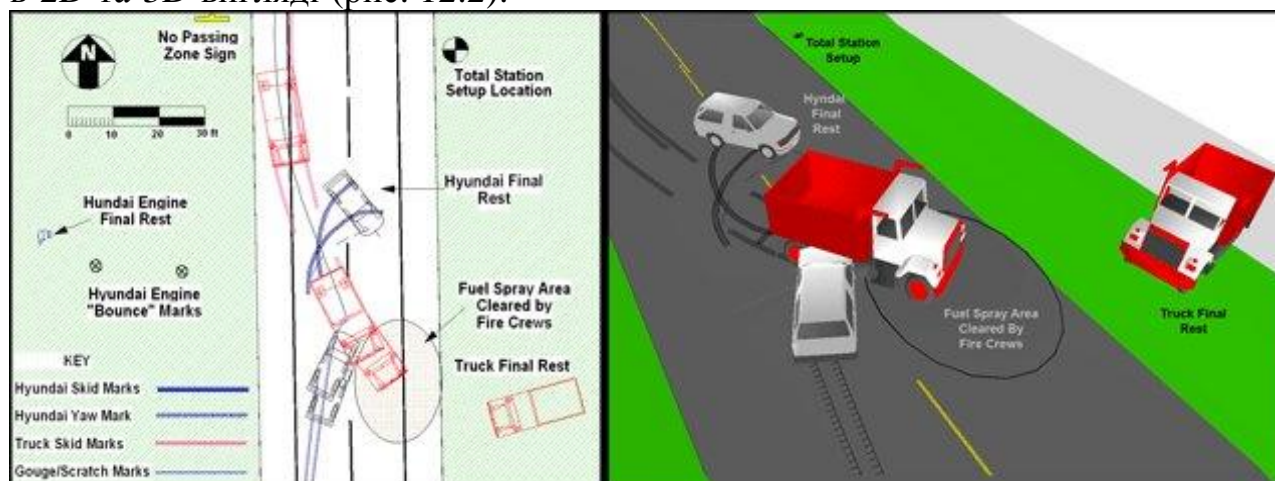


Рис. 12.2. Анімація можливого руху транспортних засобів під час ДТП у

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. 12.10), 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. 12.3).



Рис. 12.3. 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 SARAT-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 автотранспортних 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 необмежену 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 розрахунки. 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 значних 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. 12.4).

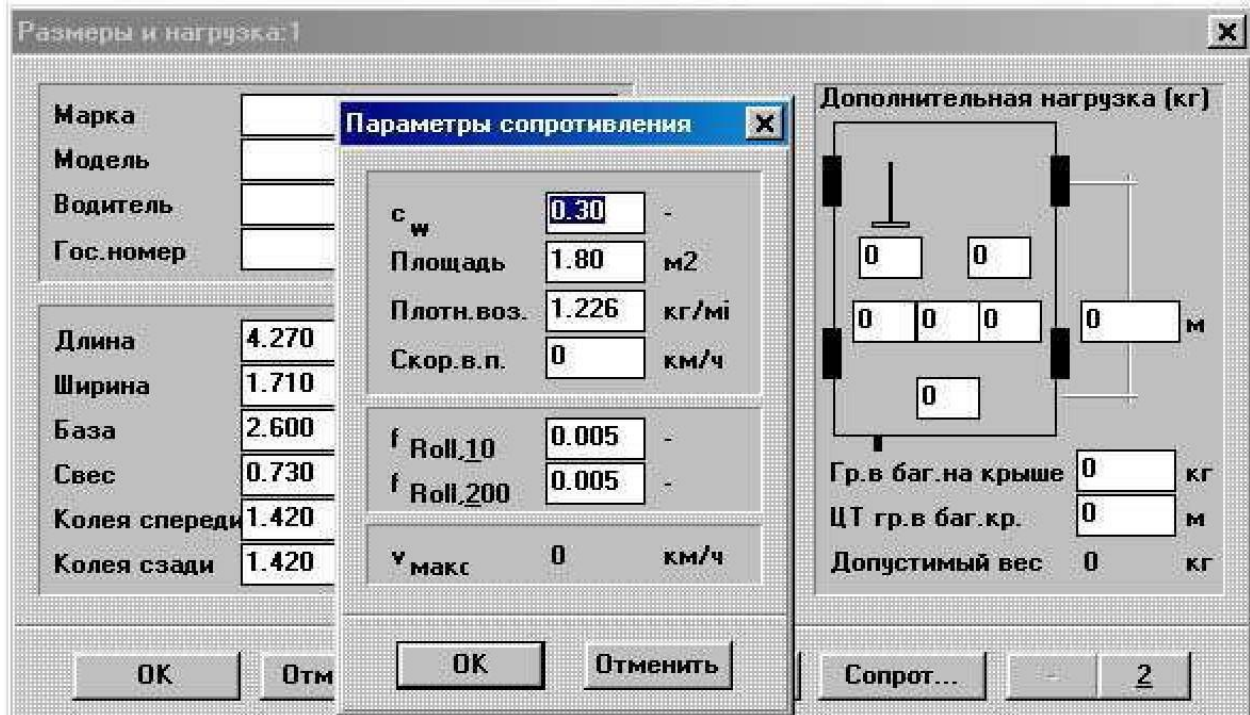


Рис. 12.4. Вікно для введення технічних параметрів.

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. 12.12).

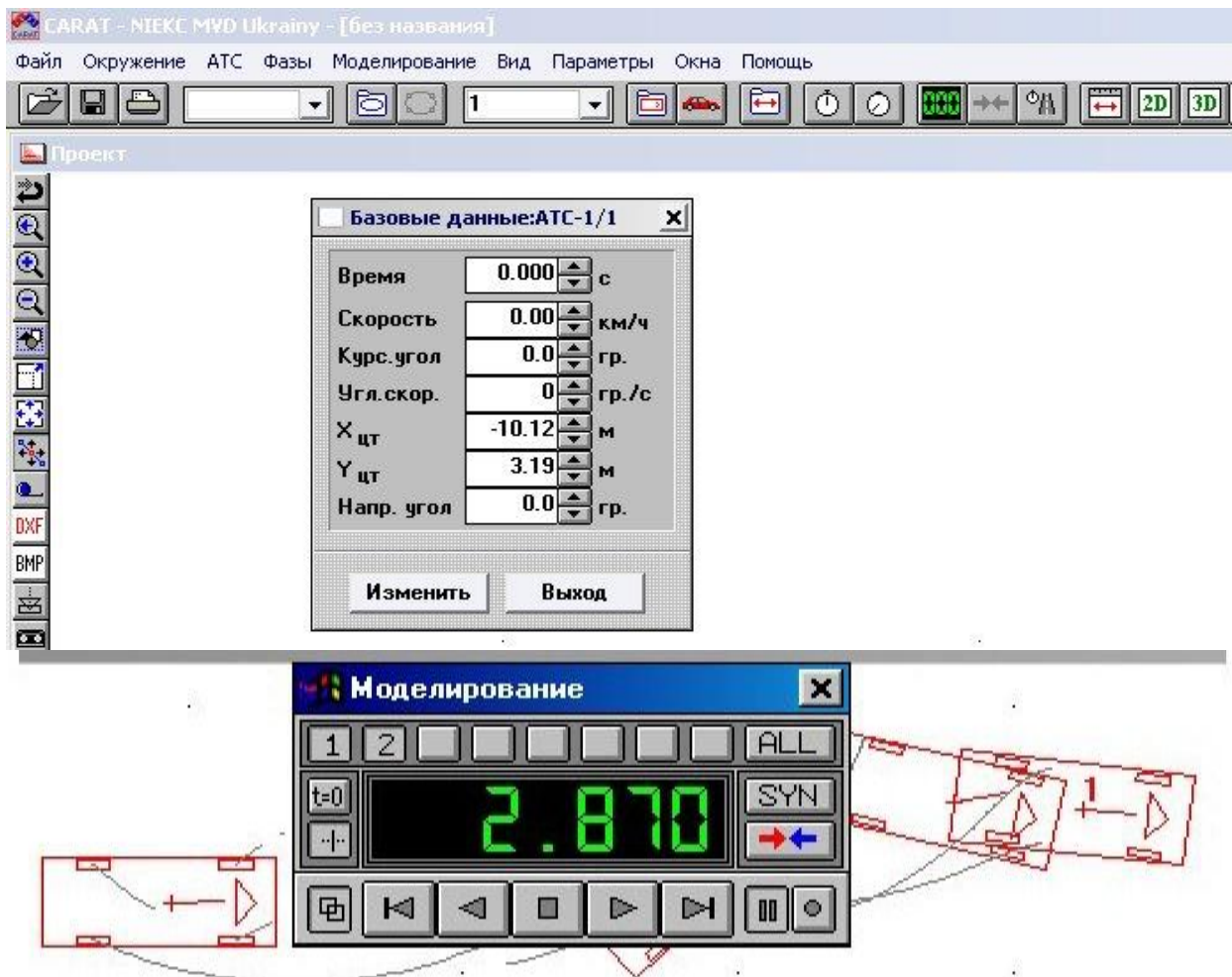


Рис. 12.5. Моделювання руху ТЗ за часом.

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. 12.6).

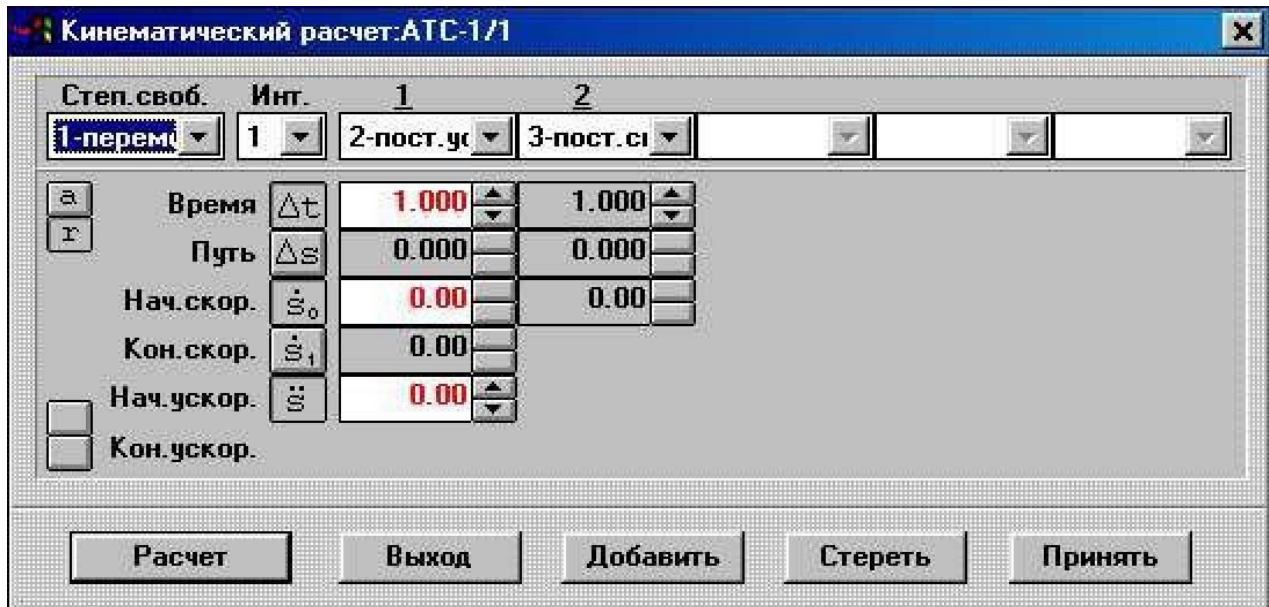


Рис. 12.6. Вікна даних та діаграм кінематичного розрахунку.

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. 12.7).

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.

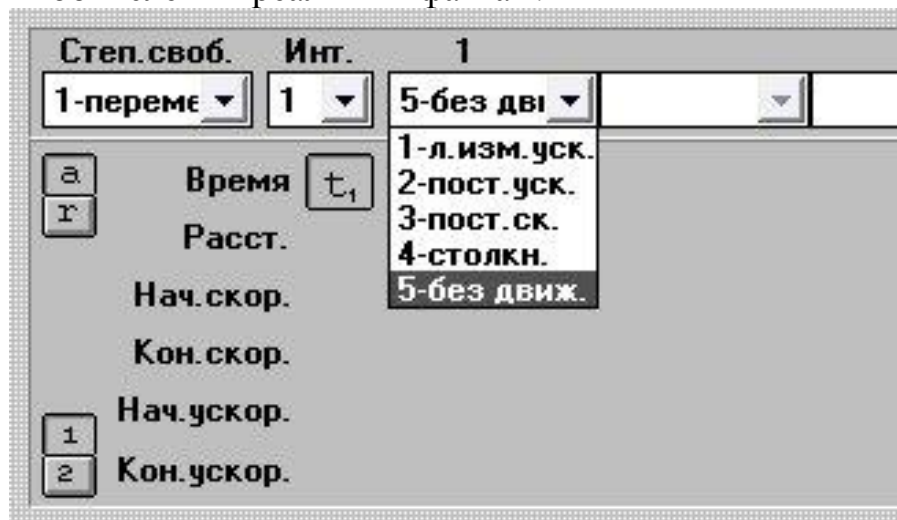


Рис. 12.7. Вікно інтервалу для вибору характеру руху ТЗ:

«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. 12.8–12.10).

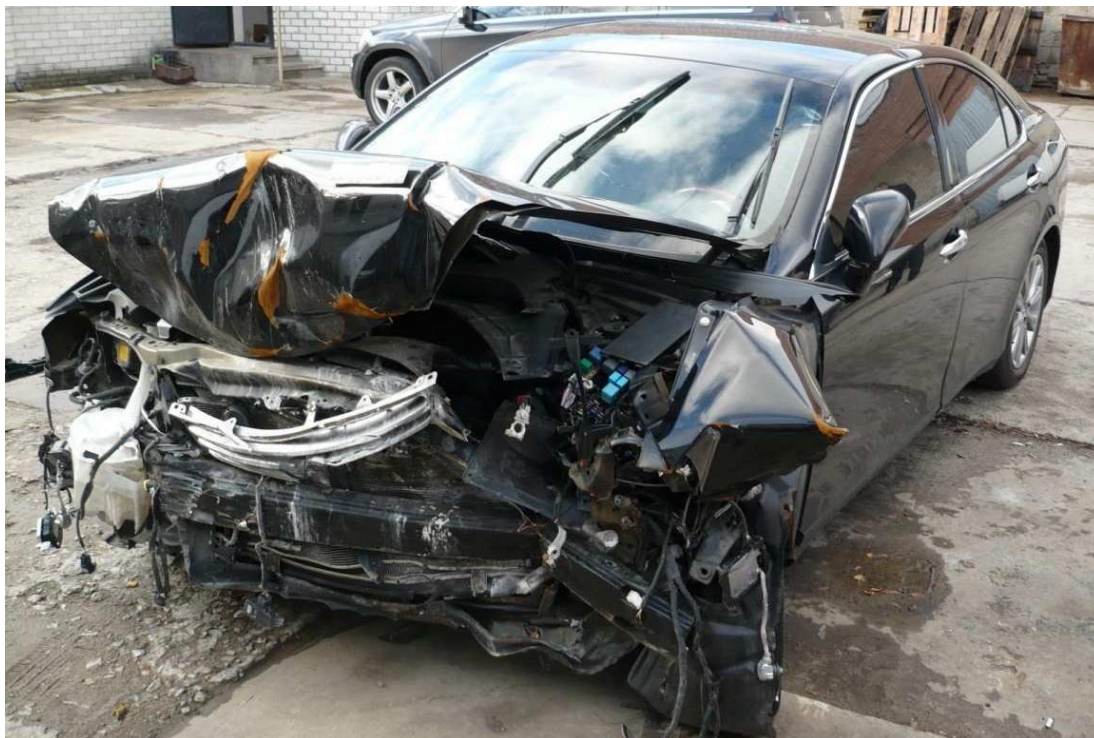


Рис. 12.8. Автомобіль «Lexus»: вигляд спереду з лівого боку.

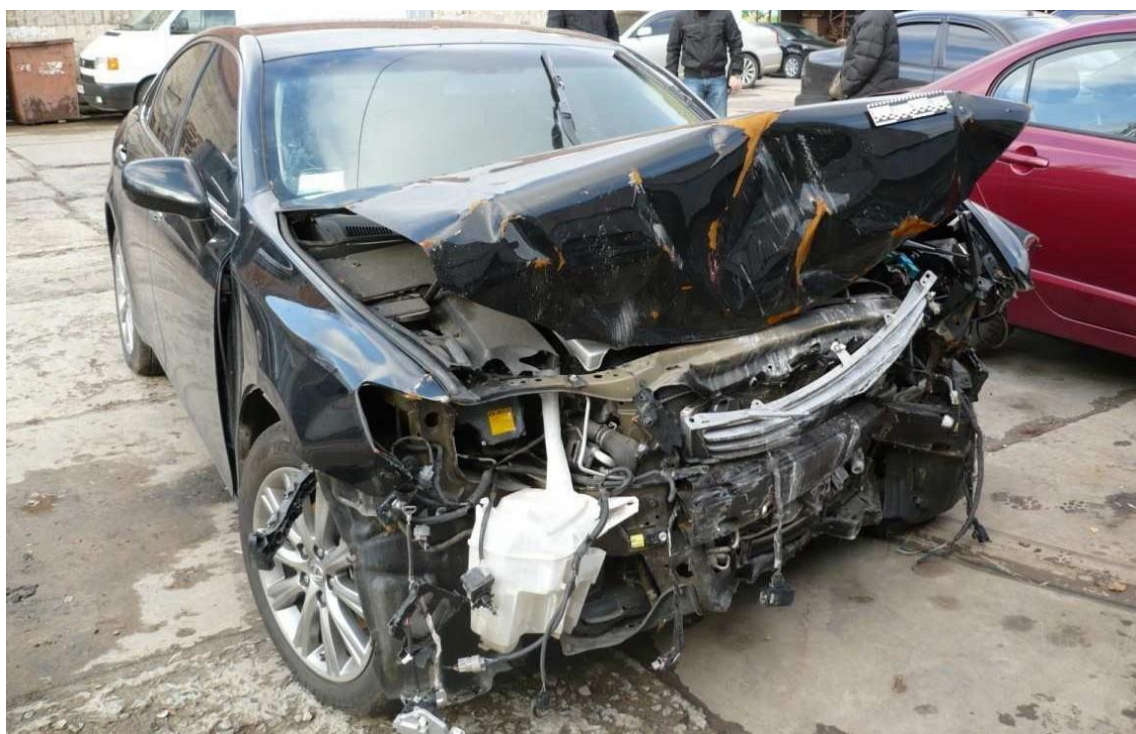


Рис. 12.9. Автомобіль «Lexus»: вигляд спереду з правого боку.



Рис. 12.10. 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. 12.11).

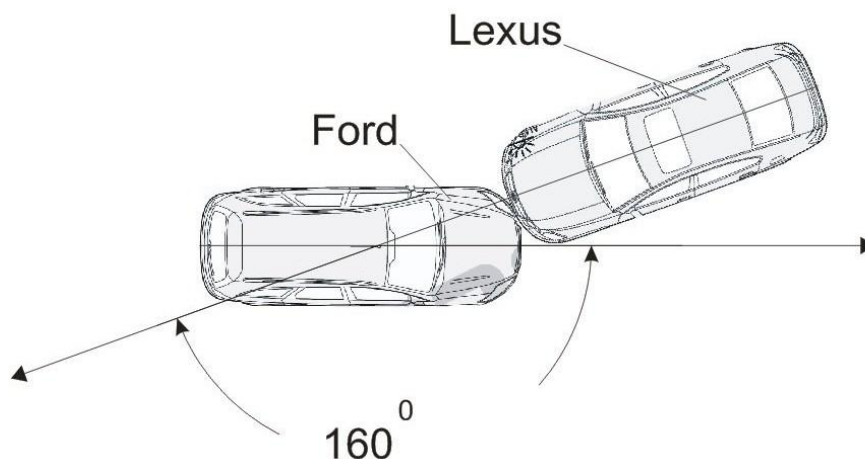


Рис. 12.11. Кут між подовжніми осями транспортних засобів у момент контакту.

Дослідження. Для проведення подальшого дослідження в графічному редакторі була складена масштабна схема місця ДТП (рис. 12.12).

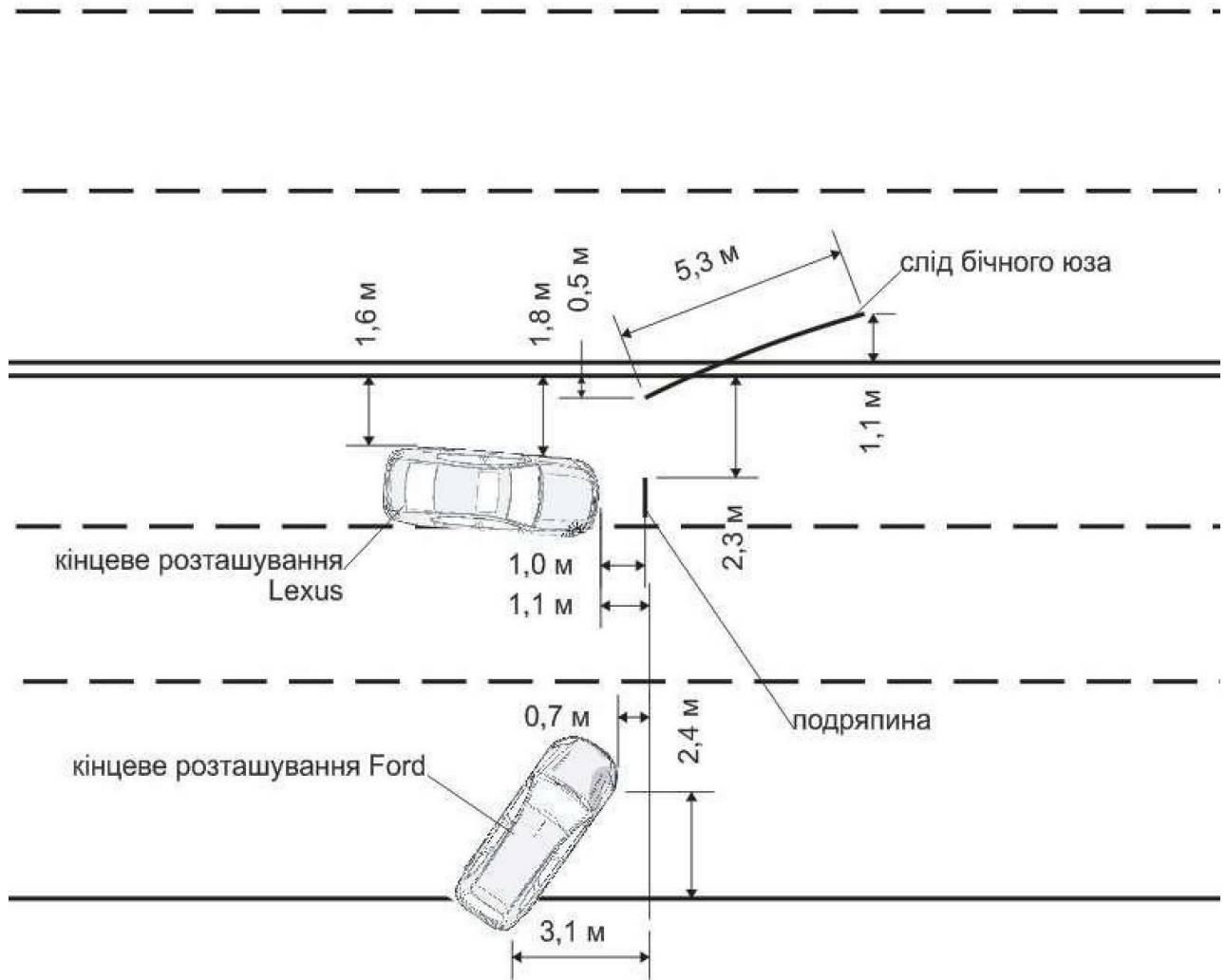


Рис. 12.12. Масштабна схема місця ДТП.

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 цієї 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. 12.13).

Для подальшої перевірки та обробки встановленого механізму зіткнення автомобілів заслідовою 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. 12.14).

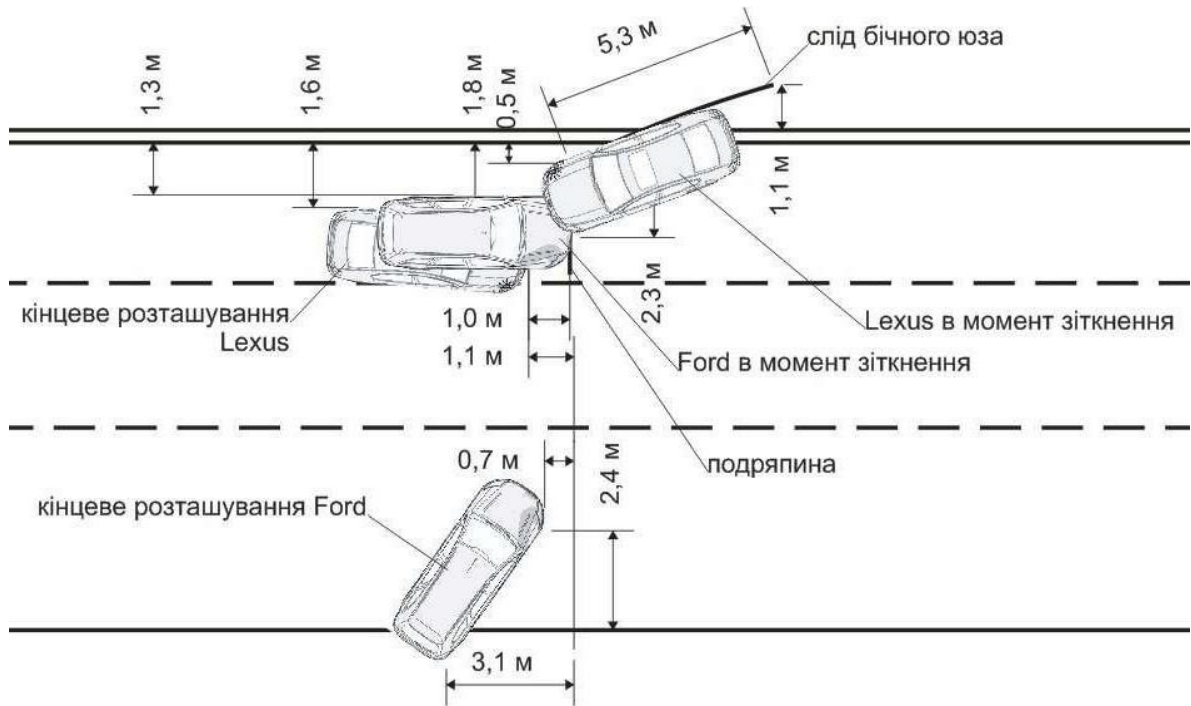


Рис. 12.13. Розташування ТЗ у момент зіткнення на проїжджій частині згідно з слідовою інформацією зі схеми місця ДТП.

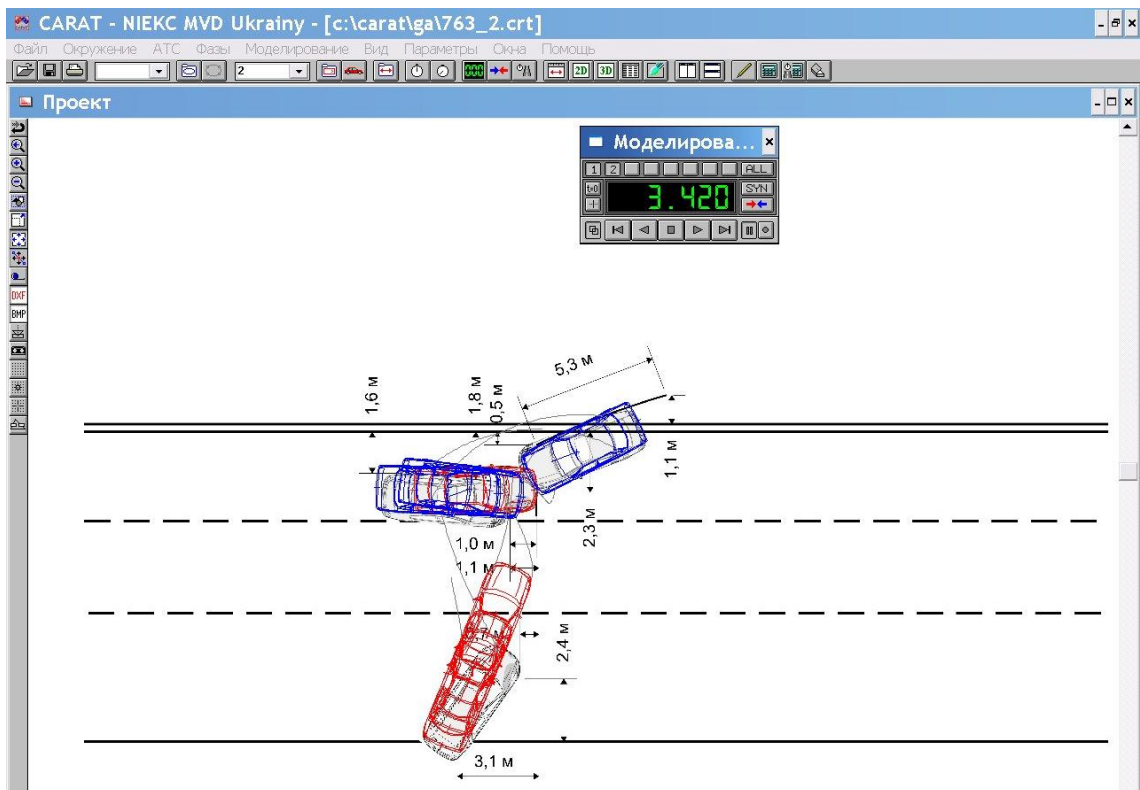


Рис. 12.14. Симуляція фази відкидання транспортних засобів після зіткнення.

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,

напряг ударного імпульсу та коректуючі значення швидкості, еквівалентної енергії деформації до здобуття результату, що приблизно відповідав би механізму даного ДТП (рис. 12.15).

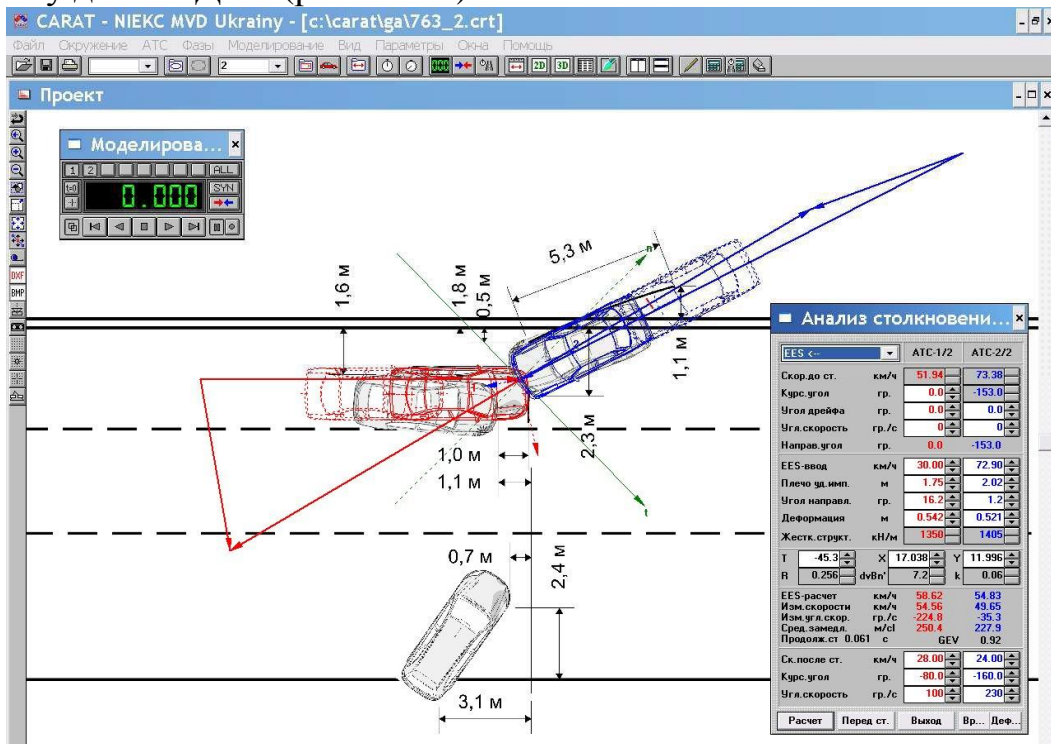


Рис. 12.15. Симуляція фази зіткнення транспортних засобів.

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. 12.16).

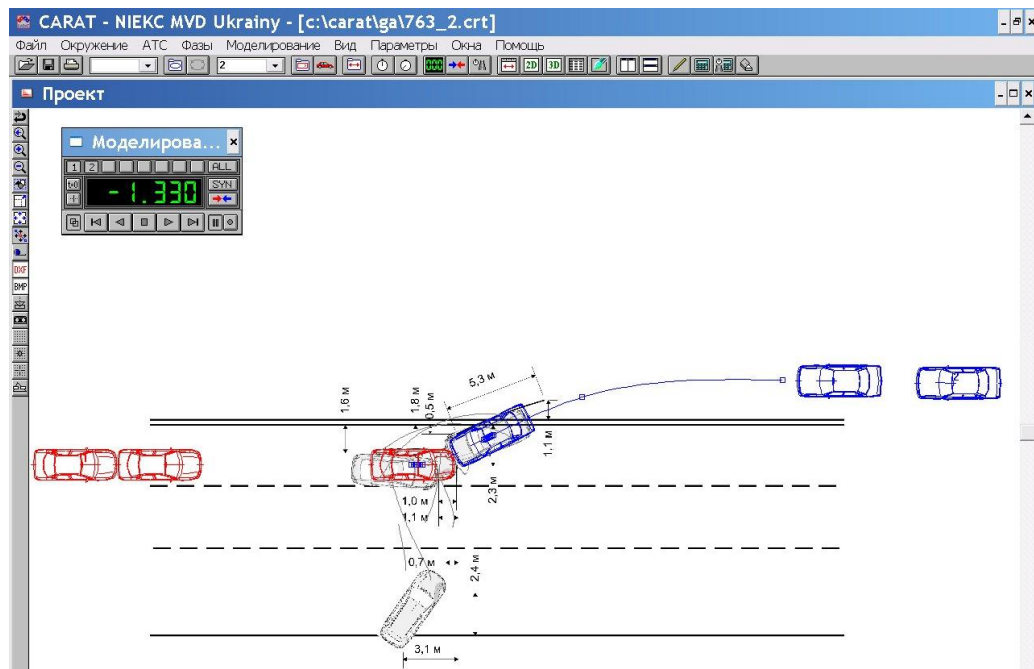


Рис. 12.16. Симуляція фази зближення транспортних засобів.

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. 12.17) або 3D-анімації (рис. 12.18).

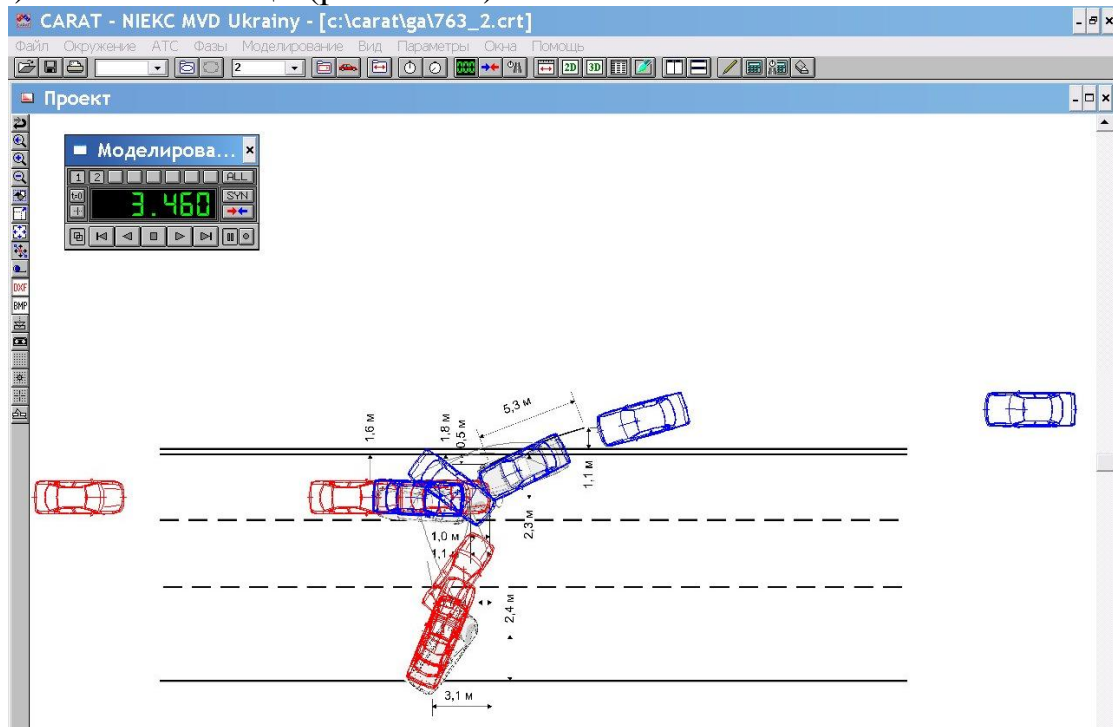


Рис. 12.17. Схема повного механізму зіткнення транспортних засобів.

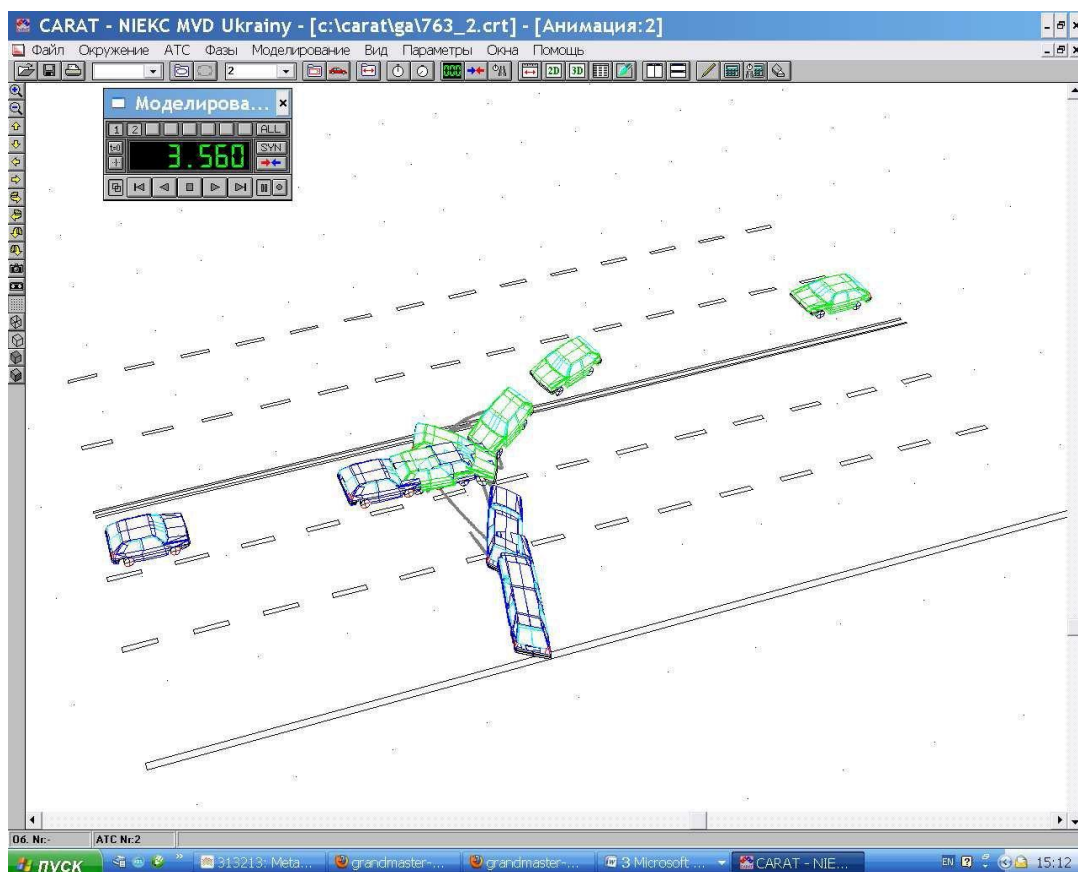


Рис. 12.18. Повний механізм зіткнення транспортних засобів (3D-анімація).

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 техно логій дослідження ДТП в Україні виникла суттєва проблема. Результати дослідження ДТП, що виконані за допомогою автоматизованих засобів і методів іноземного виробництва можуть суттєво відрізняти ся 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.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

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 пригод. 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. ГОСТ 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. Ананьєв 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. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.boschdiagnostics.com/testequipment/cdr/Pages/CDRHome.aspx>.
34. Advanced Automatic Crash Notification System. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://qm.wieck.com/forms/qm/car-seq-13.ipq?download=008733>.
35. The Cad Zone. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cadzone.com/>
36. Статистика ДТП в Україні у першому півріччі 2012 р. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://forinsurer.com/news/12/10/10/28285>.
1. Автомобільний транспорт в Україні. Нормативна база. – К.: КНТ, АТІКА, 2004.–504 с.
37. Анализ дорожно–транспортных происшествий. Коллинз Д., Моррис Д. Изд–во «Транспорт», 1971. –128 с.
38. Безмертний В.О. і ін. Основи керування автомобілем і безпека руху: Підручник /В.О. Безмертний, З. Д. Дерех, В. В. Іщенко,– К. Вища шк., 1996.– 202 с.
39. Безпека дорожнього руху та автотранспортне право. Конспект лекцій/ Уклад. В. Кишну. Луцьк: РВВ ЛДТУ, 2006. –155 с.
40. Відділення автотехнічної експертизи та оцінювальної діяльності. можливості дослідження: Інформаційний лист/ Ю.О. Пілюков, Ю.Д. Бодоряк, О.Б. Романюк. – Тернопіль, НДЕКЦ при УМВС України в Тернопільській області, 2006. – 14 с.
6. Галаса П В. і ін. Експертний аналіз дорожньо–транспортних пригод – К.: Український центр післяаварійного захисту "Експерт–сервіс", 1995.–192 с.
7. Зеркалов Д. В. та ін Безпека руху автомобільного транспорту: Довідник. – К.: Основа, 2002. – 360 с.
8. Коноплянко В.И. Организация и безопасность дорожного движения¹ Учеб. для вузов.–М.: Транспорт, 1991 –183 с.
9. Кременец Ю. А. Технические средства организации дорожного движения: Учеб. для вузов.–М.. Транспорт, 1990.–255 с.
10. Талицкий И. И., Чугуев В Л., Щербинин Ю Ф. Безопасность движения на автомобильном транспорте. Справочник.–М.: Транспорт, 1988.–158с.
11. Юридичний довідник автомобіліста / Упор М. І. Мельник, М І Хавронюк.–К.. Оранта–прес, 1998.–300 с