

В. М. Ребедаило, В. А. Кашканов

ЭКСПЕРТИЗА ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРИГОД



Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

В. М. Ребедайло, В. А. Кашканов

**ЕКСПЕРТИЗА
ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНИХ
ПРИГОД**

Навчальний посібник

Вінниця
ВНТУ
2012

УДК 629.3.07
ББК 39.33-08я73
Р31

Рекомендовано до друку Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України (протокол № 8 від 22.03.2007 р.)

Рецензенти:

В. А. Огородніков, доктор технічних наук, професор

В. Ф. Анісімов, доктор технічних наук, професор

І. О. Сивак, доктор технічних наук, професор

О. А. Федотов, майор міліції

Ребедайко, В. М.

Р31 Експертиза дорожньо-транспортних пригод : навчальний посібник / В. М. Ребедайко, В. А. Кашканов. – Вінниця : ВНТУ, 2012.– 158 с.

В посібнику подано методи аналізу дорожньо-транспортних пригод, способи визначення та фіксування даних для встановлення їх причин. Наведено розрахунки різних видів руху автомобіля. Наведено також список термінів, які вживаються при автотехнічній експертизі ДТП.

Навчальний посібник розроблений для студентів спеціальності "Автомобілі та автомобільне господарство" усіх форм навчання для вивчення теоретичного матеріалу та виконання лабораторних робіт з дисципліни "Експертиза ДТП".

УДК 629.3.07

ББК 39.33-08

ЗМІСТ

Вступ	5
1 Основні поняття в автотехнічній експертизі	7
1.1 Дорожньо-транспортні пригоди	7
1.2 Дорожні умови	9
1.3 Дорожня обстановка	9
1.4 Механізм пригоди	10
1.5 Технічна можливість запобігання пригоді	10
1.6 Смуга руху транспортного засобу	11
1.7 Небезпечна обстановка для водія	11
1.8 Аварійна обстановка	13
1.9 Небезпека руху	13
1.10 Перешкода для руху	14
1.11 Безпечний інтервал	15
1.12 Небезпечна зона	15
1.13 Особлива обережність	16
1.14 Дальність видимості	16
1.15 Оглядовість	17
2 Розрахунки руху автомобіля	18
2.1 Сили та моменти, які діють на транспортні засоби при прямолінійному русі з прискоренням	18
2.2 Сили та моменти, які діють на транспортні засоби при гальмуванні	25
2.3 Зчеплення колеса з дорожньою поверхнею при гальмуванні	29
2.4 Особливості роботи антиблокувальної системи	35
2.5 Гальмування транспортного засобу	42
2.6 Гальмовий та зупинний шляхи автотransпортних засобів ...	49
2.7 Час гальмування транспортних засобів	52
2.8 Швидкість транспортних засобів перед гальмуванням	53
3 Огляд місця ДТП	60
3.1 Визначення та фіксування слідів на місці пригоди	60
3.1.1 Загальний огляд	61
3.1.2 Детальний огляд	62
3.2 Огляд дороги	69
3.3 Визначення місця зіткнення транспортних засобів	70
4 Момент виникнення небезпеки руху	75
4.1 Значення моменту виникнення небезпеки руху при аналізуванні механізму дорожньо-транспортних пригод	75

4.2 Деякі аспекти визначення моменту виникнення небезпеки руху	77
5 Деякі питання методики виконання розрахунків автотехнічної експертизи	79
5.1 Вибір межі значень величин при розрахунках	79
5.2 Визначення швидкості транспортного засобу	83
5.3 Дослідження маневру транспортного засобу	93
5.4 Аналіз механізму зіткнення транспортних засобів	100
6 Лабораторно-практичні заняття	115
6.1 Етапи експертизи дорожньо-транспортних пригод	115
6.2 Визначення та фіксування слідів на місці ДТП	118
6.3 Дослідження показників екстреного гальмування автомобіля	119
6.4 Аналіз механізму наїзду на перешкоду	122
6.5 Безпечні швидкості автомобіля	126
6.6 Безпечні швидкості пішохода	133
6.7 Дослідження можливості уникнення ДТП шляхом виконання маневру	137
Додаток А	144
Глосарій	146
Література	155

ВСТУП

Автотехнічна експертиза має чотири основних напрямки наукових досліджень:

- 1) дослідження обставин дорожньо-транспортної пригоди (ДТП);
- 2) дослідження технічного стану транспортних засобів;
- 3) трасологічна експертиза;
- 4) дослідження деталей, вузлів та агрегатів транспортних засобів.

Предметом вивчення дисципліни в межах університетської програми є дослідження обставин ДТП.

Метою вивчення дисципліни є підготовка студентів до самостійного вирішення проблем, які постають перед автомобілістами у випадку виникнення й дослідження дорожньо-транспортної пригоди.

Основними завданнями вивчення дисципліни є ознайомлення студентів з організацією й виробництвом автотехнічної експертизи. Студент повинен вивчити основні методики експертного дослідження обставин ДТП, до яких відносяться:

- дослідження наїзду на пішохода;
- дослідження наїзду автомобіля на нерухому перешкоду, зіткнення автомобілів;
- дослідження маневру автомобіля.

У результаті отриманих знань з даної дисципліни студент повинен уміти:

- проводити огляд, скласти протокол і схему місця події; працювати з вихідними даними, необхідними для проведення судової автотехнічної експертизи;
- відновлювати й досліджувати механізм ДТП; скласти висновок експерта-автотехніка.

Коротка історична довідка

Перша зареєстрована автомобільна аварія – вибух котла парового автомобіля в Англії в 1834 р., загинуло кілька людей. 1865-1896 р. в Англії прийнятий закон «Locomotives act», відповідно до якого перед автомобілем на відстані 50 м повинна рухатись людина, розмахуючи червоним прапором. 1896 р. – перша аварія автомобіля з бензиновим двигуном, в Англії зареєстровано 2 смертельних випадки, у США – 1 випадок; в 1903 р. при аварії загинув відомий гонщик і промисловець Марсель Рено.

Протягом подальшого розвитку автомобільного транспорту кількість дорожньо-транспортних пригод неухильно зростала, і за останні роки досягла загрозливо катастрофічної величини. У середньому кількість загиблих при ДТП в усьому світі щорічно становить близько 200 тис. чоловік, а кількість поранених перевищує 4 млн. чоловік.

При статистичному оцінюванні ДТП використовуються як загальні, так і питомі показники. Так, у світі на 100 тис. жителів у

середньому припадає 27-29 смертельних випадків від ДТП. В Україні кількість загиблих при ДТП в 2002 р. склала 15% від кількості загиблих у Європі при кількості автомобілів 2%.

За останні десять років в Україні зареєстровано 403,1 тис. ДТП, у яких загинуло 68,7 тис. чоловік й одержали поранення різного ступеня важкості 463,3 тис. чоловік. Це значить, що щорічно в Україні гине на автомобільних дорогах близько 6,5-7,0 тис. чоловік й одержують поранення 45-47 тис. чоловік. В Італії з населенням 57 млн. чоловік, що на 20% вище, ніж в Україні, при кількості автомобілів в 4,4 раза більше (30,7 млн. од.) за рік гине близько 6,6 тис. чоловік.

Кожні 16 хвилин в Україні відбуваються ДТП, у яких кожному другу годину гине людина. У середньому за добу в ДТП гинуть 14 й одержують поранення 100 чоловік.

Для розслідування ДТП, які з кожним роком все частішають, потрібні добре підготовлені фахівці, що мають спеціальні знання й певний досвід в сфері автотехнічної експертизи.

1 ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ В АВТОТЕХНІЧНІЙ ЕКСПЕРТИЗИ

Різне розуміння деяких термінів нерідко є причиною розбіжності думок і висновків експертів-автотехніків з одного і того ж питання.

У цьому розділі пропонується тлумачення деяких основних термінів, які широко використовуються в експертній і слідчій практиці.

1.1 Дорожньо-транспортні пригоди

Дорожньо-транспортна пригода – це пригода, яка виникла під час руху транспортного засобу (ТЗ), внаслідок якої були поранені чи загинули люди, або нанесено матеріальний збиток.

Згідно з правилами дорожнього руху до ТЗ віднесені засоби, призначені для перевезення людей і вантажів. Тому враховуються ДТП, які трапились як з автомобілями, машинами на автомобільних шасі, так і колісними тракторами, трамваями, тролейбусами, мотоциклами, моторолерами й мопедами, що підлягають реєстрації.

До ДТП не відносять випадки, пов'язані з виконанням вантажно-розвантажувальних робіт на автомобільному транспорті, не відносять також пожежі, не пов'язані з зіткненням, перекиданням або наїздом на перешкоду транспортного засобу.

Загиблий при ДТП – це потерпілий, що помер протягом 7 діб після події.

Поранений при ДТП – це потерпілий, який потребує амбулаторного лікування й звернувся за медичною допомогою протягом 7 діб з моменту події.

Для аналізу й систематизації ДТП за встановленою в 1964 р. класифікацією всі ДТП підрозділяють на сім видів:

- 1) наїзди ТЗ на пішоходів, 35-75%;
- 2) зіткнення ТЗ, 15-25%;
- 3) перекидання ТЗ, 3-15%;
- 4) наїзди ТЗ на велосипедистів, 2-6%;
- 5) наїзди ТЗ на перешкоди, 2,5-5%;
- 6) падіння пасажирів, 2-3%;
- 7) інші події, 1-3%.

Зіткнення ТЗ – це ДТП, пов'язана із зіткненням ТЗ між собою або з рухомим складом залізниць.

Перекидання ТЗ – це ДТП, які виникли внаслідок несприятливих дорожніх умов, через технічну несправність машини, внаслідок неправильного укладання й розміщення вантажу, через помилку водія.

Перекидання ТЗ, які є наслідком їхнього зіткнення або наїзду на перешкоду, вважаються зіткненням або наїздом і до перекидань їх не відносять.

До наїздів на пішоходів і велосипедистів належать ДТП, у результаті яких ТЗ наїхав на пішохода, велосипедиста або коли сам пішохід, велосипедист зіткнувся з рухомим транспортним засобом. До велосипедів відносять також і мопеди з двигуном меншим 50 дм³.

Падіння пасажирів – це ДТП, при яких люди, які перебували у кузові автомобіля, випали з нього або впали в ньому внаслідок порушення правил перевезення людей чи правил користування транспортом. Сюди не відносять падіння людей при зіткненні, перекиданні або наїзді ТЗ на нерухомі перешкоди.

Наїзд ТЗ на перешкоди – це ДТП, до яких належать наїзди на всі нерухомі предмети, які перебувають на проїжджій частині доріг та їхніх узбіччях. Такими перешкодами можуть бути різні огороження, стовпи, залишені на дорозі або узбіччі ТЗ, будівельні машини і матеріали.

Такі пригоди, як сходи трамваїв з рейок, що не викликали зіткнення або перекидання, наїзди на тварин чи гужові засоби відносять до інших пригод.

Аналіз і облік ДТП виконується з точки зору системи водій-автомобіль-дорога-навколишнє середовище. Класифікація причин ДТП в окремих країнах відрізняється і може нараховувати від 40 до 250 причин. У колишніх республіках СРСР конкретний перелік містив 69 найменувань. Аналіз цих причин дозволяє звести їх в однорідні за характером групи:

- 1) недотримання водіями і пішоходами Правил дорожнього руху;
- 2) помилка водія в керуванні ТЗ;
- 3) зниження працездатності водія;
- 4) порушення правил експлуатації ТЗ;
- 5) незадовільний технічний стан ТЗ;
- 6) поганий стан дорожнього покриття;
- 7) незадовільна організація руху.

Розподіл причин ДТП такий:

- через неправильну дію людини 60-70%;
- через технічну несправність ТЗ 10-15%;
- через незадовільний стан дороги 20-30%.

Більше 2/3 всіх ДТП відбувається з вини людей і тільки близько 1/3 пригод належить до факторів, які не залежать від їхньої волі й діяльності.

Дія або бездіяльність водія, пов'язана з порушенням ПДР, передбачає карне покарання, якщо це порушення потягло за собою заподіяння потерпілим тілесного ушкодження, починаючи з легкого, або смерті.

Причинний зв'язок автотранспортних злочинів відрізняється тим, що він встановлюється не між діями водія й наслідками (такий зв'язок є в

більшості карних злочинів), а між порушеннями ПДР і наслідками. Відповідальність настає, якщо факт порушення ПДР водієм буде доведений.

1.2 Дорожні умови

Дорожніми умовами в автотехнічній експертизі називаються ті фактори, які характеризують поверхню проїжджої частини (вулиці, дороги) на ділянці, де сталася пригода, тобто визначають взаємодію коліс транспортного засобу з цією поверхнею й особливості його руху в залежності від дій водія.

До дорожніх умов відносять:

- тип покриття проїжджої частини (асфальт, бетон, щебінь та ін.);
- технічний стан покриття (рівне, з вибоїнами або іншими дефектами);
- стан покриття в залежності від атмосферних явищ (мокре, зледеніле, покрите укоченим снігом і ін.);
- наявність будь-яких нашарувань на поверхні проїжджої частини (бруд, розсипаний гравій, пісок, розлите мастило й ін.);
- характер ухилу проїжджої частини (поздовжній, поперечний) і його величина.

Дані про дорожні умови дозволяють експертові, з огляду на особливості і технічний стан транспортного засобу, вирішувати питання, пов'язані з характером його переміщення на ділянці пригоди (встановлювати сповільнення при гальмуванні, початкову швидкість гальмування за довжиною сліду юзу та гальмівний шлях за швидкістю, прискорення при розгоні і силу тяги і т. п.).

1.3 Дорожня обстановка

Дорожньою обстановкою називають сукупність, пов'язаних з місцем пригоди, обставин, які повинен був врахувати водій при виборі режиму і смуги руху транспортного засобу та прийомів керування. Дорожня обстановка визначається дорожніми умовами, видимістю, оглядовістю, інтенсивністю і характером руху інших транспортних засобів та пішоходів, наявністю нерухомих перешкод, особливостями і технічним станом даного транспортного засобу та його швидкістю, а також іншими факторами, що належать до організації руху на даній ділянці (шириною проїжджої частини і лініями розмітки, дорожніми знаками та сигналами світлофорів або регулювальників, наявністю перехресть і заокруглень дороги і под.).

Дані про дорожню обстановку експертові необхідні для встановлення механізму пригоди й оцінювання дій учасників руху з погляду їх відповідності технічним вимогам “Правил дорожнього руху” та

інших нормативних актів.

1.4 Механізм пригоди

Під механізмом пригоди, який з'ясовується при проведенні експертизи, у загальному випадку варто розуміти процес зближення транспортного засобу з місцем виникнення аварійної ситуації (місцем наїзду, зіткнення, перекидання і под.) з моменту виникнення небезпечних обставин і процес розвитку аварійної ситуації до моменту, коли настання негативних наслідків припиняється.

При дослідженні процесу зближення транспортного засобу з місцем виникнення аварійної ситуації експерт встановлює такі обставини пригоди:

- характер і напрямок (смугу) руху транспортного засобу та перешкоди (якщо вона переміщувалася);
- розташування транспортного засобу і перешкоди в момент виникнення небезпечних обставин;
- місце виникнення аварійної ситуації.

При дослідженні процесу розвитку аварійної ситуації у випадках наїзду або зіткнення експерт встановлює характер взаємодії транспортного засобу і перешкоди при ударі та результати цього удару, а у випадках перекидання – фактори, що сприяли цьому, і сам процес перекидання.

У тих випадках, коли пригода пов'язана з технічними несправностями транспортного засобу, експерт встановлює послідовність виникнення викликаних цими несправностями порушень у роботі механізмів транспортного засобу та їх вплив на процес зближення транспортного засобу з місцем виникнення аварійної ситуації та на її розвиток.

1.5 Технічна можливість запобігання пригоді

Під технічною можливістю водія запобігти пригоді варто розуміти можливість уникнути наїзду (зіткнення, перекидання) шляхом зниження швидкості, зупинки транспортного засобу або маневру. Щоб вирішити питання про технічну можливість запобігання пригоді, варто виходити з технічних даних і особливостей транспортного засобу, дорожньої обстановки та відповідного їм нормативного значення часу реакції водія (часу запізнювання дій водія).

Водій має технічну можливість запобігти пригоді шляхом гальмування, якщо він встигає зупинити транспортний засіб до місця можливого зіткнення з перешкодою або, знизивши швидкість, дозволяє рухомій перешкоді (іншому транспортному засобові, пішоходові) вийти за межі небезпечної зони при даній швидкості руху цієї перешкоди.

Питання про наявність у водія технічної можливості запобігти пригоді шляхом маневру, коли гальмуванням запобігти вже не можна, у категоричній формі вирішується далеко не у всіх випадках, тому що це значною мірою залежить від суб'єктивних якостей водія.

Здійснення маневру з близьким до граничного (за зчепленням) радіусом повороту доступно лише висококваліфікованим водіям у спокійній обстановці. В умовах небезпеки, яка насувається, навіть досвідчений водій при спробі уникнути наїзду або зіткнення може повернути кермове колесо різкіше, ніж це варто було б зробити для запобігання занесення, що не виключає імовірності виникнення пригод з ще більш важкими наслідками (у результаті перекидання, зіткнення з зустрічними транспортними засобами, наїзду на перешкоди за межами проїжджої частини і т. п.).

Отже, якщо дослідження показує, що при неможливості запобігти пригоді шляхом гальмування водій міг би уникнути її при виконанні повороту з радіусом, близьким до граничного, експертів не слід робити висновок про наявність технічної можливості запобігти пригоді.

1.6 Смуга руху транспортного засобу

Смугою руху транспортного засобу є смуга, по якій він фактично пройшов чи по якій повинен пройти при певному положенні кермового колеса.

Смуга руху транспортного засобу на прямих ділянках доріг прямолінійна, при здійсненні маневру – криволінійна.

Ширина смуги руху на прямих ділянках дороги відповідає габаритній ширині транспортного засобу. При маневрі вона залежить від радіуса повороту і може значно перевищувати габаритну ширину транспортного засобу внаслідок відносного зсуву колії задніх коліс в бік повороту. При мінімальному радіусі повороту ширина смуги руху різних автомобілів різна і перевищує їхню габаритну ширину на 0,5-2,5 м, а ширина смуги руху автопоїздів може бути значно більшою.

1.7 Небезпечна обстановка для водія

Небезпечною обстановкою є така дорожня обстановка, при якій водій повинен негайно вжити необхідних заходів для запобігання пригоді або зменшення тяжкості її наслідків (мається на увазі дорожня обстановка, що може бути виявлена з місця водія транспортного засобу).

Зазвичай небезпечна обстановка виникає, коли відстань між транспортним засобом і перешкодою невелика, а розташування і характер руху перешкоди в цей момент свідчать про те, що вона потрапляє в небезпечну зону або імовірність її потрапляння в цю зону різко зростає.

Недоцільно розглядати як небезпечну будь-яку дорожню обстановку, яка створюється при русі транспортного засобу, якщо при бездіяльності водія можлива пригода.

Так, появу пішохода на проїжджій частині на відстані, яка у багато разів перевищує зупинний шлях транспортного засобу, не можна розглядати як виникнення небезпечної обстановки, адже за час зближення з транспортним засобом пішохід може змінити характер своїх дій і, що має місце в переважній більшості випадків, зупинитися, щоб пропустити транспортний засіб. Тому негайне зниження швидкості або зміна напрямку руху в момент, коли водій міг побачити пішохода, було б у цьому випадку не виправданим. Якщо ж до моменту, коли відстань між транспортним засобом і пішоходом мінімальна (але водій ще може запобігти наїзду), останній продовжує рух у небезпечному напрямку, можливість наїзду різко зростає. Таку обстановку водієві варто оцінити як небезпечну і негайно застосувати гальмування.

Не виникає небезпечної обстановки і при наближенні до заокруглення дороги, якщо до початку маневру водій має можливість плавно понизити швидкість до такої, яка гарантує безпечний поворот. Також немає необхідності негайно знижувати швидкість, коли в поле зору водія потрапляє заокруглення на великій відстані від транспортного засобу; протягом деякого часу рух з тією ж швидкістю буде безпечним.

Момент, коли виникає небезпечна обстановка, тобто момент, коли варто вживати необхідних заходів для запобігання пригоді, визначається водієм у залежності від дорожньої обстановки, вимог правил руху, його досвіду, що дозволяє йому передбачити подальший розвиток дорожньої обстановки. Очевидно, в однаковій ситуації один водій вживе заходів раніше, інший – пізніше, але якщо при цьому гарантується безпека руху, не створюється перешкод для інших учасників руху, не виявляється негативного впливу на технічний стан транспортного засобу і не знижується без необхідності ефективність його використання, то їх можна визнати правильними.

Моментом виникнення небезпечної обстановки (якщо перешкода знаходиться в полі зору водія тривалий час) є той крайній момент, коли водій ще може запобігти пригоді, не вживаючи тих екстрених заходів, у результаті прийняття яких не виключається можливість виникнення пригоди.

Отже, небезпечна обстановка може виникнути й у тому випадку, коли відстань до перешкоди перевищує зупинний шлях транспортного засобу, оскільки зупинний шлях визначається з умови екстреного гальмування, що у певних умовах не гарантує безпеки руху. Так, екстрене гальмування на заокругленні при русі транспортного засобу з високою швидкістю по слизькій дорозі може призвести до пригоди в результаті заносу. У такій ситуації небезпечна обстановка виникає вже в момент,

коли водій ще може зупинити транспортний засіб шляхом плавного гальмування, що виключає занос.

Зазвичай небезпечна обстановка виникає, коли водій може бачити перешкоду, однак нерідко вона виникає до того, як перешкода з'являється в полі зору водія (наприклад, при осліпленні водія світлом фар зустрічного транспортного засобу, при обмеженні оглядовості іншими транспортними засобами в момент наближення до пішохідного переходу зі жвавим рухом і под.).

1.8 Аварійна обстановка

Аварійною є така дорожня обстановка, у якій водій не має технічної можливості запобігти пригоді. Аварійна обстановка виникає, коли водій побачив перешкоду на відстані, що перевищує зупинний шлях, але не вжив заходів для запобігання наїзду або якщо він зміг побачити перешкоду на відстані, меншій від зупинного шляху автомобіля.

Аварійна обстановка створюється тим учасником руху, який своїми діями, що не відповідають вимогам ПДР, позбавляє себе або водія іншого транспортного засобу технічної можливості запобігти пригоді. У деяких випадках аварійна обстановка може виникнути і незалежно від дій учасників руху (наприклад, якщо раптово виникає несправність транспортного засобу і под.).

1.9 Небезпека руху

У термін “небезпека руху” в експертній практиці, виходячи з вимог ПДР, вкладається два поняття.

1. Небезпека руху – це ситуація, при якій для запобігання пригоді (або зменшення тяжкості її наслідків) водій повинен вжити заходів щодо зниження швидкості або зупинення транспортного засобу.

Небезпека руху може виникнути з появою перешкод, роз'їзд із якими не гарантує безпеки руху; при раптовому виникненні несправностей транспортного засобу, що виключають можливість безпечного руху; зсуві вантажу за габарити транспортного засобу; небезпечній поведінці пасажирів і под.

Поняття “небезпека руху” і “небезпечна обстановка” не ідентичні: небезпека руху (коли запобігання пригоді можливе лише при гальмуванні) є окремим випадком небезпечної обстановки (тобто, коли для запобігання пригоді в деяких випадках може бути застосований маневр). Так, якщо в темний час доби на відстані, що дозволяє водієві при обраній швидкості зробити безпечний об'їзд, може бути виявлена якась нерухома перешкода, виникає небезпечна обстановка. Її не можна розглядати як небезпеку для руху, тому що, застосувавши маневр, водій може продовжувати рух, не

знижуючи швидкості. І лише коли безпечний об'їзд цієї перешкоди неможливий (наприклад, заважають зустрічні транспортні засоби), виникає небезпека руху, і для запобігання пригоді необхідно застосувати гальмування транспортного засобу.

2. Небезпекою руху (або підвищеною небезпекою руху) вважаються також такі перешкоди чи особливості дорожньої обстановки, які створюють на даній ділянці дороги особливо велику імовірність виникнення пригоді або пригоді з важкими наслідками. Водій повинен особливо уважно спостерігати за дорожньою обстановкою і вчасно вживати заходів для запобігання виникненню небезпечної або аварійної обстановки.

1.10 Перешкода для руху

Перешкодами для руху є перешкоди, які змушують водіїв транспортних засобів, що користуються правом безперешкодного проїзду, знижувати швидкість, зупинитися, маневрувати.

До перешкод відносяться нерухомі перешкоди на проїжджій частині (різні предмети, транспортні засоби, які зупинилися в місцях, де зупинка заборонена, відкриті люки і под.), рухомі транспортні засоби, водії яких не мають переважного права проїзду; пішоходи, які знаходяться в місцях, де, відповідно до ПДР, у даний момент бути їм не дозволено, і т. п.

Недоцільно будь-які перешкоди розглядати як перешкоди для руху транспортних засобів, якщо їх водії, відповідно до вимог ПДР, у створеній обстановці не мають переважного права проїзду.

При достатній видимості та оглядовості і наявності у водія часу для прийняття необхідних для запобігання наїзду або зіткненню дій, перешкода може не створювати небезпечної обстановки. Так, при зупинці транспортного засобу на проїжджій частині при необмежених видимості й оглядовості небезпечна обстановка, як правило, не виникає, тому що водії транспортних засобів, які рухаються, мають можливість завчасно вжити необхідних заходів для її запобігання. У той же час будь-яка перешкода створює можливість виникнення пригоді, тому що не можна виключати, що водій рухомого транспортного засобу з якоїсь причини (неуважність, раптова несправність транспортного засобу і ін.) не вживе необхідних заходів. Тому Правилами дорожнього руху забороняється створювати перешкоди руху незалежно від того, виникає при цьому небезпека для руху чи ні. При обмежених видимості й оглядовості та виникненні перешкоди на близькій відстані від транспортного засобу, який наближається, може створюватися небезпечна або аварійна обстановка.

1.11 Безпечний інтервал

Безпечним інтервалом є відстань між обраною водієм смугою руху транспортного засобу і перешкодою, що виключає можливість контакту з цією перешкодою в результаті обставин, які водій повинен враховувати (наприклад, незначний мимовільний зсув смуги руху транспортного засобу у бік перешкоди, можливий зсув самої перешкоди, зсув вантажу або пасажирів за габарити транспортного засобу, відкриття дверей або раптовий вихід водія з транспортного засобу, який об'їжджається, і под.). Якщо відбулося зіткнення транспортних засобів або наїзд, то питання про величину безпечного інтервалу, який повинен був бути обраний водієм, не має сенсу, оскільки зіткнення або наїзд не стали результатом обставин, що підлягають самостійному дослідженню (наприклад, раптове переміщення перешкоди, яке водій не міг передбачити, виникнення несправності, що викликала значне зміщення напрямку руху транспортного засобу у бік перешкоди, необережний вихід пасажира з транспортного засобу на проїжджу частину і под.), сам факт зіткнення або наїзду свідчить про помилку водія при виборі інтервалу. В експертній практиці необхідність у визначенні величини безпечного інтервалу виникає щоразу, коли потрібно встановити, чи можна було пропустити транспортний засіб або звільнити смугу його руху.

Величина безпечного інтервалу між транспортними засобами, що рухаються, визначається за емпіричними формулами. Інтервал 1 м між транспортним засобом і нерухомою перешкодою можна вважати безпечним.

Безпечним інтервалом є також відстань між смугою руху транспортного засобу й перешкодою, що обмежує оглядовість, коли водій має можливість запобігти наїзду на пішохода, який вийшов з-за цієї перешкоди зі швидкістю, на яку водій повинен був розраховувати. Величину інтервалу визначають, виходячи з умови рівності ймовірного часу руху пішохода в полі зору водія до смуги руху транспортного засобу і зупинного часу.

1.12 Небезпечна зона

Небезпечною зоною є той простір біля транспортного засобу, що рухається, перебування перешкоди в якому може призвести до виникнення пригоди. Перед транспортним засобом небезпечна зона поширюється на відстань, починаючи з якої водієві необхідно вживати заходи для запобігання наїзду на дану перешкоду (зупинний шлях, безпечна дистанція). Межі небезпечної зони визначаються також шириною смуги руху транспортного засобу і величиною безпечного інтервалу.

Якщо водій виявляє, що перешкода потрапляє в небезпечну зону і не

встигає вийти за її межі до моменту зближення з нею транспортного засобу, то йому слід дотримуватися особливої обережності і вживати негайних заходів для запобігання пригоді.

1.13 Особлива обережність

Правила руху вимагають від водія особливої обережності у випадках значної імовірності раптового виникнення перешкоди. Отже, для зменшення імовірності виникнення пригоді водій повинен вжити всі можливі заходи:

- впевнитись, чи є перешкода для руху на небезпечній ділянці;
- зосередити увагу на місцях, де обмежується оглядовість, та на об'єктах, які можуть опинитися в небезпечній зоні;
- збільшити інтервал до максимально припустимого в даній дорожній обстановці у місці можливої появи перешкоди;
- завчасно підготуватися до гальмування;
- знизити швидкість транспортного засобу перед місцем можливої появи перешкоди.

Застосовуючи ці заходи, водій зменшує зупинний шлях транспортного засобу (за рахунок скорочення часу реакції та гальмівного шляху) і збільшує імовірність запобігання пригоді.

1.14 Дальність видимості

Під дальністю видимості (видимістю для водія) в експертній практиці прийнято вважати відстань, у межах якої водій має об'єктивну можливість побачити перешкоду, яка створює небезпечну обстановку.

Дальність видимості може обмежуватися:

- малою освітленістю перешкоди (при недостатньому світлі фар, неправильному їх встановленні, у випадках, коли перешкода знаходиться осторонь від напрямку пучка світла фар і под.);
- розмірами перешкоди, її кольором, що зливається з навколишнім середовищем;
- низькою прозорістю повітря (під час туману, дощу, снігопаду і под.);
- незадовільним станом оглядового скла (забруднення, запітнілість, бризки дощу або сніг при непрацюючому склоочиснику і под.), особливо в темний час доби при засліпленні світлом фар зустрічних транспортних засобів.

Як правило, дальність видимості встановлюється на місці пригоді в результаті слідчого експерименту в обстановці, максимально наближеній до дорожньої обстановки в момент пригоді.

1.15 Оглядовість

Оглядовістю для водія в автотехнічній експертизі вважається можливість бачити дорожню обстановку з місця водія в даному напрямку. Оглядовість може бути обмежена як зовнішніми предметами (зовнішнє обмеження оглядовості), так і частинами самого транспортного засобу та предметами, які рухаються разом з ним (внутрішнє обмеження оглядовості).

Зовнішнє обмеження оглядовості створюється:

– нерухомими або рухомими на близькій відстані транспортними засобами;

– стінами будинків, заборами, насадженнями й іншими предметами, які знаходяться близько від смуги руху транспортного засобу;

– межами воріт, в'їздних арок і под. при виїзді з гаража і т. д.

Внутрішнє обмеження оглядовості створюється:

– межами оглядових просвітів (лобового скла, бокових вікон, дзеркала заднього виду);

– дефектами або забрудненням скла (плямами, снігом на лобовому склі і под.);

– частинами транспортного засобу (капотом, крилами, кабіною, кузовом, вантажем або пасажирами і под.).

Контрольні запитання

1. Що таке ДТП? На які різновиди прийнято поділяти дорожньо-транспортні пригоди?

2. Що називають дорожніми умовами в автотехнічній експертизі?

3. Що називають дорожньою обстановкою?

4. Що означає „технічна можливість запобігання пригоді”?

5. Дайте означення поняття „небезпечна обстановка для водія”.

6. Дайте означення поняття „аварійна обстановка”.

7. Охарактеризуйте термін „небезпека для руху”.

8. В чому відмінність між безпекою для руху та небезпечною обстановкою?

9. Що називають перешкодою для руху?

10. Охарактеризуйте поняття „безпечний інтервал”.

11. Охарактеризуйте поняття „небезпечна зона”.

12. Яких заходів необхідно вжити водію для зменшення імовірності виникнення пригоди при раптовому виникненні перешкоди?

13. Що таке дальність видимості?

14. Чим створюється зовнішнє обмеження оглядовості?

2 РОЗРАХУНКИ РУХУ АВТОМОБІЛЯ

2.1 Сили та моменти, які діють на транспортні засоби при прямолінійному русі з прискоренням

Рух транспортного засобу зумовлюється дією прикладених до нього сил. Рушійна сила транспортного засобу, або тягова сила, в кожний момент повинна дорівнювати сумі всіх сил опору для руху.

Рівняння, яке описує розподіл сили тяги автомобіля за окремими видами опору руху, називається тяговим балансом автомобіля

$$P_k = P_f \pm P_h + P_w \pm P_j, \quad (2.1)$$

де P_f – сила опору кочення, Н;

P_h – сила опору підйому, Н;

P_w – сила опору повітря, Н;

P_j – сила інерції автомобіля (при сповільненні ця сила входить зі знаком „мінус”), Н;

P_k – сила тяги, Н.

На рис. 2.1 показано загальний випадок, коли автомобіль рухається з прискоренням на підйомі з уклоном α .

Всі сили, які діють на автомобіль, можна поділити на три групи: рушійні, опору руху, нормальні до напрямку руху.

При сталій швидкості транспортного засобу тягова сила на ведучих колесах дорівнює, Н

$$P_k = \frac{M_k \cdot i_k \cdot i_0 \cdot \eta_{tr}}{r_k}, \quad (2.2)$$

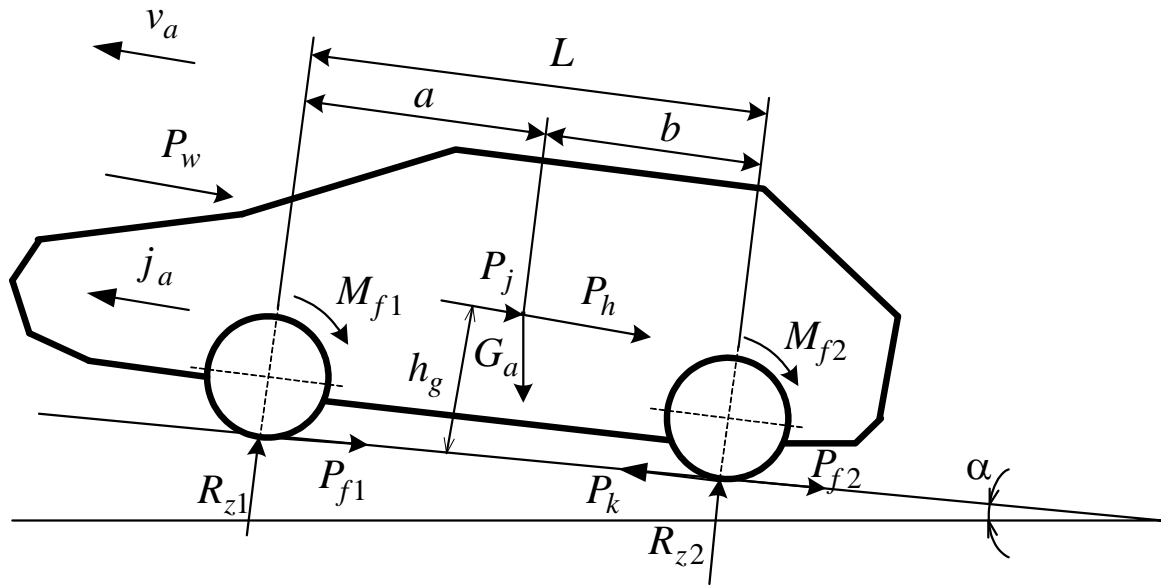
де M_k – крутний момент двигуна, Н·м;

i_k – передаточне число коробки передач;

i_0 – передаточне число головної передачі;

η_{tr} – коефіцієнт корисної дії (ККД) трансмісії;

r_k – радіус кочення ведучих коліс, м.



P_w – сила опору повітря; P_h – сила опору підйому; P_j – сила інерції ТЗ;
 G_a – вага автомобіля; P_{f1} , P_{f2} – сила опору коченню на передній та задній осях, відповідно; R_{z1} , R_{z2} – нормальні реакції на передній та задній осях; M_{f1} , M_{f2} – моменти опору коченню передньої та задньої осей, відповідно; α – кут підйому; h_g – висота центра мас автомобіля над дорожньою поверхнею

Рисунок 2.1 – Схема сил та моментів, які діють на автомобіль при прямолінійному русі

Крутний момент двигуна, Н·м

$$M_k = 716,2 \frac{N_e}{n_{Ne}}, \quad (2.3)$$

де N_e – ефективна потужність двигуна, кВт;

n_{Ne} – кількість обертів двигуна при ефективній потужності, об/хв.

Максимальна сила тяги, яка може бути передана на ведучі колеса, визначається за формулою, Н:

$$P_{k \max} = R_z \cdot \varphi, \quad (2.4)$$

де φ – коефіцієнт зчеплення ведучих коліс автомобіля з дорожнім покриттям.

Сила опору кочення ведучих та ведених коліс, Н

$$P_f = G_a \cdot f \cdot \cos \alpha, \quad (2.5)$$

де f – коефіцієнт опору кочення.

Сила опору підйому, Н

$$P_h = G_a \cdot \sin \alpha, \quad (2.6)$$

при невеликих кутах синус може бути замінений тангенсом.

Під час руху на спуску сила P_h стає рушійною силою.

Сила опору повітря, Н

$$P_w = \frac{k_g F (v_a \pm v_g)}{13}, \quad (2.7)$$

або

$$P_w = 0,5 \cdot c_x \cdot \rho_n \cdot F \cdot v_w^2 = k_g \cdot F \cdot v_w^2, \quad (2.8)$$

де c_x – коефіцієнт аеродинамічного (лобового) опору;

ρ_n – густина повітря (згідно з ГОСТ 4401-81, на рівні моря $\rho_n = 1,225 \text{ кг/м}^3$);

k_n – коефіцієнт опору повітря, $\text{Н} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^4$;

F – площа міделя або лобова площа, яка дорівнює площі проекції автомобіля на площину, перпендикулярну його поздовжній осі, м^2 ;

v_w – відносна швидкість повітря, м/с .

При русі автомобіля в нерухомому повітряному середовищі відносна швидкість повітря $v_w = v_a$. При наявності вітру відносна швидкість v_w дорівнює геометричній сумі швидкостей v_a автомобіля і v_g вітру (див. рис. 2.2)

$$v_w = \sqrt{v_a^2 + v_g^2 + 2v_a v_g \cos \beta}, \quad (2.9)$$

де β – кут між напрямком вітру і поздовжньою віссю (лінія $l - l$) автомобіля.

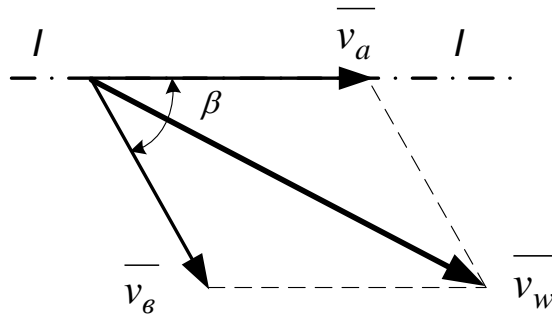


Рисунок 2.2 – Схема додавання швидкостей вітру та руху автомобіля

Сила опору розгону (сила інерції)

$$P_j = \frac{G_a}{g} \cdot \delta \cdot j'_a, \quad (2.10)$$

де g – прискорення вільного падіння, м/с²;

δ – коефіцієнт, який враховує інерцію обертових мас автомобіля;

j'_a – прискорення автомобіля, м/с².

$$\delta = 1,03 + 0,05 \cdot i_k^2 \cdot i_\partial^2, \quad (2.11)$$

де i_k – передаточне число коробки передач;

i_∂ – передаточне число додаткової передачі.

Коефіцієнт урахування обертових мас при від'єднаному двигуні можна визначити за такою формулою:

$$\delta = 1 + \frac{\sum I_k}{r_\partial^2} \cdot \frac{g}{G_a}, \quad (2.12)$$

де $\sum I_k$ – сума моментів інерції коліс автомобіля, кг·м²;

r_∂ – динамічний радіус колеса автомобіля, м.

Для визначення моментів інерції обертових частин автомобіля використовують довідкові дані чи апроксимувальні залежності, отримані в результаті статистичної обробки експериментальних даних [3].

Момент інерції колеса з шиною, статичний радіус якого $r_{cm} = 271 - 400$ мм, описується таким апроксимувальним поліномом:

$$I_k = 9.196 - 0.074 \cdot r_{cm} + 0.154 \cdot 10^{-3} \cdot r_{cm}^2. \quad (2.13)$$

Момент інерції колеса, статичний радіус якого $r_{cm} = 400 - 575$ мм, описується таким апроксимувальним поліномом, кг·м²

$$I_k = 92 - 0.473 \cdot r_{cm} + 0.636 \cdot 10^{-3} \cdot r_{cm}^2. \quad (2.14)$$

Наведені залежності досить точні, оскільки середньоквадратична похибка експериментального визначення моментів інерції методом крутильних коливань не перевищувала 2% [3].

Крім перерахованих сил, в зоні контакту коліс з дорогою виникають моменти опору кочення, Н·м

$$M_f = P_f \cdot r_k = G_a \cdot f \cdot \cos \alpha \cdot r_k. \quad (2.15)$$

Нормальна реакція дороги під задніми ведучими колесами транспортного засобу визначається з рівняння моментів сил відносно точки опору передніх коліс (див. рис. 2.1.) за такою формулою, Н:

$$R_{z2} = \frac{G_a \cdot a \cdot \cos \alpha \pm G_a \cdot \sin \alpha \cdot h_g \pm \frac{G_a}{g} \cdot \delta \cdot j'_a \cdot h_g + G_a \cdot f \cdot \cos \alpha \cdot r_k + \frac{k_g F(v_a \pm v_g)}{13}}{L}, \quad (2.16)$$

де L – база транспортного засобу, м;

h_g – висота розміщення центра ваги автомобіля над дорожньою поверхнею, м;

a – відстань від передньої осі до центра ваги транспортного засобу, м.

Для нерухомого транспортного засобу реакція під задніми колесами визначається за формулою, Н:

$$R_{z2} = \frac{G_a \cdot a}{L}. \quad (2.17)$$

Реакцію під передніми колесами можна розрахувати так, Н

$$R_{z1} = G_a \cos \alpha - R_{z2}. \quad (2.18)$$

Для підрахування величини реакцій, які виникають під колесами, нерідко використовують коефіцієнти перерозподілу ваги між осями транспортного засобу. При визначенні реакції дороги під колесами тягача, який рухається з причепом (напівпричепом), враховується вплив останніх.

Визначення нормальних реакцій для трьохосового автомобіля також має деякі особливості, про які не йдеться в межах даного посібника, але досить детально висвітлено у спеціальній літературі.

Приклад 2.1 Визначити силу тяги і швидкість руху автомобіля КамАЗ-5511 на прямій передачі при $M_e = 200$ Н·м, $\omega_e = 200$ рад/с та потужність, що витрачається на подолання підйому 8° даним автомобілем з повним навантаженням.

Розв'язання

1. Швидкість рівномірного руху автомобіля на певній передачі можна визначити, знаючи кутову швидкість обертання колінчастого вала двигуна ω_e , кінематичний радіус колеса r_k , прийнявши, що $r_k = r_\partial = r_{cm}$ (r_{cm} – береться з технічної характеристики автомобіля, в даному випадку $r_{cm} = 0,45$ м), та передаточне число трансмісії ($u_{tr} = u_k \cdot u_0$), тоді:

$$v_a = \frac{\omega_e r_k}{u_{tr}} = \frac{200 \cdot 0,45}{7,22} = 12,5 \text{ м/с.}$$

2. Сила тяги на ведучих колесах визначається за такою залежністю:

$$P_T = \frac{M_e \cdot u_{tr} \cdot \eta_{tr}}{r_k} = \frac{200 \cdot 7,22 \cdot 0,85}{0,45} = 2727,56 \text{ Н.}$$

3. Потужність, яка витрачається на подолання даним автомобілем з повним навантаженням підйому 8° , можна визначити за формулою:

$$N_h = P_h \cdot v_a,$$

де P_h – сила опору підйому, Н, або, знаючи повну вагу автомобіля, ($G_a = 185600$ Н).

$$N_h = G_a \cdot v \cdot \sin \alpha = 185600 \cdot 12,5 \cdot 0,139 = 322480 \text{ Вт.}$$

Відповідь: 1) сила тяги на ведучих колесах – $P_T = 2727,56$ Н; 2) швидкість руху автомобіля – $v_a = 12,5$ м/с; 3) потужність, яка витрачається на подолання даним автомобілем з повним навантаженням підйому 8° , – $N_h = 322480$ Вт.

Приклад 2.2 Автобус на дорозі з асфальтобетонним покриттям з коефіцієнтом опору кочення $f = 0,018$ набуває прискорення $0,3 \text{ м/с}^2$. Визначити кут підйому дороги, який може бути подоланий автобусом, якщо його динамічний фактор $D = 0,07$, а коефіцієнт урахування обертальних мас $\delta_{об} = 1,07$.

Розв'язання

Динамічний фактор автомобіля можна визначити за такою залежністю:

$$D = \psi + \frac{\delta_{об} j}{g} = f + i + \frac{\delta_{об} j}{g},$$

звідси можна виразити шуканий підйом дороги, який може бути подоланий автобусом:

$$i = D - f - \frac{\delta_{об} j}{g}.$$

Тоді шуканий кут

$$\alpha = \arctg\left(D - f - \frac{\delta_{об} j}{g}\right) = \arctg\left(0,07 - 0,018 - \frac{1,07 \cdot 0,3}{9,81}\right) = \arctg 0,0193 = 1,1^\circ.$$

Відповідь: кут підйому дороги, який може бути подоланий автобусом в даних умовах руху, дорівнює $1,1^\circ$.

Приклад 2.3 Вантажний автомобіль рухається рівномірно по дорозі, що характеризується коефіцієнтом кочення $0,05$, долає підйом, нахил якого дорівнює $0,25$. Яку максимальну величину підйому він зможе подолати при буксируванні причіпу, вага якого дорівнює половині ваги автомобіля при незмінних силі тяги і швидкості.

Розв'язання

Сумарний опір руху визначає силу тяги, яка необхідна для руху автомобіля з постійною швидкістю. Отже,

$$P_T = P_\delta + P_w,$$

де P_δ – сила опору дороги, Н;

P_w – сила опору повітря, Н

або

$$P_T = G_a \psi + k_w F \cdot v_a^2,$$

де $k_w F$ – фактор обтічності автомобіля, Н·с²/м²;

ψ – коефіцієнт сумарного опору дороги,

оскільки

$$\psi = i + f,$$

і тягова сила незмінна, то отримаємо:

$$0,3G_a + k_w F \cdot v_a^2 = 1,5G_a(0,05 + i) + k_w F \cdot v_a^2,$$

$$1,5(0,05 + i) = 0,3,$$

$$i = 0,15.$$

Відповідь: максимальна величина підйому, яку зможе подолати автомобіль в даних умовах руху, складе $i = 0,15$.

2.2 Сили та моменти, які діють на транспортні засоби при гальмуванні

Рух транспортного засобу зумовлюється дією прикладених до нього сил. Основні зовнішні сили, що знижують швидкість руху автомобіля при гальмуванні, зображені на рис. 2.3.

Користуючись рис. 2.3, можна записати $m_a j_a = R_{x1} + R_{x2} \pm P_a + P_w$, звідки

$$j_a = (R_{x1} + R_{x2} \pm P_a + P_w) / m_a. \quad (2.19)$$

Реакції R_{x1} і R_{x2} різні в різних випадках гальмування. При екстремому гальмуванні поздовжні реакції можуть досягати значення $R_{x \max}$. Такий випадок називають гальмуванням з повним використанням сил зчеплення.

Сумарна гальмівна сила P_2 , що прикладена від гальмової системи і реалізується в контакті шини з дорогою, є основною сповільнювальною силою. Якщо вона менша від граничної сили за зчепленням з дорогою, то її визначають із залежності [5], Н

$$P_z = \frac{M_z - \sum I \varepsilon_z}{r_D}, \quad (2.20)$$

де M_z – гальмівний момент, Н·м;

I – момент інерції деталей трансмісії, що обертаються зі сповільненням, кг·м²;

ε_z – відповідне кутове сповільнення, с⁻²;

r_D – динамічний радіус колеса, м.

Крім гальмівної сили на автомобіль при гальмуванні діють: опір кочення, аеродинамічний опір, опір в трансмісії, опір підйому (при русі на підйом). Тому результуюча сповільнювальна сила, Н

$$P_\Sigma = P_z + P_f + P_w \pm P_a + P_{mp}, \quad (2.21)$$

де P_{mp} – сила опору в трансмісії, Н.

При русі автомобіля на підйом перед виразом $P_a = G_a \cdot \sin \alpha$ потрібно ставити знак плюс. При русі на спуску ставиться знак мінус. Опором в трансмісії зазвичай при розрахунках нехтують через його невеликий вплив в процесі гальмування при гальмуванні без блокування коліс. При гальмуванні з повним блокуванням він взагалі відсутній.

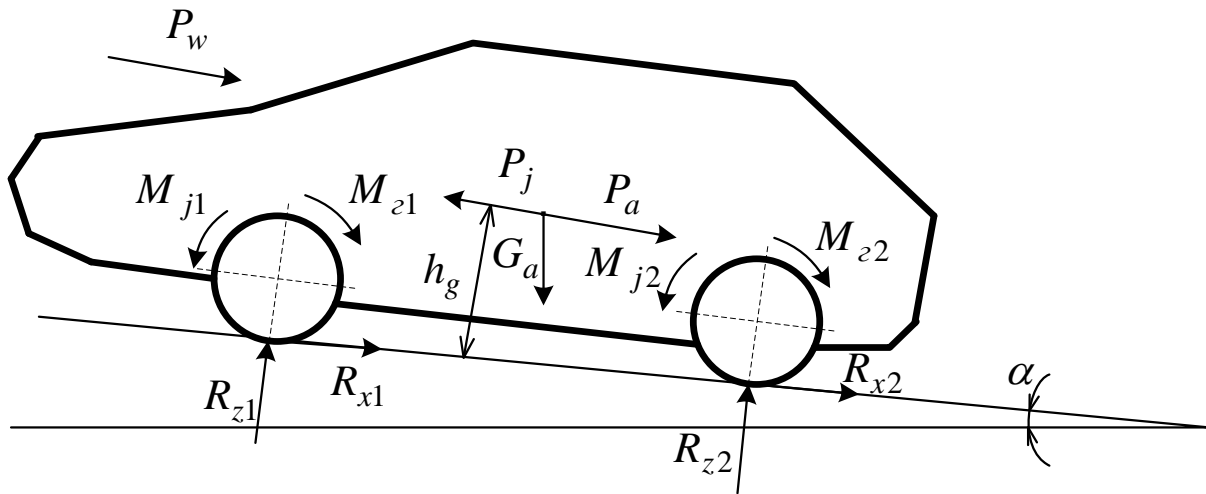
При гальмуванні виникає перерозподіл навантаження з задньої осі на передню. Враховуючи це та розглядаючи рівновагу моментів відносно точок контакту передніх і задніх коліс з дорогою, нормальне навантаження на передню і задню вісь при гальмуванні без блокування коліс можна визначити за виразами:

$$R_{z1} = \frac{G_a}{L} \left[b + h_g \left(\frac{j}{g} + f \right) \right], \quad (2.22)$$

$$R_{z2} = \frac{G_a}{L} \left[a - h_g \left(\frac{j}{g} + f \right) \right] = G_a - R_{z1}, \quad (2.23)$$

де a, b – відстань від центра ваги до передньої та задньої осі, відповідно.

Коли гальмівні сили досягають значень, обумовлених виразами (2.22) і (2.23), шини знаходяться у стані переходу в юз. Будь-яка зміна буде викликати блокування коліс.



P_w – сила опору повітря, Н; P_a – сила опору підйому, Н; P_j – сила інерції автомобіля, Н; G_a – вага автомобіля, Н; R_{x1} , R_{x2} – поздовжні реакції на передній та задній осях, Н; R_{z1} , R_{z2} – нормальні реакції на передній та задній осях, Н; M_{z1} , M_{z2} – гальмівні моменти на колесах передньої та задньої осей, відповідно, Н·м; M_{j1} , M_{j2} – моменти інерції коліс передньої та задньої осей, відповідно, Н·м; α – кут підйому; h_g – висота центра мас автомобіля над дорожньою поверхнею, м

Рисунок 2.3 – Плоска система сил, які діють на автомобіль при гальмуванні

Максимальну гальмівну силу, що розвивається у зоні контакту шини з дорогою, визначають через нормальне навантаження і коефіцієнт зчеплення з дорогою. У двовісного автомобіля максимальні гальмівні сили на передній і задній осях при гальмуванні (передбачається, що максимальна гальмівна сила автомобіля $P_z = \varphi_x G_a$ та $\varphi_x = \frac{j}{g}$) [5]

$$P_{z1\max} = \varphi_x R_{z1} = \frac{\varphi_x G_a [b + h_g \varphi_x]}{L}, \quad (2.24)$$

$$P_{z2\max} = \varphi_x R_{z2} = \frac{\varphi_x G_a [a - h_g \varphi_x]}{L}. \quad (2.25)$$

Розподіл гальмівних сил між передньою і задньою віссю, коли жодне з коліс не заблоковане, залежить від конструкції гальмової системи. Для звичайних гальмових систем розподіл гальмівних сил залежить, головним чином, від гідравлічного (чи пневматичного) тиску і площі гальмового

циліндра чи камери на передніх і задніх гальмових механізмах. З рівнянь (2.24) і (2.25) видно, що тільки при розподілі гальмівних сил між передньою і задньою осями в такій же пропорції, як розподілене навантаження на осі, будуть створюватися максимальні гальмівні сили на передній і задній осях одночасно:

$$\frac{K_{zn}}{K_{z3}} = \frac{P_{zn\max}}{P_{z3\max}} = \frac{b + h_g \varphi_x}{a - h_g \varphi_x}, \quad (2.26)$$

де K_{zn} і K_{z3} – коефіцієнти пропорційності загальної гальмівної сили на передній і задній осях, відповідно, що визначаються конструкцією гальмової системи.

Наприклад, для автомобіля малої вантажопідйомності, у якого 68% статичного навантаження припадає на задню вісь, ($b/L = 0,32$; $a/L = 0,68$), $h/L = 0,18$, $\varphi_x = 0,65$, максимальні гальмівні сили на передніх і задніх колесах, які можуть бути реалізовані в зоні контакту шин з дорогою, будуть створюватися тоді, коли розподіл гальмівної сили між передніми і задніми гальмовими механізмами відповідає такій вимозі:

$$\frac{K_{zn}}{K_{z3}} = \frac{0,32 + 0,18 \cdot 0,65}{0,68 - 0,18 \cdot 0,65} = \frac{43,7}{56,3}.$$

Іншими словами, щоб забезпечити оптимальне використання потенційних гальмівних можливостей автомобіля, 43,7% загальної гальмівної сили повинно припадати на передню вісь і 56,3% – на задню. Розподіл гальмівної сили, при якому гальмівні сили на передніх і задніх колесах, створювані одночасно, набувають максимальних значень, називається ідеальним розподілом. Якщо розподіл гальмівної сили не є ідеальним, тоді передні чи задні колеса будуть блокуватися раніше. Коли першими блокуються задні колеса, автомобіль втрачає курсову стійкість. При будь-якому невеликому поперечному русі задніх коліс, викликаному бічним вітром, нерівністю дороги чи відцентровою силою, створюється обертальний момент від сили інерції відносно центра повороту передньої осі. При блокуванні передніх коліс втрачається курсове керування і водій не здатний виконувати ефективне керування автомобілем.

Приклад 2.4. Знайти співвідношення між гальмівними силами на колесах передньої та задньої осей автомобіля, що забезпечить повне використання зчипної ваги при гальмуванні автомобіля на дорозі з заданим

коефіцієнтом зчеплення φ_x .

Розв'язання

Умова повного використання зчіпної ваги автомобіля

$$P_{z1} = R_{z1} \cdot \varphi_x \text{ і } P_{z2} = R_{z2} \cdot \varphi_x.$$

Тоді,

$$\frac{P_{z1}}{P_{z2}} = \frac{R_{z1} \cdot \varphi_x}{R_{z2} \cdot \varphi_x} = \frac{\frac{G_a (b - \varphi_x \cdot h_g)}{L - \varphi_x \cdot h_g}}{\frac{G_a \cdot a}{L - \varphi_x \cdot h_g}} = \frac{b - \varphi_x \cdot h_g}{a}.$$

Висновок: співвідношення між гальмівними силами передньої і задньої осей автомобіля залежить від його конструкції (від розміщення центра ваги) і, в даному випадку, не залежить від гальмового привода.

2.3 Зчеплення колеса з дорожньою поверхнею при гальмуванні

Прийнято, що основною характеристикою, яка визначає зчіпні якості колеса з дорожньою поверхнею, є коефіцієнт зчеплення.

Він є відношенням максимальної дотичної реакції $R_{x \max}$ в зоні контакту до нормальної реакції R_z (навантаження G_k), яка діє на колесо [2-3, 5, 8-9, 11, 13-15 20-22].

$$\varphi = \frac{R_{x \max}}{G_k}. \quad (2.27)$$

Колесо автомобіля може здійснювати один з таких видів руху: кочення без ковзання, кочення з проковзуванням (проковзування), ковзання без обертання (повне блокування – „юз”) та обертання без кочення (буксування).

Ковзати чи котитися з проковзуванням (проковзувати) колесо може або в площині свого обертання (поздовжнє ковзання), або в поперечному напрямку (поперечне ковзання).

Згідно з [22] та у відповідності до застосовуваних методів оцінювання дорожніх покриттів за зчепленням розрізняють три види коефіцієнтів зчеплення:

1) коефіцієнт зчеплення при русі колеса в площині кочення, при відсутності ковзання та буксування – коефіцієнт зчеплення спокою чи просто коефіцієнт зчеплення; цей коефіцієнт називають також статичним чи необхідним коефіцієнтом тертя (ковзання) – в США, коефіцієнтом гальмівного зусилля – в Англії, коефіцієнтом кінцевої сили – в Германії;

2) коефіцієнт зчеплення при русі колеса в площині його кочення, при умові поздовжнього ковзання чи буксування – коефіцієнт поздовжнього зчеплення; цей коефіцієнт називають також динамічним коефіцієнтом тертя (ковзання) чи коефіцієнтом поздовжнього ковзання;

3) коефіцієнт зчеплення при русі колеса (кочення з ковзанням чи ковзання) під деяким кутом до площини його обертання – коефіцієнт поперечного зчеплення; цей коефіцієнт називають також коефіцієнтом поперечного чи бічного тертя (ковзання) чи коефіцієнтом поперечної сили (Англія).

Різниця в числових значеннях вказаних коефіцієнтів невелика, тому часто коефіцієнт поздовжнього зчеплення називають просто коефіцієнтом зчеплення.

Численними дослідженнями, проведеними як у колишньому СРСР, так і за кордоном, встановлено, що зчеплення шини з дорожнім покриттям є наслідком великої кількості складних процесів, які протікають в зоні їх контакту і залежать від великої кількості факторів. Проте з різноманітності причин і умов, основний вплив на величину коефіцієнта зчеплення мають: тип та стан дорожнього покриття; конструкція шини, стан та умови роботи шини.

Тип і стан дорожнього покриття найбільш суттєво впливають на зміну величини коефіцієнта зчеплення. Залежно від типу і стану дорожнього покриття значення коефіцієнта зчеплення може варіювати в порівняно великих межах. При цьому варіації обумовлені не стільки типом, скільки станом дорожнього покриття.

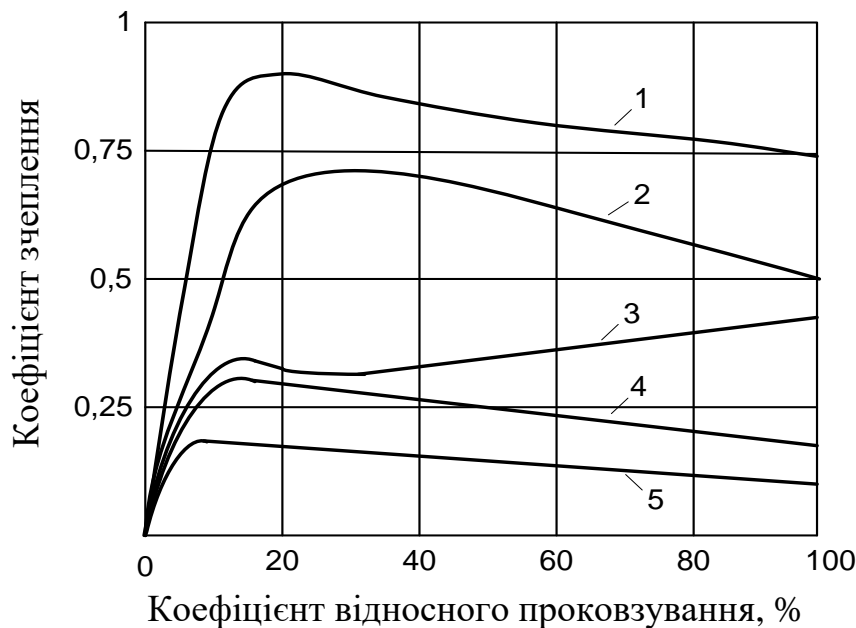
Коефіцієнт зчеплення змінюється також зі зміною температури. Згідно з даними В. І. Кнороза [11], з підвищенням температури зчеплення шини з бетонною поверхнею дещо зменшується, а з асфальтобетонним покриттям – збільшується. Так, наприклад, коефіцієнт зчеплення шини з сухим асфальтом при температурі $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ досягає значення 0,6, а при температурі $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ – 0,8, а при більш високих температурах ($+15\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$) та інтенсивному гальмуванні може сягати величини 1,1 – 1,2. Високі значення коефіцієнта зчеплення отримуються при інтенсивному гальмуванні завдяки прилипанню елементів протектора до поверхні дороги через високу температуру в зоні контакту.

Найбільшу увагу привертає зміна коефіцієнта зчеплення при різних величинах відносного проковзування.

Коефіцієнт зчеплення при коченні колеса „без проковзування” на грані блокування на 20-25% більший, ніж при проковзуванні заблокованого колеса.

На рис. 2.4 наведено графік залежностей коефіцієнтів зчеплення колеса з опорною поверхнею φ від відносного проковзування s при гальмуванні на різних дорогах.

При гальмуванні автомобіля на початку ковзання коефіцієнт зчеплення колеса збільшується, а надалі, зі збільшенням часу ковзання, досягнувши максимуму, він починає зменшуватися. Аналогічне явище спостерігається і при збільшенні швидкості ковзання колеса. При цьому характер зниження коефіцієнта зчеплення залежить від навантаження на колесо. Зі збільшенням навантаження температура в зоні контакту швидше досягає значення, при якому настає зміна механічних властивостей гуми, і коефіцієнт зчеплення починає зменшуватися. На рис. 2.5 показана експериментальна залежність коефіцієнта зчеплення колеса автомобіля при гальмуванні від навантаження на нього та початкової швидкості гальмування.

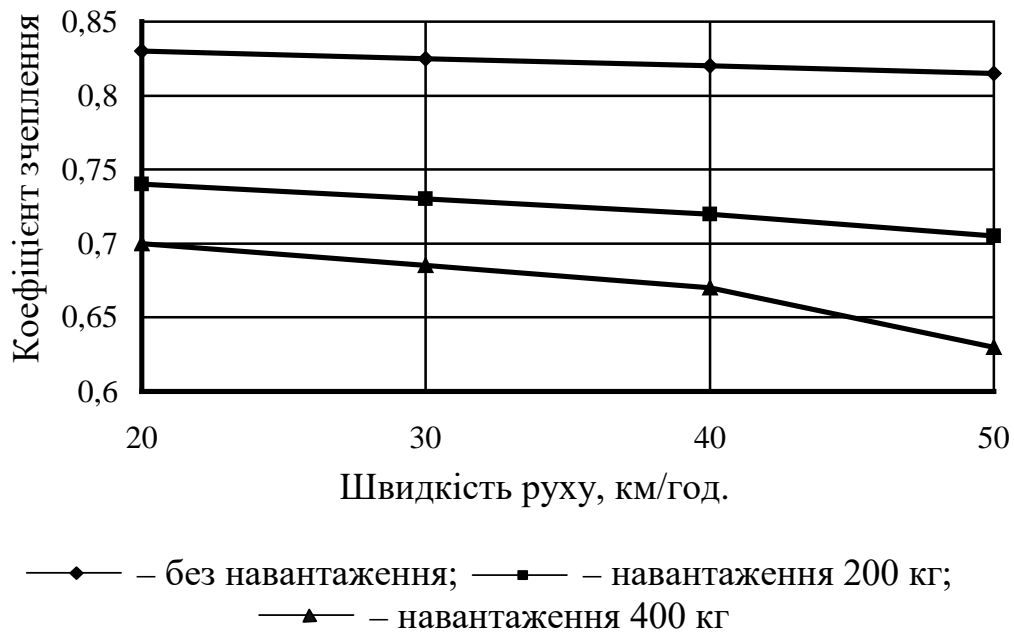


1 – сухий асфальт; 2 – вологий асфальт; 3 – неукочений сніг; 4 – укочений сніг; 5 – лід

Рисунок 2.4 – Залежності коефіцієнтів зчеплення від коефіцієнта відносного проковзування

При малому навантаженні на колесо коефіцієнт зчеплення характеризується більш стійким значенням, повільно зменшуючись зі збільшенням швидкості проковзування; при великих навантаженнях його зменшення починається при менших швидкостях і більш різко. При

зношенні шини більше 50% коефіцієнт зчеплення інтенсивно зменшується, при повному зношенні рисунка протектора на мокрих дорогах з недостатньою шорсткістю коефіцієнт φ може зменшитись до 0,2 – 0,15 (див. рис. 2.6).



Умови: асфальтобетон, сухий, шина 6.00-16, температура +15 °С

Рисунок 2.5 – Залежність коефіцієнта φ_x від навантаження і початкової швидкості гальмування [22]

Відомо, що на коефіцієнт зчеплення суттєво впливає внутрішній тиск в шині. На асфальтобетоні коефіцієнт зчеплення досягає максимуму при тиску 0,1716–0,2207 МПа (шина 165/70R13). Зі збільшенням тиску на 1 кг/см² коефіцієнт зчеплення на м'якому ґрунті зменшується на 2-3 %; на твердих сухих покриттях на 10-15 %; на мокрих (шини, на яких зберігся рисунок протектора) на 20-25 %. Це пояснюється тим, що при збільшенні внутрішнього тиску зростає жорсткість шини і зменшується несуча площа контакту з покриттям.

Впливає на зміну коефіцієнта зчеплення також температура шини. Її підвищення викликає зменшення гістерезисних втрат в шині. З однієї сторони, це призводить до зменшення коефіцієнта опору кочення і витрати пального, з іншої – до зменшення коефіцієнта зчеплення, швидкого зношення та руйнування шини.

При гальмуванні повністю заблокована шина значно розтягується по колу, не деформується і не випромінює великої кількості енергії у вигляді тепла у навколишнє середовище. Різке підвищення температури в зоні контакту (в результаті акумуляції тепла), особливо на великих швидкостях,

змінює умови взаємодії гуми з покриттям, призводить до її пом'якшення та зменшення міцності, в результаті змінюється питомий тиск і коефіцієнт зчеплення зменшується.

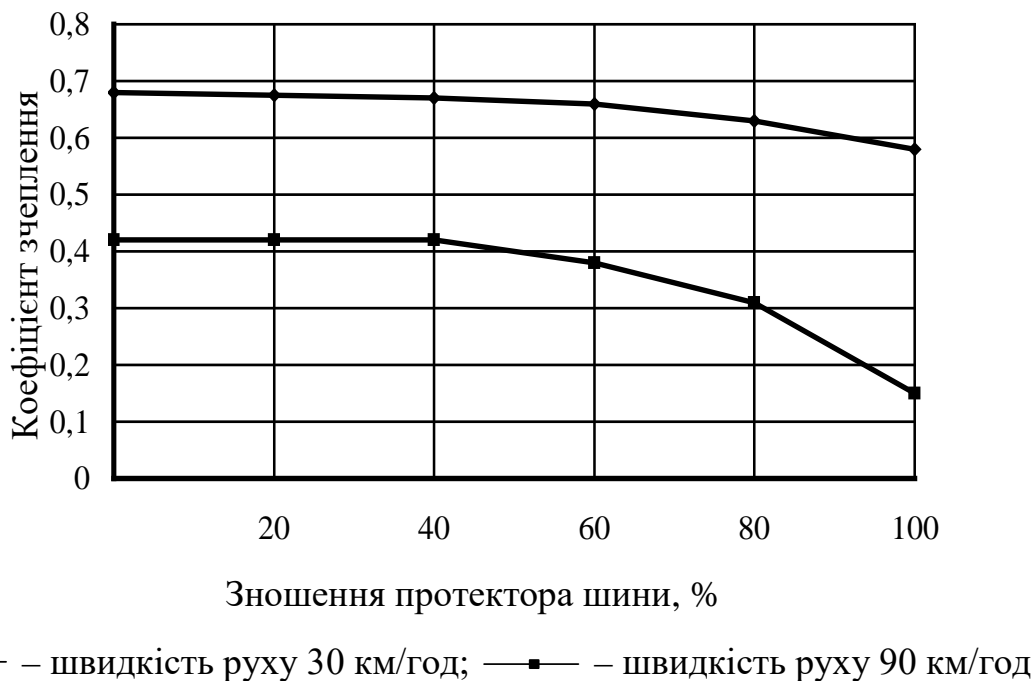


Рисунок 2.6 – Залежність коефіцієнта φ від висоти рисунка протектора при різних швидкостях руху [22]

При частковому проковзуванні колеса контактуючі елементи шини не отримують такого нагрівання, шина цілком задіяна у роботі і в результаті підвищеної деформації (особливо колової) поглинає та випромінює велику кількість енергії. При цьому вона є постійно діючим сповільнюючим пристроєм, який сприяє значному збільшенню коефіцієнта зчеплення. Ось чому при гальмуванні, особливо на слизьких поверхнях, водій, що не допускає повного блокування коліс, має можливість максимально використовувати зчіпні якості шини і покриття.

Цікаво, що табличні значення коефіцієнта зчеплення в різних літературних джерелах часто відмінні. Так, в переважній більшості літературних джерел [2-3, 5, 8, 22 та ін.] подається максимальне значення коефіцієнта поздовжнього зчеплення – 0,8, причому для 100 % проковзування колеса, тоді як у інших [1, 11 та ін.] максимальне значення варіюється від 0,9 до 1,2. Так, наприклад, згідно з [1], для практичних розрахунків рекомендуються значення коефіцієнта зчеплення, які наведені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Коефіцієнти зчеплення для пневматичних шин на різних поверхнях дороги [1]

Швидкість руху автомобіля, км/год	Стан шини	Стан дорожнього полотна				
		Сухе	Вологе при товщині водяної плівки біля 0,2 мм	Сильний дощ, товщина водяної плівки біля 1 мм	Калюжі, товщина водяної плівки біля 2 мм	Лід
50	нова	0,85	0,65	0,55	0,5	0,1 і менше
	зношена*	1	0,5	0,4	0,25	
90	нова	0,8	0,6	0,3	0,05	-
	зношена*	0,95	0,2	0,1	0,05	
130	нова	0,75	0,55	0,2	0	-
	зношена*	0,9	0,2	0,1	0	

* Остаточна висота протектора 1,6 мм (мінімально-допустиме значення за нормами безпеки StVZO)

У таблиці 2.1 наведені дані, застосовувані для асфальтобетонних та гудронованих щебневих покриттів у доброму стані.

Коефіцієнт зчеплення автомобіля з дорожнім покриттям – це складна і дуже важлива характеристика взаємодії колеса автомобіля з дорожнім покриттям при гальмуванні. На його величину впливають багато факторів і вона може змінюватись в широких межах, від 0 до 1-1,2. Використання табличних значень коефіцієнта зчеплення для проведення розрахунків при експертизі ДТП може призвести до отримання неточного результату, особливо при експертизі ДТП за участю автомобілів, обладнаних антиблокувальними системами.

2.4 Особливості роботи антиблокувальної системи

Дослідження ефективності гальмування автомобіля на грані блокування коліс привели до створення антиблокувальних систем (АБС), метою яких є підтримання максимального коефіцієнта зчеплення коліс з дорожньою поверхнею при гальмуванні, тобто підтримання максимальної стійкості та безпеки руху.

До принципової схеми АБС (рис. 2.7, [3]) належать: датчик динамічного стану колеса 1, електронний блок керування (ЕБК) 2,

регулятор тиску (РТ) 3 і акумулятор робочого тіла 4, вбудовані в гальмову систему автомобіля.

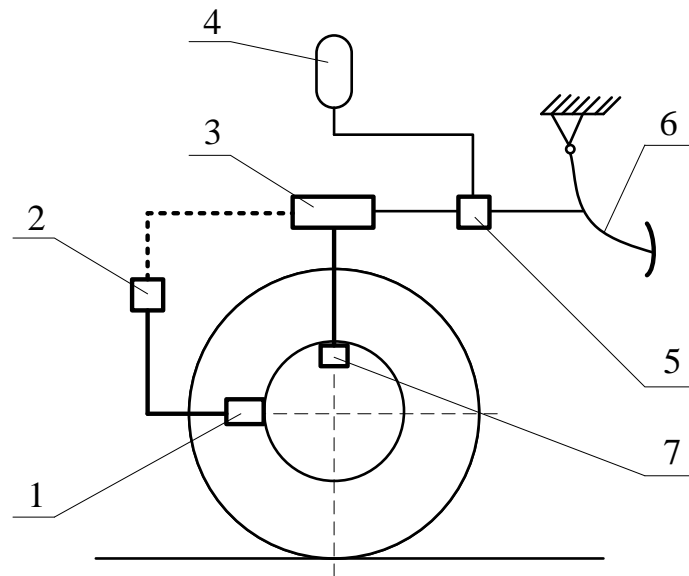


Рисунок 2.7 – Принципова схема АБС [3]

АБС може працювати за різними алгоритмами. В їх основі лежить принцип релейного автоматичного керування гальмуванням зі зворотним зв'язком за динамічним станом колеса, що оцінюється величиною чи характером зміни кінематичного параметра, який характеризує процес гальмування. Для з'ясування принципу роботи АБС розглянемо процес гальмування колеса. З рівняння рівноваги гальмового колеса при $M_f \approx 0$ одержимо [16]:

$$\frac{d\omega_k}{dt} = \frac{R_{xz} \cdot r_\partial - M_z}{I_k}, \quad (2.28)$$

де M_z – гальмівний момент;

R_{xz} – результуюча дотична реакція;

ω_k – кутова швидкість обертання колеса;

r_∂ – динамічний радіус колеса;

I_k – момент інерції колеса.

Очевидно, що характер обертання гальмового колеса визначається співвідношенням двох моментів – підводжуваного до колеса M_z і моменту гальмівної сили $M_\varphi = R_{xz} \cdot r_\partial$ [16]. Якщо момент M_z може набувати досить великих значень, то момент M_φ обмежений зчепленням колеса з дорогою

$M_\varphi = R_z \varphi_{x\max} \cdot r_\partial$. Тоді для заданих інтенсивності гальмування, навантаження на колесо й умов зчеплення існує таке граничне значення підводжуваного до колеса гальмівного моменту $M_{z,зр}$, перевищення якого викликає блокування колеса.

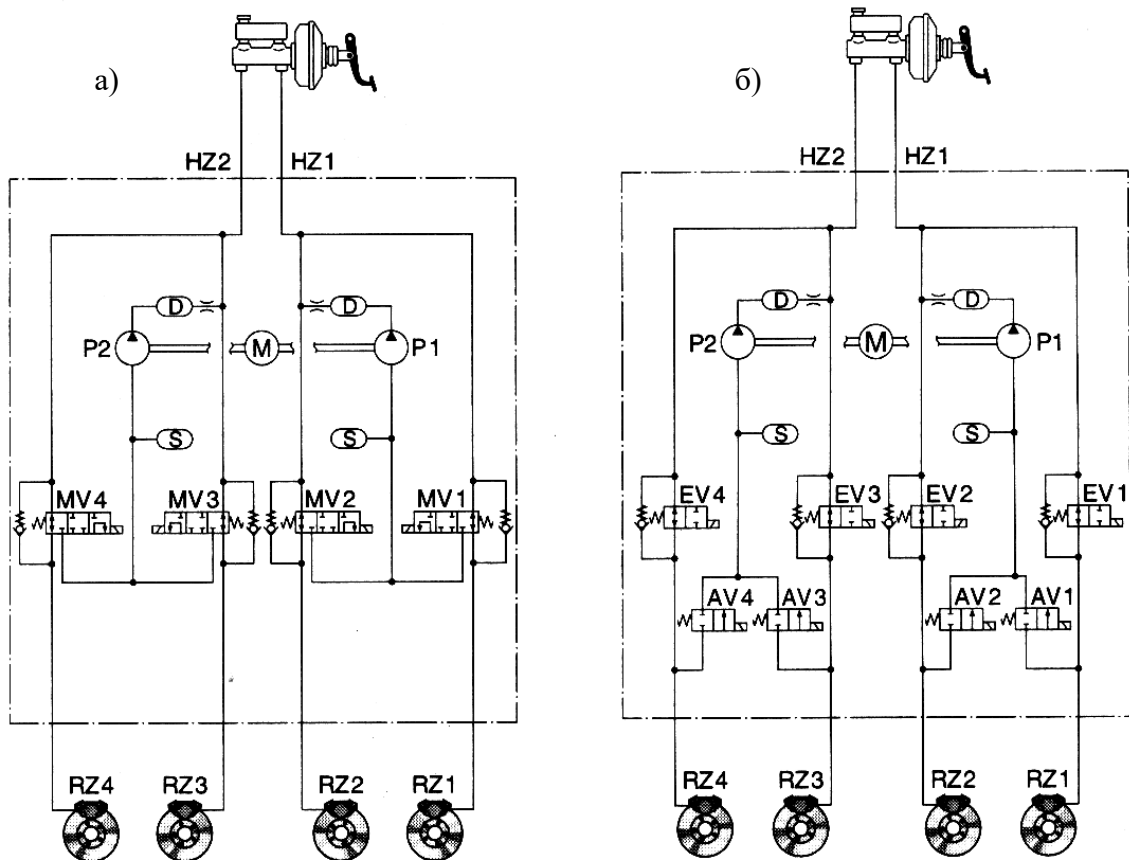
Звідси формується завдання АБС – визначити початок перевищення моменту M_z над моментом $M_{z,зр}$ і автоматично зменшити приводне зусилля в гальмівному механізмі, що запобігає повному блокуванню колеса.

Найвища інтенсивність гальмування досягається, коли кутова швидкість колеса протягом всього часу гальмування відповідає оптимальному значенню коефіцієнта ковзання S_{opt} (для переважної більшості шин та стану дорожнього покриття $S_{opt} = 10 - 40\%$, див. рис. 2.4.). Такий режим, крім забезпечення найвищої інтенсивності гальмування, не супроводжується блокуванням колеса, яке продовжує обертатися аж до повної зупинки автомобіля. Режим гальмування з S_{opt} через нестійкість динамічного стану колеса в точці $S = S_{opt}$ реалізувати на практиці важко, тому слід максимально наблизити дійсну швидкість обертання колеса до тієї, яка відповідає $S = S_{opt}$. При цьому не повинно бути значних відхилень як у бік більшого ковзання колеса, так і у бік зайвого розгальмовування.

Розглянемо деякі варіанти систем АБС, які є найбільш поширеними [1].

Чотириканальна система (варіанти 1, 2 – див. табл. 2.2.)

Допускає окремий контроль тиску в двоконтурних системах зі з'єднанням по мостах (схема ||) та з діагональним з'єднанням (схема ×, див. табл. 2.2). При гальмуванні на дорожньому покритті з різними коефіцієнтами зчеплення зліва і справа („мікст“) повинні вживатися заходи для запобігання виникненню крутного моменту відносно вертикальної осі, який може призвести до втрати курсової стійкості автомобіля. Розв'язком у даному випадку може стати окреме керування колесами переднього моста, а також керування колесами заднього моста, відповідно до принципу „низькопорогового“ регулювання (заднє колесо з найменшим значенням коефіцієнта зчеплення визначає тиск, який подається до обох задніх гальмових механізмів).



а) – схема АВС 2S; б) – схема АВС 5S
 HZ – головний гальмовий циліндр; М – електродвигун; Р – поршневий насос; D – демпфер; S – акумулятор; MV – соленоїдний клапан; EV – впускний клапан; AV – випускний клапан; RZ – колісний гальмовий циліндр

Рисунок 2.8 – Схема гідравлічного модулятора

Триканальна система (варіант 3)

Момент розвороту під час гальмування на дорожніх покриттях типу „мікст” зменшений так, що легкові автомобілі з довгою базою і великим моментом інерції відносно вертикальної осі не втрачають курсової стійкості і керованості.

Двоканальна система (варіанти 4, 5, 6)

Ці системи, з одного боку, мають меншу кількість компонентів, ніж триканальні і чотириканальні, що робить їх дешевшими. З іншого боку, виникає певна кількість функціональних обмежень. У варіанті 4, при високопороговому регулюванні переднє колесо з вищим коефіцієнтом зчеплення визначає тиск, що підводиться до обох передніх коліс. У даному випадку при екстремому гальмуванні виникає блокування одного з

передніх коліс, це супроводжується підвищенням зношенням шин і погіршенням керованості. При використанні варіанта 5 те ж саме трапляється, коли колесо передньої осі, яке контролюється, має вищий коефіцієнт зчеплення, ніж неконтрольоване. У варіанті 6 тиск, що підводиться до передніх коліс, регулюється окремо, а на кожному задньому колесі – разом, відповідно до передніх. Через необхідність створення перерозподілу гальмівної сили з заднього моста на передній, з метою запобігання блокуванню задніх коліс, дана система забезпечує нижчі значення сповільнення, ніж три- чи чотириканальні.

Основні складові частини АБС (фірми Bosch)

1. Датчик швидкості обертання колеса

Індуктивний колісний датчик швидкості обертання забезпечує електронний блок керування (ECU) необхідною інформацією про швидкість обертання колеса.

2. Блок керування ECU з LSI (великою інтегральною схемою)

Блок ECU приймає, фільтрує і підсилює сигнали датчика швидкості обертання колеса перед їх використанням для визначення проковзування та прискорення колеса.

3. Вхідний блок

Складається з фільтра низьких частот і вхідного підсилювача.

4. Цифровий контролер

Складається з двох ідентичних взаємно незалежних цифрових інтегральних схем LSI. Ці блоки працюють паралельно, опрацьовуючи інформацію, що надходить від двох коліс (канали 1+2 і 3+4), проводять логічні розрахунки. Логіка контролера перетворює сигнали керування в позиційні команди для соленоїдних клапанів.

Ще один функціональний блок містить схему керування для забезпечення розпізнавання помилок та їх аналізування. Як тільки в ECU з'являється несправність, сигнальна лампочка інформує водія про те, що система АБС не функціонує. Однак гальмова система залишається повністю дієвою навіть тоді, коли система АБС вимкнена.

5. Вихідні блоки

Два вихідних блоки функціонують подібно до регуляторів струму для каналів 1+2 і 3+4 під час отримання позиційних команд, що надходять від LSI та використовуються для керування соленоїдами.

6. Вихідний каскад

Використовує дані від регуляторів струму двох вихідних блоків для збудження струму соленоїдних клапанів.

7. Стабілізатор напруги

До функцій цього блоку входить стабілізація напруги в межах допуску, необхідного для надійної роботи ECU. Блок також реагує на

недостатню бортову напругу за допомогою вимкнення пристрою, керує роботою реле і колом сигнальної лампи.

8. Блок керування з мікропроцесорами

В цьому блоці ECU замість LSI використовуються два мікропроцесори, які здійснюють оброблення сигналів, прогонку програми контролера і функцію автокерування АБС. Блок також виконує діагностування відповідно до стандартів ISO, що дає можливість відслідковувати несправні елементи АБС за допомогою сигнальної лампи чи вимірювального пристрою.

9. Гідравлічний модулятор для систем АБС 2S і АБС 5S з гальмовим приводом за схемами || і ×.

Для кожного гальмового контуру гідравлічний модулятор містить в собі (див. рис. 2.6.): насос Р з електричним двигуном; акумулятор S; демпфер D; соленоїдні клапани.

Насос Р. Повертає гальмову рідину від колісних гальмових циліндрів до головного гальмового циліндра.

Акумулятор S. Забезпечує тимчасове накопичення великої кількості гальмової рідини під низьким тиском.

Демпфер D. Демпфери з дроселями служать для вирівнювання високих рівнів пульсацій, які виникають під час повернення гальмової рідини до головного гальмового циліндра. Вони забезпечують підтримання мінімального рівня шуму.

10. Соленоїдні клапани для АБС2 (MV)

До кожного колісного гальмового механізму під'єднано соленоїдний клапан. Клапан служить для модулювання тиску в колісних циліндрах під час активного керування АБС. Модуляція здійснюється відповідно до трьох режимів: зростання, підтримання і зниження тиску.

11. Соленоїдні клапани для АБС5 (EV, AV)

До кожного колісного гальмового механізму під'єднано по клапану EV і AV. Ті ж самі режими модулювання тиску, які вказано вище, здійснюють керування цими клапанами.

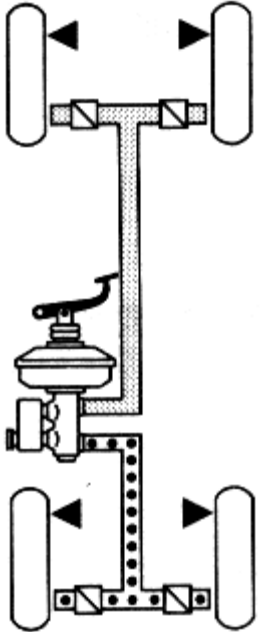
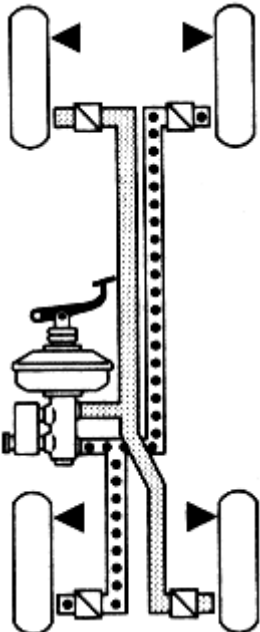
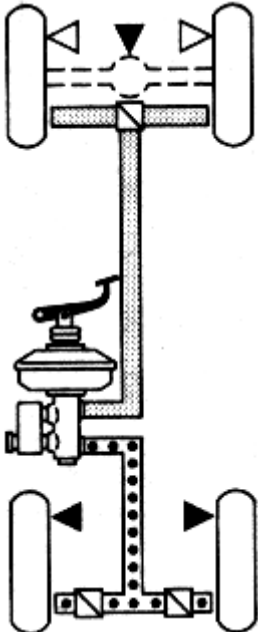
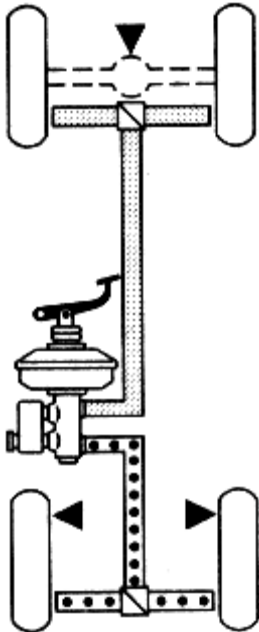
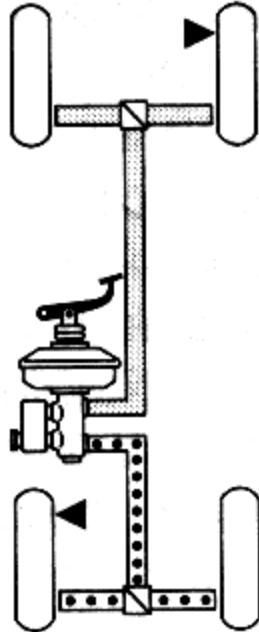
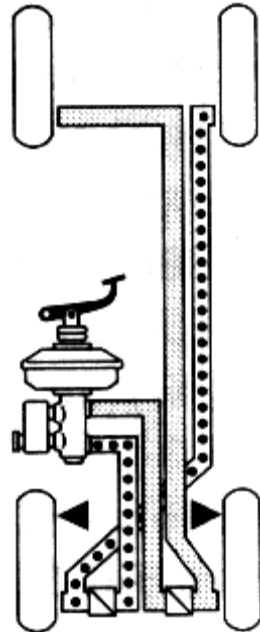
Система "Bosch" моделі 2S працює в режимі так званого трифазного циклу за принципом зворотного нагнітання. При звичайному гальмуванні без блокування електроклапан з'єднує колісний гальмовий циліндр із головним циліндром, і гальмова система працює так, ніби й не було антиблокувальної системи. При блокуванні електронний блок керування посилає сигнал у вигляді електричного струму на соленоїд електроклапана. Сердечник починає позовжне переміщення і торцевим клапаном перекриває магістраль, одночасно відкриваючи шлях зливанню гальмової рідини з гальмової системи в спеціальну демпфірувальну камеру. (Згодом насос пережене її знову в резервуар головного гальмового циліндра). Це приводить до зменшення тиску в магістралі. Далі починається фаза витримки, коли електроклапан роз'єднує всі магістралі системи перед

фазою підвищення тиску, який настає тоді, коли електроклапан переводиться в початкове положення, закриває зливний отвір, і тиск гальмової рідини знову підвищується. Перевага розглянутої АБС – можливість використання трипозиційних електроклапанів замість шести двопозиційних, що застосовувалися раніше.

Подальшим кроком розвитку АБС стало об'єднання головного гальмового циліндра разом з підсилювачем і модулятором у єдиний блок, тобто створення інтегрованої антиблокувальної системи, збирання якої на конвеєрі стало набагато простішим. В даний час розвиток АБС йде по двох діаметрально протилежних напрямках. Для автомобілів високого класу створюються найбільш ефективні інтегровані чотириканальні АБС, а для масових дешевих моделей здійснюється розробка спрощених варіантів, що вбудовуються в серійні гальмові системи як додаткове устаткування. АБС змінила уявлення про рівень безпеки руху. Сьогодні ця система входить до складу додаткового устаткування практично кожної нової моделі.

В усіх розвинутих країнах більшість автомобілістів переконані: заощаджувати на АБС не можна. Невдовзі й обов'язкове застосування АБС. На сьогоднішній день міжнародні і національні вимоги (зокрема, Директива 71/320 ЄЕС і додаток 13 до Правил 13 ЄЕК ООН) передбачають обов'язкову наявність АБС тільки на вантажних автомобілях загальною масою більше 16 т, причепах і напівпричепах повною масою більше 10 т і міжнародних автобусах повною масою понад 12 т, оскільки наслідки аварій цих транспортних засобів можуть бути найтрагічнішими.

Таблиця 2.2 – Варіанти систем АБС

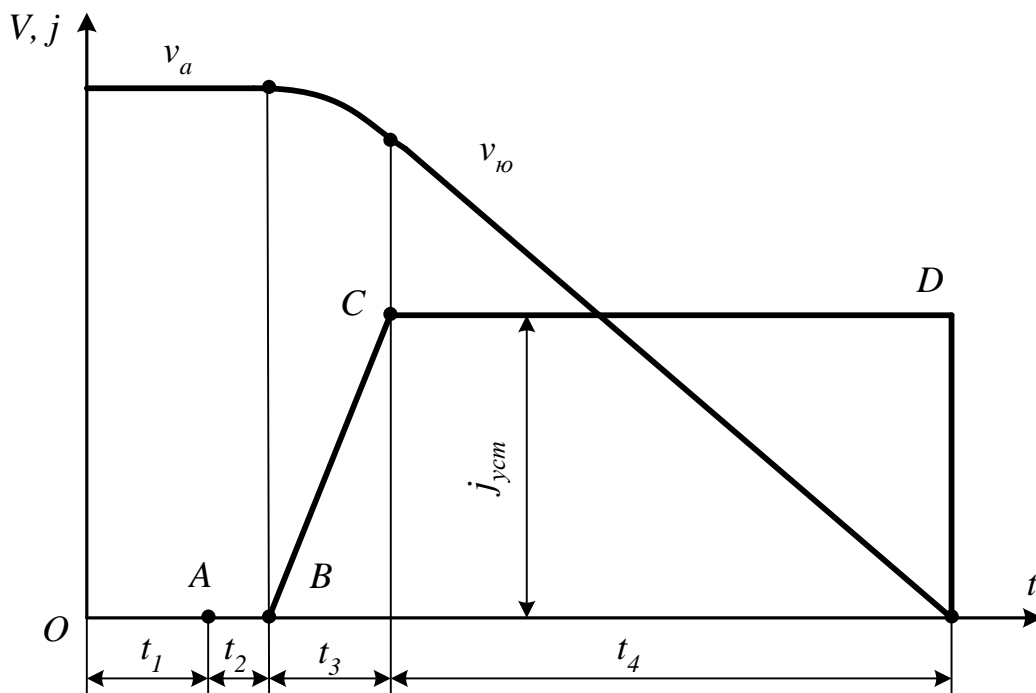
Чотирьоканальна з 4 датчиками		Триканальна з 3 датчиками	Двоканальна		
спереду-ззаду	по діагоналі		з 3 датчиками	з 2 датчиками	
варіант 1	варіант 2	спереду-ззаду	спереду-ззаду	спереду-ззаду	по діагоналі
варіант 1	варіант 2	варіант 3	варіант 4	варіант 5	варіант 6
					

▶ – датчик; ▷ – датчик, альтернативний відносно датчика диференціала; ◻ – канал керування

2.5 Гальмування транспортного засобу

Розглянемо найбільш простий випадок гальмування автомобіля на рівній горизонтальній дорозі, коли можна не брати до уваги сили опору дороги і повітря, а також тертя в трансмісії (рис. 2.9). Наведені припущення не вносять значної помилки, оскільки одночасно ми не враховуємо інерції деталей, що обертаються (коефіцієнт δ), вплив яких протилежний дії сил опору руху.

В початковий момент (точка O) водій автомобіля, який рухається зі швидкістю v_a , помічає небезпеку. Він приймає рішення про гальмування, вимикає зчеплення і переносить ногу на педаль гальма (ділянка OA). Інтервал з моменту появи сигналу про небезпеку до початку дії на пристрої керування транспортним засобом називають *часом реакції водія* t_1 .



t_1 – час реакції водія, с; t_2 – час запізнення спрацьовування гальмової системи, с; t_3 – час наростання сповільнення, с; t_4 – час усталеного гальмування, с; $j_{уст}$ – усталене сповільнення, m/c^2

Рисунок 2.9 – Типова гальмова діаграма автомобіля

Проміжок AB від початку гальмування до початку зниження швидкості називають *часом запізнення спрацьовування гальмового привода* t_2 . Протягом цього часу тиск від головного гальмового циліндра (або гальмового крана) передається колісним циліндрам (гальмовим камерам) і

відбувається вибірка зазорів у деталях гальмового привода. Після закінчення часу $t_1 + t_2$ гальма спрацьовують і швидкість автомобіля починає зменшуватися. Зміна сповільнення автомобіля в часі має складний характер, як показано на рисунку 2.10. Гальмова діаграма, яка зображена на рисунку 2.10, отримана за допомогою деселерометра VZM-100.

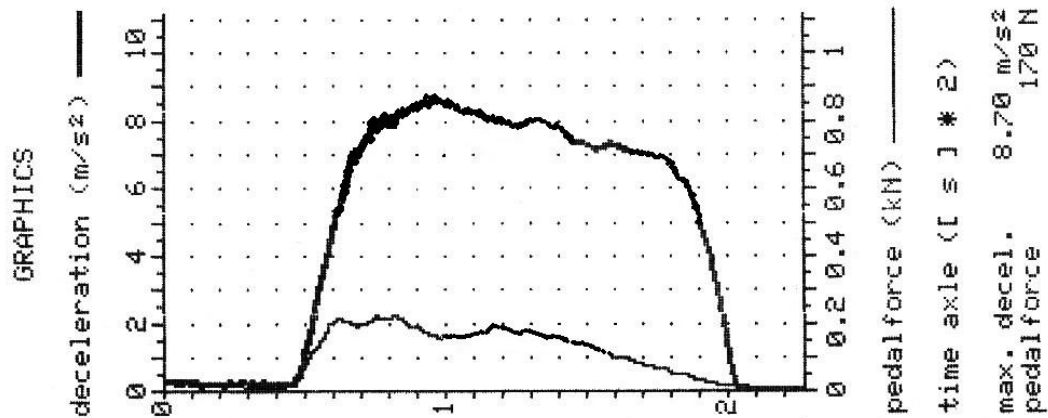


Рисунок 2.10 – Гальмова діаграма автомобіля Daewoo Lanos зі швидкості 80 км/год при гальмуванні на сухому асфальтобетоні

Для спрощення розрахунків вважають, що спочатку сповільнення зростає за законом прямої, ділянка BC (див. рис. 2.9), далі, досягнувши максимуму, залишається постійним (усталеним) і рівним $j_{уст}$, наприкінці гальмування (точка D) миттєво спадає до нуля.

Час t_3 називають *часом наростання сповільнення*, а інтервал від початку гальмування до моменту, у який сповільнення стає постійним (сума $t_2 + t_3$, ділянка AC), – часом спрацьовування гальмової системи.

Час t_4 руху автомобіля зі сталим сповільненням називають *часом повного гальмування* або *усталеного сповільнення*.

Проміжки часу t_1 , t_2 , t_3 залежать від багатьох факторів і визначаються експериментально. Встановити дійсне значення цих проміжків у процесі досліджуваного ДТП зазвичай неможливо, тому в розрахунок вводять середні значення.

Час реакції водія залежить від його статі, віку, кваліфікації, стану здоров'я й інших факторів. У зв'язку з неможливістю точного відтворення обставин ДТП і визначення часу реакції водія в небезпечній ситуації, в експертних розрахунках використовують середньостатистичні значення t_1 . Наприклад, у Великобританії при експертизі ДТП час реакції водія вважають постійним і рівним 0,68 с. У нашій країні тривалий час також застосовували постійне значення t_1 (0,8 с).

Застосування єдиного значення часу для всіх умов ДТП не може

вважатися виправданим. Від водія не можна вимагати граничного напруження в будь-якій обстановці й постійній готовності до виконання ефективних дій з попередження ДТП. Іноді перешкода може з'явитися раптово для водія й без явних ознак небезпеки. В інших випадках, навпаки, водій може передбачати характер перешкоди й місце її появи, отже, має можливість заздалегідь підготуватися до вживання необхідних заходів безпеки. Тому більш правильно застосовувати значення часу t_1 диференційовані, залежно від складності й ступеня небезпеки дорожньо-транспортної ситуації (ДТС), що передувала події.

Час t_2 запізнювання гальмового привода залежить, головним чином, від типу привода і його технічного стану.

При експертних розрахунках час запізнювання гальмового привода беруть для транспортних засобів різних категорій рівним 0,2...0,4 с.

На час t_2 не впливають дорожні умови, а також ступінь завантаженості автомобіля. Тому значення t_2 дійсні як для порожнього (спорядженого), так і для повністю навантаженого автомобіля.

Час t_3 наростання сповільнення залежить від типу гальмового привода, стану дорожнього покриття й маси автомобіля. При пневматичному приводі він більший, ніж при гідравлічному, і зростає при збільшенні коефіцієнта зчеплення й маси автомобіля.

Теоретично усталене сповільнення транспортних засобів при повному використанні зчеплення всіма шинами автомобіля

$$j_{уст} = \varphi \cdot g. \quad (2.29)$$

Коефіцієнт зчеплення φ заміряють на місці ДТП за допомогою „п'ятого колеса” або переносних приладів (деселерометрів, деселерографів). При відсутності експериментальних даних значення φ вибирають за таблицями, залежно від типу і стану дорожньої поверхні.

Повне й одночасне використання зчеплення всіма шинами зустрічається рідко, особливо на сухих і твердих покриттях, тому формула (2.29) експериментально зазвичай не підтверджується. Фактичні значення сповільнення, як правило, менші від розрахункових. Щоб урахувати зниження сповільнення, у формулу (2.29) іноді вводять поправковий коефіцієнт (коефіцієнт ефективності гальмування) $K_e \geq 1$. Тоді:

$$j_{уст} = \frac{\varphi \cdot g}{K_e}. \quad (2.29, a)$$

Недолік останнього виразу полягає в тому, що до нього входять два довільно вибраних коефіцієнти – φ і K_e . Кожний з них коливається в

широких межах, і значення сповільнення, розраховані двома різними експертами, можуть відрізнятися на 30-40 %, що неприпустимо. Найбільш достовірні значення $j_{уст}$ одержують при випробуваннях автомобіля на місці ДТП із застосуванням реєструвальної апаратури.

Іноді від гальмової системи ТЗ може бути від'єднане одне або кілька коліс. У цих випадках сповільнення двовісного ТЗ варто визначати за формулами, наведеними у табл. 2.3.

Для визначення сповільнення інших ТЗ рекомендується застосовувати такі формули.

Для автопоїзда, причепа якого не обладнані гальмами:

$$j_{уст} = \frac{g}{G_a + nG_{np}} \left[\frac{G_a \cdot \varphi \cdot \cos \alpha}{K_e} \pm (G_a + nG_{np}) \sin \alpha \right], \quad (2.30)$$

де G_a – вага автомобіля-тягача, Н;

n – кількість причепів;

G_{np} – вага причепа, Н.

Таблиця 2.3 – Сповільнення $j_{уст}$ двовісних ТЗ з несправною гальмовою системою, м/с²

Несправність ТС	$j_{уст}$
Не гальмує одне переднє колесо	$\frac{(L+a)\varphi}{2L+h_y\varphi} g$
Не гальмує одне заднє колесо	$\frac{(L+b)\varphi}{2L-h_y\varphi} g$
Гальмує одне переднє колесо	$\frac{b\varphi}{2L-h_y\varphi} g$
Гальмує одне заднє колесо	$\frac{a\varphi}{2L+h_y\varphi} g$
Гальмують тільки передні колеса	$\frac{b\varphi}{L-h_y\varphi} g$
Гальмують тільки задні колеса	$\frac{a\varphi}{L+h_y\varphi} g$
Гальмують колеса тільки однієї сторони	$\frac{\varphi}{2} g$

Для випадку гальмування на горизонтальній проїжджій частині формула (2.30) набере такого вигляду:

$$j_{уст} = g \frac{G_a \varphi}{K_e (G_a + nG_{np})}. \quad (2.31)$$

Для автопоїзда, в якому гальмами обладнана частина причепів

$$j_{уст} = \frac{g}{G_a + nG_{np}} \left[\frac{(G_a + n'G_{np}) \cos \alpha \varphi}{K_e} \pm (G_a + nG_{np}) \sin \alpha \right], \quad (2.32)$$

де n' – кількість причепів, обладнаних гальмами.

При гальмуванні на горизонтальній дорозі

$$j_{уст} = g \frac{(G_a + n'G_{np}) \cdot \varphi}{(G_a + nG_{np}) \cdot K_e}. \quad (2.33)$$

Для автопоїзда, у якому частина причепів обладнана гальмами, що діють на передній міст, а інші причепа гальмами не обладнані:

$$j_{уст} = \frac{g}{G_a + nG_{np}} \left[\frac{G_a \cos \alpha \varphi}{K_e} + n' \frac{\varphi b_{np} G_{np} \cos \alpha}{K_e L_{np} - h_{np} \varphi} \pm (G_a + nG_{np}) \sin \alpha \right], \quad (2.34)$$

де b_{np} – відстань по горизонталі від центра ваги до задньої осі причепа, передній міст якого обладнаний гальмами, м;

L_{np} – база причепа, м;

h_{np} – висота центра ваги причепа, м.

На горизонтальній дорозі сповільнення такого автопоїзда:

$$j_{уст} = \frac{g \varphi}{G_a + nG_{np}} \left(\frac{G_a}{K_e} + n' \frac{G_{np} b_{np}}{K_e L_{np} - h_{np} \varphi} \right). \quad (2.35)$$

Для автопоїзда, в якому гальмами обладнані не передні, а задні мости декількох причепів:

$$j_{y_{cm}} = \frac{g}{G_a + nG_{np}} \left[\frac{G_a \cos \alpha \varphi}{K_e} + n' \frac{\varphi a_{np} G_{np} \cos \alpha}{K_e L_{np} + h_{np} \varphi} \pm (G_a + nG_{np}) \sin \alpha \right], \quad (2.36)$$

де a_{np} – відстань по горизонталі від центра ваги до переднього моста причепа, обладнаного гальмами, м.

Для гальмування на горизонтальній дорозі формула (2.36) набирає такого вигляду:

$$j_{y_{cm}} = \frac{g\varphi}{G_a + nG_{np}} \left(\frac{G_a}{K_e} + n' \frac{G_{np} a_{np}}{K_e L_{np} + h_{np} \varphi} \right). \quad (2.37)$$

При відсутності даних про координати центра ваги причепа, їх доцільно розраховувати на підставі відомостей про осьові реакції у статичному положенні з урахуванням їх перерозподілу при гальмуванні. У цьому випадку стале сповільнення автопоїзда, у якому частина причепів обладнана гальмами, що діють тільки на один з мостів:

$$j_{y_{cm}} = \frac{g}{G_a + nG_{np}} \left[\frac{G_a + n' m_{np} G'_{np} \cos \alpha \varphi}{K_e} \pm (G_a + nG_{np}) \sin \alpha \right], \quad (2.38)$$

де m_{np} – коефіцієнт перерозподілу навантаження по мостах причепа при гальмуванні;

G'_{np} – вага в статичному стані, що припадає на міст причепа, обладнаного гальмами, Н.

При гальмуванні на горизонтальній дорозі:

$$j_{y_{cm}} = \frac{g\varphi}{K_e (G_a + nG_{np})} (G_a + n' m_{np} G'_{np}). \quad (2.39)$$

Якщо гальмами обладнані передні колеса декількох причепів, то у формулах (2.38) і (2.39) вага G_{np} дорівнює вазі, що припадає на передній міст причепа, який стоїть на горизонтальній дорозі, а коефіцієнт перерозподілу навантаження m_{np} дорівнює 1,1-1,2 (більше значення береться при гальмуванні на сухих дорогах, менше – при гальмуванні на мокрих і слизьких покриттях).

Для автопоїзда з напівпричепом і причепом, не обладнаним гальмами:

$$j_{yсм} = \frac{g}{G_a + G_n + nG_{np}} \left[(G_a + G_n) \frac{\cos \alpha \varphi}{K_e} \pm (G_a + G_n + G_{np}) \sin \alpha \right], \quad (2.40)$$

де G_n – вага напівпричепа, Н.

На горизонтальній дорозі сповільнення такого автопоїзда

$$j_{yсм} = \frac{g \varphi (G_a + G_n)}{K_e (G_a + G_n + nG_{np})}. \quad (2.41)$$

Якщо в автопоїзді з напівприцепом і причепом гальмами обладнаний тільки автомобіль-тягач, то:

$$j_{yсм} = \frac{g}{G_a + G_n + nG_{np}} \left[\left(m_1 G_1 + G_2 + G_n \frac{b_n}{L_n - \ell} \right) \frac{\cos \alpha \varphi}{K_e} \pm (G_a + G_n + nG_{np}) \sin \alpha \right], \quad (2.42)$$

де m_1 – коефіцієнт перерозподілу навантаження на передню вісь автомобіля-тягача при гальмуванні;

G_1 й G_2 – ваги, що розподіляються відповідно на передній і задній мости автомобіля-тягача в статичному стані на горизонтальній дорозі, Н;

b_n – відстань від центра ваги до заднього моста прицепа, м;

L_n – база напівпричепа, м;

ℓ – відстань від заднього моста автомобіля-тягача до точки зчеплення його з напівприцепом (при відсутності таких відомостей можна брати $\ell=0$), м.

У випадку гальмування автопоїзда на горизонтальній дорозі,

$$j_{yсм} = \frac{g \varphi}{K_e (G_a + G_n + nG_{np})} \left(m_1 G_1 + G_2 + G_n \frac{b_n}{L_n - \ell} \right). \quad (2.43)$$

Значення коефіцієнта m_1 рекомендується брати рівним 1,1-1,3 (більше значення відповідає гальмуванню на сухих твердих покриттях, менше – на мокрих й слизьких).

Якщо на всіх колесах автопоїзда гальма справні, то усталене сповільнення визначається за формулою (2.29). Однак при гальмуванні автопоїзда може бути асинхронна дія гальм тягача й ланок автопоїзда

(причепів і напівпричепів). Тому значення K_e у формулі (2.30) може бути збільшене до 1,4.

2.6 Гальмівний та зупинний шляхи автотранспортних засобів

Гальмівним шляхом називають відстань, на яку переміщується ТЗ з початку гальмування до зупинки, тобто за час $t_2 + t_3 + t_4$ (див. рис. 2.9). Гальмівний шлях у загальному визначається за формулою:

$$S_e = S_2 + S_3 + S_4, \quad (2.44)$$

де S_e – гальмівний шлях, м;

S_2 – переміщення ТЗ за час запізнювання спрацювання гальмової системи, м;

$$S_2 = \frac{v_a}{3,6} \cdot t_2, \quad (2.45)$$

де v_a – швидкість руху ТЗ перед початком гальмування, км/год;

S_3 – переміщення ТЗ за час наростання сповільнення, м;

$$S_3 = \frac{v_a}{3,6} \cdot t_3 - \frac{j_{ycm} t_3^2}{6} \approx \frac{v_a}{3,6} \cdot t_3, \quad (2.46)$$

S_4 – переміщення ТЗ за час повного чи безпосереднього гальмування, м;

$$S_4 = \frac{(v_a - 1,8 j_{ycm} t_3)^2}{26 j_{ycm}}. \quad (2.47)$$

На основі рівнянь (2.45 – 2.47) гальмівний шлях

$$S_e = (t_2 + 0,5t_3) \frac{v_a}{3,6} + \frac{v_a^2}{26 j_{ycm}} - \frac{j_{ycm} t_3^2}{24}. \quad (2.48)$$

При справній гальмовій системі останній доданок у формулі (2.48) складає не більше 3-4% і ним можна знехтувати. Тому в експертній практиці гальмівний шлях ТЗ визначають за формулою:

$$S_e = (t_2 + 0,5t_3) \frac{v_a}{3,6} + \frac{v_a^2}{26 j_{ycm}}. \quad (2.49)$$

До введення Правил №13 ЄЕКООН і ОСТ 37.001.016.70 часом гальмування експерти-автотехніки вважали час сповільненого руху ТЗ, тобто $t_3 + t_4$, гальмівним шляхом – суму відстаней S_3 та S_4 . Це слід враховувати при користуванні літературою, яка видана до 1975-1976 рр.

Зупинним шляхом називається відстань, на яку переміщується ТЗ з початку реагування водія на появу перешкоди до зупинки:

$$S_o = S_1 + S_2, \quad (2.50)$$

де S_1 – переміщення ТЗ за час реакції водія, м;

$$S_1 = \frac{v_a}{3,6} t_1. \quad (2.51)$$

Отже, розгорнута формула зупинного шляху має вигляд:

$$S_o = \frac{v_a}{3,6} (t_1 + t_2 + 0,5t_3) + \frac{v_a^2}{26j_{уст}}. \quad (2.52)$$

Час реакції водія в слідчій, судовій та експертній практиці зазвичай береться рівним 0,8 с. У конкретних випадках доцільно диференціювати цей час з огляду на обстановку, в якій сталася ДТП, враховуючи фізіологічний і психічний стан водія, його практичний досвід та інші істотні фактори, які впливають на величину часу реакції водія. Залежно від конкретних факторів, встановлених слідством, час реакції водія може бути взято (органом, що призначив експертизу) від 0,6 с і більше.

Величина часу спізнання спрацювання залежить від типу привода гальмової системи. В експертній практиці це значення рекомендується брати згідно з даними табл. 2.4. За експериментальними даними інституту судової експертизи, якщо гальма з гідравлічним приводом спрацьовують після другого натискання на гальмову педаль, то $t_2 = 0,6$ с, а при спрацюванні після третього натискання – $t_2 = 1,0$ с.

Експериментальне визначення часу спізнювання для справних ТЗ зазвичай недоцільне, оскільки можливі незначні відхилення від значень, які рекомендуються в табл. 2.4, і не можуть істотно впливати на результати розрахунків та висновки експерта.

Час наростання сповільнення можна вирахувати за результатами експерименту, в процесі якого будуть зафіксовані:

- швидкість ТЗ перед гальмуванням;
- усталене сповільнення;
- переміщення ТЗ при усталеному сповільненні.

Таблиця 2.4 – Час запізнювання t_2 спрацювання гальмового приводу для деяких видів ТЗ, с

Транспортні засоби	t_2
Автомобілі з гідравлічними та механічними приводами гальм	0,10
Автомобілі з пневматичним приводом	0,30
Колісні трактори	0,15
Гусеничні трактори	0,20
Мотоцикли і моторолери	0,10
Мопеди	0,30
Моторолери та велосипеди	0,30
Мотоколяски	0,50
Тролейбуси	0,30
Трамваї	0,50

Якщо проведення експерименту недоцільне чи неможливе, то можна користуватися значеннями, наведеними в табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Середньостатистичні значення параметрів гальмування автомобілів в спорядженому стані

Тип АТЗ	Категорія АТЗ	Час наростання сповільнення t_3 , с на поверхні		Усталене сповільнення автомобіля $j_{уст}$, м/с ² на поверхні	
		сухий	вологій	сухий	вологій
1	2	3	4	5	6
Пасажи́рські, з кількістю місць не більше 8	M ₁	0,4	0,3	6,7/6,4	5,0
Пасажи́рські, з кількістю місць більше 8 та загальною масою до 5 т	M ₂	0,5	0,4	6,0	4,5
Пасажи́рські, з повною масою більше 5 т	M ₃	0,6	0,5	5,3/5,0	4,0
Вантажні (оди́ночні та автопоїзди), з повною масою не більше 3,5 т	N ₁	0,4	0,3	5,6	4,5
Вантажні, з повною масою 3,5-12 т	N ₂	0,6	0,4	5,9/5,7	4,0

Продовження таблиці 2.5

1	2	3	4	5	6
Вантажні, з повною масою більше 12 т (одиначні)	N ₃	0,6	0,4	6,1	4,0
Вантажні, з повною масою більше 12 т (автопоїзди)		0,7	0,4	5,1	4,0

Час спізнення спрацювання гальмового приводу також можна розрахувати за формулами:

$$t_3 = 1,4t'_3 \left(1 + \frac{G_6}{G_0} \right), \quad (2.53)$$

$$t_3 = \frac{t'_3}{K_9} \left(1 + \frac{G_6}{G_0} \right), \quad (2.54)$$

де t_3 – шуканий час наростання сповільнення, с;
 t'_3 – вихідний час наростання сповільнення, с;
 G_6 – вага вантажу, Н;
 G_0 – вага ТЗ без навантаження, Н.

2.7 Час гальмування транспортних засобів

Часом гальмування T'_2 називається період від початку до кінця гальмування:

$$T_T = t_2 + t_3 + t_4, \quad (2.55)$$

де t_4 – час повного (безпосереднього) гальмування, с.

Протягом часу t_4 сповільнення приблизно постійне.

Отже,

$$t_4 = \sqrt{\frac{2S_4}{j_{уст}}}. \quad (2.56)$$

Підставляючи у формулу (2.56) значення S_4 з формули (2.48), отримуємо:

$$t_4 = \frac{v_a - 1,8j_{yct}t_3}{3,6j_{yct}}. \quad (2.57)$$

Отже, час гальмування

$$T_T = t_2 + 0,5t_3 + \frac{v_a}{3,6j_{yct}}. \quad (2.58)$$

Аналогічно розраховується зупинний час:

$$T_o = t_1 + t_2 + 0,5t_3 + \frac{v_a}{3,6j_{yct}}. \quad (2.59)$$

Якщо ТЗ гальмує всіма колесами на горизонтальній поверхні, то формули (2.58) і (2.59) набувають такого вигляду:

$$T_T = t_2 + 0,5t_3 + \frac{v_a K_e}{35,3\varphi}, \quad (2.60)$$

$$T_o = t_1 + t_2 + 0,5t_3 + \frac{v_a K_e}{35,3\varphi}. \quad (2.61)$$

2.8 Швидкість транспортних засобів перед гальмуванням

Швидкість руху ТЗ перед початком гальмування можна визначити з рівняння (2.48), м/с:

$$v_a = 0,5t_3j_{yct} + \sqrt{2j_{yct}S_4}, \quad (2.62)$$

де S_4 - переміщення ТЗ за час сталого гальмування, м.

В експертній практиці довжину гальмівного сліду (сліду „юзу”) $S_{ю}$ беруть рівною S_4 . Тому надалі замість S_4 використовується величина $S_{ю}$.

Якщо у формулі (2.62) замінити сповільнення відповідно до виразу (2.29, а), то для випадку гальмування на горизонтальній проїжджій частині формула (2.62) набуде такого вигляду, км/год:

$$v_a = 17,7 \frac{\varphi}{K_e} t_3 + \sqrt{254 \frac{\varphi}{K_e} S_{ю}}. \quad (2.63)$$

Перший доданок у формулах (2.62) і (2.63) характеризує швидкість ТЗ, погашену за час наростання сповільнення, а другий – швидкість на початку повного гальмування.

Практичне застосування формул (2.62) та (2.63) має свої особливості. При визначенні v_a експерти одностайні тільки в тих випадках, коли під час огляду місця ДТП автомобіль знаходився в кінці гальмівного шляху, довжина якого вимірювалась до задніх коліс. Якщо ж автомобіль до вимірювання $S_{ю}$ був забраний з місця зупинки, то частина експертів вводить в розрахунок повну (фактичну) довжину гальмівного шляху S_{ϕ} , виміряну на місці ДТП, при цьому посилаючись на те, що юз задніх коліс буває частіше від юзу передніх, і що збільшення розрахункової довжини гальмівного сліду веде до збільшення швидкості v_a та зупинного шляху. Інші експерти враховують, що при екстреному гальмуванні можуть бути заблоковані не тільки задні, але й передні колеса автомобіля. В цьому випадку до довжини виміряного сліду юзу входить і розмір бази автомобіля L . Оскільки будь-який сумнів можна тлумачити на користь обвинувачуваного, то в розрахунок вводять не повну довжину сліду юзу, а значення:

$$S_{ю} = S_{\phi} - L, \quad (2.64)$$

$$\begin{aligned} \text{при } S_{\phi} \geq 2L & \rightarrow S_{ю} = S_{\phi} - L; \\ \text{при } 2L < S_{\phi} \leq L & \rightarrow S_{ю} = L; \\ \text{при } S_{\phi} < L & \rightarrow S_{ю} = S_{\phi}. \end{aligned}$$

Іноді в експертній практиці необхідно визначити швидкість не тільки перед гальмуванням, але й у його процесі. Наприклад, якщо наїзд стався на деякій відстані $S''_{ю}$ від кінця гальмового сліду, то швидкість у момент наїзду, км/год:

$$v_n = \sqrt{26 j_{yct} S''_{ю}}. \quad (2.65)$$

Позначимо через $S'_{ю}$ довжину гальмового сліду від його початку до місця наїзду. Тоді $S_{ю} = S'_{ю} + S''_{ю}$ і вираз для початкової швидкості запишемо так, км/год:

$$v_a = 1,8 j_{yct} t_3 + \sqrt{26 j_{yct} S'_{ю} + v_n^2}. \quad (2.66)$$

На підставі формули (2.65) можна отримати ряд формул для визначення часу і шляху гальмування ТЗ у різні моменти:

$$t_4 = \frac{v_a - v_H}{3,6j_{ycm}} - \frac{t_3}{2}, \quad (2.67)$$

$$t_4 = \frac{7,2S_{ю}}{\sqrt{26j_{ycm}S_{ю}}}, \quad (2.68)$$

$$t_4 = \frac{7,2S_{ю}}{v_a - 1,8t_3j_{ycm} + v_H}, \quad (2.69)$$

$$S_4 = \frac{v_a^2 - v_H^2}{26j_{ycm}}, \quad (2.70)$$

$$S_4 = t_4 \frac{v_a}{3,6} - t_4^2 \frac{j_{ycm}}{2}, \quad (2.71)$$

$$S_4 = t_4 \frac{v_H}{3,6} + t_4^2 \frac{j_{ycm}}{2}, \quad (2.72)$$

$$S_4 = \frac{(v_a - 0,5t_3j_{ycm})^2 - v_H^2}{26j_{ycm}}. \quad (2.73)$$

Час руху ТЗ до і після наїзду визначають так:

– час до наїзду:

$$t'_4 = \frac{v_a}{3,6j_{ycm}} - 0,5t_3 - \sqrt{\frac{2S''_{ю}}{j_{ycm}}}, \quad (2.74)$$

– час після наїзду:

$$t''_4 = \sqrt{\frac{2S''_{ю}}{j_{ycm}}}. \quad (2.75)$$

Тоді час гальмування до наїзду:

$$T'_T = t_3 + t'_4 = \frac{v_a}{3,6j_{yсм}} - \sqrt{\frac{2S''_{ю}}{j_{yсм}}} + 0,5t_3. \quad (2.76)$$

Повний час гальмування:

$$T_T = t_2 + t_3 + \sqrt{\frac{2S_{ю}}{j_{yсм}}} = t_2 + t_3 + \sqrt{\frac{S_{ю}K_e}{4,9\varphi}}. \quad (2.77)$$

Зупинний час:

$$T_o = t_1 + t_2 + t_3 + \sqrt{\frac{2S_{ю}}{j_{yсм}}} = t_1 + t_2 + t_3 + \sqrt{\frac{S_{ю}K_e}{4,9\varphi}}. \quad (2.78)$$

Зупинний шлях можна визначити, використовуючи значення $S_{ю}$:

$$S_o = (t_1 + t_2 + t_3) \frac{v_a}{3,6} + S_{ю}. \quad (2.79)$$

Якщо з матеріалів справи відома величина зупинного шляху, то швидкість ТЗ перед гальмуванням, км/год:

$$v_a = 3,6 \left[\sqrt{(t_1 + t_2 + 0,5t_3)^2 j_{yсм}^2 + 2j_{yсм}S_o} - j_{yсм}(t_1 + t_2 + 0,5t_3) \right]. \quad (2.80)$$

Приклад 2.5 Визначити час гальмування і зупинний шлях, а також сповільнення легкового автомобіля ГАЗ-3110 „Волга” при екстремому гальмуванні з від’єднаним двигуном з повним використанням сил зчеплення зі швидкості 20 м/с до зупинки на сухій горизонтальній дорозі з бетонним покриттям ($\varphi_x = 0,7$). Вирахувати шукані значення, використовуючи мінімальні і максимальні значення часу реакції водія та спрацювання гальмового приводу.

Розв’язання

Усталене сповільнення автомобіля ГАЗ-3110 „Волга” в зазначених умовах гальмування дорівнює

$$j_{yсм} = \varphi_x g = 0,7 \cdot 9,81 = 6,87 \text{ м/с}^2.$$

Зупинний шлях можна розрахувати за формулою:

$$S_{\Gamma} = v_a(t_1 + t_2 + 0,5t_3) + \frac{v_a^2}{2j_{\text{уст}}},$$

тоді при мінімальних значеннях часу реакції водія та спрацювання гальмового приводу ($t_1 = 0,2$ та $t_2 = 0,05$ – для дискових гальмових механізмів):

$$S_{\Gamma 1} = 20(0,2 + 0,05 + 0,5 \cdot 0,05) + \frac{20^2}{2 \cdot 6,87} = 34,6 \text{ м},$$

а при максимальних ($t_1 = 1,5$ с та $t_2 = 0,07$ с)

$$S_{\Gamma 2} = 20(1,5 + 0,07 + 0,5 \cdot 0,2) + \frac{20^2}{2 \cdot 6,87} = 62,5 \text{ м}.$$

Час гальмування:

$$T_z = t_1 + t_2 + 0,5t_3 + \frac{v_a}{j_{\text{уст}}},$$

тоді

$$T_{z1} = t_{11} + t_{21} + 0,5t_{31} + \frac{v_a}{j_{\text{уст}}} = 0,2 + 0,05 + 0,5 \cdot 0,05 + \frac{20}{6,87} = 3,19 \text{ с},$$

$$T_{z2} = t_{12} + t_{22} + 0,5t_{32} + \frac{v_a}{j_{\text{уст}}} = 1,5 + 0,07 + 0,5 \cdot 0,2 + \frac{20}{6,87} = 4,58 \text{ с}.$$

Висновки: з розрахунків видно, що час реакції водія і стан гальмової системи значно впливають на довжину гальмівного шляху та час гальмування.

Приклад 2.6 Автомобіль, що має гальмові механізми на всіх колесах, рухається зі швидкістю 22 м/с по горизонтальній дорозі, що характеризується коефіцієнтом зчеплення $\varphi_x = 0,6$ і коефіцієнтом опору кочення 0,02.

Який мінімальний відрізок дороги необхідний для зниження швидкості автомобіля до 2 м/с?

Розв'язання

Сповільнення автомобіля у загальному випадку визначається за формулою:

$$j = \frac{\varphi_x + \psi}{\delta} g,$$

де ψ – коефіцієнт сумарного опору дороги;

δ – коефіцієнт урахування обертальних мас.

Оскільки дорога горизонтальна і коефіцієнт зчеплення шин автомобіля з дорожнім покриттям набагато більший за коефіцієнт опору кочення та взявши $\delta \approx 1$, то $j \approx \varphi_x g$.

Отже, мінімальна довжина шляху, на якому можна знизити швидкість до 2 м/с в даних умовах:

$$S_{\min} = \frac{v_0^2 - v_k^2}{2\varphi_x g} = \frac{22^2 - 2^2}{2 \cdot 0,6 \cdot 9,81} = \frac{484 - 4}{11,772} = 40,77 \text{ м.}$$

Мінімальна довжина шляху, на якому можна зупинити автомобіль в даних умовах:

$$S_{\min} = \frac{v_0^2}{2\varphi_x g} = \frac{22^2}{2 \cdot 0,6 \cdot 9,81} = \frac{484}{11,772} = 41,11 \text{ м.}$$

Висновок: в даних умовах руху автомобіль можна зупинити, подолавши гальмівний шлях 41,11 м, а знизити швидкість руху до 2 м/с – 40,77 м.

Приклад 2.7 Автомобіль, обладнаний гідравлічним приводом колісних гальмових механізмів, рухається по горизонтальній дорозі, що характеризується коефіцієнтом зчеплення $\varphi_x = 0,6$, зі швидкістю 20 м/с. На відстані 55 м перед автомобілем несподівано виникає перешкода. Водій натискає педаль гальма. Час реакції водія $t_1 = 0,5$ с, час запізнення спрацювання гальмового приводу $t_2 = 0,05$ с, а час, протягом якого сповільнення збільшується від нуля до максимального значення, дорівнює 0,2 с.

Визначити можливість зупинки автомобіля до перешкоди; значення коефіцієнта зчеплення, при якому автомобіль наїде на перешкоду.

Розв'язання

Формула, за якою визначається зупинний шлях автомобіля при екстреному гальмуванні:

$$S_2 = v_a(t_1 + t_2 + 0,5t_3) + \frac{v_a^2}{2\varphi_x g},$$

тоді

$$S_{\Gamma} = 20(0,5 + 0,05 + 0,5 \cdot 0,2) + \frac{20^2}{2 \cdot 0,6 \cdot 9,81} \approx 47 \text{ м.}$$

Оскільки перешкода виникла перед автомобілем на відстані 55 м, то автомобіль має можливість зупинитися до перешкоди.

Коефіцієнт зчеплення, при якому автомобіль наїде на перешкоду:

$$\varphi_x = \frac{v_0^2}{2g(S_{\bar{a}} - v_{\bar{a}}(t_1 + t_2 + 0,5t_3))} = \frac{20^2}{2 \cdot 9,81 \cdot (55 - 20 \cdot (0,5 + 0,05 + 0,5 \cdot 0,2))} = 0,485.$$

Висновок: за даними умовами руху водій має змогу зупинити автомобіль перед перешкодою; при коефіцієнті зчеплення шин автомобіля з дорожнім покриттям 0,485 автомобіль наїде на перешкоду.

Контрольні запитання

1. Що називають тяговим балансом автомобіля? Запишіть його у загальному вигляді.
2. Зарисуйте схему сил, які діють на автомобіль при прямолінійному русі.
3. Зарисуйте схему сил, які діють на автомобіль при гальмуванні.
4. Що таке коефіцієнт зчеплення? Які різновиди його бувають?
5. Які фактори найбільше впливають на коефіцієнт зчеплення?
6. Що таке АБС? Основне її призначення.
7. Назвіть існуючі варіанти систем АБС.
8. Охарактеризуйте основні складові частини типової АБС.
9. Зарисуйте та поясніть гальмівну діаграму.
10. Чим відрізняється типова гальмівна діаграма від отриманої за допомогою деселерометра?
11. Що таке усталене сповільнення автомобіля і як воно визначається?
12. Що таке гальмівний шлях, чим він відрізняється від зупинного?
13. Запишіть формулу для визначення зупинного шляху автомобіля.
14. Як визначають швидкість автомобіля перед гальмуванням?

3 ОГЛЯД МІСЦЯ ДТП

3.1 Визначення та фіксування слідів на місці пригоди

Вивчення обстановки на місці пригоди дозволяє виявити причини її виникнення, що значно полегшує завдання реконструкції всієї пригоди – від початку небезпечної обстановки до кінцевого розташування машин і людей.

Огляд місць скоєння ДТП відіграє суттєву (якщо не визначальну) роль, впливаючи як на строки, так і на якість розслідування. Цей огляд проводиться слідчим, дізнавачем або інспектором ДАІ. Зазначені особи можуть залучати для огляду місця ДТП та транспортних засобів також спеціалістів-автотехніків. Використання знань спеціаліста сприяє повноті, об'єктивності та всебічності дослідження обставин пригоди, виявленню слідів та інших об'єктів, що містять пошукову і доказову інформацію.

Дії спеціаліста визначаються при цьому вимогами кримінально-процесуального кодексу (КПК) та відомчими нормативними актами.

Спеціаліст-автотехнік обов'язково (або при першій можливості) повинен залучатися для участі в огляді місця ДТП з людськими жертвами, а також у випадках, коли водій разом з транспортним засобом втік з місця пригоди. При інших обставинах питання про залучення спеціаліста-автотехніка вирішується слідчим на його розсуд.

Участь спеціаліста-автотехніка в огляді місця ДТП чи транспортних засобів полягає у наданні допомоги слідчому при вирішенні специфічних питань, які належать до галузі автомобільної техніки.

Основними задачами, при вирішенні яких необхідна допомога спеціаліста-автотехніка, є такі:

- оперативне виявлення, фіксування слідів та вилучення інших об'єктів, що мають значення для аналізування механізму пригоди;
- визначення технічного стану транспортного засобу в момент ДТП (чи до неї, в момент і після неї);
- подання орієнтовної інформації про марку, модель, особливості транспортного засобу, який втік з місця пригоди;
- встановлення технічних причин та умов, що сприяли виникненню ДТП.

На місці ДТП об'єктами огляду повинні бути: дорожнє полотно, дорожні знаки, перешкоди штучного або природного походження, транспортні засоби, їх сліди, тіла загиблих та ін.

Однією з особливостей огляду місця ДТП є негайність його проведення з метою забезпечення повноти, всебічності та об'єктивності дослідження обстановки на місці пригоди. Інтенсивний рух транспорту та пішоходів, зміна погодних умов можуть змінити фактичну обстановку,

знищити чи пошкодити сліди та інші речові докази.

Сам перебіг подій та їх наслідки виникають через взаємодію чотирьох основних елементів: дорожньої обстановки, транспортного засобу, водія та перешкоди.

Якщо розглядати такий елемент як дорожня обстановка, то вона сама по собі та її окремі деталі можуть бути технічною причиною ДТП, а саме: незадовільне планування доріг; недосконалість дорожнього покриття, споруд та засобів регулювання, дефекти дорожнього полотна; мала пропускна спроможність вулиць; незадовільна оглядовість, особливо на перехрестях; погана видимість, зокрема, в темноті, в умовах туману, на поворотах; відсутність освітлення чи погана видимість дорожніх знаків, вуличних магістралей і вкрай несприятливі метеорологічні умови та ін.

Другий елемент - транспортний засіб - може бути найбільш активним в розвитку ДТП.

Всі автотранспортні засоби можна розділити на дві групи: транспортні засоби, що мають несправності, особливо тих агрегатів та вузлів, що впливають на безпеку руху, і справні транспортні засоби, які з інших технічних причин об'єктивного характеру брали участь у ДТП.

Третій елемент ДТП – водій – потребує специфічного дослідження на місці пригоди методом огляду з метою визначення його психофізіологічного стану (зокрема, чи не перебував він у стані алкогольного сп'яніння, чи у хворобливому стані, а також які в нього навички керування транспортним засобом).

Четвертим, і одним із найважливіших елементів ДТП, є пішохід або пасажир (перешкода), якщо йому (їм) спричинені тілесні ушкодження.

На поведінку пішохода суттєво впливають: умови його знаходження на вулиці (дорозі), наявність тротуарів, переходів, загорож, поганий стан дороги та ін.

Отже, однією з особливостей огляду місця ДТП є необхідність дослідження на місці всіх її елементів, механізму їх дії та взаємодії.

Місце ДТП завжди має на собі відбитки події: сліди кочення, гальмування, бокового ковзання, удару, пошкодження, відшарування, подряпини, переміщення і т. д. На транспортному засобі можуть бути сліди контакту з людиною, на людині - сліди контакту з транспортним засобом.

Всі дані, зібрані на місці ДТП, в подальшому використовуються при дослідженні механізму пригоди та встановленні її причин.

3.1.1 Загальний огляд

Загальний огляд починається з ознайомлення із загальною обстановкою місця пригоди в цілому, яка зберігалась до моменту початку огляду. Слід виконати оглядове орієнтоване фотографування згідно з загальними правилами фотографування місця пригоди. При оглядовому

фотографуванні бажано місце пригоди сфотографувати також зверху, наприклад, з верхніх поверхів будинків, кузова чи даху автомобіля. При фотографуванні слід застосувати прилади (масштабні лінійки великих розмірів, спеціальні квадрати з розмірами сторін 0,2×0,2 м і 0,5×0,5 м чи 1,0×1,0 м), які дозволили б потім, у разі потреби, одержати додаткові необхідні розмірні параметри навіть з фотографій. В процесі загального огляду уточнюються завдання, які повинні бути вирішені при подальшому детальному огляді.

Межі огляду в кожному конкретному випадку визначаються, виходячи з основної мети - виявити сліди та встановити фактичні дані, які є суттєвими для з'ясування всіх обставин пригоди. Місце ДТП може мати значну довжину і, як це часто буває, заздалегідь визначити його межі буває важко. Слід рекомендувати лінійний спосіб огляду.

Зону огляду можна обмежити лише впевнившись, що слідів чи об'єктів, які причетні до даної ДТП, за її межами немає.

3.1.2 Детальний огляд

Залежно від характеру ДТП спеціаліст визначає значимість об'єктів, які знаходяться на місці пригоди. Послідовність фіксування визначається стійкістю (збережуваністю) слідів. Доцільним є такий порядок роботи:

- виявлення, фіксування та вилучення слідів, які характеризують транспортний засіб, у тому числі й той, що зник з місця пригоди, (уламків, частинок лакофарбового покриття, слідів паливомастильних матеріалів, охолоджувальної рідини, інших нестійких слідів);
- визначення та фіксування даних про дорожні умови і обстановку;
- огляд транспортних засобів.

Спеціаліст-автотехнік може бути залучений і для огляду трупа (спільно з судово-медичним експертом). При цьому він надає допомогу у вирішенні питань про виявлення слідів транспортного засобу на одязі і тілі, про механізм їх контакту та ін.

Окремі ділянки (вузли) місця пригоди фіксуються за правилами вузлової фотозйомки: фотографуються транспортні засоби, трупи, різноманітні сліди, неправильно встановлені дорожні знаки, дефекти дорожнього покриття і ін.

Детальна зйомка застосовується для фіксування різноманітних слідів та незначних за розмірами предметів у великому масштабі. До них належать, зокрема, пошкодження на транспортному засобі, на трупі, сліди кочення, волочіння, гальмування, бокового ковзання, деталі, які відділилися від транспортного засобу, інші об'єкти.

При встановленні даних про дорожню обстановку визначаються та

фіксуються [8]:

1. Напрямок дороги, вулиці відносно сторін горизонту (за компасом), а також відносно меж населеного пункту;
2. План дороги (пряма ділянка, перехрестя і його форма, повороти, закруглення дороги, вулиці, в який бік);
3. Поздовжній профіль дороги (горизонтальна ділянка, підйом чи уклон, їх величина і напрямок);
4. Поперечний профіль дороги (опуклий, горизонтальний, двоскатний, односкатний і в який бік, величина);
5. Ширина проїжджої частини;
6. Тип дорожнього покриття (асфальт, асфальтобетон, цементобетон, бетон, бруківка, гравій, пісок, ґрунт та ін.);
7. Стан дорожнього покриття (сухе, мокре, забруднене, вкатаний чи некатаний сніг, мокрий сніг, ожеледь та ін.);
8. Пошкодження дорожнього покриття;
9. Ширина правого чи лівого узбіччя;
10. Тип покриття узбіччя і його стан (укріплене, м'яке, вкрите щебенем, піском, травою, снігом, кригою та ін.);
11. Пошкодження на узбіччях;
12. Ширина тротуарів;
13. Висота бордюрів (в см.);
14. Перешкода на дорозі, вулиці, узбіччях, тротуарах;
15. Глибина кюветів;
16. Довжина відкосів кюветів, їх стан;
17. Дорожні знаки на відстані 300 м в обидва боки від центра місця ДТП, зона дії знаків, правильність їх встановлення і стан;
18. Розмітки проїжджої частини в зоні місця ДТП;
19. Навколишнє оточення місця ДТП (відкрита місцевість, дерева, будови, обриви, відкоси і т. ін.);
20. Спосіб регулювання руху на регульованому перехресті (регулювальник, світлофор, його тип, режим роботи, місце встановлення, справність);
21. Видимість поверхні проїжджої частини по осьовій лінії дороги від центра місця пригоди вперед чи назад;
22. При можливості вимірюється коефіцієнт зчеплення шин коліс транспортного засобу з дорожнім покриттям.

При фіксуванні місцеположення транспортних засобів на проїжджій частині необхідно визначити їх координати як по ширині (проїжджої частини), так і по довжині, причому для "прив'язки" вибирається не менше двох базових точок автомобіля, які визначаються, в свою чергу, також двома розмірами; при наявності причепа його розташування фіксується так само. Доцільніше за базову точку на автомобілі приймати точку зовнішнього краю бігової доріжки протектора шини під віссю колеса.

За допомогою техніко-криміналістичних засобів фіксуються та вилучаються зафіксовані сліди (або зліпки з них), а також предмети, що мають значення для розслідування (частини та деталі транспортних засобів, уламки скла та ін.). Фіксується стан тієї ділянки дорожнього покриття, з якої вилучається слід, вигляд зафіксованого сліду, його розміри, особливості, ознаки, що вказують напрямок руху.

Крім цього, потрібно зафіксувати:

23. Вид, тип транспортного засобу, його марку, модель, держномер;

24. Положення механізмів керування, стан зовнішніх світлових приладів та покази контрольних приладів транспортного засобу;

25. Положення дверей кузова чи кабіни та запірних пристроїв бортів вантажної платформи;

26. Вид вантажу, його габарити, спосіб кріплення та кількість;

27. Моделі, розміри та номери шин (якщо є пошкодження, та їх характер, локалізація і розміри);

28. Сліди ДТП на транспортному засобі: (ввігнутості, подряпини, поломки, розриви, відбитки сторонніх тіл і ін., що знаходяться в кабіні, кузові чи зовні транспортного засобу) їх характер, форма, розмірні дані (в трьох вимірах) і положення відносно передньої частини транспортного засобу та поверхні дороги (землі);

29. Сліди від коліс транспортних засобів: їх характер, форма, розмірні дані (окремого сліду і колії), ознаки напрямку руху, розташування слідів відносно краю проїжджої частини дороги та відносно транспортного засобу.

Сліди від коліс транспортного засобу є дуже важливим фактором розкриття механізму ДТП, їх вивченню та фіксуванню повинна бути приділена особлива увага. Сліди від коліс транспортного засобу, що рухається, можуть утворюватися в результаті кочення коліс, бокового їх ковзання і гальмування (поздовжнього ковзання). Вивчення слідів - складний процес, який потребує знання основних законів слідоутворення та наявності фотознімків експериментальних слідів при різних режимах руху транспортних засобів.

Прямі сліди фіксуються п'ятьма розмірами: довжина сліду, ширина сліду, відстань від початку сліду до одного з узбіч (тротуару), відстань від кінця сліду до цього ж узбіччя (тротуару) і відстань від кінця сліду до транспортного засобу, який зупинився.

Якщо слід не прямий, а має дугоподібну форму, то, крім цього, вимірюється довжина хорди дуги та висота сегмента, який утворений хордою та дугою. До розмірних даних записують ознаки, за якими слід відносять до кочення чи до бокового ковзання коліс.

Якщо є два сліди, то необхідно обов'язково заміряти ширину кожного з них і відстань між слідами. Якщо відстань між середніми лініями слідів виявиться більшою, ніж колія транспортного засобу, то, в

такому випадку, мало місце бокове ковзання коліс.

Бажано до протоколу огляду місця ДТП додати фотознімки слідів коліс транспортного засобу, виконані перпендикулярно до поверхні дороги з накладанням на дорогу вздовж сліду мірної стрічки з чіткими поділками.

Заміри та описи слідів гальмування виконуються так само, як і слідів кочення (чи ковзання). Водночас при фіксуванні слідів гальмування необхідно особливо звернути увагу на ознаки, які дозволяють встановити відмінності в них, і, відповідно, встановити, якими конкретно колесами залишені сліди гальмування - лівими чи правими, передніми, задніми чи всіма.

Якщо у події задіяні два чи більше транспортних засобів, то опис слідів їх руху необхідно проводити окремо в кожному випадку тільки в напрямку їх руху.

Найчастіше на місці ДТП виявляються осколки скла від транспортних засобів: зона їх розсипання та концентрація дозволяють зробити висновки про місце пригоди відносно ширини проїжджої частини дороги і відстані до орієнтирів. Тому фіксування розташування осколків скла виконується в такому порядку. Зона розсипання осколків розкреслюється прямими лініями на квадрати зі сторонами 0,5 м чи 1,0 м залежно від площі розсипання. В кожному з квадратів підраховується кількість зібраних осколків за їх належністю до деталей транспортних засобів (скло фар, підфарників, переднє вітрове скло і т. д.). На схемі до протоколу огляду місця ДТП вказується зона розсипання осколків, а на окремому листку міліметрового паперу накреслюються квадрати, в яких цифрами вказується кількість зібраних осколків за їх належністю;

30. Інші сліди та предмети, їх характер, форма, розмірні дані та положення відносно краю проїжджої частини та транспортного засобу;

31. Труп, його характерні ознаки, поза і місце розташування відносно краю проїжджої частини та транспортного засобу;

32. Сліди на трупі і його одязі, взутті, їх характер, форма, розмірні дані і розташування відносно підшов (тобто вказується відстань від підшов до кожного сліду).

Якщо з місця пригоди зник тільки водій (або якщо необхідно визначити, хто з осіб, що були в салоні автомобіля, в момент ДТП керував транспортним засобом), то необхідно виявити, зафіксувати та вилучити сліди взуття водія (на ґрунті та на підлозі кабіни транспортного засобу), сліди рук (в т. ч. і відбитки пальців) водія на внутрішніх та зовнішніх поверхнях транспортного засобу, волокна та волосся на місці водія, інші сліди чи предмети, які можуть про це свідчити.

З метою визначення механізму ДТП необхідно при огляді місця ДТП також виявити:

- сліди, які вказують на характер і напрям (смугу) руху транспортного засобу та перешкоди (якщо вона перед контактуванням

переміщувалася);

- сліди, що визначають характер взаємодії транспортного засобу з перешкодою, іншим транспортним засобом, пішоходом при контактуванні та після нього.

Зафіксовану в протоколі огляду місця ДТП обстановку допомагає з'ясувати схема, яка є додатком до вказаного протоколу.

Схема до протоколу огляду місця ДТП повинна містити такі реквізити:

- найменування;
- місце скоєння ДТП (назва автомобільної дороги, населеного пункту, вулиці, кілометр, перехрестя, номер будинку і ін.);
- дата (рік, місяць, число) і час скоєння ДТП;
- посада, звання, прізвище, ім'я та по батькові особи, яка склала схему;
- прізвища, підписи понятих, а також інших осіб, що брали участь в огляді місця ДТП;
- умовні позначення, які використовувались при складанні схеми;
- масштаб, в якому вона виконана.

Графічному фіксуванню на схемі підлягають відомості про:

- ділянку дороги, де сталася ДТП;
- відносно стійкі орієнтири, до яких на схемі здійснюється прив'язка об'єктів чи слідів, що мають відношення до ДТП;
- транспортні засоби, які брали участь у ДТП, координати їх розташування відносно елементів проїжджої частини та стійких орієнтирів;
- сліди від коліс транспортного засобу - їх розташування відносно елементів проїжджої частини, довжина від початку до кожного колеса транспортного засобу з зазначенням розривів, довжина слідів на ділянках з різним покриттям або з різнорідним станом покриття;
- потерпілий (труп) - його розташування відносно транспортного засобу, елементів проїжджої частини і слідів на місці пригоди;
- інші сліди та предмети, які мають відношення до ДТП - розташування частин та інших об'єктів, що відділились від транспортного засобу (уламки кузова, частинки фарби, осколки скла, обсипаний ґрунт, сліди рідин та мастил і ін.) відносно елементів проїжджої частини, транспортного засобу, розміри слідів від крові, площа розсипаних осколків скла, обсипаного ґрунту та ін.;
- ширина проїжджої частини, включаючи роздільні смуги;
- ширина тротуарів, узбіч, профілю кюветів;
- радіус повороту;
- розміри ділянок з різнорідним покриттям;
- розміри ділянок з різнорідним станом дорожнього покриття;

- розміри і розміщення дефектів дорожнього покриття;
- розташування дорожньої розмітки;
- розташування дорожніх знаків і засобів регулювання дорожнього руху;
- розташування шлагбаума, засобів сигналізації, дорожніх знаків на залізничному переїзді;
- координати місця зіткнення, наїзду відносно стійких орієнтирів.

Схема, як правило, складається безпосередньо на місці ДТП. Використовується бланк, виготовлений з міліметрового паперу розміром 400×280 мм у масштабі 1:200 (у 1 см - 2 м).

Якщо на місці ДТП була складена чорнова схема, то її чистовий варіант складається у черговій частині підрозділу ДАІ чи органу внутрішніх справ. Чорновий варіант схеми також залучається до протоколу огляду. Реквізити і зміст чорнового та чистового варіантів повинні бути однаковими. Обидві схеми повинні бути підписані понятими і особами, які брали участь в огляді, а також слідчим (дізнавачем).

При складанні схеми слід дотримуватися таких рекомендацій:

- використовувати спеціальні креслярські прилади (лінійки, лекала та ін.);
- користуватися загальноприйнятими графічними зображеннями об'єктів та умовними позначеннями;
- не порушувати масштабності зображень;
- якщо є необхідність, деталізувати певну ділянку схеми;
- використовувати винесення фрагментів;
- використовуючи кольорові барвники, намагатися уникати зайвої строкатості, якщо це затрудняє читання схеми.

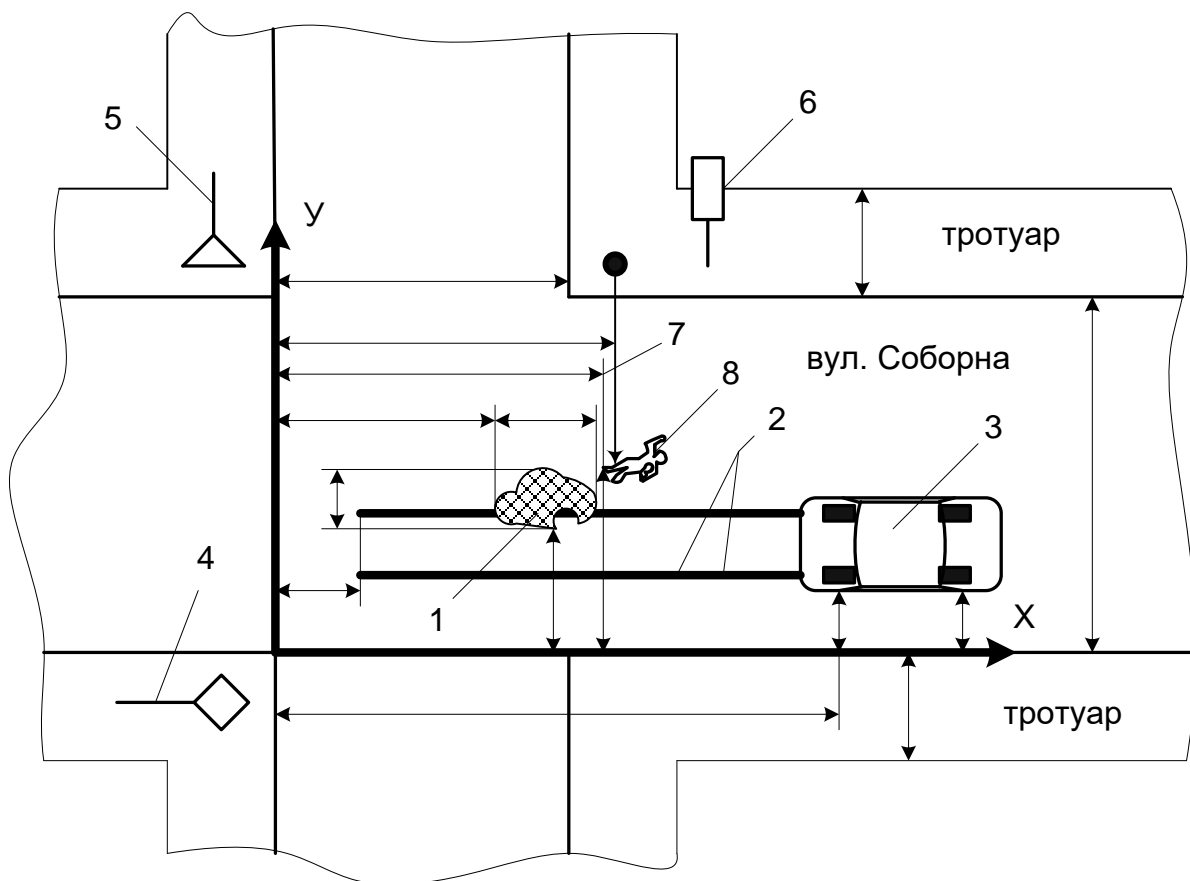
Важливе значення має достовірність вимірювань, що виконуються при огляді місця ДТП. Приблизний вигляд схеми показано на рис. 3.1.

При проведенні замірювань на місці ДТП рекомендується [8]:

- користуватися стандартною мірною стрічкою (рулеткою). Найбільш зручна рулетка на тканинній основі довжиною 10-20 м. Для вимірювань невеликих ділянок доцільно мати також рулетку довжиною від 1 до 2 м;
- вимірювання виконувати під прямим кутом до поздовжньої та поперечної осей проїжджої частини;
- забезпечувати максимальну точність;
- фіксувати точки, між якими проводяться вимірювання;
- при фіксуванні розташування транспортних засобів замірювання виконувати від центрів осей коліс (допускається також проведення замірювань від крайніх габаритних точок);
- намагатися проводити замірювання до однієї базової лінії.

Кінцеве з'ясування механізму ДТП часто потребує виконання в подальшому експертних досліджень та розрахунків, проведення експериментів, тому говорити про технічні аспекти механізму ДТП в процесі огляду експерт повинен тільки на основі встановлених на місці фактичних даних. Вони можуть бути використані при побудові слідчих версій та в оперативних цілях.

Маючи в розпорядженні дані, що визначають механізм ДТП, можна попередньо робити висновки про технічні причини пригоди, умови її виникнення, момент виникнення небезпеки для руху та про те, в результаті яких дій (чи їх відсутності) виникла ДТП.



1 – осколки скла; 2 – сліди від гальмування; 3 – автомобіль ВАЗ-2105;
 4 – дорожній знак 2.3 "Головна дорога"; 5 – дорожній знак 2.1 "Дати дорогу"; 6 – дорожній знак 5.35.2 "Пішохідний перехід"; 7 – напрямок руху пішохода; 8 – труп пішохода

Рисунок 3.1 – Схема ДТП за участю автомобіля ВАЗ-2105 під керуванням водія Сидорова І. Н.

3.2 Огляд дороги

Перш за все фіксуються найменування дороги (кілометр, назва вулиці, перехрестя) і координати місця пригоди відносно стійких орієнтирів (житлових будинків, адміністративних споруд, дорожніх споруд, мачт ліній освітлення, зв'язку і ін.). Вимірювання проводяться з точністю до 1 м.

Далі визначаються такі обставини:

– поздовжній та поперечний профілі дороги (уклон, підйом, радіус повороту, горизонтальна ділянка, вершина підйому, кінець уклону, крива в плані та ін.).

Дані про величину та довжину уклону чи підйому, а також радіус повороту (кривої) можна одержати у відповідних дорожніх службах. При відсутності необхідної документації радіус кривої в плані визначають безпосередньо на місцевості. Для цього на осі дороги чи по її зовнішньому радіусу в межах кривої фіксуються дві довільно вибрані точки так, щоб величина хорди, яка стягує дугу кола, була не меншою 20 м.

За відомою довжиною хорди S та висотою сегменту h радіус повороту R може бути визначений за формулою (рис. 3.2.):

$$R = \frac{S^2 + 4h^2}{8h}. \quad (3.1)$$

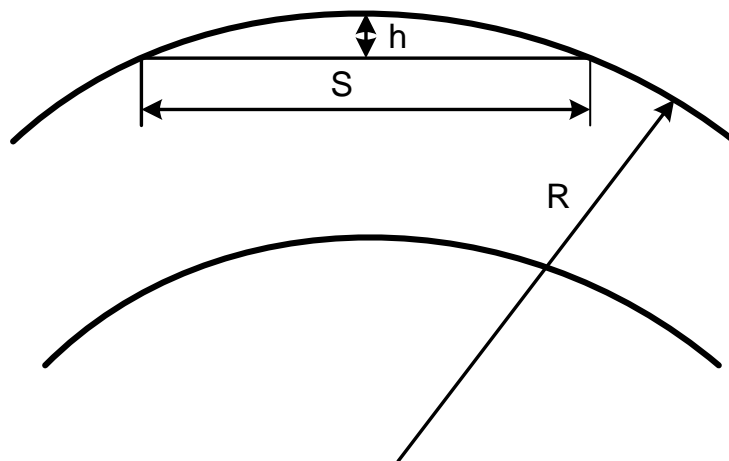


Рисунок 3.2 – Визначення радіуса кривизни дороги (по її зовнішній межі)

За величину радіуса кривої може бути прийняте значення, вираховане на основі 3-5 вимірювань;

– вид покриття проїжджої частини дороги (асфальтобетонне, цементобетонне, гравійне, бруківка, ґрунтове та ін.) і його стан (сухе, мокре, забруднене, вкрите снігом (вкатане чи зледеніле); при

неоднорідності стану покриття вказуються розміри ділянок криги, снігу, мокрог болота та ін.);

- ширина проїжджої частини, розміри роздільних смуг та інших елементів дороги;

- дефекти покриття проїжджої частини (підвищення, впадини, вибоїни, хвилястість), їх розміри та координати відносно елементів проїжджої частини;

- наявність дорожньої розмітки (якої саме);

- ширина тротуару, узбіччя, висота бордюрів, профіль кювету; їх стан (сухі, мокрі, забруднені, вкриті снігом);

- наявність на тротуарі, узбіччі чи прилеглій території по обидва боки дороги дорожніх споруд, металевих чи інших загороджень, кущів, дерев, будов, мачт, опор та ін., їх розташування відносно проїжджої частини, розміри, вплив на оглядовість;

- порядок руху, встановлений на даній ділянці дороги (односторонній, двосторонній, реверсивний по смугах);

- спосіб регулювання руху в місці пригоди;

- наявність та тип світлофорів чи інших засобів технічного регулювання дорожнього руху, їх справність та режим роботи в момент огляду;

- наявність дорожніх знаків, їх дислокація (вказуються точні координати їх розташування відносно місця ДТП і меж проїжджої частини дороги);

- зона дії дорожніх знаків;

- стан засобів зв'язку, механізмів та сигналів на залізничному переїзді;

- освітлення ділянки дороги (вулиці), джерела світла, місця їх розташування (вказати, які з них увімкнені в момент огляду);

- погодні умови (ясно, сонячно, похмуро); наявність опадів (дощ, сніг, заметіль, туман), сила вітру (якщо цей фактор міг вплинути на подію), температура повітря;

- стан оглядовості та видимості дороги.

3.3 Визначення місця зіткнення транспортних засобів

Визначення місця зіткнення транспортних засобів в багатьох випадках є одним із вирішальних моментів при аналізуванні механізму дорожньо-транспортної пригоди і оцінці дій її учасників.

Успішне рішення цього питання, в першу чергу, залежить від повного, якісного і всебічного огляду місця пригоди, а також виявлення і фіксування слідової інформації.

До основних ознак, які можуть свідчити про конкретне розташування транспортних засобів на проїжджій частині під час зіткнення належать:

- сліди, які залишив транспортний засіб на місці пригоди, їх характер, розташування, довжина. Це можуть бути сліди від тертя, подряпини, які залишають пошкоджені деталі, сліди, які залишає рідина (вода, мастила, бензин та ін). Вони допомагають визначити траєкторію зближення транспортних засобів, їх віддалення один від одного, а також визначити місце зіткнення;

- сліди, що утворилися після зіткнення, об'єкти, які відокремились від транспортних засобів. Це можуть бути подряпини, вибоїни, сліди від тертя, які створені вантажем, що випав, чи відокремленими деталями;

- розташування ділянки, дороги, де скопичилися відокремлені дрібні деталі (частки). Це може бути земля, яка відокремилась від нижніх частин автомобіля, шматки бруду, льоду, осколки скла, уламки пластмаси, рідина, яка вилилась;

- розташування на дорозі причетних до ДТП об'єктів;

- розташування і концентрація отриманих транспортними засобами при зіткненні пошкоджень.

На практиці експерт або особа, яка з'ясовує обставини ДТП, має далеко не всю наведену вище інформацію. Деякі ознаки взагалі не властиві певним зіткненням, інші не зафіксовані належним чином (без розміру) чи не виявлені. Тому в кожному конкретному випадку при визначенні місця зіткнення потрібно брати до уваги тільки ті інформативні ознаки, які належним чином зафіксовані у відповідних матеріалах.

Варто зазначити, що при зіткненні транспортних засобів, як правило, на дорозі залишаються сліди (інформативні ознаки), які свідчать про розташування транспортних засобів в момент контакту. Однак огляд місця пригоди нерідко проводиться неякісно і сліди не фіксуються. Тому необхідно дуже ретельно обстежувати місце зіткнення і належним чином фіксувати всю слідову інформацію. Для аналізування механізму ДТП важко переоцінити здобуту на місці пригоди інформацію. Зате втрачену інформацію (належним чином не зафіксовану) у майбутньому дуже важко, а здебільшого неможливо поновити.

Нижче наведені основні ознаки, які свідчать про місце зіткнення:

- різке відхилення сліду від початкового напрямку, яке виникає при ексцентричному ударі по транспортному засобу чи ударі по передньому колесі;

- поперечне відхилення сліду, яке виникає при центральному ударі і незмінному стані передніх коліс. Незначне поперечне відхилення сліду можна виявити розглядаючи його у поздовжньому напрямку з незначної висоти;

- слід від бокового зсуву незаблокованого колеса, який виникає в

момент зіткнення в результаті поперечного зміщення транспортного засобу або різкого повороту передніх коліс. Такі сліди, як правило, малопомітні;

– закінчення або переривання слідів юзу, що виникає в момент зіткнення внаслідок раптового підвищення навантаження і порушення блокування колеса або відриву колеса від поверхні дороги;

– слід від юзу одного колеса, на яке припав удар і заклинив його (іноді на короткий проміжок часу). При цьому необхідно враховувати напрямок утворення сліду (виходячи з розташування транспортних засобів після зіткнення);

– сліди тертя на дорожньому покритті від деталей пошкодженої ходової частини. Такі сліди здебільшого починаються біля місця зіткнення;

– відбитки при пересуванні обох транспортних засобів. Місце зіткнення визначається у точці перетину напрямку цих слідів з урахуванням розташування транспортних засобів в момент зіткнення, а також розташування на них деталей, які утворили сліди.

Однією із найбільш інформативних ознак, яка досить точно вказує на місце зіткнення, є місце, де відокремився ґрунт від транспортного засобу під час зіткнення (від деталей, які деформуються: крила, бризковики, днище кузова та ін.). На місці пригоди важливо з'ясувати не тільки з якого транспортного засобу відокремилась земля, але і з якої його частини. Земля, яка відокремлюється від різних транспортних засобів, як правило, відрізняється за кольором і кількістю. В разі потреби призначається хімічна експертиза для визначення транспортного засобу, від якого відокремилась земля.

При зіткненні транспортних засобів здебільшого пошкоджуються (розбиваються) пластмасові та скляні деталі, їх уламки розлітаються у напрямку руху автомобіля і падають на дорогу по еліпсоподібній траєкторії. При цьому дрібні уламки, а також дрібні грудочки землі розсипаються ближче до місця зіткнення. Відстань від місця зіткнення до найближчої межі еліпса приблизно дорівнює відстані, яку в поздовжньому напрямку подолають уламки за час вільного падіння. Цю відстань можна приблизно визначити за формулою, м:

$$S = 0,125 \cdot V_a \sqrt{h}, \quad (3.2)$$

де V_a - швидкість руху транспортного засобу, км/год;

h - висота розташування на ТЗ нижніх частин уламків, м.

У випадку, коли пересування уламків по поверхні дороги ускладнюється (мокра поверхня з брудом, ґрунтова дорога, бруківка та ін.) місце зіткнення можна визначити більш точно.

Враховуючи знаходження дальньої межі розташування уламків, можна визначити місце зустрічного зіткнення. Якщо транспортні засоби мали однотипні виробниці зі скла і характер їх пошкодження аналогічний, то максимальна відстань, на яку вони можуть бути відкинуті у поздовжньому напрямку по дорозі, прямо пропорційна квадратам їх швидкостей в момент зіткнення.

Виходячи із наведеного, місце зіткнення (рис. 3.3) буде знаходитись від дальньої межі уламків скла першого автомобіля на відстані

$$S_1 = S_n \frac{V_1^2}{V_1^2 + V_2^2}, \text{ м}, \quad (2.3)$$

де S_n - повна відстань між дальніми межами осколків скла;

S_1 - дальня межа осколків скла першого автомобіля.

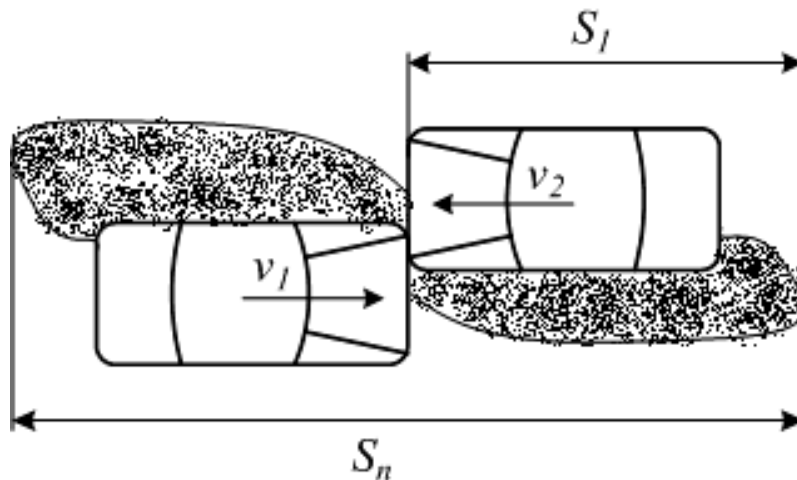


Рисунок 3.3 – Визначення місця зіткнення, виходячи із відстані розсипаних осколків скла

Слід зауважити, що при зіткненні частина уламків може залишитись на капоті, пересуватись разом з автомобілем і впасти на дорогу в місці зупинки автомобіля. На це потрібно звертати увагу при огляді місця пригоди і враховувати при визначенні місця зіткнення.

В практичній діяльності експертів іноді застосовуються розрахунки для визначення місця зіткнення, а також перевірка технічного обґрунтування показань тих чи інших осіб.

Контрольні запитання

1. Коли обов'язково повинен залучатися спеціаліст-автотехнік для огляду місця ДТП?
2. Назвіть основні задачі, при розв'язанні яких необхідна допомога спеціаліста автотехніка.
3. Що на місці ДТП є об'єктами огляду?
4. Що таке загальний огляд місця ДТП?
5. Який порядок рекомендується при детальному огляді місця скоєння ДТП?
6. Як зафіксувати місцезнаходження ТЗ на проїжджій частині?
7. Як фіксуються сліди від гальмування транспортних засобів?
8. Які реквізити повинна містити схема до протоколу про ДТП?
9. Яка найбільш інформативна ознака, яка досить точно вказує на місце зіткнення?
10. Який характер розміщення скляних та пластмасових уламків при зіткненні?
11. Як визначити місце зіткнення, виходячи з розповсюдження уламків?

4 МОМЕНТ ВИНИКНЕННЯ НЕБЕЗПЕКИ РУХУ

4.1 Значення моменту виникнення небезпеки руху при аналізуванні механізму дорожньо-транспортних пригод

В пункті 12.3 Правил дорожнього руху (ПДР) зазначено, що у разі виникнення перешкоди або небезпеки для руху, яку водій об'єктивно спроможний виявити, він повинен негайно вжити заходів для зменшення швидкості аж до повної зупинки транспортного засобу чи безпечного для інших учасників руху об'їзду перешкоди.

Ця вимога зобов'язує водія в момент виникнення перешкоди або небезпеки (МВН) для руху вжити необхідні заходи для уникнення дорожньо-транспортної пригоди. Варто зазначити, що при зіткненні транспортних засобів МВН визначається для того водія, який мав перевагу на першочерговий проїзд відповідно до вимог ПДР.

В Правилах дорожнього руху визначені поняття "небезпека" та "перешкода для руху".

Небезпека руху – зміна дорожньої обстановки або технічного стану транспортного засобу, яка загрожує безпеці дорожнього руху і змушує водія зменшити швидкість чи зупинитися.

Перешкода для руху – нерухомий об'єкт у межах смуги руху транспортного засобу або об'єкт, що рухається попутно чи назустріч у межах цієї смуги і змушує водія маневрувати або зменшувати швидкість аж до зупинки транспортного засобу.

Практика свідчить про те, що як водіями, так і спеціалістами (слідчий, суддя, прокурор, адвокат і т. д.) МВН визначається виходячи із власного досвіду та загальновідомих понять. В такому випадку важливе значення для визначення МВН має суб'єктивне сприйняття обставин ДТП. Становище водія, який за дуже малий проміжок часу в складній дорожньо-транспортній ситуації (ДТС) повинен прийняти правильне рішення, яке відповідає вимогам ПДР і спрямоване на запобігання ДТП чи зменшення її негативних наслідків, досить важке. Ситуація ускладнюється тим, що багато водіїв не розуміють або не знають суті існуючих положень, на підставі яких судово-слідчі органи визначають МВН, оцінюють дії учасників ДТП і вирішують питання вини.

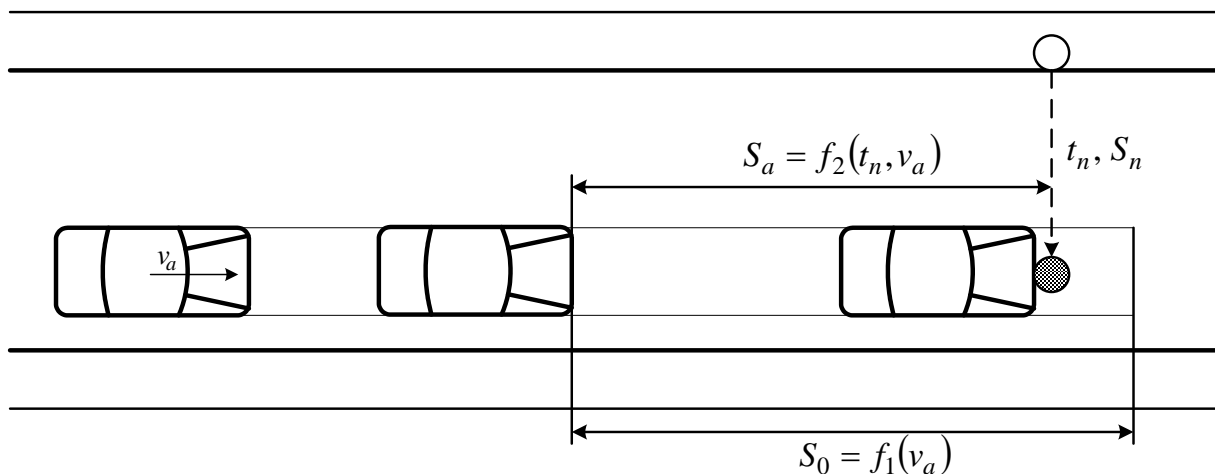
Наведене зумовлюється тим, що під час навчання водіїв не знайомлять, чи знайомлять в недостатньому обсязі, з положеннями з визначення МВН, а також відсутністю доступної літератури з цього питання. Отже, водій реагує на небезпеку руху більше інтуїтивно, ніж на підставі певних знань, і слухність прийняття рішення залежить від його особистого досвіду та вміння діяти у критичній ситуації. Майже аналогічне відбувається і при розслідуванні ДТП. Ті ж помилки і за тих же причин повторюються уже на стадії визначення вини водія у скоєнні ДТП. Тому

важливо визначити тлумачення поняття "небезпека" і "типові ситуації" МВН.

В різній юридичній і технічній літературі поняття "небезпека руху" називають по-різному: "дорожньо-транспортна безпека", "перешкода для руху", "конкретна безпека", "створення чи виникнення небезпечних обставин" і т. д.

В даному випадку для аналізування механізму виникнення ДТП використовуються поняття "небезпека руху" та "перешкода для руху" у тій редакції, яка наведена в Правилах дорожнього руху.

На нашу думку, аварійна – це така дорожньо-транспортна ситуація, в якій водій не має можливості своїми односторонніми діями відвернути ДТП. Для з'ясування значення МВН при аналізуванні механізму ДТП звернемося до принципової схеми вирішення питання про технічну можливість уникнення пригоди (рис. 4.1.)



t_n – час існування перешкоди, с; S_a – відстань, на якій знаходився транспортний засіб від місця наїзду (зіткнення) в момент виникнення перешкоди, м; S_0 – шлях, необхідний для зупинки транспортного засобу, м; v_a – швидкість транспортного засобу, км/год.

Рисунок 4.1 – Принципова схема вирішення питання про технічну можливість уникнення ДТП шляхом гальмування

Міра вини того чи іншого учасника ДТП визначається на підставі вирішення основного питання – чи мав водій технічну можливість уникнути пригоди, інакше кажучи, потрібно вирішити питання, чи мав водій в момент виникнення небезпеки (перешкоди) для руху технічну можливість шляхом гальмування зупинити транспортний засіб до лінії руху перешкоди або об'їхати нерухому перешкоду.

Зазначене питання вирішується шляхом порівняння відстані, на якій

знаходився транспортний засіб від місця наїзду (зіткнення) в момент виникнення перешкоди для руху S_a і шляху, необхідного для його зупинки S_0 . Якщо шлях, необхідний для зупинки, більший чи дорівнює відстані до місця наїзду (зіткнення) в зазначений момент виникнення небезпеки $S_0 > S_a$, то можна зробити висновок, що водій не мав технічної можливості шляхом гальмування уникнути ДТП, і що пригода сталася не з його вини.

Підставою для такого висновку є розрахунки, які показують, що навіть водій найвищого класу не зможе відвернути наїзд (зіткнення), якщо перешкода з'явиться на смузі руху транспортного засобу на відстані, яка менша від шляху, необхідного для його зупинки.

Якщо розрахунки показують, що в МВН водій мав технічну можливість шляхом гальмування уникнути ДТП, то робиться висновок, що несвоєчасне гальмування не дало такої можливості.

Отже, дослідження можливості уникнення ДТП починається з визначення МВН. Залежно від того, який момент розвитку ДТП буде визнано як МВН (раніше чи пізніше), величина S_a буде більшою чи меншою. А це, в свою чергу, безпосередньо впливає на вирішення питання про технічну можливість уникнення ДТП. Наведене ще раз підтверджує, що МВН є відправною величиною при аналізованні механізму ДТП і від того, наскільки правильно визначений цей момент, залежить об'єктивність висновків. Звідси видно, яке важливе значення має розуміння водієм основних положень МВН і аналізу механізму ДТП. Маючи знання з зазначених питань, водій може критично оцінити складну ДТС та своєчасно вжити необхідних заходів і тим самим уникнути ДТП.

4.2 Деякі аспекти визначення моменту виникнення небезпеки руху

Як зазначалося раніше, можливість уникнути ДТП визначається не взагалі, а в певний момент - момент виникнення небезпеки для руху, яку водій спроможний виявити. Отже, дослідження питання про технічну можливість уникнути ДТП складається з двох аспектів:

- можливості виявити і сприйняти небезпеку (перешкоду) для руху;
- можливості уникнути ДТП шляхом застосування гальмування чи маневру в МВН.

Здатність виявити небезпеку (перешкоду) водієм визначається його досвідом, знанням психологічних особливостей поведінки учасників руху: пішоходів (дітей, дорослих, осіб похилого віку і т. д.) і водіїв інших транспортних засобів, а також можливістю передбачити їх подальші дії. Крім цього, при розв'язанні даної задачі враховуються деякі особливості процесу гальмування транспортних засобів. Зокрема, виходячи із конструктивних і технологічних особливостей, допускається певне

відхилення величин гальмових сил між різними колесами в процесі гальмування, а також нерівномірність спрацювання гальм коліс одної осі. Тому транспортний засіб під час гальмування може розвертатись навколо свого центра ваги, але в процесі розвороту він не повинен виходити за габарити коридору шириною 3,5 м (рис. 4.2).

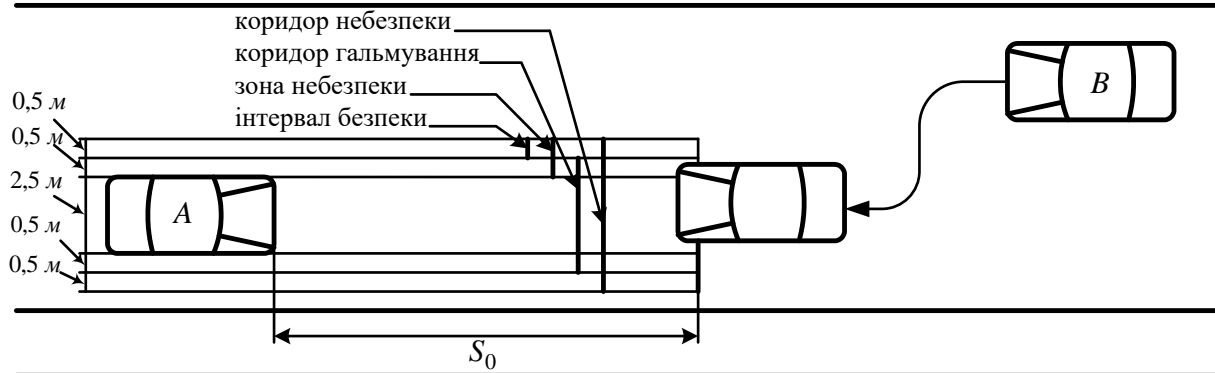


Рисунок 4.2 – Коридор безпеки

З урахуванням інтервалу безпеки 0,5 м, ширину коридору безпеки можна вважати рівною 4,5 м. Тоді при максимальній ширині найбільш розповсюджених марок вантажних автомобілів та автобусів (приблизно, 2,5 м) всі об'єкти, які знаходяться перед транспортним засобом зліва та справа на відстані 1 м і менше від його бокових сторін, є потенційною небезпекою. Зону небезпеки для транспортних засобів меншої ширини (легкові автомобілі і їх модифікації) також можна вважати рівною 1 м. Далі, з урахуванням зони небезпеки в тій чи іншій ДТС, будемо визначати МВН.

Вважається, що інтервал безпеки, рівний 0,5 м, достатній для всіх небезпечних ДТС. Аналіз великої кількості ДТП і практики судово-слідчих органів виявив, що кількість небезпечних ДТС є типовими. Отже, існує можливість розділити на групи типові ДТС і запропонувати рекомендації з визначення МВН.

Для розв'язання даної задачі, з урахуванням того, що учасником дорожнього руху є будь-яка особа, яка знаходиться на дорозі, були використані такі припущення:

- методика визначення МВН повинна бути простою і зрозумілою кожному учаснику дорожнього руху;
- кожний учасник руху має підстави розраховувати на те, що і інші особи виконують вимоги ПДР.

Взагалі моментом виникнення небезпеки руху водію слід вважати момент розвитку дорожньо-транспортної ситуації, коли дії будь-якого учасника перестають відповідати вимогам ПДР.

5 ДЕЯКІ ПИТАННЯ МЕТОДИКИ ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКІВ АВТОТЕХНІЧНОЇ ЕКСПЕРТИЗИ

Вибір розрахункового методу при проведенні автотехнічної експертизи залежить від того, наскільки точно при проведенні дослідження необхідно враховувати вплив різних обставин події на результати розрахунків. Доцільно користуватися максимально простим методом, що дозволяє в той же час дати правильну відповідь на запитання.

Так, для вирішення питання про перевищення водієм дозволеної на даній ділянці швидкості руху, необхідно встановити, яка могла бути швидкість цього транспортного засобу під час події. Якщо можливо визначити швидкість руху автомобіля за довжиною слідів юзу, то немає необхідності враховувати вплив опору повітря, втрату енергії при ударі у перешкоду, і навіть вплив кута підйому дороги в тих випадках, коли результати розрахунку без урахування цих факторів дозволяють зробити висновок про перевищення водієм швидкості руху, тому що результати розрахунків з урахуванням зазначених факторів будуть підтверджувати даний висновок також.

Немає необхідності в проведенні точних розрахунків і тоді, коли різниця між величинами, які зіставляються, виявляється досить великою.

Так, якщо значення швидкості, отримане шляхом наближеного розрахунку, у кілька разів менше від дозволеного на даній ділянці, то немає необхідності в більш точних розрахунках (з врахуванням, наприклад, впливу опору повітря чи незначного кута підйому), тому що на висновки експерта це не матиме впливу.

Складність експертного дослідження залежить не тільки від того, наскільки повно експерт враховує вплив різних обставин події на результати розрахунків, але також і від того, як він проводить дослідження: той самий результат може бути отриманий як шляхом складних розрахунків з великою кількістю проміжних операцій, так і шляхом порівняно простого підрахунку за кінцевою формулою.

Щоб скоротити обсяг дослідницької частини висновку експерта та полегшити органам слідства і суду її оцінювання, доцільно користуватися рекомендованими для експертної практики кінцевими формулами.

Нижче наведена методика розрахунків для вирішення деяких питань автотехнічної експертизи.

5.1 Вибір межі значень величин при розрахунках

Для відповіді на деякі запитання експерту-автотехніку доводиться робити розрахунки, використовуючи, крім установлених слідчим вихідних даних, різні технічні величини, значення яких експерт визначає сам

відповідно до обставин події.

Щоб експертиза допомогла органам слідства і суду у встановленні істини в справі, висновки експерта повинні бути достовірними та категоричними.

Вірогідність експертних висновків, оснований на розрахунках, у першу чергу залежить від вірогідності вихідних даних і технічних величин, які експерт приймає при проведенні дослідження.

Вихідні дані достовірні в тому випадку, коли фактичне значення тієї чи іншої величини знаходиться в межах, прийнятих експертами. Наприклад, дані про те, що швидкість пішохода була в межах 2,5-3,9 км/год достовірні, якщо фактично пішохід йшов зі швидкістю 2,6 км/год.

Не можна визнати достовірним безмежне значення величини, особливо якщо вона встановлена приблизно за показаннями свідків. В таких випадках експерту варто взяти в слідчого дані про можливі відхилення встановленого значення даної величини від дійсного. Також не можуть бути визнані достовірними значення технічних величин, які визначає сам експерт за таблицями і довідниками, якщо він, вибравши якийсь одне значення, використовує його у своїх розрахунках не як гранично можливе, а як фактичне для даного випадку, без врахування можливих відхилень.

Чим більший інтервал між нижньою і верхньою межами, тим більша ймовірність, що вихідні дані достовірні, тобто що дійсні їхні значення знаходяться в обраному інтервалі. Однак занадто великі інтервали між граничними значеннями вихідних даних у багатьох випадках не дають експерту можливості дати чітку відповідь.

Категоричний висновок на підставі розрахунків може бути даний експертом за умови, що точність прийнятих ним вихідних даних достатня, щоб інтервали значень величин, які зіставляються, не перекривалися. При малій точності, тобто при занадто великому інтервалі між верхньою і нижньою межами можливих значень окремих величин, розрахунки різних граничних значень цих величин можуть призводити до протилежних результатів, що позбавляє експерта можливості дати відповідь у категоричній формі. У таких випадках вихідні дані необхідно уточнити, щоб розрахунки будь-яких можливих їхніх значень привели до одного і того ж висновку.

Очевидно, що точність значень вихідних даних (тобто той інтервал, у якому можуть знаходитися фактичні їхні значення) залежить від способу їхнього встановлення. Великі похибки можуть бути допущені при встановленні вихідних даних за показаннями учасників події і свідків, а також при виборі їхніх значень за довідковими таблицями (наприклад, швидкість руху пішохода). Вихідні дані, отримані в результаті правильно поставлених експериментів, відрізняються великою точністю.

Приклад 5.1 Справним автомобілем ГАЗ-3110 зроблено наїзд на пішохода при переході ним проїжджої частини.

Перед експертом поставлене запитання про наявність у водія технічної можливості запобігти наїзду при таких вихідних даних:

- проїжджа частина суха, асфальтована, горизонтального профілю;
- швидкість руху автомобіля – $v_a = 50-60$ км/год;
- швидкість руху потерпілого – $v_n = 3,3$ км/год (визначена за довідниковою таблицею, середня для чоловіка 65 років при ходьбі повільним кроком);
- пішохід пройшов по проїжджій частині відстань $S_n = 2$ м і був збитий передньою частиною автомобіля; гальмування водій не застосовував.

Експерт, відповідно до вихідних даних, прийняв:

- сповільнення при екстремому гальмуванні – $j_{yctm} = 5,8$ м/с² (згідно зі ст. 124 Правил дорожнього руху);
- час реакції водія – нормативний – $t_1 = 0,8$ с;
- час запізнення спрацьовування гальмового приводу – $t_2 = 0,1$ с;
- час наростання сповільнення при гальмуванні – $t_3 = 0,15$ с.

На підставі цих даних, експерт визначив зупинний шлях S_0 і відстань від автомобіля до місця наїзду в момент початку руху потерпілого по проїжджій частині – S_a

$$S_0 = \frac{v_a}{3,6} (t_1 + t_2 + 0,5t_3) + \frac{v_a^2}{26j_{yctm}} =$$
$$= \frac{50 \dots 60}{3,6} (0,8 + 0,1 + 0,5 \cdot 0,15) + \frac{(50 \dots 60)^2}{26 \cdot 5,8} = 30,2 \dots 40,1.$$

$$S_a = \frac{S_n \cdot v_a}{v_n} = \frac{2 \cdot (50 \dots 60)}{3,3} = 30 \dots 36 \text{ м.}$$

Із зіставлення отриманих результатів випливає, що водій не мав технічної можливості запобігти наїзду, тому що при швидкості автомобіля 50 чи 60 км/год $S_0 > S_a$.

Однак такий висновок можна вважати справедливим тільки в тому випадку, коли потерпілий дійсно рухався зі швидкістю, рівною середньому значенню, взятому з таблиці, а сповільнення автомобіля при гальмуванні дорівнювало нормативному. Зовсім очевидно, що експерт не мав підстав приймати такі умови: у таблиці швидкості руху для чоловіків у віці 65

років при ходьбі повільним кроком приймається рівною 2,5...3,9 км/год; сповільнення автомобіля ГАЗ-3110 на сухому асфальті при екстремому гальмуванні досягає 8 м/с^2 (при коефіцієнті зчеплення 0,8 і коефіцієнті ефективності гальмування 1,0).

Якщо зробити розрахунки за тими ж формулами, з огляду на можливі значення швидкості руху пішохода й сповільнення автомобіля, то при швидкості автомобіля 50 км/год – $S_0 = 26...31 \text{ м}$ і $S_a = 26...40 \text{ м}$, а при швидкості 60 км/год – $S_0 = 34...41 \text{ м}$ і $S_a = 31...48 \text{ м}$. Висновок експерта про відсутність у водія технічної можливості запобігти наїзду, у даному випадку, необґрунтований, тому що залежно від дійсних значень величин зупинний шлях S_0 міг бути і більшим, і меншим від відстані S_a .

Однак якби при проведенні слідчого експерименту було встановлено, що швидкість руху потерпілого була в межах 2,5...2,8 км/год, а сповільнення автомобіля при гальмуванні на ділянці події $6,0...6,5 \text{ м/с}^2$, то при швидкості автомобіля 60 км/год й сповільненні $6,0 \text{ м/с}^2$ отримаємо значення зупинного шляху $S_0 = 39 \text{ м}$, а відстань від автомобіля до місця наїзду (при швидкості руху потерпілого 2,8 км/год) $S_a = 43 \text{ м}$.

З визначення значень $S_0 = 39 \text{ м}$ і $S_a = 43 \text{ м}$ можна зробити категоричний висновок про те, що водій мав технічну можливість запобігти наїзду, тому що взяті при розрахунках значення вихідних даних, навіть у найменш вірогідному поєднанні, не змінюють висновок. При інших можливих значеннях вихідних даних, тобто при меншій швидкості автомобіля (менше 60 км/год) і швидкості потерпілого (менше 2,8 км/год) та більшому сповільненні (більше 6 м/с^2) висновок, тим паче, залишається справедливим.

З викладеного сформулюємо такі основні положення, якими потрібно керуватися при виборі значень різних величин, необхідних для проведення розрахунків:

а) експерт може зробити категоричний висновок за умови, що розрахунки проведені за тими можливими значеннями вихідних даних, які найменшою мірою сприяють отриманню результатів, що підтверджують його, оскільки тоді цей висновок буде підтверджуватися результатами розрахунків і при будь-яких інших значеннях вихідних даних.

Вирішити, яке із двох граничних значень, верхнє чи нижнє, найменшою мірою сприяє висновку експерта, як правило, не складно, однак іноді доцільно проводити перевірні розрахунки;

б) усі розрахунки, як правило, треба виконувати за наявними у розпорядженні експерта граничними значеннями вихідних даних, навіть у тих випадках, коли граничні значення решти величин встановити не має можливості;

в) виконання розрахунків за середнім значенням вихідних даних допускається лише в тих випадках, коли чітко зрозуміло, що можлива

погрішність не вплине на висновки (наприклад, при великій різниці між величинами, що зіставляються, при малому впливі можливих відхилень тієї чи іншої величини на результати розрахунків);

г) якщо в результаті розрахунків при різних граничних значеннях вихідних даних експерт приходиться до протилежних висновків, йому необхідно зробити запит до слідчих органів для уточнення вихідних даних;

д) якщо уточнити граничні значення вихідних даних не є можливим чи і після їх уточнення не можна зробити категоричного висновку, експерт може робити альтернативний висновок, визначивши критичні значення окремих вихідних даних (при яких висновок змінюється), чи повідомити про неможливість відповісти на поставлене запитання, якщо встановлення критичних значень вихідних даних є складним (з необхідністю проведення дослідження по багатьох варіантах).

5.2 Визначення швидкості транспортного засобу

Розрахунковим методом швидкість транспортного засобу до початку його гальмування може бути визначена, якщо існують дані, які дозволяють встановити витрати кінетичної енергії транспортного засобу з моменту початку гальмування і до зупинки.

Нижче наводиться методика визначення швидкості транспортного засобу в певних випадках, які часто зустрічаються в експертній практиці.

Визначення швидкості транспортного засобу за довжиною сліду від коліс, які рухались юзом

Якщо при екстреному гальмуванні колеса ТЗ доводяться до блокування, його швидкість перед початком гальмування визначається за формулою (2.62).

При виведенні цієї формули виходили з умови, що довжина сліду при русі юзом дорівнює відстані, на яку переміщується транспортний засіб у процесі гальмування з максимальним сповільненням. У дійсності ж слід від коліс при юзі, як правило, менший від цієї відстані, тому для зменшення похибки взяте в розрахунках значення часу наростання сповільнення трохи перевищує дійсну його величину.

Величина сталого максимального сповільнення $j_{уст}$ визначається експериментальним чи розрахунковим шляхом з урахуванням обставин події.

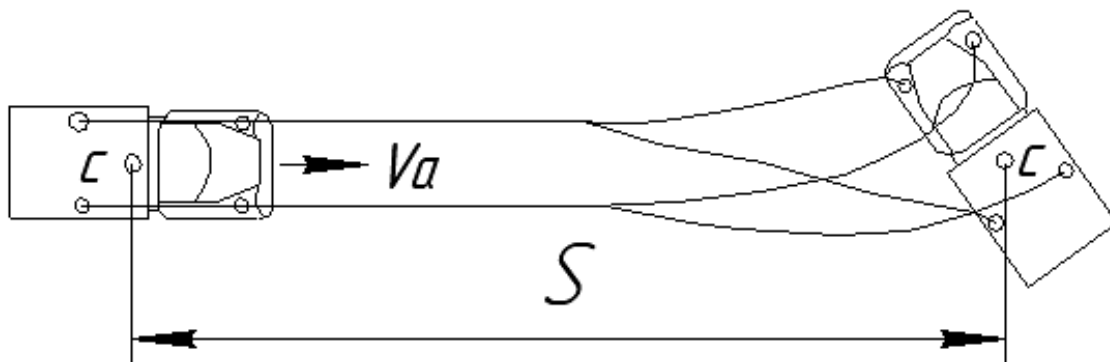
Довжина слідів юзу від різних коліс може бути неоднаковою; однак при справних гальмах, якщо хоча б одне колесо залишає слід юзу, а інші колеса гальмують рух транспортного засобу також ефективно, то використання зчіпної ваги, в цьому випадку, враховується при виборі значення коефіцієнта ефективності гальмування. Тому, якщо різна

довжина сліду від коліс, що рухались юзом, не є результатом заносу, то у розрахунках приймається найдовший слід юзу.

Визначення швидкості транспортного засобу, якщо в процесі гальмування він переміщувався з заносом і розворотом

При русі загальмованого транспортного засобу з заносом і розворотом (рис. 5.1) замість довжини сліду юзу у формулу (2.62) потрібно підставляти величину переміщення центра ваги S з початку утворення сліду при русі юзом до моменту повної зупинки транспортного засобу.

Значення сповільнення при розрахунках приймають незалежно від того, рухався транспортний засіб з заносом чи без заносу, тому що деяке зменшення коефіцієнта зчеплення при русі з боковим заносом коліс компенсується зменшенням дійсного значення коефіцієнта ефективності гальмування (при зміщенні коліс у поперечному напрямку ефективність дії гальм не має впливу на рух транспортного засобу, тобто коефіцієнт ефективності гальмування знижується до одиниці) із збільшенням довжини слідів від коліс при ковзанні за рахунок скривлення.



C – центр ваги автомобіля, S – переміщення центра ваги

Рисунок 5.1 – Переміщення центра ваги автомобіля при заносі та розвороті

Більш точно швидкість транспортного засобу в цьому випадку можна було б визначити за витратами енергії на переміщення кожного колеса з урахуванням навантаження, яке припадає на нього, однак таке дослідження складне, а отримані в обох випадках результати практично однакові.

Визначення швидкості транспортного засобу, якщо в процесі гальмування він перетинав ділянки з різним опором руху

При перетинанні загальмованим транспортним засобом декількох ділянок з різним опором руху (рис. 5.2), швидкість його визначається за формулою, км/год:

$$v_a = 1,8 \cdot t_3 \cdot j_{уст} + \sqrt{26 \cdot (S_1 \cdot j_1 + S_2 \cdot j_2 + S_3 \cdot j_3 + \dots)}, \quad (5.1)$$

де t_3 – час наростання сповільнення при гальмуванні, що відповідає дійсному значенню сповільнення на першій ділянці, с;

$j_{уст}$ – дійсне значення сповільнення на першій ділянці, м/с²;

j_1, j_2, j_3 – сповільнення, які відповідають коефіцієнту зчеплення загальмованого транспортного засобу на окремих ділянках, м/с²;

S_1, S_2, S_3 – переміщення центра ваги транспортного засобу між точками перетинання меж ділянок, м.

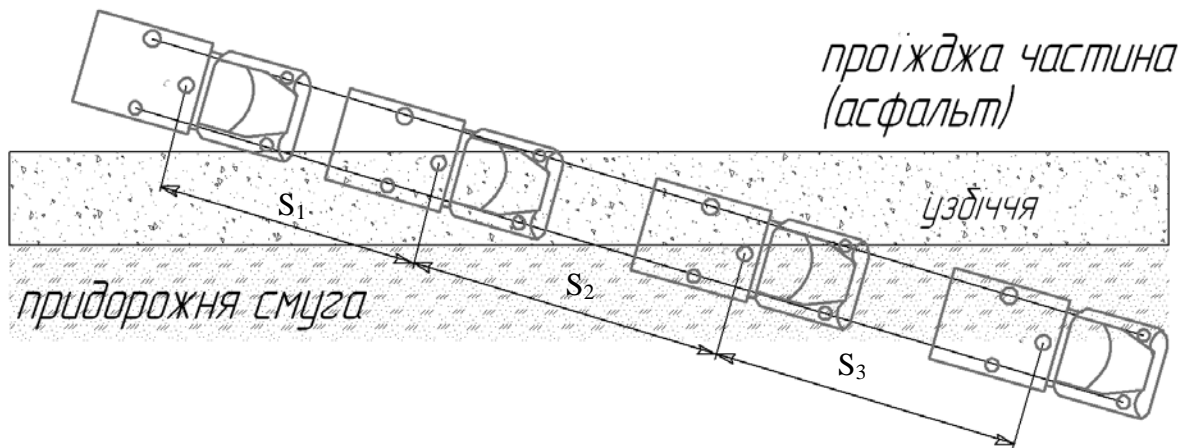


Рисунок 5.2 – Перетинання ТЗ ділянок з різним опором руху

Дійсне сповільнення j дорівнює сповільненню $j_{уст}$, якщо в момент початку гальмування всі колеса транспортного засобу знаходилися на першій ділянці. Якщо ж якесь колесо в цей момент було вже на наступній ділянці (з іншим значенням коефіцієнта опору руху), то величина j приблизно може бути визначена за формулою, м/с²:

$$j = 9,8 \cdot \frac{\sum G_i \cdot \varphi_i}{G_a}, \quad (5.2)$$

де G_i – навантаження на колеса, які знаходяться в момент початку гальмування на одній ділянці, Н;

φ_i – коефіцієнт зчеплення на цій самій ділянці;

G_a – вага транспортного засобу, Н.

Визначення швидкості транспортного засобу, якщо він був розгальмований

Якщо водій у процесі гальмування відпустив педаль і транспортний засіб проїхав до повної зупинки накатом, швидкість його перед початком гальмування може бути визначена за формулою, км/год:

$$v_a = 1,8 \cdot (t_3 + t_5) \cdot j_{yct} + \sqrt{25,92 \cdot (S_{ю} \cdot j_{yct} + S_k \cdot j_k)}, \quad (5.3)$$

де t_5 – час розгальмовування (в експертних розрахунках можна приймати $t_5 = 1,5t_3$ – для гідравлічного приводу гальм і $t_5 = 2t_3$ – для пневматичного приводу), с;

j_k – сповільнення на ділянці вільного кочення, м/с²

$$j_k = 9,8 \cdot (f \cdot \cos \alpha \pm \sin \alpha), \quad (5.4)$$

де f – коефіцієнт опору коченню;

α – кут нахилу дороги на ділянці вільного кочення;

S_k – відстань, на яку перемістився транспортний засіб до повної зупинки, не залишаючи слідів юзу, м.

Визначення швидкості в момент наїзду (зіткнення)

Якщо транспортний засіб до наїзду був загальмований і експерту відома довжина сліду юзу до моменту наїзду ($S'_{ю}$), а відстань, яку пройшов транспортний засіб у загальмованому стані до зупинки, встановити не можливо, то швидкість його в момент наїзду може бути визначена за формулою, км/год:

$$v_y = \sqrt{v_a^2 - 25,92 \cdot S'_2 \cdot j_{yct}}, \quad (5.5)$$

де v_a – швидкість транспортного засобу до початку гальмування, км/год.

S'_2 – відстань, яку пройшов транспортний засіб у загальмованому стані до наїзду, м

$$S'_2 = S'_{ю} + \frac{v_a \cdot t_3}{7,2}. \quad (5.6)$$

Визначення швидкості транспортних засобів перед зіткненням

При зіткненні зустрічних чи тих, що рухались в одному напрямку, транспортних засобів, швидкість одного з них може бути визначена при умові, що відома швидкість іншого, якщо після зіткнення обидва

транспортних засоби хоча б короткий час переміщувалися разом. У цьому випадку (рис. 5.3) швидкість даного транспортного засобу (v_1) може бути визначена за методикою, яка наводиться нижче.

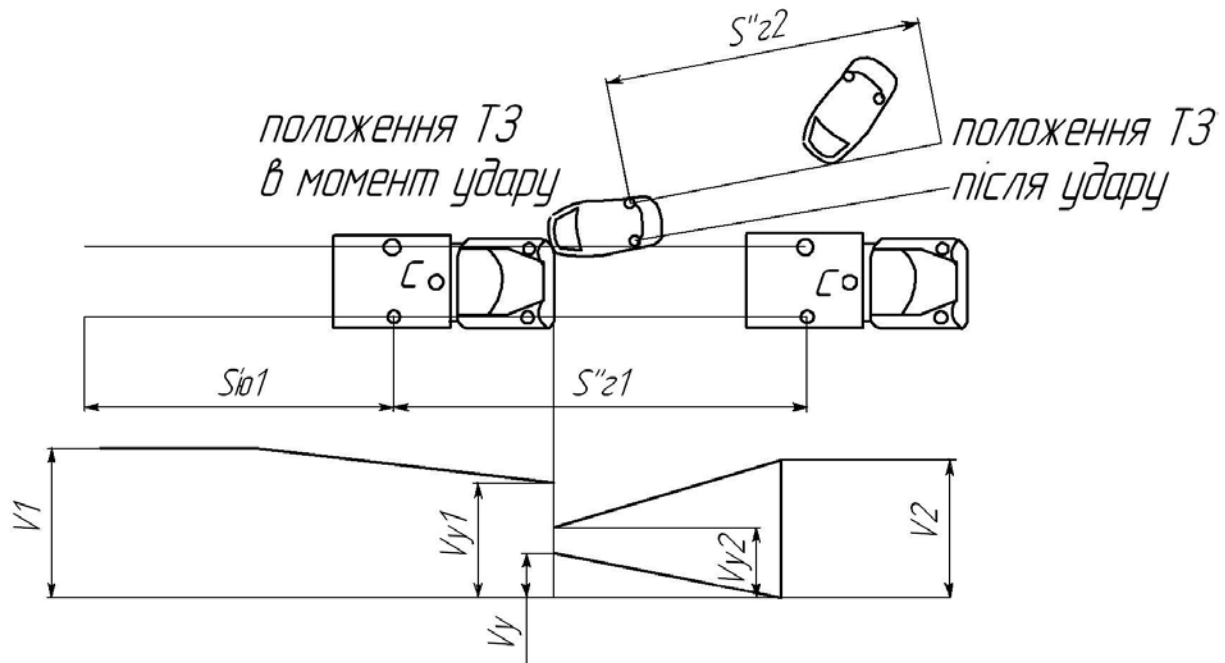


Рисунок 5.3 – До визначення швидкості ТЗ перед зіткненням

Якщо транспортний засіб перед ударом не гальмувався, швидкість $v_1 = v_{y1}$. Якщо зіткнення відбулося в процесі гальмування даного транспортного засобу, його швидкість (v_1) може бути виражена такою формулою, км/год:

$$v_1 = 1,8 \cdot t_3 \cdot j_{yct} + \sqrt{25,92 \cdot S'_{ю1} \cdot j_{yct} \cdot v_{y1}^2}, \quad (5.7)$$

де t_3 – час наростання сповільнення при екстремому гальмуванні даного транспортного засобу, с;

$S'_{ю1}$ – довжина сліду юзу, залишеного цим транспортним засобом до моменту удару, м;

v_{y1} – швидкість даного транспортного засобу безпосередньо перед ударом визначається за формулою, км/год:

$$v_{y1} = \left(1 + \frac{G_2}{G_1}\right) \cdot v - \frac{G_2}{G_1} \cdot v_{y2}, \quad (5.8)$$

де G_1, G_2 – вага транспортних засобів, Н;

v – швидкість транспортних засобів безпосередньо після удару; визначається за такою формулою, км/год:

$$v = \sqrt{25,92 \cdot S''_{z1} \cdot j''_1} = \sqrt{25,92 \cdot S''_{z2} \cdot j''_2}, \quad (5.9)$$

де S''_{z1} , S''_{z2} – відстані, на які перемістилися транспортні засоби після удару до зупинки, м;

j''_1 , j''_2 – сповільнення при русі транспортних засобів після удару, м/с²;

v_{y2} – швидкість другого транспортного засобу безпосередньо перед ударом; визначається за формулою (5.5), км/год (якщо транспортний засіб перед ударом не гальмувався, $v_{y2} = v_2$):

$$v_{y2} = \sqrt{v_2^2 - 25,92 \cdot S'_{z2} \cdot j_2}, \quad (5.10)$$

де v_2 – його швидкість перед початком гальмування, км/год;

j_2 – його максимальне сповільнення на ділянці гальмування, м/с²;

S'_{z2} – відстань, яку даний ТЗ пройшов в загальмованому стані до удару; враховуючи формулу (5.6), м

$$S'_{z2} = S'_{ю2} + \frac{v_2 \cdot t_3}{7,2}, \quad (5.11)$$

де $S'_{ю2}$ – довжина сліду юзу, залишеного цим транспортним засобом до моменту удару, м.

Якщо швидкість другого транспортного засобу перед ударом (v_{y2}) чи швидкості обох транспортних засобів після удару (v) протилежні за напрямком відносно швидкості даного транспортного засобу перед ударом (v_{y1}), то їх значення при підстановці у формулу (5.8) повинні бути взяті зі знаком мінус (-).

Приклад 5.2 Автомобіль ГАЗ-3110 з одним пасажиром виїхав на ліву сторону проїжджої частини, у результаті цього відбулося зіткнення з зустрічним автомобілем МАЗ-55513, який рухався без вантажу.

Потрібно визначити, з якою швидкістю рухався автомобіль ГАЗ-3110 перед зіткненням при таких вихідних даних:

– проїжджа частина – асфальтована, суха, горизонтального профілю (сповільнення обох транспортних засобів при екстреному гальмуванні

$$j_{yct} = 5,8 \text{ м/с}^2);$$

– довжина сліду юзу автомобіля ГАЗ до моменту зіткнення – $S'_{ю2} = 22 \text{ м}$, автомобіля МАЗ – $S'_{ю2} = 4 \text{ м}$,

– після зіткнення автомобіль МАЗ просунувся в загальмованому стані в напрямку свого руху на відстань $S'_{22} = 2 \text{ м}$, автомобіль ГАЗ був відкинутий в напрямку руху автомобіля МАЗ;

– швидкість автомобіля МАЗ перед зіткненням – $v_2 = 50 \text{ км/год}$.

Експерт взяв такі значення технічних величин:

– час наростання сповільнення для автомобіля ГАЗ $t_{31} = 0,2 \text{ с}$, для автомобіля МАЗ – $t_{32} = 0,8 \text{ с}$;

– вага автомобіля ГАЗ з одним пасажиром – $G_1 = 1,6 \cdot 10^4 \text{ Н}$, автомобіля МАЗ – $G_2 = 6,4 \cdot 10^4 \text{ Н}$.

Підставляючи відповідні значення в розрахункові формули, визначаємо швидкість – v_1 :

$$\begin{aligned} v_1 &= 1,8 \cdot t_3 \cdot j_1 + \sqrt{25,92 \cdot S'_{ю1} \cdot j_1 + v_{y1}^2} = \\ &= 18 \cdot 0,2 \cdot 5,8 + \sqrt{25,92 \cdot 22 \cdot 5,8 + 40^2} = 72 \text{ км/год}, \end{aligned}$$

де v_{y1} – швидкість автомобіля ГАЗ безпосередньо перед ударом:

$$v_{y1} = \left(1 + \frac{G_2}{G_1}\right) \cdot v - \frac{G_2}{G_1} \cdot v_{y2} = -\left(1 + \frac{6,4}{1,6}\right) \cdot 17,5 + \frac{6,4}{1,6} \cdot 32 = 40 \text{ км/год},$$

де v – швидкість автомобілів після удару:

$$v = -\sqrt{25,92 \cdot S''_{22} \cdot j} = -\sqrt{25,92 \cdot 2 \cdot 5,8} = -17,5 \text{ км/год},$$

де v_{y2} – швидкість автомобіля МАЗ безпосередньо перед ударом:

$$v_{y2} = -\sqrt{v_2^2 - 25,92 \cdot S'_{22} \cdot j} = -\sqrt{50^2 - 25,92 \cdot 9,6 \cdot 5,8} = -32 \text{ км/год},$$

де S'_{22} – відстань, яку подолав автомобіль МАЗ у загальмованому стані до удару:

$$S'_{z2} = S'_{ю2} + \frac{v_2 \cdot t_{32}}{7,2} = 4 + \frac{50 \cdot 0,8}{7,2} = 9,6 \text{ м.}$$

Швидкість автомобіля після удару (v) і швидкість автомобіля МАЗ-55513 перед ударом (v_{y2}) у формулі, яка визначає швидкість автомобіля ГАЗ-3110 перед ударом (v_{y1}) взято зі знаком (-), оскільки за напрямком вони протилежні відносно напрямку руху автомобіля ГАЗ-3110 (v_1).

Визначення допустимої швидкості залежно від інтервалу при об'їзді перешкоди, яка обмежує оглядовість

Швидкість, що дозволяє зупинити транспортний засіб до моменту досягнення ним смуги руху пішохода, який раптово вийшов на проїжджу частину, може бути визначена за формулою, км/год:

$$v_a = 3,6 \cdot j_{уст} \cdot (t_n - t), \quad (5.12)$$

де t_n – ймовірний час подолання пішоходом відстані між смугою руху транспортного засобу і перешкодою, яка обмежує оглядовість;

$$t_n = 3,6 \cdot \frac{\Delta y}{v_n}, \quad (5.13)$$

де Δy – відстань (інтервал) між смугою руху транспортного засобу і перешкодою, м;

v_n – ймовірна швидкість пішохода, км/год;

t – час, необхідний водію для приведення гальм у дію, с.

Формула (5.12) отримана за умови рівності ймовірного часу руху пішохода в полі зору водія до смуги руху транспортного засобу і зупинного часу ($t_n = T_0$). Передбачається, що пригода в результаті набігання пішохода на зупинений транспортний засіб виключена.

Швидкість пішохода, на яку водій міг розраховувати, залежить від дорожньої обстановки. Водій повинен був передбачити, що пішохід міг з'явитися несподівано, якщо таке вже траплялося раніше.

При русі в зоні дії дорожнього знака "Діти", а також при умові, що водій міг бачити перед собою дітей, він повинен розраховувати на можливість вибігання дітей з укриття.

У всіх інших випадках, коли водій повинен дотримуватися особливої обережності, необхідно враховувати можливість руху пішоходів з

середньою швидкістю біля 6 км/год.

На ділянках, де рух пішоходів заборонений, від водія не вимагається дотримання особливої обережності, йому, на нашу думку, немає необхідності заздалегідь (до появи пішохода) турбуватись про запобігання наїзду, тому що це призвело б до невиправданих затримок руху транспортних засобів, а в деяких випадках до неможливості їхньої нормальної експлуатації.

Визначення припустимої швидкості на заокругленнях дороги

Гранично допустима швидкість транспортного засобу на повороті може бути визначена за зчепленням чи перекиданням, відповідно, за такими формулами, км/год:

$$v_{зч} = \sqrt{127 \cdot R_{\max} \cdot \frac{\varphi' \pm tg\beta}{1 \mp \varphi'^2 \cdot tg\beta}}, \quad (5.14)$$

$$V_{пер} = \eta_k \cdot \sqrt{127 \cdot R_{\max} \cdot \frac{B \pm 2 \cdot h_g \cdot tg\beta}{2 \cdot h_g \mp B \cdot tg\beta}}, \quad (5.15)$$

де R_{\max} – максимальний радіус повороту центра ваги транспортного засобу на даному заокругленні дороги, м;

φ' – коефіцієнт зчеплення шин при бічному ковзанні;

β – кут поперечного уклону дороги;

η_k – коефіцієнт, який враховує вплив деформації ресор і шин на стійкість транспортного засобу при перекиданні. Для легкових автомобілів $\eta_k = 0,85$, для вантажних автомобілів з повним навантаженням $\eta_k = 0,85$, без навантаження $\eta_k = 0,9$;

B – колія транспортного засобу, м;

h_g – висота центра ваги транспортного засобу, м.

Знаки (+) у чисельнику і (–) у знаменнику обох формул беруться у випадку повороту транспортного засобу у бік поперечного уклону і, навпаки, – при повороті в протилежну сторону.

Якщо поворот відбувається при відсутності бічного уклону ($tg\beta = 0$), гранична швидкість транспортного засобу за зчепленням чи перекиданням визначається, відповідно, за такими формулами, км/год:

$$v_{зч} = \sqrt{127 \cdot R_{\max} \cdot \varphi'}, \quad (5.16)$$

$$v_{nep} = \eta_k \cdot \sqrt{127 \cdot R_{max} \cdot \frac{B}{2 \cdot h_g}}. \quad (5.17)$$

Треба мати на увазі, що при визначенні допустимої швидкості руху необхідно виходити з максимально можливого, на даному заокругленні дороги, радіуса повороту центра ваги транспортного засобу, а не радіуса заокруглення дороги.

Приклад 5.3 З метою запобігання наїзду на пішохода, який раптово вибіг, водій автомобіля ГАЗ-3110, рухаючись по заокругленню дороги, загальмував. У результаті заносу автомобіль виїхав на узбіччя і перекинувся.

До експерта поставлено запитання – чи гарантувала обрана водієм швидкість безпеку руху на заокругленій частині дороги при таких вихідних даних:

- проїжджа частина – горизонтального профілю, мокра, асфальтована (коефіцієнт зчеплення шин при бічному ковзанні $\varphi' = 0,4$);
- радіус заокруглення дороги по осьовій лінії $R = 55$ м;
- ширина смуги руху для даного напрямку на заокругленні дороги $B_\partial = 5$ м;
- кут повороту дороги праворуч – $\alpha = 23^\circ$;
- швидкість автомобіля $v_a = 60$ км/год;
- ширина автомобіля ГАЗ-3110 – $B_a = 1,8$ м.

Якщо виходити з умови, що автомобіль рухався по середині смуги руху для даного напрямку, тобто з радіусом повороту центра ваги, рівним $R_C = 52,5$ м, то гранична швидкість за зчепленням дорівнює, км/год:

$$v_{зч} = \sqrt{127 \cdot R_C \cdot \varphi'} = \sqrt{127 \cdot 52,5 \cdot 0,4} = 52.$$

На підставі проведеного розрахунку можна зробити висновок, що водій обрав швидкість, яка не гарантувала безпеки руху, це і стало причиною пригоди. Однак таке заокруглення дороги можна було б подолати, рухаючись з максимальним радіусом повороту, який значно перевищує радіус заокруглення дороги. Його величину можна визначити за формулою:

$$R_{max} = R + (B_\partial - B_a) \cdot \frac{\cos \frac{\alpha}{2}}{1 - \cos \frac{\alpha}{2}} - \frac{B_a}{2} = 55 + (5 - 1,8) \cdot \frac{0,98}{1 - 0,98} - \frac{1,8}{2} = 211 \text{ м.}$$

Тоді граничне за зчепленням значення швидкості дорівнює, км/год:

$$v_{зч} = \sqrt{127 \cdot R_{\max} \cdot \varphi'} = \sqrt{127 \cdot 211 \cdot 0,4} = 104.$$

Отже, висновок про неправильний вибір водієм швидкості руху по заокругленню дороги був би, в даному випадку, необґрунтованим. Занос автомобіля міг бути результатом дій водія, які він змушений був розпочати для запобігання наїзду.

5.3 Дослідження маневру транспортного засобу

При встановленні механізму пригоди, а також при вирішенні питання про наявність (відсутність) у водія технічної можливості запобігти пригоді, в експертній практиці нерідко виникає необхідність у проведенні дослідження маневру.

Зазвичай експерту необхідно визначити чи можливе бічне відхилення транспортного засобу від смуги руху на заданій відстані або відстань, на якій транспортний засіб міг відхилитися на задану величину. Для цього необхідно розрахувати траєкторію руху транспортного засобу в процесі повороту.

Дійсну траєкторію руху транспортного засобу при повороті розрахунковим шляхом визначити неможливо, тому що не можна точно встановити, з якою кутовою швидкістю водій здійснював поворот кермового колеса і як змінювалася ця швидкість у процесі повороту. Експерт може визначити лише межі можливих значень параметрів повороту транспортного засобу. Чим точніший застосований експертом метод розрахунку, тим ближчі до дійсності розрахункові граничні значення цих параметрів і, отже, категоричніший висновок.

Якщо вважати, що водій повертає кермове колесо так, що рух зовнішньої передньої габаритної точки транспортного засобу здійснюється по дузі кола (рис. 5.4), розрахунок значно спрощується. При здійсненні такого повороту кутова швидкість кермового колеса змінна: на початку вона зростає, а потім зменшується, що цілком відповідає практиці водіння.

Тоді відстань, на якій транспортний засіб відхиляється на задану величину, чи поперечне відхилення транспортного засобу на заданій відстані можна визначити за формулами:

$$S = \sqrt{2 \cdot a \cdot R - a^2}, \quad (5.18)$$

$$a = R - \sqrt{R^2 - S^2}, \quad (5.19)$$

де S – відстань, на якій ТЗ відхиляється на величину a , м;
 a – поперечне відхилення смуги руху, м;
 R – радіус повороту зовнішньої передньої габаритної точки, м.

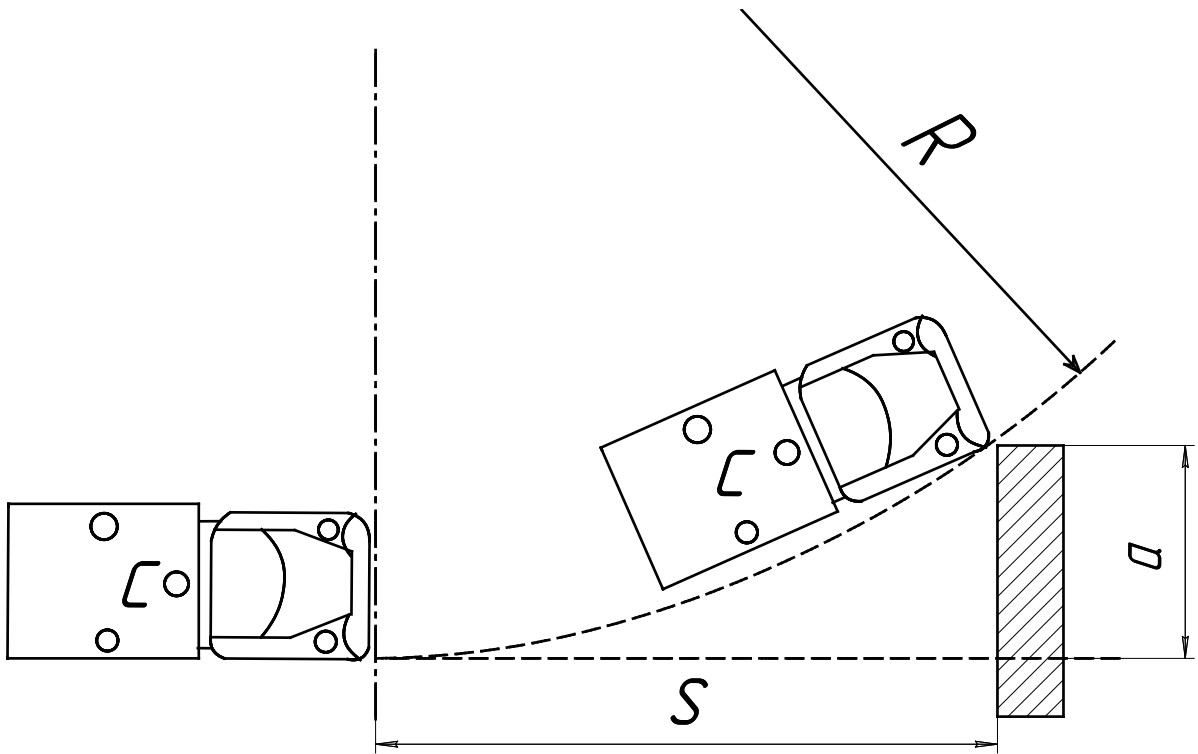


Рисунок 5.4 – Поворот транспортного засобу

Якщо в наведені формули підставити граничне за зчепленням значення радіуса повороту, то можна визначити гранично можливе максимальне відхилення напрямку руху транспортного засобу на заданій відстані чи гранично можливу мінімальну відстань, на якій ТЗ міг відхилитися на задану величину.

Граничне за зчепленням значення радіуса повороту передньої зовнішньої габаритної точки транспортного засобу (R_{np}) може бути визначене (рис. 5.5) за такою формулою, м:

$$R_{np} = \sqrt{(R_2 + 0,5 \cdot B_a)^2 + L_2^2} \quad (5.20)$$

де R_2 – радіус повороту центра заднього мосту, який визначається за формулою, м:

$$R_2 = \sqrt{R_{цв}^2 - b_2^2}, \quad (5.21)$$

де $R_{цв}$ – радіус повороту центра ваги транспортного засобу; при відсутності бічного крену граничне за зчепленням його значення визначається за формулою, м:

$$R_{цв} = \frac{v_a^2}{127 \cdot \varphi'}, \quad (5.22)$$

де φ' – коефіцієнт зчеплення при бічному ковзанні;

b_2 – відстань від центра ваги до задньої осі, м;

B_a – габаритна ширина транспортного засобу, м;

L_2 – відстань від передньої габаритної точки до задньої осі, м.

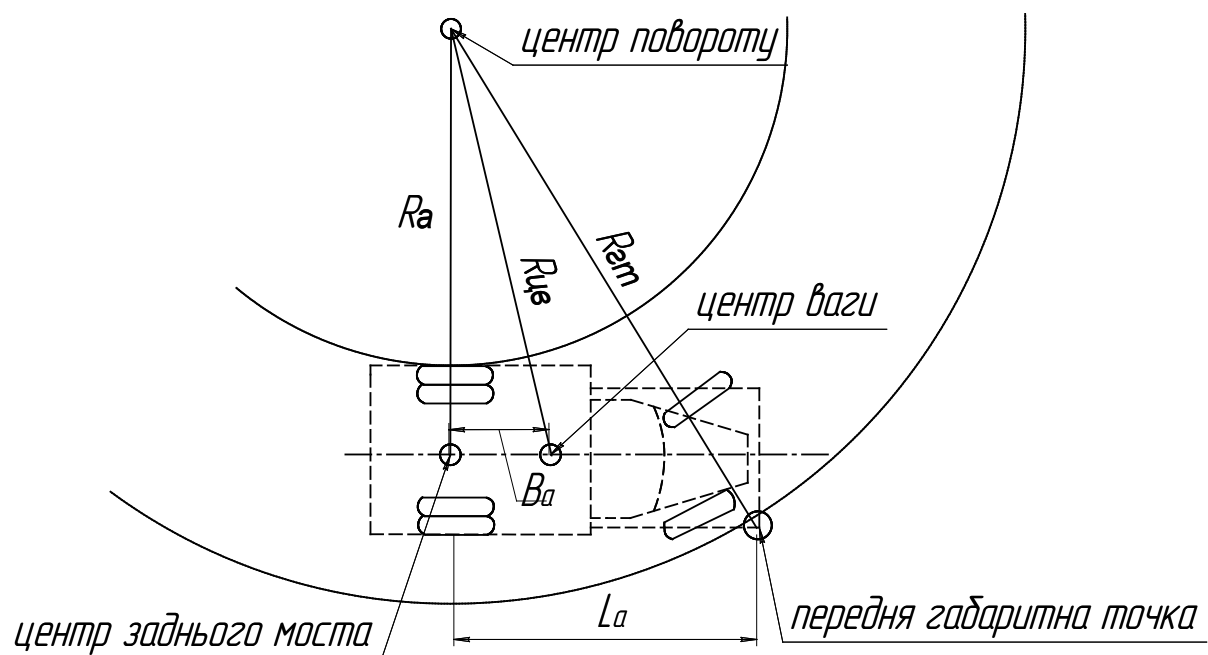


Рисунок 5.5 – Радіус повороту передньої зовнішньої габаритної точки транспортного засобу

В тих випадках, коли радіус повороту транспортного засобу відносно великий (вимірюється десятками метрів), для визначення граничного за зчепленням радіуса повороту передньої зовнішньої габаритної точки доцільно виконувати розрахунки за наближеною формулою:

$$R = \frac{v_a^2}{127 \cdot \varphi'} + \frac{B_a}{2}. \quad (5.23)$$

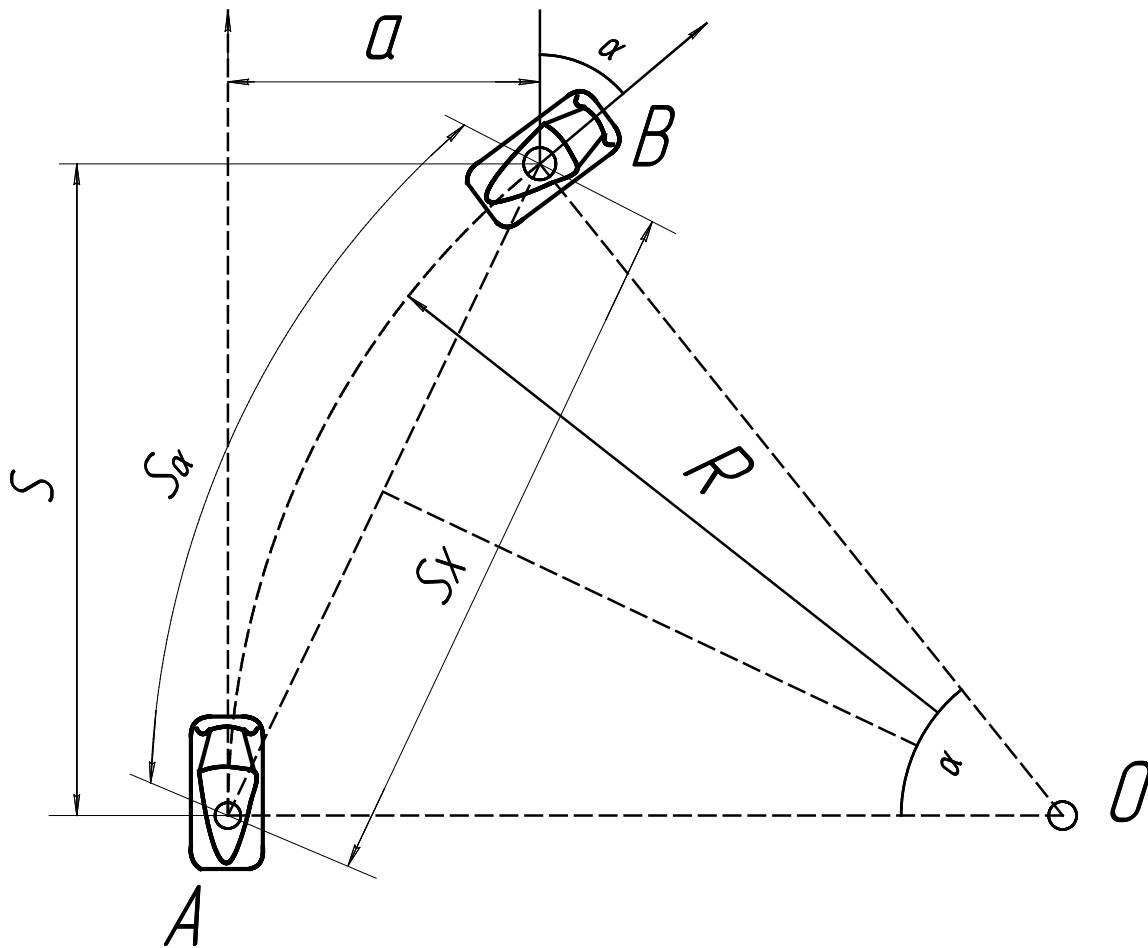


Рисунок 5.6 – Рух транспортного засобу по кривій

Відстань, яку проходить транспортний засіб при русі по кривій, у більшості випадків може бути прийнята рівною довжині хорди чи навіть відстані S , яку ТЗ подолав в початковому напрямку (рис. 5.6).

Очевидно, що переміщення різних точок транспортного засобу, які знаходяться на різних відстанях від центра повороту, буде різним. Щоб визначити відстань, на яку перемістилася дана точка транспортного засобу при його повороті, можна скористатися такою формулою:

$$S_a = \frac{\pi \cdot R \cdot \alpha}{180}, \quad (5.24)$$

де α – кут повороту транспортного засобу при маневрі, обумовлений формулою:

$$\sin \alpha = \frac{a}{S_x}; \text{ чи } \operatorname{tg} \alpha = \frac{a}{S},$$

де R – радіус повороту даної точки транспортного засобу, його величину визначаємо за формулою:

$$R = \frac{S^2 + a^2}{2 \cdot a}. \quad (5.25)$$

Величина S_a може бути визначена з достатньою точністю лише в тому випадку, якщо величини α і R визначені за наведеними формулами.

При переміщенні передньої зовнішньої габаритної точки транспортного засобу по дузі з радіусом R (як прийнято у викладеній методиці), центр ваги його буде переміщуватися по вхідній траєкторії з радіусом кривизни, який зменшується, досягаючи граничного за зчепленням значення лише наприкінці досліджуваної ділянки при досить великому значенні кута.

Приклад 5.4 Зіткнення автомобіля ГАЗ-3110 із зустрічним мотоциклом сталося з лівого (по ходу автомобіля) краю проїжджої частини дороги (рис. 5.7).

За показаннями водія автомобіля, мотоцикл перед зіткненням рухався з заїздом на ліву сторону. Спочатку водій автомобіля прийняв правіше до краю проїжджої частини, а потім, оскільки мотоцикл рухався прямо на нього, змушений був для запобігання зіткнення зробити в безпосередній близькості від мотоцикла різкий маневр уліво з виїздом на смугу зустрічного руху, куди одночасно виїхав і мотоцикл. При зіткненні мотоцикл вдарився в переднє праве крило автомобіля.

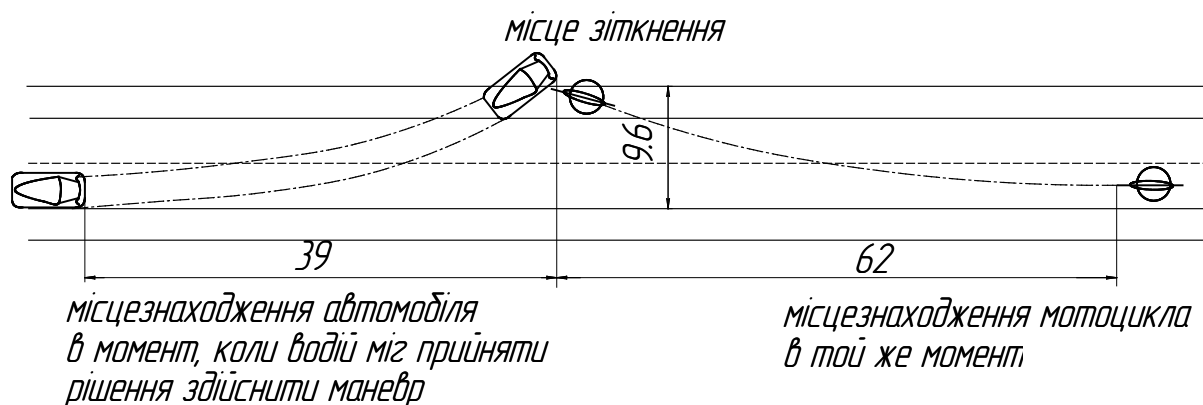


Рисунок 5.7 – Зіткнення транспортних засобів

Перед експертом поставлене запитання: на якій мінімальній відстані від мотоцикла водій автомобіля міг прийняти рішення про маневр вліво при таких вихідних даних:

- проїжджа частина – асфальтована, горизонтального профілю,

мокра і брудна (максимальне значення коефіцієнта зчеплення при бічному ковзанні шин $\varphi' = 0,3$);

– швидкість автомобіля $v_a = 50-60$ км/год;

– швидкість мотоцикла $v_m = 80-100$ км/год;

– місце зіткнення – на відстані 9,6 м від правої межі проїжджої частини.

При визначенні, на якій мінімально можливій відстані від мотоцикла водій автомобіля міг прийняти рішення і здійснити маневр вліво, слід виходити з мінімальних значень швидкостей руху обох транспортних засобів, мінімально можливого часу реакції водія і максимального значення коефіцієнта зчеплення шин з дорогою.

Для цього слід визначити відстань, яку автомобіль подолав уздовж дороги з того моменту, коли водій сприйняв обстановку як необхідну для виконання маневру вліво, і до зіткнення, за формулою, м:

$$S = (t_1 + t_2) \cdot \frac{v_a}{3,6} + \sqrt{2 \cdot a \cdot R_{zp} - a^2} = \\ = (0,3 + 0,1) \cdot \frac{50}{3,6} + \sqrt{2 \cdot 9,6 \cdot 65 - 9,6^2} = 39,$$

де t_1 – мінімально можливий час реакції водія (0,3), с;

t_2 – час запізнення спрацьовування рульового керування (0,1), с;

v_a – мінімальне значення швидкості автомобіля (50), км/год;

a – поперечний зсув автомобіля до моменту зіткнення (9,6), м;

R_{zp} – мінімальний (граничний) по заносу радіус повороту, м

$$R = \frac{v_a^2}{127 \cdot \varphi'} = \frac{50^2}{127 \cdot 0,3} = 65.$$

Далі визначаємо відстань, яку за той же час подолав мотоцикл. З достатньою точністю ця відстань, у даному випадку, може бути визначена за формулою, м:

$$S_m = \frac{S_a \cdot v_m}{v_a} = \frac{39 \cdot 80}{50} = 62,$$

де v_m – мінімальне значення швидкості мотоцикла – 80 км/год.

Відстань від автомобіля до мотоцикла в момент, коли водій автомобіля прийняв рішення виїхати на смугу зустрічного руху,

визначається як сума відстаней, пройдених автомобілем і мотоциклом з цього моменту і до зіткнення, тобто вона дорівнює: $39 + 62 = 101$ м.

Якщо в розрахунках брати будь-які інші можливі значення вихідних даних, відстань могла бути більше 101 м.

Проведене дослідження дозволяє експерту зробити висновок про невідповідність показань водія встановленим обставинам пригоди.

В експертній практиці часто трапляються випадки, коли необхідно визначити максимально можливе поперечне зсування смуги руху транспортного засобу на заданій відстані чи, навпаки, встановити, яка відстань необхідна для того, щоб смуга руху могла бути зміщена на задану величину (наприклад, для того, щоб транспортний засіб міг зайняти інший ряд руху). Для здійснення такого маневру водій повинен повернути керове колесо спочатку в одну сторону, потім в іншу, з таким розрахунком, щоб смуга руху перемістилася на даній ділянці на максимально можливу відстань без заносу транспортного засобу (рис. 5.8).

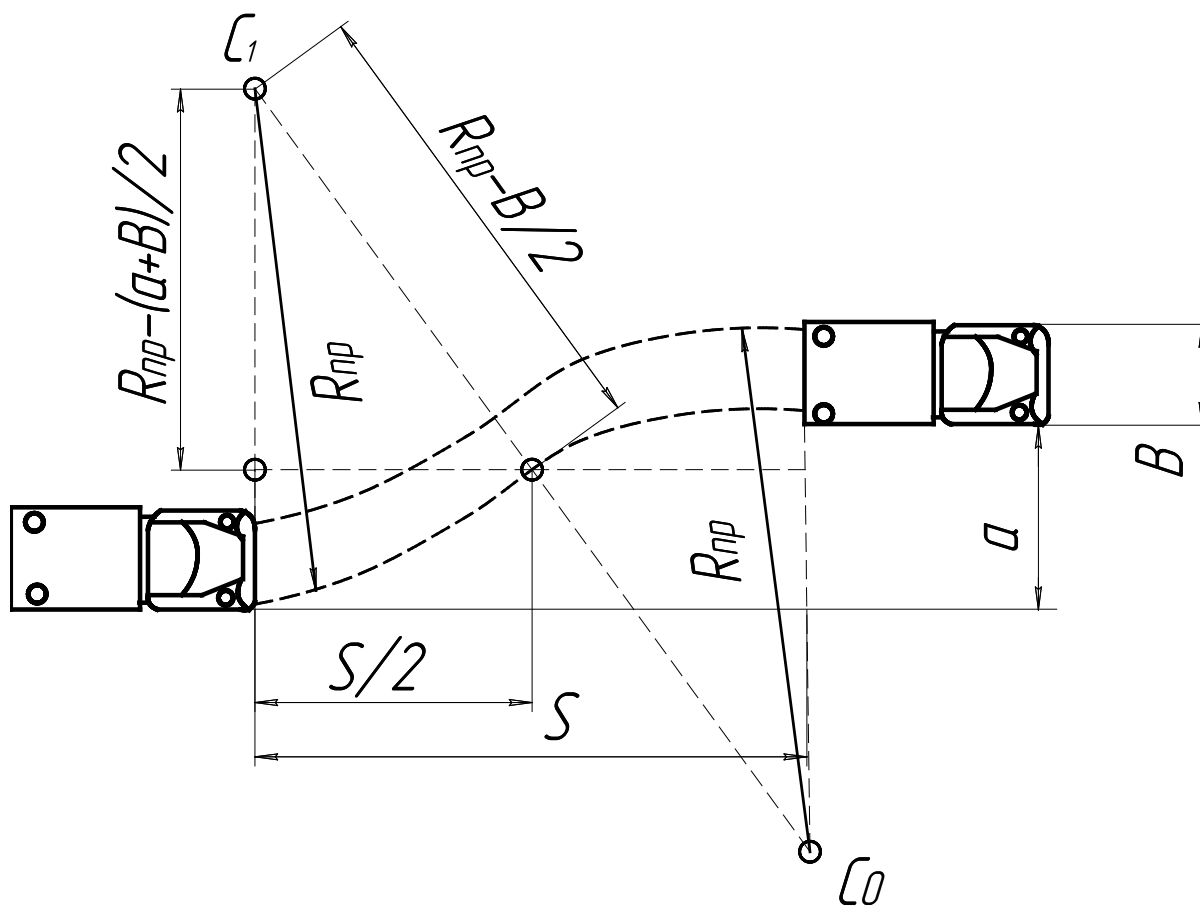


Рисунок 5.8 – Рух транспортного засобу

Якщо виходити з прийнятої раніше умови, що при маневрі передні габаритні точки транспортного засобу переміщуються по дузі кола

радіусом R , мінімальна відстань, на якій смуга руху може бути зміщена в поперечному напрямку на задану величину чи максимальне поперечне паралельне зміщення смуги руху транспортного засобу на задану відстань, приблизно можна визначити відповідно за формулами, м:

$$S = \sqrt{2 \cdot a \cdot (2 \cdot R_{np} - B_a) - a^2}, \quad (5.26)$$

$$a = 2 \cdot R_{np} - B_a - \sqrt{(2 \cdot R_{np} - B_a)^2 - S^2}, \quad (5.27)$$

де S – відстань, на якій смуга руху зміщується в поперечному напрямку на величину a , м;

a – поперечний зсув смуги руху, м;

R_{np} – радіус повороту зовнішньої передньої габаритної точки (визначення за формулами (5.23) чи (5.25)).

Передбачається, що за час запізнення спрацювання рульового керування при повороті кермового колеса в зворотну сторону, транспортний засіб може протягом деякого часу продовжувати рух з попереднім радіусом повороту передньої габаритної точки (до моменту вибору всіх зазорів у приводі керування) або відразу ж передні габаритні точки виходять на траєкторію повороту в зворотному напрямку під дією стабілізуювального зусилля, яке повертає передні колеса в нейтральне положення. І в одному, і в іншому випадках перехідна ділянка між траєкторіями повороту передніх габаритних точок в одну та іншу сторону практично може бути відсутня.

5.4 Аналіз механізму зіткнення транспортних засобів

Зіткнення транспортних засобів є одним із найбільш поширених видів ДТП, що зумовлює актуальність даного виду дослідження.

Важливо послідовно визначити розташування транспортних засобів, їх взаємодію під час безпосереднього контакту, а також траєкторію пересування після виходу з контакту.

Від моменту виникнення небезпеки для руху і до моменту зіткнення, як правило, минає дуже мало часу – секунда, а інколи і долі секунди. Транспортні засоби, що зіткнулися, мають запас кінетичної енергії, яка гаситься протягом дуже короткого часу. Оскільки зміна швидкості руху відбувається дуже швидко, то при цьому виникають значні сили, які діють на людину.

Сам процес зіткнення можна розділити на дві фази. Перша фаза

протікає з моменту первинного контакту і до моменту найбільшого зближення транспортних засобів. При цьому кінетична енергія витрачається на залишкову деформацію, переходить в потенційну енергію пружної деформації, теплову енергію, енергію звукових коливань і ін.

Процес деформації частин (деталей), які контактували при зіткненні, відбувається до моменту падіння їх відносних швидкостей руху до нуля.

При ексцентричних ударах виникають також кутові прискорення, що призводять до зміни напрямку руху (розвороту) транспортних засобів і різких змін їх швидкостей.

Оскільки час спільного удару незначний, то протягом цієї фази зіткнення транспортні засоби можуть суттєво не змінити свого взаємного розташування.

Друга фаза зіткнення починається з моменту найбільшого зближення і закінчується моментом виходу із контакту (роз'єднання).

У цій фазі зіткнення потенційна енергія пружної деформації знову перетворюється в кінетичну енергію, яка викликається силами пружності, що відштовхують транспортні засоби. Оскільки імпульс сили удару значно переважає імпульс сили пружності, то відштовхування автомобілів один від одного незначне і сили зчеплення, що виникають при взаємному проникненні, можуть недопустити їх роз'єднання. Для абсолютно непружних тіл удар завершується на першій фазі. При зіткненні автомобілів іноді зустрічається непружний удар. В такому випадку автомобілі пересуваються з однаковою швидкістю як одне ціле до зупинки.

Однак в більшості випадків сили відштовхування досить значні, в результаті цього автомобілі роз'єднуються після удару.

Необхідно зазначити, що в реальних умовах процес зіткнення транспортних засобів має досить складний характер, і нерідко відрізняється від типових варіантів.

Якщо при зіткненні відбувається значна деформація, то автомобілі можуть зачепитися окремими частинами (деталлями) і далі пересуватись разом без проковзування один відносно іншого. Такий удар називається блокувальним.

Удар, при якому послідовно в контакт вступають окремі деталі і частини транспортних засобів, називають ковзним ударом. Після такого удару автомобілі, як правило, продовжують рух до зупинки кожний за своєю траєкторією.

Ковзний удар, при якому глибина проникнення невелика, називають дотичним ударом. Швидкість руху транспортних засобів при дотичному ударі змінюється незначно.

Варто зазначити, що види зіткнень досить різноманітні. Для дослідження механізму зіткнення їх розподіляють за певними ознаками. Класифікація видів зіткнень транспортних засобів наведена на рисунку 5.9.

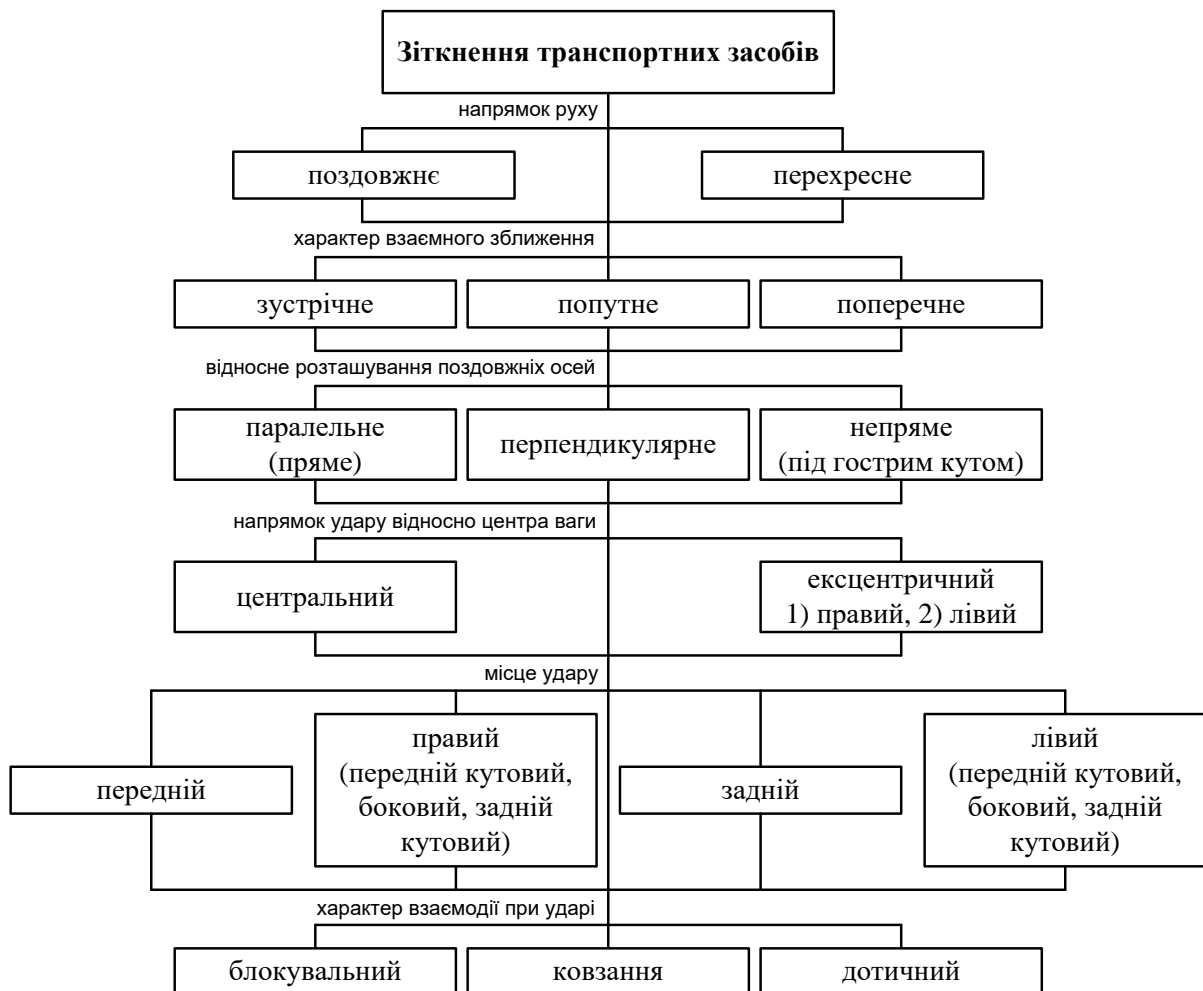


Рисунок 5.9 – Класифікація видів зіткнення транспортних засобів

Під час удару, який триває долі секунди, в контакт вступають різні частини (деталі), які проковзують, деформуються, руйнуються і под. При цьому між деталями, які знаходяться в контакті, виникають сили взаємодії змінної величини і різних напрямків.

Беручи до уваги сказане, силою взаємодії між транспортними засобами при зіткненні (силою удару) слід вважати рівнодійну імпульсів усіх сил взаємодії між частинами (деталіями), які були в контакті.

Пряма, яка проходить по лінії впливу рівнодійної імпульсів сил взаємодії, називається лінією удару. Зрозуміло, що лінія удару проходить не через точку первинного контакту, а десь близько, на найбільш жорсткій ділянці.

Зіткнення називається центральним, якщо лінія удару проходить через центри ваги транспортних засобів, в іншому випадку ексцентричним. Схеми зіткнень наведені на рис. 5.10.

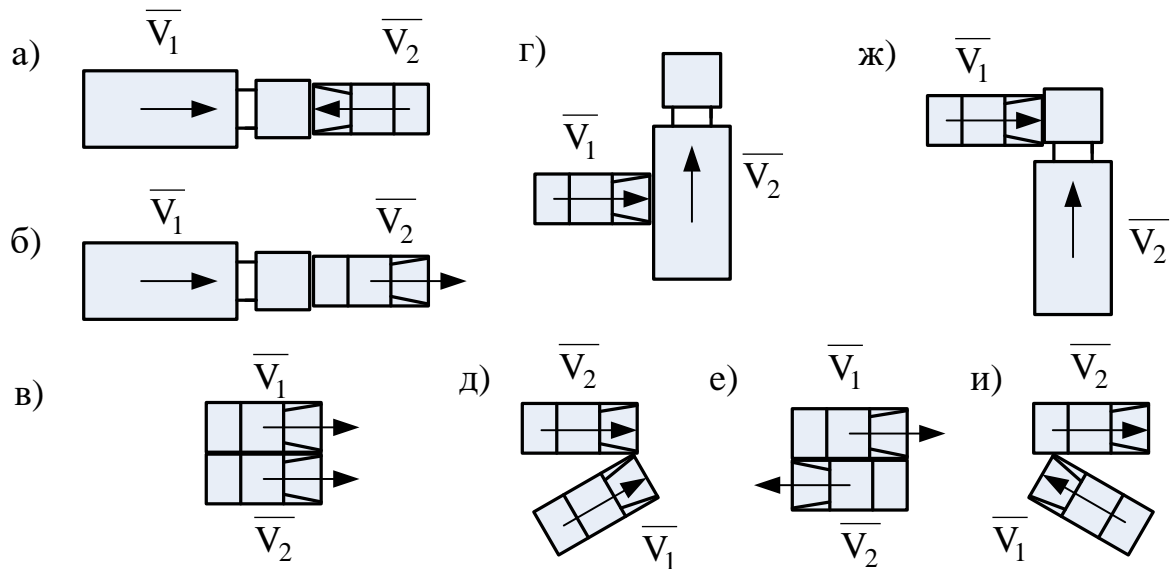


Рисунок 5.10 – Схеми зіткнення автомобілів

Процес зіткнення розглядається з моменту виникнення небезпеки для руху і до моменту кінцевого (остаточного) розташування транспортних засобів, зафіксованих на схемі ДТП.

Весь процес зіткнення можна розділити на три етапи [8]:

- перший етап – зближення транспортних засобів з моменту виникнення небезпеки для руху до моменту первинного контакту;
- другий етап – пересування транспортних засобів з моменту їх первинного контакту до моменту роз’єднання;
- третій етап – пересування транспортних засобів з моменту їх роз’єднання до моменту повної зупинки.

Швидкість руху транспортних засобів при зіткненні визначають, виходячи із закону збереження кількості руху. Як зазначалось раніше, процес зіткнення триває десяті (соті) долі секунди, і за цей час миттєві сили збільшуються від нуля до максимуму, а потім знову зменшуються і дуже швидко змінюються за величиною й напрямком. Виходячи із наведеного, визначимо поняття імпульсу $\int_0^F P dt$, який є векторною величиною.

Вважається, що автомобіль, який має масу m , рухається під дією певної кінцевої сили F , потім в момент $t = t'$ до нього прикладається миттєва сила P , дія якої припиняється в момент $t'' = t' + \tau$, тобто в момент $t = t'$ відбувається зіткнення, імпульс сили визначається за формулою:

$$P + F = mj, \quad (5.28)$$

де j – прискорення (сповільнення) транспортного засобу.

Перед початком зіткнення (імпульсу) автомобіль рухався зі швидкістю V . Протягом кожного відрізка часу прискорення має величину:

$$j = \frac{P + F}{m} \quad (5.29)$$

і за відрізок часу створює наростання швидкості

$$dV_i = j dt_i = \frac{P_i dt_i + F_i dt_i}{m} \quad (5.30)$$

чи

$$m dV_i = P dt_i + F dt_i. \quad (5.31)$$

Додаючи по всіх відрізках часу dt_i , отримуємо:

$$mV' - mV = \int_0^{\tau} P dt_i + \int_0^{\tau} F dt_i. \quad (5.32)$$

Добуток маси на швидкість називається кількістю руху. Ця величина векторна. Другий інтеграл є імпульсом кінцевої сили F за час τ і тому є незначною величиною (того ж порядку, що і τ).

Отже, швидкість руху автомобіля може змінитися в кінці зіткнення в тому випадку, коли буде діяти кінцевий імпульс миттєвої сили P . Імпульс $\int_0^{\tau} P dt$ називається ударним і характеризує дію миттєвої сили при зіткненні.

Оскільки імпульс $\int_0^{\tau} F dt$ є величиною того ж порядку, що і τ , то ним можна знехтувати, тобто при аналізі дії миттєвих сил можна не враховувати дії кінцевих сил.

Під час зіткнення швидкість руху автомобіля змінюється від V до V' . Отже відстань, яку подолає автомобіль $\left(\int_0^{\tau} V dt \right)$, буде незначною (того ж порядку, що і τ), тобто за час зіткнення (удару) автомобіль не встигає суттєво змінити свого розташування. Нехтуючи дуже малим переміщенням

автомобіля, доходимо висновку, що єдиним наслідком дії миттєвої сили є зміна швидкості, тобто імпульс сили $\int_0^{\tau} P dt$ змінює імпульс початкової величини mv до кінцевої mv'

$$mv' + mv = \int_0^{\tau} P dt. \quad (5.33)$$

Це положення називається теорією імпульсів. Зміна кількості руху транспортного засобу може відбуватися тільки під дією зовнішніх сил. При зіткненні завжди виникають дві сили, які прикладені до двох тіл, рівні за величиною і направлені у протилежні напрямки. В будь-якій системі тіл, що рухаються без дії зовнішніх сил, сума всіх імпульсів залишається незмінною величиною. Це закон збереження імпульсів.

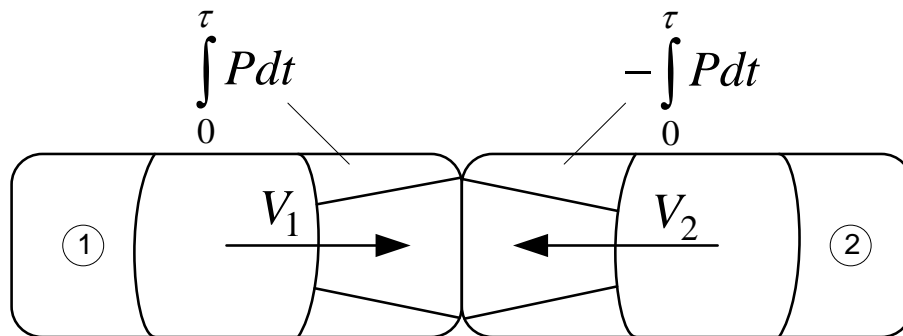


Рисунок 5.11 – Схема зустрічного зіткнення

Розглянемо автомобілі, які зіткнулися, як одну систему (рис. 5.11.). Виходячи з теорії кількості руху, можна записати:
– для автомобіля (1)

$$m_1 v_1' + m_1 v_1 = \int_0^{\tau} P dt,$$

для автомобіля (2)

$$m_2 v_2' + m_2 v_2 = -\int_0^{\tau} P dt.$$

Додавши обидва рівняння, отримаємо:

$$m_1 v_1' + m_2 v_2' = m_1 v_1 + m_2 v_2, \quad (5.34)$$

де m_1, m_2 – відповідно, маси автомобілів (1) і (2);

v_1, v_2 – швидкості руху відповідно автомобілів (1) і (2);

v_1', v_2' – швидкості руху цих автомобілів після зіткнення.

Наведене рівняння є основним при дослідженні механізму зіткнення. Оскільки $m = G / g$, то рівняння (5.34) можна записати так:

$$G_1 v_1 + G_2 v_2 = G_1 v_1' + G_2 v_2'. \quad (5.35)$$

Приклад 5.5 Автомобіль ГАЗ-24 наїхав на автомобіль ГАЗ-53, що стояв. Після наїзду автомобіль ГАЗ-53 відкотився на 10 м від місця стоянки, а автомобіль ГАЗ-24 в загальмованому стані подолав 7 м (див. рис. 5.12.). Необхідно визначити швидкість руху автомобіля ГАЗ-24 в момент удару.

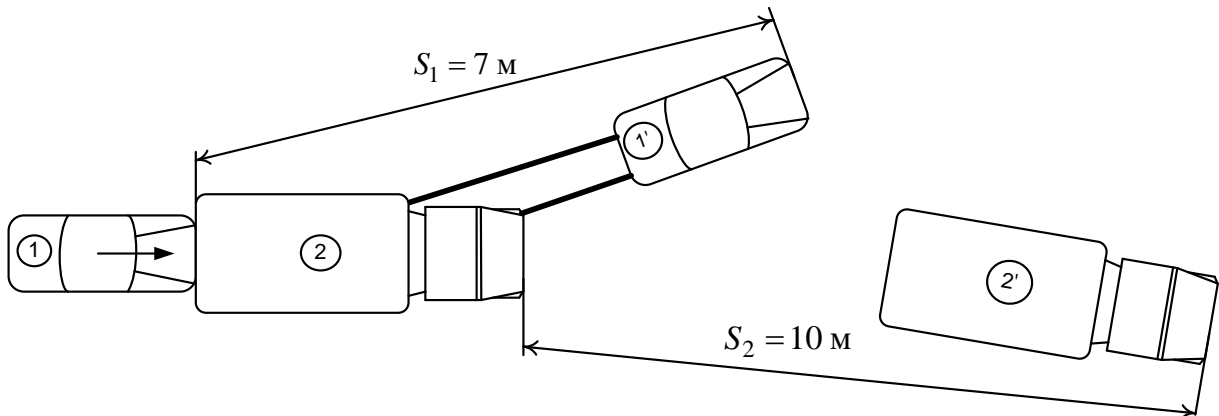


Рисунок 5.12 – Схема наїзду

Із теорії про кількість руху відомо, що кількість руху після наїзду дорівнює кількості руху до наїзду (затрати енергії на деформацію не враховуються). Оскільки до наїзду автомобіль ГАЗ-53 стояв, то $m_2 v_2 = 0$ і рівняння (5.35) має вигляд:

$$m_1 v_1 = m_1 v_1' + m_2 v_2'.$$

Звідки

$$v_1 = \frac{m_1 v_1' + m_2 v_2'}{m_1}.$$

Оскільки після наїзду до зупинки автомобіль ГАЗ-24 рухався в загальмованому стані, то його швидкість можна визначити за формулою:

$$v'_1 = \sqrt{254 \cdot \varphi \cdot S_1}.$$

Автомобіль ГАЗ-53 після наїзду відкотився на 10 м і його швидкість можна визначити так:

$$v'_2 = \sqrt{254 \cdot f \cdot S_2}.$$

Тоді формула для визначення швидкості руху автомобіля ГАЗ-24 в момент наїзду має вигляд:

$$v_1 = \frac{m_1 \sqrt{254 \cdot \varphi \cdot S_1} + m_2 \sqrt{254 \cdot f \cdot S_2}}{m_1},$$

де m_1 – маса автомобіля ГАЗ-24 з урахуванням завантаження – 2120 кг;

m_2 – маса автомобіля ГАЗ-53 – 7400 кг;

S_1 – відстань, яку подолав автомобіль ГАЗ-24 в загальмованому стані після наїзду до зупинки, 7 м;

S_2 – відстань, на яку відкотився після наїзду автомобіль ГАЗ-53, – 10 м;

φ – коефіцієнт зчеплення шин з дорожнім покриттям – 0,7;

f – коефіцієнт опору кочення – 0,017.

$$v_1 = \frac{2120 \sqrt{254 \cdot 0,7 \cdot 7} + 7400 \sqrt{254 \cdot 0,017 \cdot 10}}{2120} = 58 \text{ км/год.}$$

Висновок: в момент наїзду швидкість руху автомобіля ГАЗ-24 складала приблизно 58 км/год.

Аналіз практики показує, що значна кількість зіткнень відбувається на перехрестях, коли автомобілі рухаються в перехресних напрямках один відносно одного. В такому випадку, при аналізуванні механізму зіткнення, необхідно враховувати вектори кількості руху до і після зіткнення. При дослідженні обставин перехресного зіткнення, як правило, потрібно визначити швидкість руху, відстань до місця зіткнення в момент виникнення небезпеки для руху, а також визначити, чи мав водій можливість уникнути зіткнення та інше. Розглянемо приклад.

Приклад 5.6 На перехресті вулиць Бережанської і Південної автомобіль ГАЗ-53 під керуванням водія І зіткнувся з автомобілем ВАЗ-21013, яким керував водій А.

Необхідно дослідити механізм ДТП і вирішити такі питання.

1. Визначити швидкість руху автомобіля ГАЗ-53 в момент початку гальмування.
2. Визначити швидкість руху автомобіля ВАЗ-21013 перед зіткненням.
3. Визначити відстань, на якій знаходився автомобіль ВАЗ-21013 від місця зіткнення в момент виникнення небезпеки для руху.
4. Чи мав технічну можливість водій автомобіля ВАЗ-21013 уникнути зіткнення?

Вихідні дані

1. Зіткнення автомобілів ГАЗ-53 і ВАЗ-21013 сталося на перехресті головної і другорядної доріг. Ділянка дороги горизонтального профілю, асфальтована, на момент ДТП суха. На головній дорозі стоїть знак "Обмеження максимальної швидкості – 40 км/год". На другорядній дорозі є знаки "Рух без зупинки заборонено", "Рух праворуч". Ширина проїжджої частини головної дороги – 9 м, другорядної – 14 м.

2. Автомобіль ВАЗ-21013 рухався по головній дорозі, а автомобіль ГАЗ-53 – по другорядній.

3. Технічно справний автомобіль ВАЗ-21013 рухався з трьома пасажирами.

4. Технічно справний автомобіль ГАЗ-53 рухався з вантажем 650 кг.

5. На проїжджій частині дороги зафіксовані сліди від гальмування задніх лівих коліс автомобіля ГАЗ-53 довжиною 5 м і сліди від бокового ковзання цих коліс довжиною 5,1 м.

6. Після зіткнення автомобілі рухались разом як одне ціле під кутом 45° відносно свого початкового напрямку руху.

7. В момент зіткнення задні колеса автомобіля ГАЗ-53 знаходились на межі проїжджих частин головної і другорядної доріг.

8. В момент виникнення небезпеки руху для водія І, автомобіль ГАЗ-53 знаходився на відстані гальмівного шляху від краю проїжджої частини головної дороги.

9. Автомобіль ГАЗ-53 рухався на відстані 7,8 м від лівого краю проїжджої частини другорядної дороги.

10. Автомобіль ВАЗ-21013 рухався на відстані 4,1 м від правого краю проїжджої частини головної дороги.

11. Місце зіткнення знаходиться на відстані 4,6 м від правого краю проїжджої частини головної дороги.

12. Ліва передня частина автомобіля ГАЗ-53 контактувала з правою передньою частиною автомобіля ВАЗ-21013.

13. До моменту зіткнення автомобіль ВАЗ-21013 рухався без гальмування.

14. В момент, коли автомобіль ГАЗ-53 знаходився на відстані 25 м від місця зіткнення, а автомобіль ВАЗ-21013 на відстані 43 м, в межі бачення водія І знаходився автомобіль ГАЗ-53.

Дослідження

Із наданих вихідних даних видно, що зіткнення автомобілів ВАЗ-21013 і ГАЗ-53 сталося на перехресті нерівнозначних доріг.

На проїжджій частині залишились сліди від задніх лівих коліс автомобіля ГАЗ-53 довжиною 5 м і сліди від їх бокового ковзання довжиною 5,1 м. Сліди від гальмування закінчуються на межі проїжджих частин головної і другорядної доріг. Далі починаються сліди від бокового ковзання. В момент зіткнення задні колеса автомобіля ГАЗ-53 знаходились на межі проїжджих частин головної і другорядної доріг. Після зіткнення автомобілі ВАЗ-2103 і ГАЗ-53 пересувались як одне ціле під кутом 45° відносно свого початкового напрямку руху на відстань 5,1 м.

Отже, зіткнення мало непружний удар і було ексцентричним.

З метою розв'язання поставленої задачі проведемо осі координат з центром в точці первинного контакту. При цьому вісь "x" направляємо за напрямком руху автомобіля ВАЗ-21013, а вісь "y" за напрямком руху автомобіля ГАЗ-53 (рис. 5.13).

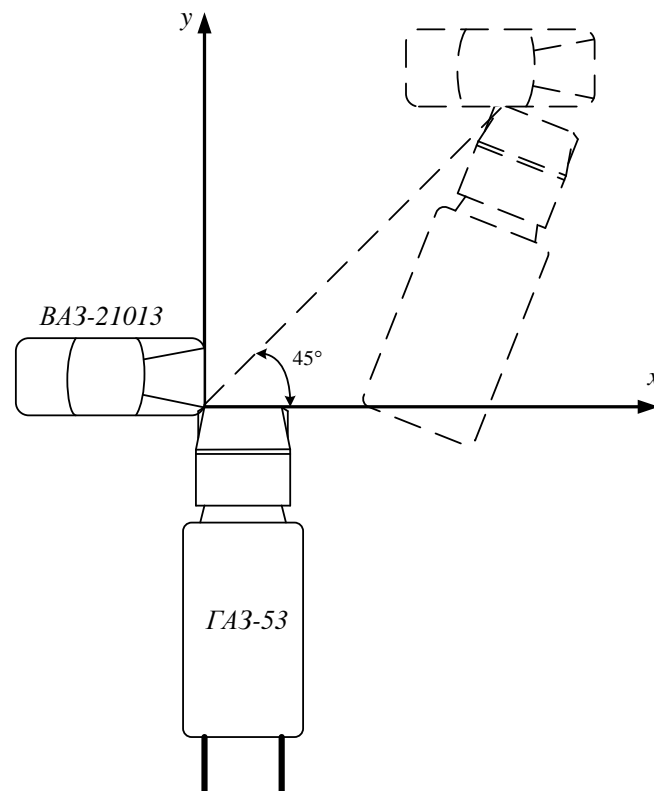


Рисунок 5.13 – Схема зіткнення автомобілів ВАЗ-21013 і ГАЗ-53

Виходячи з теореми про збереження кількості руху для автомобілів ВАЗ-21013 і ГАЗ-53 в проекції на вісь "x", маємо:

$$m_1 v_{1x} + m_2 v_{2x} = (m_1 + m_2) v'_{1,2x}.$$

У проекції на вісь "y" запишемо:

$$m_1 v_{1y} + m_2 v_{2y} = (m_1 + m_2) v'_{1,2y},$$

де v_{1x} – проекція швидкості автомобіля ВАЗ-21013 перед зіткненням на вісь x ;

v_{2x} – проекція швидкості автомобіля ГАЗ-53 перед зіткненням на вісь x ;

v_{1y} – проекція швидкості автомобіля ВАЗ-21013 перед зіткненням на вісь y ;

v_{2y} – проекція швидкості автомобіля ГАЗ-53 перед зіткненням на вісь y ;

$v'_{1,2x}$ – проекція спільної початкової швидкості автомобілів ВАЗ-21013 і ГАЗ-53 після зіткнення на вісь x ;

$v'_{1,2y}$ – проекція спільної початкової швидкості цих автомобілів після зіткнення на вісь y ;

m_1 – маса автомобіля ВАЗ-21013 з урахуванням завантаження, кг;

m_2 – маса автомобіля ГАЗ-53 з урахуванням завантаження, кг.

В даному випадку теорему про збереження кількості руху можна записати так:

$$m_1 v_{1x} = (m_1 + m_2) v'_{1,2x},$$

$$m_1 v_{1y} = (m_1 + m_2) v'_{1,2y}.$$

Швидкість руху автомобілів ВАЗ-21013 і ГАЗ-53 визначається за умови, що кінетична енергія, яка залишилася після зіткнення, була витрачена на пересування автомобілів

$$\frac{(m_1 + m_2) v_{1,2}^2}{2} = (m_1 + m_2) \sqrt{254 \cdot \varphi \cdot S}.$$

Тоді початкову швидкість після зіткнення можна визначити за

формулами:

$$v_{1,2x} = v'_{1,2} \cos \alpha = \left(\sqrt{254 \cdot \varphi_{\delta} \cdot S} \right) \cdot \cos \alpha ,$$

$$v_{1,2y} = v'_{1,2} \sin \alpha = \left(\sqrt{254 \cdot \varphi_{\delta} \cdot S} \right) \cdot \sin \alpha ,$$

де φ_{δ} – коефіцієнт зчеплення шин при боковому ковзанні – 0,56;

S – відстань, на яку змістилися автомобілі після зіткнення як одне ціле – 5,1 м;

α – кут відхилення траєкторії руху – 45° ; $\cos 45^{\circ} = \sin 45^{\circ} = 0,707$.

Отже, швидкість руху автомобіля ГАЗ-53 в момент зіткнення складала, км/год:

$$v_{1(\text{ГАЗ})} = \frac{m_1 + m_2}{m_2} \left(\sqrt{254 \cdot \varphi_{\delta} \cdot S} \right) \cdot \sin \alpha = \frac{1255 + 3976}{3976} \left(\sqrt{254 \cdot 0,56 \cdot 5,1} \right) \cdot 0,707 \approx 25 .$$

В матеріалах кримінальної справи зазначено, що безпосередньо перед зіткненням автомобіль ГАЗ-53 рухався в загальмованому стані. В такому випадку швидкість руху в момент застосування гальмування визначається за формулою, км/год:

$$v_{\text{ГАЗ}} = 1,8 \cdot t_3 \cdot j + \sqrt{26 \cdot S_{\text{ю}} \cdot j + v_1^2} ,$$

$$v_{\text{ГАЗ}} = 1,8 \cdot 0,6 \cdot 4,8 + \sqrt{26 \cdot 5 \cdot 4,8 + 25^2} \approx 41 .$$

До початку гальмування автомобіль ГАЗ-53 рухався зі швидкістю приблизно 41 км/год.

Визначимо швидкість руху автомобіля ВАЗ-21013 безпосередньо перед зіткненням, км/год.

$$v_{2(\text{ВАЗ})} = \frac{m_1 + m_2}{m_1} \left(\sqrt{254 \cdot \varphi_{\delta} \cdot S} \right) \cdot \cos \alpha = \frac{1255 + 3976}{1255} \left(\sqrt{254 \cdot 0,56 \cdot 5,1} \right) \cdot 0,707 \approx 79 .$$

Отже, безпосередньо перед зіткненням автомобіль ВАЗ-21013 рухався із швидкістю приблизно 79 км/год.

В постанові про призначення експертизи зазначено, що небезпека руху для водія автомобіля ВАЗ-21013 виникла в момент, коли автомобіль ГАЗ-53 знаходився на відстані гальмівного шляху від перехрестя.

Визначимо гальмівний шлях автомобіля ГАЗ-53 в даних дорожніх умовах.

$$S_2 = \frac{v_a}{7,2} t_3 + \frac{v_a^2}{26 j_{\text{гст}}} = \frac{41}{7,2} \cdot 0,6 + \frac{41^2}{26 \cdot 4,8} = 17 \text{ м.}$$

В наведеній формулі не враховується час спрацювання гальмової системи, оскільки в цей час автомобіль рухається без сповільнення (зменшення швидкості) і водій іншого транспортного засобу не може визначити, що водій першого автомобіля вже застосував гальмування (натиснув на педаль гальма).

В момент виникнення небезпеки руху автомобіль ГАЗ-53 знаходився від місця зіткнення на відстані $17 + 4,6 = 21,6$ м.

З моменту виникнення небезпеки руху для водія автомобіля ВАЗ-21013 і до моменту зіткнення, автомобіль ГАЗ-53 рухався, с:

$$t_n = \frac{S_n - S'_2}{v_a} \cdot 3,6 + t'_2,$$

де S'_2 – відстань, яку подолав автомобіль ГАЗ-53 в загальмованому стані до місця зіткнення, м

$$S'_2 = \frac{v_a t_3}{7,2} + S_{\text{ю}} = \frac{41}{7,2} \cdot 0,6 + 5 = 8,5,$$

де t'_2 – час руху автомобіля ГАЗ-53 в загальмованому стані до зіткнення, с

$$t'_2 = \frac{v_a - v_1}{3,6 \cdot j} = \frac{41 - 25}{3,6 \cdot 4,8} = 0,9,$$

$$t_n = \frac{21,6 - 8,5}{41} \cdot 3,6 + 0,9 = 2,0.$$

З моменту виникнення небезпеки руху і до моменту зіткнення автомобіль ГАЗ-53 рухався 2 с.

Визначимо відстань, на якій знаходився автомобіль ВАЗ-21013 від місця зіткнення в момент виникнення небезпеки для руху, м

$$S_a = \frac{v_2}{3,6} t_n = \frac{79}{3,6} \cdot 2 = 44.$$

В момент виникнення небезпеки руху автомобіль ВАЗ-21013 знаходився на відстані приблизно 44 м від місця зіткнення.

Технічна можливість уникнути зіткнення шляхом гальмування визначається порівнянням зупинного шляху автомобіля і відстані, на якій він знаходився від місця зіткнення в момент виникнення небезпеки для руху.

Зупинний шлях автомобіля ВАЗ-21013, м

$$S_0 = (0,8 + 0,2 + 0,5 \cdot 0,4) \frac{79}{3,6} + \frac{79^2}{26 \cdot 5,4} \approx 71.$$

Зупинний шлях автомобіля ВАЗ-21013 в даних дорожніх умовах складає приблизно 71 м, що значно більше, ніж відстань, на якій він знаходився від місця зіткнення в момент виникнення небезпеки для руху.

Отже, при швидкості руху 79 км/год в момент виникнення небезпеки руху, водій автомобіля ВАЗ-21013 не мав технічної можливості шляхом гальмування уникнути зіткнення з автомобілем ГАЗ.

На даній ділянці дороги швидкість руху для автомобіля ВАЗ-21013 обмежена до 40 км/год.

Визначимо зупинний шлях автомобіля ВАЗ-21013 в даних дорожніх умовах при швидкості руху 40 км/год, м:

$$S_0 = (0,8 + 0,2 + 0,5 \cdot 0,4) \frac{40}{3,6} + \frac{40^2}{26 \cdot 5,4} \approx 25.$$

Зупинний шлях автомобіля ВАЗ-21013 в даних дорожніх умовах при швидкості руху 40 км/год складає приблизно 25 м, що менше, ніж відстань, на якій знаходився цей автомобіль від місця зіткнення в момент виникнення небезпеки руху.

Наведені вище розрахунки показують, що при дозволеній швидкості 40 км/год в момент виникнення небезпеки руху, водій автомобіля ВАЗ-21013 мав технічну можливість шляхом гальмування уникнути зіткнення з автомобілем ГАЗ-53.

Висновки

1. В момент застосування гальмування автомобіль ГАЗ-53 рухався зі швидкістю приблизно 41 км/год.

2. Перед зіткненням швидкість руху автомобіля ВАЗ-21013 складала приблизно 79 км/год.

3. В момент виникнення небезпеки руху автомобіль ВАЗ-21013 знаходився на відстані приблизно 44 м від місця зіткнення.

4. При швидкості руху 79 км/год в момент виникнення небезпеки

руху водій автомобіля ВАЗ-21013 не мав технічної можливості шляхом гальмування уникнути зіткнення з автомобілем ГАЗ-53.

При дозволений швидкості 40 км/год водій автомобіля ВАЗ-21013 в момент виникнення небезпеки руху мав технічну можливість шляхом гальмування уникнути зіткнення з автомобілем ГАЗ-53.

Контрольні запитання

1. Як проводиться вибір граничних значень величин при розрахунках автотехнічної експертизи?
2. Як визначається швидкість транспортного засобу за довжиною слідів від коліс, що рухались юзом?
3. Як визначається швидкість транспортного засобу, якщо в процесі гальмування він перетинав ділянки з різним опором руху?
4. Як визначається швидкість транспортного засобу в момент наїзду?
5. Як визначається допустима швидкість руху транспортного засобу на заокругленні дороги?
6. Класифікація видів зіткнення транспортних засобів.
7. Основне положення теорії імпульсу.

6 ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ

6.1 Етапи експертизи дорожньо-транспортних пригод

Мета роботи: ознайомлення з Постановою про призначення та основними етапами експертизи ДТП.

Теоретичні відомості

У більшості випадків процес виконання судової автотехнічної експертизи можна розділити на такі етапи:

- ознайомлення з Постановою, вивчення матеріалів справи;
- з'ясування задач майбутньої експертизи й оцінка вихідних даних;
- побудова інформаційної моделі досліджуваного ДТП;
- виконання розрахунків, складання графіків і схем;
- оцінення проведених досліджень, уточнення первісної моделі ДТП;
- формулювання висновків;
- складання й оформлення висновку експерта.

Розглянемо етапи експертної діяльності детально. Отримавши постанову про призначення експертизи, експерт знайомиться з її змістом, вивчаючи фабулу ДТП у тому вигляді, у якому вона встановлена слідчим (судом), і питання, на які необхідно відповісти. Далі експерт аналізує матеріали кримінальної справи і систематизує їх у послідовності, зручній для подальшого дослідження. Особлива увага при вивченні матеріалів справи приділяється їх повноті і взаємній погодженості. Якщо, вивчивши надані матеріали, експерт прийде до висновку, що їх недостатньо для проведення експертизи або вони містять протиріччя, він зобов'язаний сповістити про це орган, який виніс постанову, і зробити запит на нові матеріали.

Вивчаючи матеріали, надані на експертизу, експерт-автотехнік подумки відтворює послідовність подій ДТП і дій її учасників. Одночасно він окреслює план майбутніх досліджень, необхідних для вичерпної відповіді на поставлені запитання, і перелік вихідних даних, без яких неможливе проведення дослідження. Відповідно до постанови і матеріалів справи, наданих в розпорядження судового експерта, він створює первісну версію механізму досліджуваної ДТП. Іноді таких версій може бути кілька. У цьому випадку дослідженню підлягають усі можливі версії.

Досліджуючи ДТП, експерт-автотехнік використовує розрахунки параметрів руху пішоходів і транспортних засобів. Необхідні вихідні дані він частково отримує з постанови слідчого й інших матеріалів, наданих у його розпорядження. Цих даних експерт не має права змінювати, навіть якщо їхня вірогідність викликає у нього сумнів. При наявності протиріч

або сумнівів у вихідних матеріалах експерт зобов'язаний вказати на них у своєму висновку.

Як правило, наданих вихідних даних недостатньо для детального розрахунку, і значну частину параметрів експерт вибирає з довідників, нормативних актів, звітів, інструкцій підприємств-виготовлювачів, науково-дослідних робіт і інших джерел.

До переліку даних, які експерт має право обирати самостійно, відносяться:

- габаритні розміри автомобіля, колія, база, маса, координати центра ваги, радіуси повороту;
- показники тягової динамічності автомобіля (максимальна швидкість і прискорення, час та шлях розгону);
- коефіцієнти поздовжнього і поперечного зчеплення шин з дорогою;
- коефіцієнт опору кочення;
- час реакції водія;
- час спрацювання гальмового приводу;
- час наростання сповільнення при гальмуванні;
- ККД трансмісії;
- коефіцієнт обтічності автомобіля.

У ході дослідження ДТП експерти використовують рівняння руху (математичні моделі) транспортних засобів. В теорії автомобіля використовуються системи рівнянь руху автомобіля, що містять невідомі та їх похідні досить високих порядків і ступенів. Практична непридатність таких рівнянь для експертних цілей очевидна. По-перше, вихідні дані, якими оперує експерт, мають, як правило, досить невисоку точність і введення їх у складні формули не може дати точних результатів. По-друге, на даний час не існує надійних способів розв'язування таких громіздких систем, і використання різних методів може дати різні результати.

При експертному дослідженні ДТП доцільно застосовувати моделі досить прості та зручні для практичного використання і, разом з тим, забезпечуючі потрібну точність (у всякому разі не меншу, ніж точність вихідних значень). Останнє зазвичай досягається шляхом введення в розрахунки емпіричних поправкових коефіцієнтів і формул.

Розробляючи інформаційну модель ДТП, експерти-автотехніки як основу найчастіше використовують фабулу події, яка надається в описовій частині постанови про призначення експертизи. Однак у ході дослідження експерт може зробити висновок про те, що дійсний механізм ДТП відрізняється від описаного в постанові. Причинами розбіжності можуть бути неточність показань свідків, помилка, допущена при огляді місця ДТП або при огляді транспортного засобу і т. д. Можливі випадки, коли

слідчий, незважаючи на ретельне вивчення всіх доказів, не в змозі описати послідовність подій ДТП і визначити її механізм або вважає рівнозначними кілька різних версій. Нарешті, доводиться враховувати можливість помилок слідчого, його недостатню компетентність у спеціальних питаннях теорії й експлуатації автомобіля, а також навмисне перекручування матеріалів справи і розгляд версії, яка відрізняється від істини. Якщо експерт дійде висновку про те, що дійсний механізм ДТП відрізняється від описаного слідчим, то він викладає свою версію і дає пояснення виниклим розбіжностям.

Порядок виконання роботи

1. До звіту лабораторної роботи додати Постанову про проведення судової автотехнічної експертизи з даними, згідно з вказаним викладачем варіантом (додаток А).
2. Згідно з матеріалами Постанови та виданим викладачем варіантом (табл. 6.1.1) виписати необхідні дані, які експерт самостійно вибирає з довідників для проведення подальшого дослідження.
3. Зробити висновки.

Таблиця 6.1.1 – Варіанти завдань

Параметр	Варіант									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Марка автомобіля	ВАЗ-2107	ВАЗ-2110	КамАЗ-5320	УАЗ-2746	ГАЗ-2705	ГАЗ-3308	ГАЗ-3110	ЗАЗ-1105	ЗІЛ-5301	ЗІЛ-4331
Стан дорожнього покриття	сухе	вологе	сухе	вологе	сухе	вологе	сухе	вологе	сухе	вологе
V_{np} , м	9,6	9,8	10,4	9,2	10,8	9,6	9,2	8,8	9,6	10,0
V_A , км/год	60	65	75	70	90	85	95	85	80	75
L , м	90	110	120	105	95	85	115	120	100	90
V_B , км/год	12	14	16	13	15	16	18	22	15	17
b , м	12	15	13	14	17	16	22	14	18	15

Контрольні запитання

1. Наведіть порядок проведення автотехнічної експертизи дорожньо-транспортних пригод.
2. Чи надаються показники тягової динамічності автомобіля у Постанові про призначення експертизи ДТП?
3. Як експерт отримує дані про час реакції водія?
4. Як можна отримати відомості про час спрацювання гальмового приводу?

6.2 Визначення та фіксування слідів на місці ДТП

Мета роботи: отримання теоретичних та практичних навичок визначення та фіксування слідів на місці ДТП, складання схеми ДТП.

Теоретичні відомості

Основні теоретичні відомості щодо визначення та фіксування слідів на місці ДТП подані в 3 розділі даного навчального посібника.

Порядок виконання роботи

1. За умовною дорожньо-транспортною пригородою записати перелік слідів, які необхідно зафіксувати.
2. Скласти схему до протоколу огляду місця ДТП з дотриманням необхідних вимог та додати її до звіту лабораторної роботи.
3. Зробити висновки.

Контрольні запитання

1. Чи обов'язково залучати спеціаліста-автотехніка до участі в огляді місця ДТП?
2. Що є об'єктами огляду на місці ДТП?
3. Які реквізити повинна містити схема до протоколу огляду місця скоєння ДТП?
4. Які вимоги до складання схеми для протоколу огляду місця скоєння ДТП?
5. Яких рекомендацій необхідно дотримуватись при складанні схеми до протоколу огляду місця скоєння ДТП?

6.3 Дослідження показників екстреного гальмування автомобіля

Мета роботи: дослідити вплив швидкості руху на основні показники екстреного гальмування автомобіля.

Теоретичні відомості

Гальмові властивості відносяться до найважливіших експлуатаційних властивостей, що визначають безпеку руху автомобіля, тому вони регламентуються міжнародними документами. Гальмові властивості регламентуються Правилами № 13 Комітету з внутрішнього транспорту Європейської Економічної Комісії Організації Об'єднаних Націй (ЄЕК ООН).

Критерієм ефективності гальмування робочою гальмовою системою є значення гальмівного шляху дорожнього транспортного засобу. Допускається контролювання ефективності гальмування цією системою за критерієм значення усталеного сповільнення, яке для автомобілів категорії M_1 повинно бути не менше $5,8 \text{ м/с}^2$. При цьому необхідно контролювати час спрацювання гальмової системи, який не повинен перевищувати $0,5 \text{ с}$ для автомобілів з гідравлічним приводом і $0,8 \text{ с}$ для автомобілів з іншими типами приводів. Для дорожніх транспортних засобів (ДТЗ) випуску до 1988 року допускається відхилення від нормативів на 10% .

У таблиці 6.3.1 наведено формули, за якими визначається значення гальмівного шляху ДТЗ.

Таблиця 6.3.1 – Значення гальмівного шляху ДТЗ згідно з ДСТУ 3649-97

Тип ДТЗ	Категорія ДТЗ	Гальмівний шлях, м, не більше значень, обчислених за формулами
Одиночні	M_1	$v_0(0,1 + v_0/150)$
	M_2, M_3, N_1, N_2, N_3	$v_0(0,15 + v_0/130)$
Автопоїзди	M_1	$v_0(0,15 + v_0/150)$
	M_2, M_3, N_1, N_2, N_3	$v_0(0,18 + v_0/130)$

Оцінення гальмових властивостей автомобіля проводять експериментальними, а також розрахунково-аналітичними методами. З погляду дотримання розпоряджень офіційної державної нормативно-технічної документації стендові та дорожні методи випробувань – рівнозначні. В Правилах дорожнього руху перевага надана дорожньому методу випробувань, оскільки він дозволяє визначити безпосередньо ті параметри гальмування автомобіля, які визначають безпеку його руху по дорозі.

Вимірювання гальмівного шляху здійснюється за допомогою рулетки та „пістолета-відмітника”, закріпленого на бампері автомобіля. Гальмівні діаграми будуються за допомогою приладу VZM-100 (рис. 6.3.1). Сила натискання на педаль гальма під час випробувань вимірюється за допомогою датчика „педометр”, який встановлюється безпосередньо на педаль (рис. 6.3.2).



Рисунок 6.3.1 – Деселерометр VZM-100

Деселерометр встановлюється на килимку в салоні автомобіля з боку пасажирів. За допомогою гвинта виставляється його горизонтальне положення в автомобілі. При гальмуванні деселерометр показує на дисплеї фактичні параметри гальмування – сповільнення та силу натискання на педаль гальм. Після закінчення випробування VZM-100 автоматично роздруковує результати у вигляді графіків функцій залежності сповільнення і сили натискання на педаль гальм від часу з дискретністю 0,02 с.

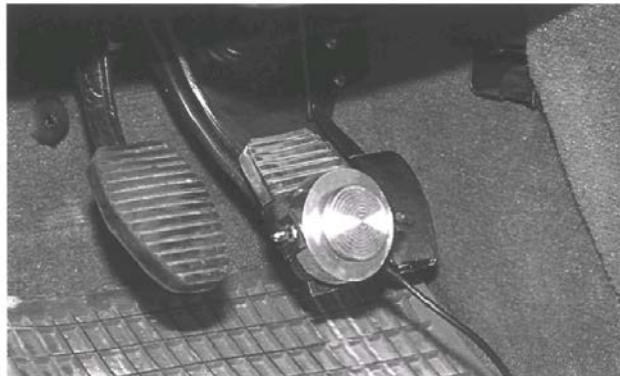


Рисунок 6.3.2 – Положення датчика „педометр” при випробуваннях

Режими гальмування необхідно повторювати кілька разів у протилежних напрямках. Ділянка дороги повинна бути горизонтальною,

протяжністю до одного кілометра з твердим асфальтобетонним покриттям, її негоризонтальність не повинна перевищувати 1,5 %.

Після проведення випробування, деселерометр VZM-100 роздруковує гальмівну діаграму, як показано на рис. 6.3.3.

Після того, як VZM-100 роздрукує результати, необхідно виміряти гальмівний шлях по відмітках, зроблених „пістолетом-відмітником”.

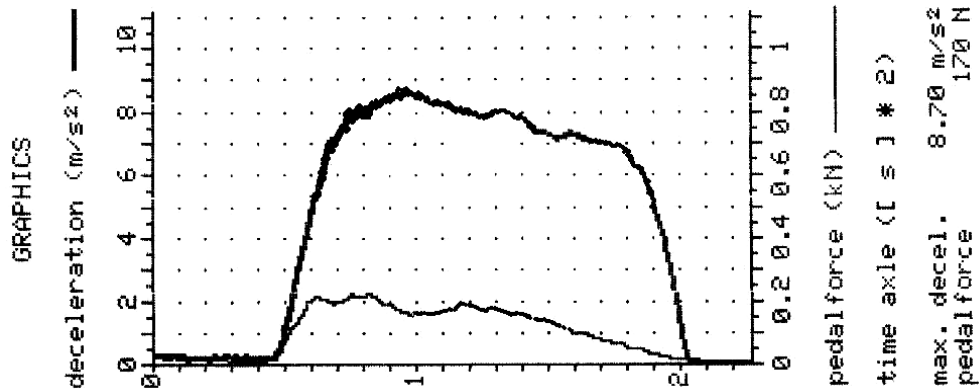


Рисунок 6.3.3 – Гальмівна діаграма, роздрукована деселерометром VZM-100

Усі результати випробувань слід реєструвати за допомогою форми, наведеної нижче.

Автомобіль _____						
АБС: <i>ввімкнена, вимкнена</i>						
Тип дорожньої поверхні: _____						
Стан покриття: <i>мокрый, сухий, ожеледиця</i>						
Тип шин _____, стан шин _____, тиск в шинах _____						
Завантаження автомобіля: <i>0%, 50%, 100%</i>						
Початкова швидкість гальмування: _____ км/год						
Результати експериментальних випробувань з деселерометром VZM-100						
№	Час гальмування t_2 , с	Шлях гальмування S_2 , м	Макс. сповільн. j_{max} , м/с ²	Середнє уст. сповільн. $j_{уст}$, м/с ²	Середнє знач. тиску на педалі $P_{zn.cp}$, Н	Примітка
1						
2						
3						

Рисунок 6.3.4 – Форма для занесення результатів екстреного гальмування автомобіля

Порядок виконання роботи

1. Після проведення заїздів з екстреним гальмуванням на випробовувальному автомобілі, записати у спеціальну форму (див. рис. 6.3.4) такі показники: гальмівний шлях автомобіля, сліди від коліс, які рухались юзом, сповільнення та силу натискання на педаль гальм, час гальмування.
2. Розрахувати середнє значення коефіцієнта зчеплення для кожного заїзду, використовуючи гальмівні діаграми.
3. Розрахувати значення зупинного шляху, гальмівного шляху за формулою з табл. 6.3.1 та нормативною формулою, використовуючи отримані середні значення коефіцієнта зчеплення.
4. Побудувати графіки розрахованих величин (s_0, s_z, φ_{cp}) та зафіксованих $(t_z, j_{max}, P_{en.cp})$ від початкової швидкості гальмування.
5. Зробити висновки.

Контрольні запитання

1. Які міжнародні та вітчизняні документи регламентують гальмові властивості автомобілів?
2. Охарактеризуйте основні критерії оцінювання гальмової ефективності автомобілів.
3. Які методи використовують для оцінювання гальмової ефективності автомобілів?
4. За допомогою яких приладів визначають сповільнення автомобіля?
5. Яка послідовність проведення експерименту з визначення основних показників екстреного гальмування в дорожніх умовах?

6.4 Аналіз механізму наїзду на перешкоду

Мета роботи: отримання теоретичних навичок проведення аналізу механізму наїзду на перешкоду.

Теоретичні відомості

Наїзд на перешкоду, яка рухається у поперечному напрямку

Наїзд є найбільш поширеним видом ДТП. Питання про технічну можливість уникнути наїзду можна вирішити різними способами, залежно від обставин пригоди (наявності вихідних даних). Основні способи вирішення цього питання такі:

— визначення і порівняння зупинного шляху транспортного засобу і відстані, на якій він знаходився від місця наїзду в конкретний момент;

— визначення розташування транспортного засобу і перешкоди в момент, коли транспортний засіб знаходився на відстані зупинного шляху від місця наїзду;

— порівняння часу існування перешкоди і часу, необхідного для зупинки транспортного засобу.

Існують і інші методи вирішення зазначеного питання, однак в експертній практиці частіше застосовується перший спосіб.

Шлях до повної зупинки визначається за формулами, м:

$$S_0 = (t_1 + t_2 + 0.5t_3) \frac{v_a}{3.6} + \frac{v_a^2}{26j}, \quad (6.4.1)$$

$$S_0 = (t_1 + t_2 + 0.5t_3) \frac{v_a}{3.6} + S_{ю}. \quad (6.4.2)$$

Якщо транспортний засіб до моменту наїзду рухався без сповільнення (гальмування), то відстань, на якій він знаходився від місця наїзду в момент виникнення перешкоди для руху, визначається так, м:

$$S_a = \frac{v_a}{3.6} t_n, \quad (6.4.3)$$

або

$$S_a = \frac{v_a}{v_n} S_n, \quad (6.4.4)$$

де v_a – швидкість транспортного засобу, км/год;

v_n – швидкість перешкоди, км/год;

t_n – час існування перешкоди (відрізок часу з моменту виникнення перешкоди до моменту наїзду), с;

S_n – відстань, яку пододала перешкода з моменту виникнення небезпеки для руху до моменту наїзду, м.

Якщо в момент наїзду транспортний засіб рухався у загальмованому стані, то відстань, на якій він знаходився від місця наїзду в момент виникнення небезпеки для руху, складає, м:

$$S_a = (t_n - t_T') \frac{v_a}{3.6} + S_T', \quad (6.4.5)$$

або

$$S_a = t_n \frac{v_a}{3.6} - \left(\sqrt{\frac{v_a^2}{26j}} - \sqrt{S_T''} \right)^2. \quad (6.4.6)$$

Час, який минув від моменту початку гальмування до моменту наїзду, визначається за формулою, с:

$$t_T' = t_T - t_T'' = \frac{v_a}{3.6j} - \sqrt{\frac{2}{j} S_T''}, \quad (6.4.7)$$

де t_T – час повного гальмування транспортного засобу до зупинки, с;

t_T'' – час, протягом якого рухався загальмований транспортний засіб від моменту наїзду до зупинки, с;

S_T'' – відстань, яку подолав загальмований транспортний засіб після наїзду до зупинки, м;

S_T' – відстань, яку подолав загальмований транспортний засіб до наїзду, м

$$S_T' = \frac{v_a}{26j} - S_T'', \quad (6.4.8)$$

або

$$S_T' = S_{ю}' + \frac{v_a \cdot t_3}{7.2}. \quad (6.4.9)$$

Якщо після наїзду транспортний засіб було розгальмовано чи він після наїзду перекинувся, наїхав на перешкоду і т. д., то час гальмування до наїзду можна визначити за формулою, с:

$$t_T' = t_T - \sqrt{t_T^2 - \frac{2}{j} S_T'}. \quad (6.4.10)$$

Трапляються випадки, коли в момент виникнення небезпеки для руху транспортний засіб уже рухався в загальмованому стані. Тоді відстань, на якій він знаходився до місця наїзду в момент виникнення небезпеки для руху, визначається так, м:

$$S_a = \frac{j}{2} (t_n - t_T')^2 - S_T'. \quad (6.4.11)$$

Порівнюючи величину шляху, необхідного для зупинки транспортного засобу (S_0), і відстань, на якій знаходився цей транспортний засіб до місця наїзду в момент виникнення небезпеки руху (S_a), приходимо до висновку (рис. 6.4.1.):

а) водій не мав технічної можливості шляхом гальмування уникнути наїзду за умови, що шлях, необхідний для зупинки, дорівнює або більший ніж відстань, від транспортного засобу до місця наїзду;

б) водій мав технічну можливість уникнути наїзду за умови, що шлях, необхідний для зупинки, менший за відстань від транспортного засобу до місця наїзду.

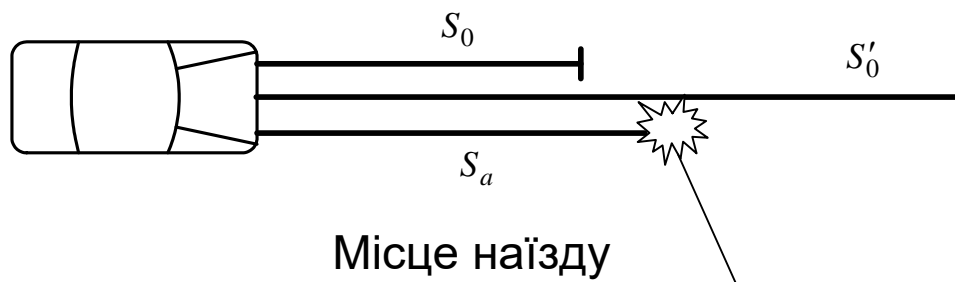


Рисунок 6.4.1 – Модельована схема наїзду на перешкоду

Наїзд на перешкоду, яка рухається в попутному чи зустрічному напрямку

Часто виникає потреба дослідити механізм наїзду на перешкоду, яка рухалася у попутному чи зустрічному напрямку.

В таких випадках, для вирішення питання про технічну можливість уникнути наїзду, недостатньо знати величину шляху, необхідну для зупинки транспортного засобу. Якщо перешкода рухається в попутному напрямку, то за час гальмування автомобіля вона може залишити небезпечну зону (для подолання певної ділянки дороги при гальмуванні необхідно більше часу, ніж без гальмування). Тому в таких випадках необхідно врахувати відстань, яку може додатково подолати перешкода за час гальмування

$$(t_1 + t_2 + 0.5t_3) \frac{\Delta v}{3.6} + \frac{\Delta v^2}{26j} \leq S'_a, \text{ м}, \quad (6.4.12)$$

де Δv – різниця між швидкостями автомобіля і перешкоди, км/год;

S'_a – відстань від автомобіля до перешкоди в момент виникнення небезпеки для руху, м.

Водій має технічну можливість шляхом гальмування уникнути наїзду при умові виконання нерівності.

Якщо до моменту наїзду автомобіль рухається без гальмування, то відстань від автомобіля до перешкоди в момент виникнення небезпеки для руху визначається за формулою, м:

$$S_a' = S_n \left(\frac{v_a}{v_n} - 1 \right). \quad (6.4.13)$$

Якщо до моменту наїзду автомобіль був загальмований, м:

$$S_a' = S_n \left(\frac{v_a}{v_n} - 1 \right) - \left(\sqrt{\frac{v_a^2}{26j}} - \sqrt{S_T''} \right)^2, \text{ м.} \quad (6.4.14)$$

Порядок виконання роботи

1. Використовуючи матеріали лабораторної роботи №1, дослідити питання технічної можливості уникнення наїзду при умові, що час реакції водія – $t_1 = \{0,8; 1,0; 1,2\}$ с.
2. Зробити висновки.

Контрольні запитання

1. Які параметри екстреного гальмування необхідно знати для аналізу технічної можливості уникнення наїзду?
2. Назвіть основні способи вирішення питання про технічну можливість уникнення наїзду.
3. Чи можна уникнути наїзду без гальмування?
4. Чи впливають психофізіологічні якості водія на технічну можливість уникнення наїзду.

6.5 Безпечні швидкості автомобіля

Мета роботи: отримання навичок розрахунку та аналізу безпечних швидкостей автомобіля.

Теоретичні відомості

Швидкість є найважливішим показником дорожнього руху. Керуючи автомобілем, водій вибирає режим руху, виходячи з двох критеріїв: мінімальної витрати часу і максимальної безпеки руху. Ці критерії

суперечливі і перевищення допустимої межі швидкості є однією з найбільш розповсюджених причин ДТП. Тяжкість їх наслідків і можливість запобігання пригоді також безпосередньо пов'язані зі швидкістю транспортного засобу.

Розглянемо як, обираючи швидкість автомобіля, можна запобігти наїзду на пішохода.

Для спрощення розрахунків розмірами пішохода можна нехтувати і зображувати його у вигляді точки. Автомобіль зобразимо прямокутником, розміри якого дорівнюють габаритній довжині і ширині. Вважаємо, що автомобіль і пішохід рухаються прямолінійно і їх траєкторії перетинаються під прямим кутом. Швидкість пішохода вважаємо постійною, а безпечним інтервалом нехтуємо.

Безпечною називають таку швидкість автомобіля, рухаючись з якою водій, у момент виникнення небезпечної дорожньої обстановки, має технічну можливість запобігти наїзду.

При прямолінійному русі водій може дотримуватись безпеки одним з таких способів:

- зупинити автомобіль до лінії проходження пішохода;
- перетнути лінію проходження пішохода, проїхавши перед ним раніше, ніж він досягне смуги руху автомобіля;
- пропустити пішохода перед автомобілем. При цьому пішохід переходить смугу руху автомобіля раніше, ніж той досягне лінії проходження пішохода.

Першою безпечною швидкістю $v_{б1}$ автомобіля називають мінімальну швидкість, рухаючись з якою водій може, вчасно застосувавши екстрене гальмування, зупинити автомобіль до лінії проходження пішохода. Значення першої безпечної швидкості отримаємо, прирівнявши віддалення автомобіля до величини зупинного шляху:

$$v_{б1} = T \cdot j_{уст} + \sqrt{T^2 j_{уст}^2 + 2S_{вд} j_{уст}}, \quad (6.5.1)$$

де T – час, необхідний для зупинки транспортного засобу, с;

$j_{уст}$ – усталене сповільнення автомобіля, м/с²;

$S_{вд}$ – віддалення автомобіля, м.

Перша безпечна швидкість залежить лише від показників, які характеризують водія, автомобіль і дорогу. Параметри руху пішохода у вираз не входять. Якщо автомобіль зупиняється на відстані, рівній віддаленню, то безпека гарантується незалежно від руху пішохода по проїжджій частині.

Вимагаючи від водія керувати автомобілем зі швидкістю $v_{\delta 1}$, забувають, що ця швидкість миттєва, дійсна лише для даного віддалення $S_{\delta 0}$, і в міру наближення до пішохода безперервно зменшується внаслідок зменшення самого віддалення. Фактично така вимога означає, що водій, наближаючись до пішохода, який стоїть на краю проїжджої частини з невідомими водієві намірами, зобов'язаний завчасно і безперервно зменшувати швидкість свого автомобіля. Оскільки при визначенні $v_{\delta 1}$ керуються максимальною ефективністю гальмування, то розглянуті вимоги зводяться до вимоги гальмувати до зупинки, побачивши пішохода, який знаходиться поблизу смуги руху автомобіля.

Для об'єктивного розслідування ДТП і встановлення можливості її запобігання, необхідно оцінити поведінку всіх її учасників. Технічно неграмотно визначати припустиму швидкість автомобіля, виходячи з дій пішохода, який створив небезпечну дорожню обстановку. Відповідальність водія за наслідки наїзду на пішохода може бути встановлена лише в тому випадку, коли водій бачив, що пішохід рухається нехтуючи власною безпекою, але вчасно не вжив заходів щодо запобігання наїзду.

Другою безпечною швидкістю автомобіля $v_{\delta 2}$ називають мінімальну швидкість, рухаючись з якою автомобіль проїде лінію проходження пішохода в момент, коли той підійде до смуги руху автомобіля.

Як видно на рис. 6.5.1, автомобіль, який рухається рівномірно з другою безпечною швидкістю, переміститься за час t на відстань $S_{\delta 0} + L_a$, де L_a – габаритна довжина автомобіля. Пішохід за цей час пройде відстань S_{Π} , рівну Δy , тому:

$$(S_{\delta 0} + L_a)/v_{\delta 2} = \Delta y/v_{\Pi}, \quad (6.5.2)$$

звідки

$$v_{\delta 2} = (S_{\delta 0} + L_a) \cdot v_{\Pi} / \Delta y. \quad (6.5.3)$$

У цьому випадку, для збереження безпеки, повинна бути виконана умова $v_a \geq v_{\delta 2}$.

Значення другої безпечної швидкості збільшується зі збільшенням відстані $S_{\delta 0}$ і швидкості пішохода, а також зі зменшенням бічного інтервалу Δy . При невеликих значеннях Δy , характерних для руху по вузьких вулицях міст і населених пунктів, швидкість $v_{\delta 2}$ повинна бути досить великою. Тому такий спосіб гарантування безпеки небажаний, а при малих значеннях Δy і зовсім неможливий, оскільки розрахункове значення $v_{\delta 2}$ може перевищити не тільки встановлені обмеження, але і максимально можливу швидкість даного автомобіля.

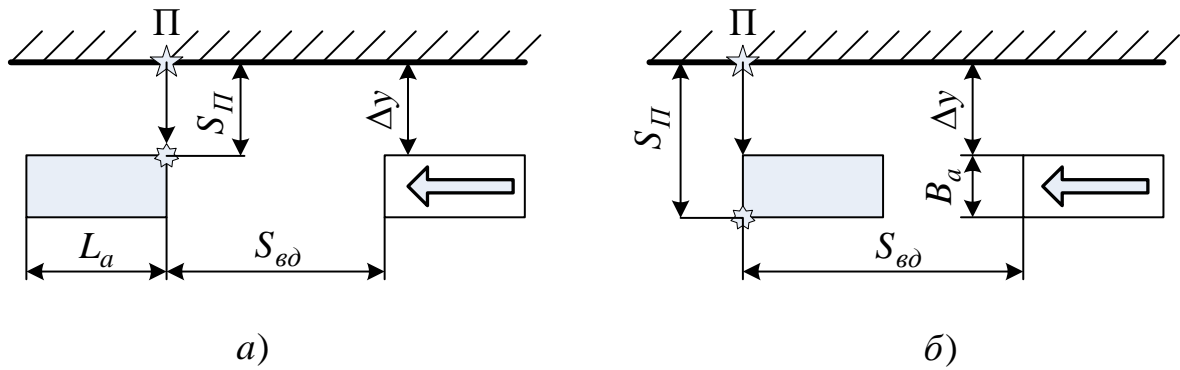


Рисунок 6.5.1 – Схема для розрахунку другої (а) і третьої (б) безпечних швидкостей автомобіля

Третьою безпечною швидкістю автомобіля $v_{\text{б3}}$ називають максимальну швидкість, рухаючись з якою автомобіль досягне траєкторії руху пішохода у той момент, коли пішохід уже перейде смугу руху автомобіля (рис. 6.5.1, б). Для цього необхідне виконання такої рівності:

$$S_{\text{вд}}/v_{\text{б3}} = (\Delta y + B_a)/v_{\Pi}, \quad (6.5.4)$$

де B_a – габаритна ширина автомобіля, м.

Швидкість автомобіля, км/год

$$v_{\text{б3}} = S_{\text{вд}} \cdot v_{\Pi} / (\Delta y + B_a). \quad (6.5.5)$$

У цьому випадку умова безпеки руху: $v_a \leq v_{\text{б3}}$, оскільки друга і третя безпечні швидкості залежать від інтервалу Δy (рис. 6.5.2). Зона A характеризує швидкість, рухаючись з якою автомобіль проїде раніше, ніж пішохід досягне небезпечної зони. Зона B характеризує значення швидкості, рухаючись з якою автомобіль пропустить пішохода раніше, ніж сам досягне лінії просування пішохода. Нарешті, зона B характеризує швидкості, при яких наїзд автомобіля на пішохода при рівномірному русі неминучий.

Четвертою безпечною швидкістю називають максимальну швидкість, при якій водій, вчасно застосувавши екстрене гальмування, має можливість пропустити пішохода. Автомобіль при цьому не зупиняється на лінії проходження пішохода, а перетинає її з деякою швидкістю v_n .

Час руху автомобіля T в інтервалі зміни швидкості від v_a до v_n дорівнює часу переміщення пішохода на відстань $(\Delta y + B_a)$, а саме:

$$T + (v_a - v_n)/j = (\Delta y + B_a)/v_n = t_{\Pi}. \quad (6.5.6)$$

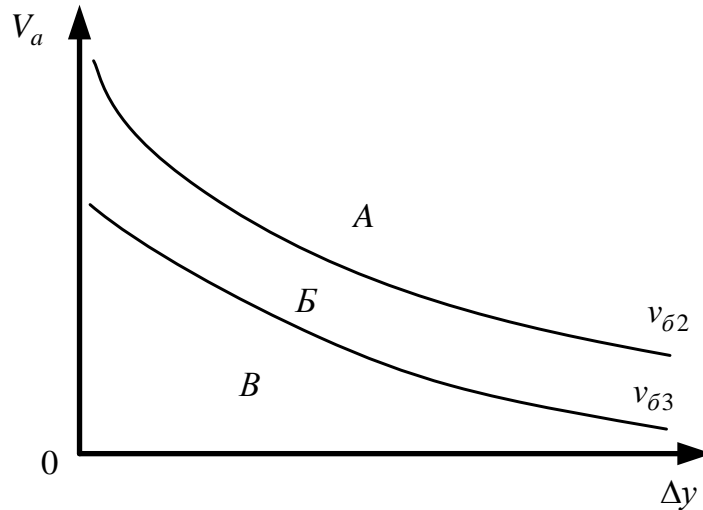


Рисунок 6.5.2 – Залежності безпечних швидкостей $v_{б2}$ і $v_{б3}$ від бокового інтервалу Δy

Швидкість, з якою загальмований автомобіль досягає лінії проходження пішохода, $v_n = v_a - (t_n - T) \cdot j$. Шлях автомобіля в тому ж діапазоні зміни швидкості $S_{вд} = v_a \cdot T + (v_a^2 - v_n^2) / 2j$, підставляємо значення v_n і розв'язуємо рівняння відносно v_a , одержуємо вираз для четвертої безпечної швидкості:

$$v_{б4} = \frac{2S_{вд} + (t_n - T)^2 j}{2t_n} = v_{б3} + \frac{(t_n - T)^2 \cdot j}{2t_n}. \quad (6.5.7)$$

При $t_n \leq T$ четверта безпечна швидкість дорівнює третій, а при $v_n = 0$ – першій безпечній швидкості. Чим менша інтенсивність гальмування (тобто чим менше j), тим менша повинна бути початкова швидкість автомобіля, щоб пропустити пішохода. Коли сповільнення відсутнє, четверта безпечна швидкість стає рівною швидкості $v_{б3}$.

П'ятою безпечною швидкістю автомобіля $v_{б5}$ називають таку швидкість, рухаючись з якою водій, навіть застосувавши екстрене гальмування в момент виникнення небезпеки, встигає проїхати повз пішохода. Цю швидкість можна визначити, використовуючи таку формулу:

$$S_{вд} + L_a = v_a T + \frac{v_a^2 - v_n^2}{2j}. \quad (6.5.8)$$

Кінцеву швидкість $v_{\delta 5}$ одержуємо з даного виразу аналогічно тому, як це було зроблено вище при визначенні $v_{\delta 4}$:

$$v_{\delta 5} = \frac{2(S_{y\delta} + L_a) + (t_n^* - T)^2 \cdot j}{2t_n^*} = v_{\delta 2} + \frac{(t_n^* - T)^2 \cdot j}{2t_n^*}, \quad (6.5.9)$$

де t_n^* – час руху пішохода.

При використанні формули (6.5.9) необхідно мати на увазі, що час t_n^* , який підставляється у формулу, значно менший, ніж при розрахунку швидкості $v_{\delta 4}$, тому що в першому випадку пішохід долає лише бічний інтервал Δy , що відокремлює його від небезпечної зони, у другому ж випадку він повинен пройти відстань $(\Delta y + B_a)$. Час $t_n^* = \frac{\Delta y}{v_n}$.

Чисельне значення п'ятої безпечної швидкості зазвичай велике і близьке до значення максимально можливої швидкості автомобіля. При $t_n^* \leq T$, крива $v_{\delta 5}$ зливається з кривою другої безпечної швидкості, а при $v_n = 0$ – переходить у пряму, паралельну осі абсцис.

Щоб порівняти між собою різні способи збереження безпеки при прямолінійному русі автомобіля, нанесемо криві $v = v(\Delta y)$ для всіх безпечних швидкостей на один графік (рис. 6.5.3).

Поле графіка можна поділити на вісім зон (I-VIII). Для кожної зони характерні свої способи гарантування безпеки і положення автомобіля після зупинки. Так, при сполученнях інтервалу Δy і швидкості автомобіля, яка характеризується зонами I-III, водій може проїхати повз пішохода, не знижуючи швидкості. У першій зоні (т. А) і третій зоні (т. С) можна застосувати екстрене гальмування. У першому випадку загальмований автомобіль проїде повз пішохода і зупиниться поза лінією його руху, а в другому – до цієї лінії. У зоні II (т. В) екстрене гальмування призведе до наїзду на пішохода. У зонах IV і VII, навпаки, єдиним засобом гарантування безпеки є своєчасне екстрене гальмування (т. D і G). При значеннях інтервалу і швидкості, охоплених цими зонами, рівномірний рух автомобіля не запобігає наїзду на пішохода. Водій не може ні пропустити пішохода ($v_a > v_{\delta 3}$), ні проїхати повз нього ($v_a > v_{\delta 2}$). У зонах V (т. E) і VI (т. F) пішохід встигає перейти смугу руху автомобіля при $v_a = const$.

У випадку своєчасного екстреного гальмування автомобіль зупиняється або після перетину лінії проходження пішохода (зона VI), або до неї (зона V). Нарешті, зона VIII (т. H) характеризує сполучення таких

умов руху, при яких водій не має технічної можливості запобігти ДТП без зміни напрямку руху автомобіля.

Серед розглянутих зон найбільшу небезпеку становить зона II. При інтервалі і швидкості, характерних для цієї зони, екстрене гальмування автомобіля, на противагу звичній думці, не тільки не гарантує необхідної безпеки, а навпаки, призводить до неминучого наїзду на пішохода. У цьому випадку водій, який виконує вказівки Правил дорожнього руху, що пропонують зниження швидкості з появою перешкоди, не ліквідує, а підвищує небезпечну дорожню обстановку. Зниження швидкості, викликане інтенсивним гальмуванням, сприяє переростанню небезпечної дорожньої обстановки в аварійну, і наїзд на пішохода стає неминучим.

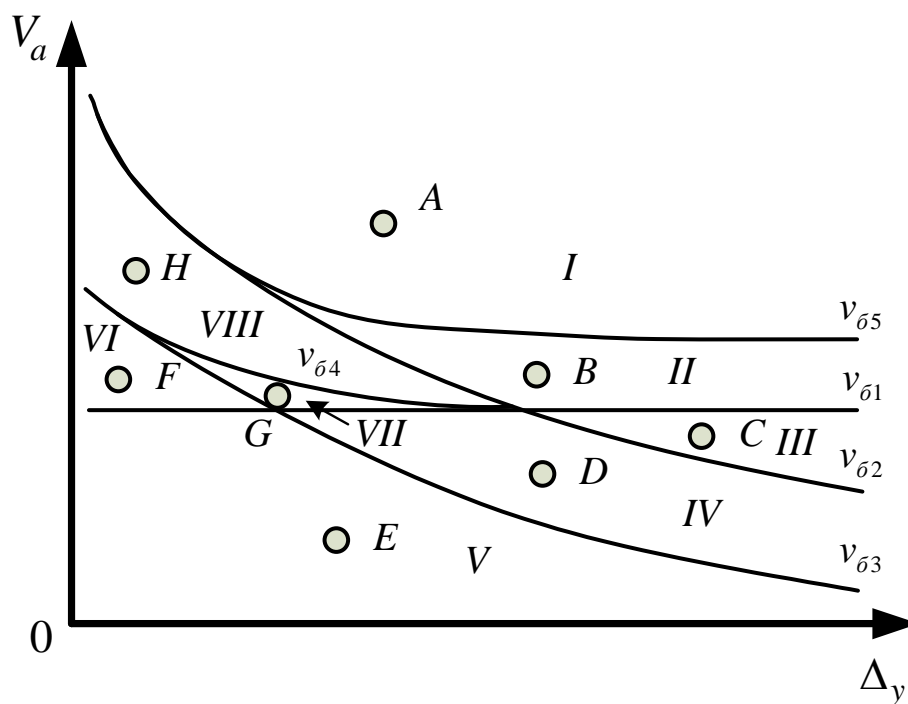


Рисунок 6.5.3 – Зведений графік безпечних швидкостей автомобіля

Порядок виконання роботи

1. Початкові дані про ДТП взяти з лабораторної роботи № 1.
2. Розрахувати I-V-ту безпечні швидкості автомобіля, якщо бічний інтервал має значення 0,5...2,5 м з кроком 0,25 м.
3. До розрахунку кожної безпечної швидкості автомобіля зарисувати схему.
4. Побудувати залежності безпечних швидкостей автомобіля від бічного інтервалу, на графіку визначити безпечні зони для пішоходів.
5. Зробити висновки.

Контрольні запитання

1. За допомогою яких способів водій повинен дотримуватись безпеки, рухаючись прямолінійно, при раптовій появі пішохода?
2. Які показники впливають на значення першої безпечної швидкості?
3. Що таке друга безпечна швидкість автомобіля?
4. Що таке третя безпечна швидкість автомобіля?
5. Дайте означення четвертої безпечної швидкості автомобіля.
6. Дайте означення п'ятої безпечної швидкості автомобіля.
7. Охарактеризуйте зведений графік безпечних швидкостей автомобіля.

6.6 Безпечні швидкості пішохода

Мета роботи: ознайомлення з методикою розрахунку та аналізу безпечних швидкостей пішохода.

Теоретичні відомості

Розглядаючи безпечні швидкості автомобіля і дії водія, варто також сказати, що у пішохода набагато більше можливостей побачити автомобіль, який наближається, ніж у водія помітити пішохода, оскільки параметри зовнішньої інформативності автомобіля (розміри, гучність, сигналізація) у кілька разів більші, ніж у пішохода. Крім того, пішохід може значно легше змінити напрямок та швидкість руху і захистити тим самим себе від небезпеки, ніж будь-який транспортний засіб. Однак варто звернути увагу на незаперечний факт: якщо відбувся наїзд транспортного засобу на пішохода, то незалежно від дій і стану пішохода, підозрюваним (а потім і обвинувачуваним) насамперед виявляється водій.

Визначимо умови, при яких пішохід може уникнути зіткнення. Пішохід рухається прямолінійно з постійною швидкістю під кутом α до напрямку руху автомобіля (рис. 6.6.1). Рух автомобіля також вважаємо прямолінійним і рівномірним.

Пішохід може себе убезпечити двома способами:

- рухатися порівняно повільно, щоб автомобіль встиг проїхати повз нього, не зачепивши;
- рухатися максимально швидко, щоб встигнути пройти перед автомобілем.

Першою безпечною швидкістю пішохода $v_{П1}$ назвемо максимальну швидкість, рухаючись з якою, пішохід підійде до смуги руху автомобіля до того моменту, як автомобіль перетне лінію руху пішохода.

Згідно з рис. 6.6.1:

$$(S_{\text{вд}} + L_a + \Delta y \cdot \text{ctg} \alpha) / v_a = \Delta y / (\sin \alpha \cdot v_{\Pi}), \quad (6.6.1)$$

звідки можна визначити першу безпечну швидкість пішохода, м/с:

$$v_{\Pi 1} = \frac{\Delta y \cdot v_a}{\Delta y \cos \alpha + (S_{\text{вд}} + L_a) \sin \alpha}. \quad (6.6.2)$$

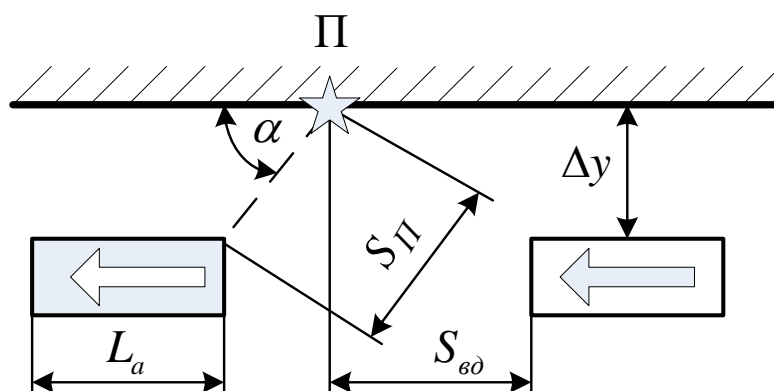


Рисунок 6.6.1 – Схема до розрахунку першої безпечної швидкості пішохода

При $\alpha = 0$ швидкість

$$v_{\Pi 1} = \frac{\Delta y \cdot v_a}{S_{\text{вд}} + L_a}. \quad (6.6.3)$$

Умова збереження безпеки: $v_{\Pi} > v_{\Pi 1}$.

Перша безпечна швидкість пішохода залежить від кута α , як показано на рис. 6.6.2. Знайдемо кут α_1 , при якому швидкість $v_{\Pi 1}$ мінімальна. Продиференціювавши формулу за α і, прирівнюючи похідну до нуля, отримуємо:

$$\text{ctg} \alpha_1 = \frac{\Delta y}{S_{\text{вд}} + L_a}. \quad (6.6.4)$$

Отже,

$$v_{\Pi 1 \text{min}} = \frac{\Delta y \cdot v_a}{\sqrt{\Delta y^2 + (S_{\text{вд}} + L_a)^2}}. \quad (6.6.5)$$

Другою безпечною швидкістю пішохода $v_{П2}$ назовемо таку мінімальну швидкість, рухаючись з якою, він встигне залишити смугу руху автомобіля до того моменту, коли автомобіль наблизиться до лінії руху пішохода.

Згідно з рис. 6.6.3 можна записати:

$$\frac{S_{\text{сд}} + (\Delta y + B_a) \cdot \text{ctg} \alpha}{v_a} = \frac{\Delta y + B_a}{v_{П} \cdot \sin \alpha}, \quad (6.6.6)$$

звідки друга безпечна швидкість пішохода визначається так:

$$v_{П2} = \frac{(\Delta y + B_a) \cdot v_a}{(\Delta y + B_a) \cos \alpha + S_{\text{сд}} \cdot \sin \alpha}. \quad (6.6.7)$$

При $\alpha = 0$, швидкість

$$v_{П2} = \frac{(\Delta y + B_a) \cdot v_a}{S_{\text{сд}}}. \quad (6.6.8)$$

Друга безпечна швидкість також залежить від напрямку руху пішохода (рис. 6.6.2). Вона мінімальна при куті α_2 , значення якого знаходимо з рівняння:

$$\text{ctg} \alpha_2 = \frac{\Delta y + B_a}{S_{\text{сд}}}. \quad (6.6.9)$$

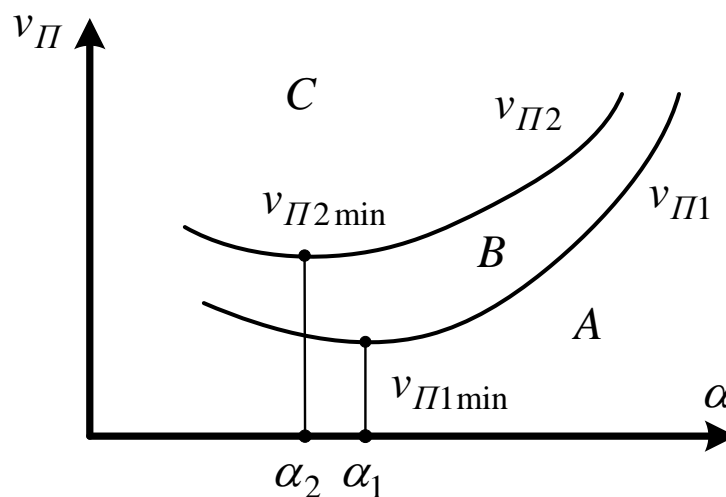


Рисунок 6.6.2 – Залежність безпечних швидкостей пішохода від кута α

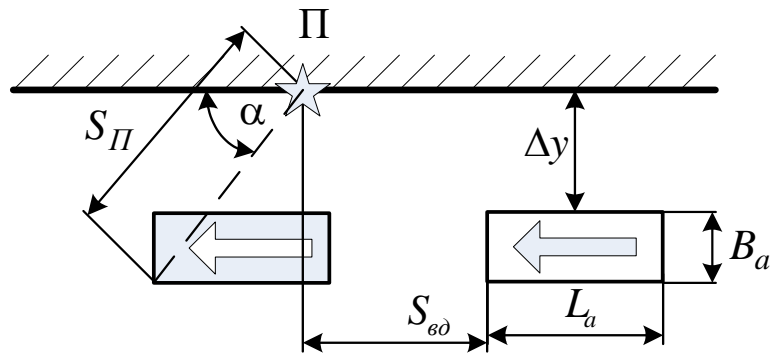


Рисунок 6.6.3 – Схема для розрахунку другої безпечної швидкості пішохода

Мінімальне значення другої безпечної швидкості записується таким рівнянням:

$$v_{\Pi 2 \min} = \frac{(\Delta y + B_a) \cdot v_a}{\sqrt{(\Delta y + B_a)^2 + S_{\text{вд}}^2}}. \quad (6.6.10)$$

Умова безпеки: пішохід повинен рухатися зі швидкістю, не меншою, ніж друга безпечна швидкість – $v_{\Pi} \geq v_{\Pi 2}$.

Отже, щоб убезпечити себе (див. рис. 6.6.2), пішохід повинен рухатися зі швидкістю, яка не перевищує $v_{\Pi 1}$ (зона А), або зі швидкістю не меншою, ніж $v_{\Pi 2}$ (зона С). При русі зі швидкостями, характерними для зони В, наїзд неминучий. Якщо пішохід має намір пропустити автомобіль, то найбільш небезпечним буде його рух під кутом α_1 , оскільки допустима швидкість при цьому мінімальна. Якщо він хоче перейти дорогу перед автомобілем, то найбільш доцільним буде його рух під кутом α_2 , оскільки при будь-якому іншому напрямку руху необхідно буде йти швидше, щоб встигнути перейти дорогу.

Порядок виконання роботи

1. Початкові дані про ДТП використати з лабораторної роботи № 1.
2. Розрахувати I-II безпечні швидкості пішохода, якщо бічний інтервал має значення: а) 1,5 м; б) 2,5 м.
3. До розрахунку кожної безпечної швидкості пішохода зарисувати схему.
4. Побудувати залежності безпечних швидкостей пішохода від бічного інтервалу та від кута α ($30 < \alpha < 150^\circ$) з кроком 30° .
5. Зробити висновки.

Контрольні запитання

1. За допомогою яких способів пішохід може дотримуватись безпеки, перетинаючи проїжджу частину?
2. Що таке перша безпечна швидкість пішохода?
3. Що таке друга безпечна швидкість пішохода?
4. Охарактеризуйте зони безпеки пішохода.

6.7 Дослідження можливості уникнення ДТП завдяки виконанню маневру

Мета роботи: отримання навичок розрахунку, дослідження та аналізу основних видів маневрів, які застосовуються для уникнення ДТП.

Теоретичні відомості

При виникненні небезпечної дорожньої ситуації всі учасники руху повинні вживати заходів для її ліквідації і запобігання назріваючої ДТП. Один зі способів запобігання, яким може скористатися водій, полягає в об'їзді небезпечної зони, застосувавши поворот кермового колеса і зміщення автомобіля в поперечному напрямку. У сформованій експертній практиці можливість об'їзду до теперішнього часу розглядалася досить рідко. Це пояснюється, з одного боку, громіздкістю формул, які рекомендуються теорією для розрахунку криволінійного руху автомобіля. З іншого боку, Правила дорожнього руху протягом багатьох років пропонували водію зниження швидкості як єдиний спосіб ліквідації небезпечної ситуації. І тільки з редакції Правил (1987 р.) водій “при виникненні перешкоди або небезпеки для руху... повинен вжити заходів щодо зниження швидкості аж до зупинки транспортного засобу або безпечного для інших учасників руху об'їзду перешкоди”. Крім того, дотепер не розроблена надійна і проста методика навчання водія, яка дозволяла б йому автоматично вибирати спосіб керування, найбільш доцільний у даній ДТС.

Розглянемо процес об'їзду автомобілем нерухомої перешкоди (рис. 6.7.1). У точці A автомобіль рухається прямолінійно і водій помічає на своїй смузі руху перешкоду. На шляху S_1 (за час реакції водія) він оцінює обстановку і приймає рішення про маневр.

Наприкінці цього періоду (т. B) водій починає повертати кермове колесо, однак автомобіль якийсь час t_{2p} продовжує рухатися прямолінійно (відрізок $BC = S_{2p}$). Час t_{2p} необхідний для вибирання зазорів у рульовому керуванні, стискання демпфувальних пружин у кермових тягах та кутової деформації передніх шин. В автомобілях з підсилювачем рульового

керування затрачається також час для подолання “зони нечутливості” підсилювача. Час t_{2p} називають часом запізнювання рульового керування. У точці C автомобіль змінює напрямок руху, починає рухатися криволінійно.

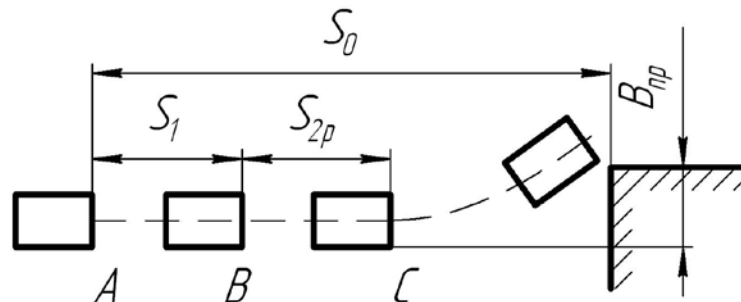


Рисунок 6.7.1 – Об'їзд нерухомої перешкоди

Час реакції водія при маневруванні детально не вивчався, хоча, за деякими даними, він може на 10-20 % перевищувати час реакції при гальмуванні. Збільшення часу реакції викликано, очевидно, необхідністю вибору найбільш раціонального виду маневру й у деяких випадках відсутністю необхідних навичок. Докладне дослідження цього питання досить актуальне. В експертній практиці час реакції при маневруванні приймають таким, як і при гальмуванні.

Час t_{2p} також вивчено недостатньо. За наявних експериментальних даних, залежно від конструкції і технічного стану автомобіля, він коливається від 0,2 до 0,4 с для легкових автомобілів і 0,8-1,2 с для вантажних автомобілів із пневматичним підсилювачем рульового керування.

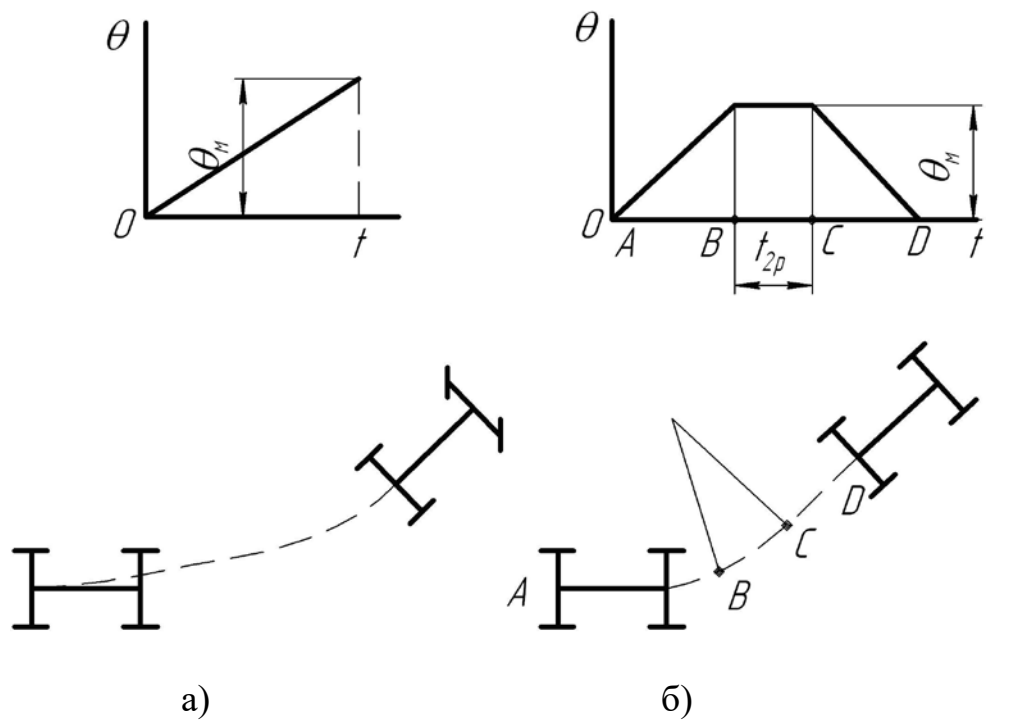
Щоб уникнути зіткнення з перешкодою, водій може застосовувати різні маневри, як показано на рисунку 6.7.2 та 6.7.3.

Якщо водій повертає кермове колесо в обох напрямках з однаковою швидкістю, а часом t_{2p} можна знехтувати, то запишемо параметри, які характеризують положення автомобіля наприкінці маневру "вхід-вихід":

- курсовий кут γ_m ;
- поздовжнє переміщення x_m ;
- поперечний зсув y_m .

Щоб ліквідувати небезпечну ситуацію, не даючи їй перерости в аварійну, водій повинен повертати кермове колесо якнайшвидше. Однак максимальна кутова швидкість обмежена психофізіологічними можливостями водія. Згідно з експериментальними даними при маневруванні на сухому асфальтобетоні вона знаходиться в межах 0,3...0,5 рад/с для легкових автомобілів і 0,15...0,35 рад/с для вантажних

автомобілів та автобусів. Крім того, кутова швидкість не може бути особливо великою згідно з вимогами безпеки руху.



а – “вхід у поворот”; б – “вхід-вихід”

Рисунок 6.7.2 – Типи маневрів

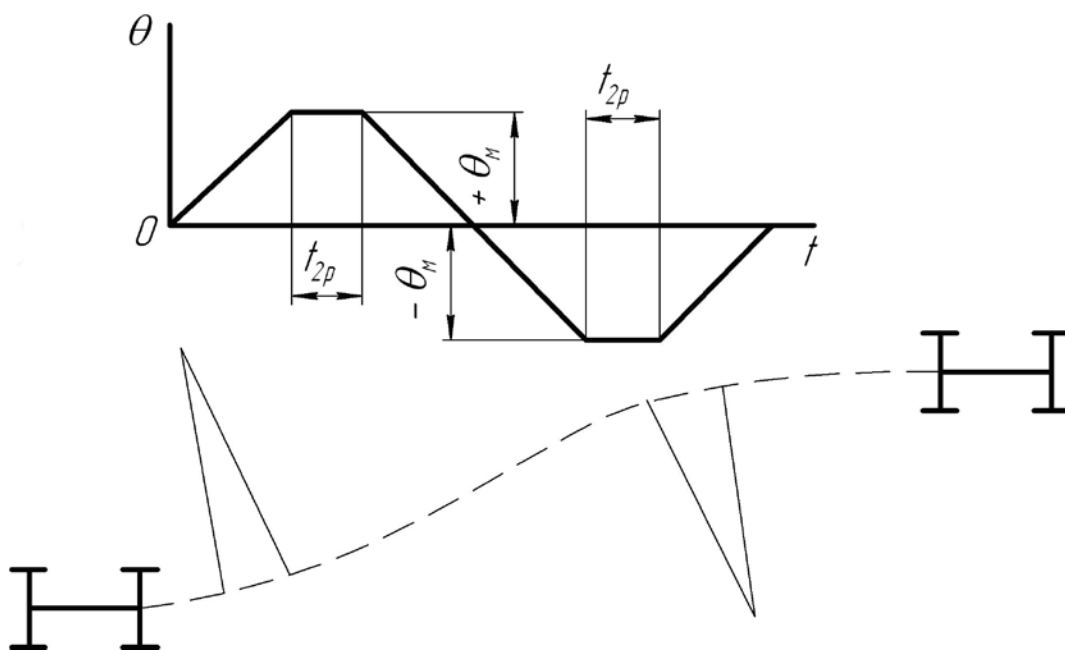


Рисунок 6.7.3 – Схема маневру “зміна смуги руху”

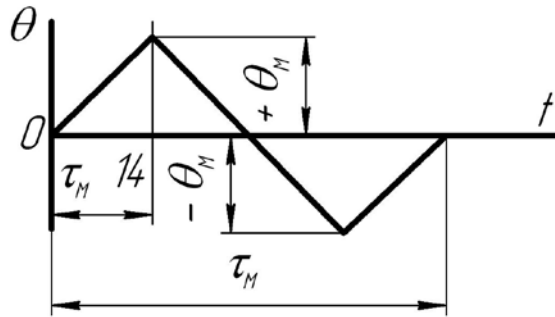


Рисунок 6.7.3 – Закон повороту передніх коліс автомобіля при маневрі “зміна смуги руху”

Виконуючи маневр, водій повинен гарантувати безпеку інших учасників руху, уникати заносу і перекидання свого автомобіля. В експертних розрахунках зазвичай виходять з умови відсутності заносу. Втрата поперечної стійкості найбільш ймовірна в той момент, коли кут повороту передніх коліс і кривизна траєкторії максимальні.

Формули для розрахунку параметрів y_m , γ_m для всіх розглянутих видів маневрів, які характеризують положення автомобіля в кінці маневру, наведені в таблиці 6.7.1.

Таблиця 6.7.1 – Формули для розрахунку параметрів маневру автомобіля

Параметри	Вид маневру		
	"Вхід в поворот"	"Вхід – вихід"	"Зміна смуги руху"
y_m , м	$g\varphi_y x_m^2 / (6 V_a^2)$	$g\varphi_y x_m^2 / (4 V_a^2)$	$g\varphi_y x_m^2 / (8 V_a^2)$
γ_m , рад	$g\varphi_y x_m / (2 V_a^2)$	$g\varphi_y x_m / (2 V_a^2)$	0

Щоб наблизити результати розрахунків до експериментальних даних, скористаємося поправковим емпіричним *коефіцієнтом маневру* K_m , який показує у скільки разів фактичний шлях маневру x_ϕ більший від теоретичного шляху x_m , обчислюється за формулою: $K_m = x_\phi / x_m > 1$.

Введення коефіцієнта маневру поряд з інтервалом безпеки, з одного боку, компенсує недоліки розрахункової моделі, а з іншого боку – розходження в прийомах керування у водіїв, що мають різну кваліфікацію і рівень водійської майстерності.

Коефіцієнт маневру

$$K_m = a_m + b_m \cdot V_a, \quad (6.7.1)$$

де a_m і b_m – емпіричні коефіцієнти, які залежать від стану дорожнього покриття (табл. 6.7.2).

Таблиця 6.7.2 – Значення емпіричних коефіцієнтів

Стан дорожнього покриття	a_m	b_m
Сухий асфальтобетон ($\varphi = 0,7 \dots 0,8$)	1,12	0,005
Мокрий асфальтобетон ($\varphi = 0,35 \dots 0,45$)	1,05	0,005
Ожеледиця ($\varphi = 0,1 \dots 0,2$)	1,0	0,0035

З кожної сторони автомобіля повинен враховуватись безпечний інтервал, який усуває контакт автомобіля з пішоходом в процесі об'їзду. Даний безпечний інтервал можна знайти за формулою, м:

$$\Delta_{\delta} = 0,005L_aV_a, \quad (6.7.2)$$

де L_a – габаритна довжина автомобіля, м;

V_a – швидкість автомобіля, м/с.

Щоб знайти умови безпечного об'їзду нерухомої перешкоди, визначимо положення передніх габаритних точок автомобіля – правого (п) і лівого (л) його кутів (рис. 6.7.3):

- поздовжнє переміщення правого переднього кута автомобіля в процесі маневру $x_n = x_{\phi} - L_1(1 - \cos \gamma_m) + 0,5B_a \sin \gamma_m$;
- поперечний зсув того ж кута $y_n = y_m + L_1 \sin \gamma_m + 0,5B_a(1 - \cos \gamma_m)$;
- поздовжнє переміщення переднього лівого кута автомобіля $x_n = x_{\phi} - L_1(1 - \cos \gamma_m) - 0,5B_a \sin \gamma_m$;
- поперечний зсув того ж кута $y_n = y_m + L_1 \sin \gamma_m - 0,5B_a(1 - \cos \gamma_m)$.

Для маневру “**зміна смуги руху**” $\gamma = 0$, отже: $x_n = x_l = x_{\phi}$, $y_n = y_l = y_{\phi}$.

Наведені формули дійсні для лівостороннього об'їзду, при якому можливий контакт із перешкодою правої сторони автомобіля (рис. 6.7.4). Якщо аналізується правосторонній об'їзд перешкоди, то положення правого переднього кута визначають за формулами з індексом “л”, а лівого кута – за формулами з індексом “п”.

Умова безпечного об'їзду перешкоди завдяки застосуванню маневрів “**вхід у поворот**” і “**вхід-вихід**”:

$$x_n + \Delta_{\delta} \sin \gamma_m \leq S_B - S_1 - S_{2p}$$

або

$$x_{\phi} \leq S_B - S_1 - S_{2p} - (0,5B + \Delta_{\delta}) \sin \gamma_m - L_1(\cos \gamma_m - 1).$$

Крім того,

$$y_n \geq B_{np} + \Delta_{\delta} \cos \gamma_m$$

або

$$y_m \leq B_{np} - L_1 \sin \gamma_m - 0.5B_a(1 - \cos \gamma_m) + \Delta_{\delta} \cos \gamma_m.$$

Для малих значень курсового кута при маневрі "зміна смуги руху" умови безпечного об'їзду: $x_{\phi} \leq S_B - S_1 - S_{2p}$, $y_m \leq B_{np} + \Delta_{\delta}$.

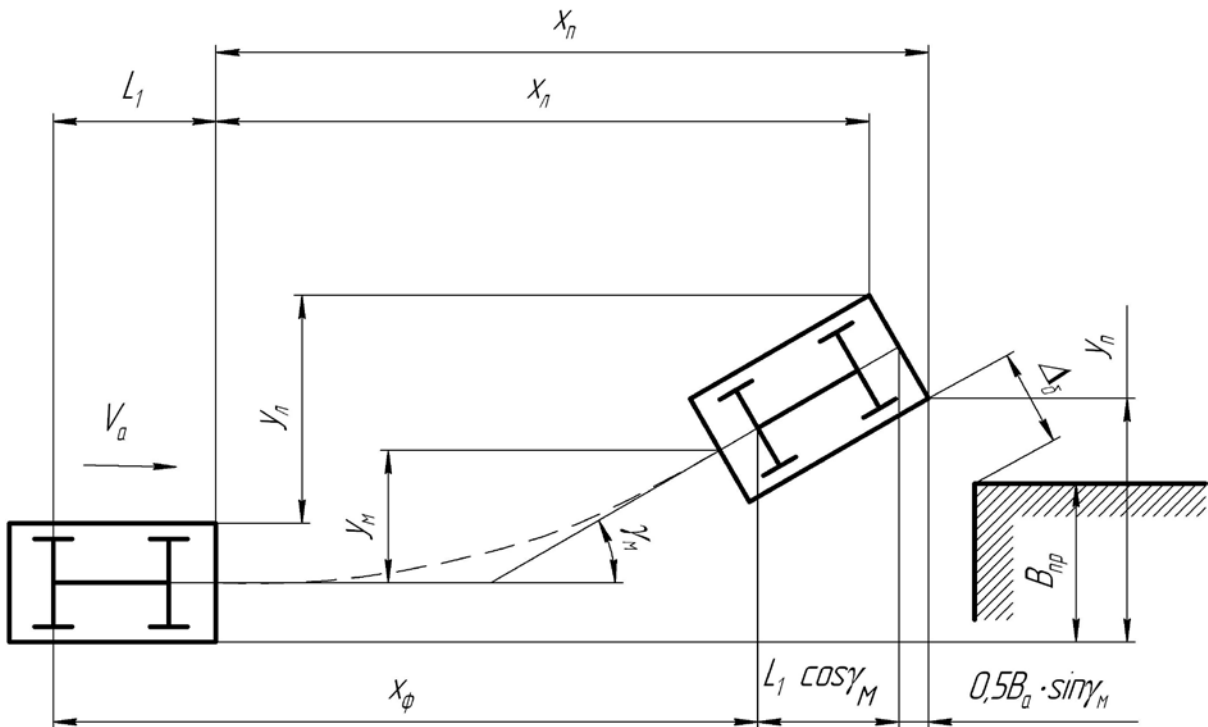


Рисунок 6.7.4 – Координати габаритних точок автомобіля наприкінці маневру

Аналізуючи маневр, варто також визначити наявність вільного простору перед автомобілем наприкінці об'їзду й можливість подальшого руху без додаткового маневрування або екстреного гальмування. Так, наприклад, після закінчення маневру "вхід у поворот" передні колеса автомобіля повернуті на кут γ_m і для повернення їх у нейтральне положення необхідний деякий час. Протягом цього часу автомобіль буде продовжувати криволінійний рух і для збереження безпеки необхідна наявність вільного простору спереду й по сторонах автомобіля. При зміні смуги руху необхідно лише, щоб ширина вільної від перешкоди проїжджої частини була достатньою для руху автомобіля паралельно попередньому напрямку. У ситуації, показаній на рис. 6.7.5, необхідно визначити відстань від лівого переднього кута автомобіля S_l до лівої межі проїжджої частини наприкінці об'їзду перешкоди:

$$S_l = [B_{cp} - (B_a + \Delta_{\delta}) \cos \gamma_{\delta}] / \sin \lambda_m. \quad (6.7.3)$$

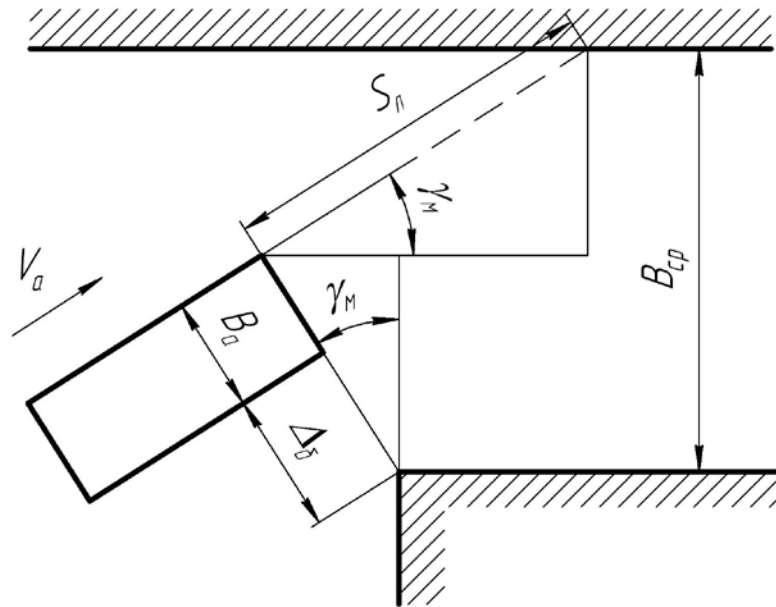


Рисунок 6.7.5 – Визначення можливості виконання маневру

Як перешкоду для руху можна вважати пішохода і тому наведені вище формули дійсні також для розрахунку об'їзду пішохода.

Розглянемо послідовність розрахунку маневру виду "вхід у поворот".

1. Зазор безпеки

$$\Delta_{\sigma} = 0,005L_a V_a.$$

2. Коефіцієнт маневру

$$K_m = a_m + b_m V_a.$$

3. Поздовжній зсув автомобіля

$$x_{\phi} = S_{\sigma d} - S_1 - S_{2p} - (0,5B + \Delta_{\sigma})\gamma_m - L_1(\cos \gamma_m - 1) \approx S_{\sigma d} - S_1 - S_{2p} - (0,5B + \Delta_{\sigma})\gamma_m.$$

В дану формулу входить курсовий кут в кінці маневру. Щоб вирахувати його, скористаємось таблицею 6.7.1

$$\gamma_m = g\varphi_y x_m / (2V_a^2) = g\varphi_y x_{\phi} / (2V_a^2 K_m).$$

$$x_{\phi} = \frac{S_{\sigma d} - S_1 - S_{2p}}{1 + (0,5B_a + \Delta_{\sigma})g\varphi_y / (2V_a^2 K_m)}.$$

де $S_1 = t_1 V_a$, $S_{2p} = t_{2p} V_a$.

Якщо кут γ_m малий, то $x_\phi = S_B - S_1 - S_{2p}$.

4. Поперечний зсув автомобіля, максимально можливий при русі його на відстані x_ϕ :

$$y_m = g\varphi_y x_\phi^2 / (6V_a^2 K_m^2).$$

5. Курсовий кут наприкінці маневру:

$$\gamma_m = g\varphi_y x_m / (2V_a^2) = g\varphi_y x_\phi / (2V_a^2 K_m).$$

6. Умова можливості виконання маневру

$$y_m \geq B_{np} - L_1 \sin \gamma_m = -0,5B_a(1 - \cos \gamma_m) + \Delta_\delta \cos \gamma_m.$$

При малих значеннях курсового кута $y_m = B_{np} + \Delta_\delta$.

При розрахунку "вхід-вихід" послідовність зберігається, змінюються тільки формули для визначення курсового кута та поперечного зсуву (див. таблицю 6.7.1).

Для маневру "зміна смуги руху" $\gamma_m = 0$ і тому $x_\phi = S_{\phi 0} - S_1 - S_{2p}$, тобто розрахунки спрощуються.

Порядок виконання роботи

1. Початкові дані t_1 , $S_{\text{від}}$, L_a , V_a , B_a , φ використати з лабораторної роботи № 4, t_{2p} – з даної роботи.
2. Перевірити можливість уникнення ДТП шляхом виконання маневрів "вхід у поворот", "вхід-вихід", "зміна смуги руху".
3. До кожного розрахунку маневру зарисувати схему.
4. Зробити висновки.

Контрольні запитання

1. Охарактеризуйте маневр "вхід-вихід".
2. Охарактеризуйте маневр "вхід в поворот".
3. Охарактеризуйте маневр "зміна смуги руху".
4. Як визначити безпечний інтервал та динамічний коридор?
5. В якій послідовності аналізують об'їзд нерухомої перешкоди?

Додаток А
Постанова про проведення автотехнічної експертизи дорожньо-транспортних пригод

*Директору Українського центру
післяварійного захисту "Експерт-
сервіс" Петренку Івану Григоровичу
м. Вінниця, вул. Соборна, 19/3*

20 серпня 2011 року о 12 год.10 хв. по автодорозі Вінниця-Немирів під керуванням водія Я. рухався автомобіль (див. завдання) з державним номером АВ0777ВА. У попутному напрямку біля роздільної смуги рухався велосипедист Б. На 10 км зазначеної дороги велосипедист почав перетинати проїжджу частину зліва направо відносно напрямку руху автобуса. Водій автомобіля намагався маневрувати, але уникнути наїзду не зміг.

Прошу доручити експерту Вашого центру дослідити обставини даної пригоди і скласти акт автотехнічної експертизи. На вирішення експертизи поставити такі запитання:

1. Як повинен був діяти водій Я. в даній дорожній ситуації?
2. Чи мав технічну можливість водій Я. уникнути наїзду на велосипедиста?
3. Як повинен був діяти в даній дорожній ситуації велосипедист Б.?

Вихідні дані

1. Ділянка дороги пряма горизонтального профілю, покриття асфальтобетонне, стан дорожнього покриття на момент пригоди (див. завдання). Ширина проїжджої частини для руху в одному напрямку - V_{np} (м).
2. Технічно справний автомобіль рухався в правому ряду.
3. Швидкість руху автомобіля складала V_A (км/год), завантаження 30 %.
4. До наїзду автомобіль рухався без гальмування.
5. Видимість дороги у напрямку руху складала L (м).
6. Велосипедист збитий передньою частиною автомобіля.
7. Велосипедист рухався біля роздільної смуги, а потім почав перетинати проїжджу частину зліва направо відносно напрямку руху автобуса.
8. Швидкість руху велосипедиста складала V_B (км/год).
9. Небезпека руху для водія виникла в момент зміни велосипедистом напрямку руху.

10. З моменту виникнення небезпеки для руху і до моменту наїзду велосипедист подолав b (м).

Для ознайомлення експерту надаються матеріали за фактом даної ДТП.

Ст. інспектор ДАІ
Ленінського р-ну м. Вінниця,
майор міліції

М. Р. Мартинюк

ГЛОСАРІЙ

Аварія (failure)

Небезпечна подія техногенного характеру, що створює на об'єкті, території або акваторії загрозу для життя та здоров'я людей і призводить до руйнування будівель, споруд, обладнання і транспортних засобів, порушення виробничого або транспортного процесу чи завдає шкоди довкіллю.

Аварійна ситуація (emergency situation)

Стан потенційно небезпечного об'єкта, що характеризується порушенням меж та (чи) умов безпечної експлуатації.

Автомобіль (car)

Самохідна колісна машина, яка приводиться в рух встановленим на ній двигуном і призначена для перевезення людей, вантажу, буксирування транспортних засобів, виконання спеціальних робіт та перевезення спеціального устаткування по безрейкових дорогах.

Автопоїзд (articulated truck)

Транспортний засіб, який складається з автомобіля-тягача в зчипці з причепом чи напівпричепом.

Автотехнічна експертиза (motor-vehicle examination)

Дослідження дорожньо-транспортної пригоди, яке проводиться експертом-автотехніком за дорученням особи або органу, що призначили експертизу.

Агрегат (unit)

1. Декілька з'єднаних між собою різних за призначенням машин чи пристроїв, які працюють в єдиному комплексі.
2. Складова одиниця машини, якій властива повна взаємозамінність, можливість складання окремо і здатність виконувати окремі функції (наприклад, двигун).

Безпека активна транспортного засобу (active safety)

Властивість транспортного засобу, яка знижує ймовірність виникнення дорожньо-транспортної пригоди.

Безпека пасивна транспортного засобу (passive safety)

Властивість транспортного засобу, яка знижує тяжкість наслідків дорожньо-транспортної пригоди.

Безпечна дистанція (safe distance)

Відстань до транспортного засобу, що рухається попереду по тій самій смузі, яка у разі його раптового гальмування або зупинки дасть можливість водієві транспортного засобу, що рухається позаду, запобігти зіткненню без здійснення будь-якого маневру.

Блок електронний керування (electronic control unit)

(ЕБК) Блок, який складається з електронних елементів та використовується для автоматичного керування яким-небудь процесом, пристроєм.

Вага зчипна (adhesion weight)

Вага, що припадає на ведучі колеса транспортного засобу і забезпечує зчеплення їх з дорогою.

Вісь (1 - axle, 2 - axis)

1. Деталь у вигляді стержня, що обертається чи не обертається та не передає крутний момент.
2. Лінія, яка відрізняється особливими властивостями.

Вимірювання (measuring)

Пізнавальний процес знаходження відношення між двома величинами однакової природи – вимірюваною й умовною одиницею вимірювання, а також дія, знаходження значення фізичної величини дослідним шляхом, порівнюючи її з одиницею вимірювання за допомогою спеціальних технічних засобів.

Водій (driver)

Особа, яка керує транспортним засобом. Вершник, візник, погонич тварин, який веде їх за повід, прирівнюється до водія. Водієм є також особа, яка навчає керуванню, знаходячись безпосередньо у транспортному засобі.

Вузол (assembly)

З'єднання декількох деталей, прийняте у виробництві за самостійну складальну одиницю.

В'язкість (1 - viscosity, 2 - toughness)

1. Властивість рідини чинити опір відносному руху її частинок.
2. Властивість твердих тіл необоротно поглинати енергію при пластичному деформуванні.

Гальмовий шлях (braking distance)

Відстань, яку проходить транспортний засіб під час екстреного гальмування з початку здійснення впливу на орган керування гальмовою системою (педаль, рукоятку) до місця його зупинки.

Гальмування (braking)

Процес зниження швидкості транспортного засобу, який рухається.

Датчик (1 - sensing element, 2 - sensor)

1. Частина вимірювального приладу, яка перетворює неелектричний сигнал в електричний.
2. Індикаторний пристрій.

Двигун (engine)

Машина, яка перетворює певний вид енергії в механічну роботу.

Деталь (part, element)

Частина виробу, в якій немає з'єднань.

Деселерометр (deselerometr)

Пристрій для визначення величини сповільнення транспортного засобу при дорожніх методах випробування на гальмову ефективність.

Диск гальмового механізму (brake disk)

Диск відкритого дискового гальмового механізму, закріплений на маточині колеса, до якого з двох сторін притискаються гальмові колодки і здійснюють гальмування колеса.

Дорожній знак (travelling sign)

Стандартизований графічний малюнок, який встановлюється край дороги для повідомлення певної інформації учасникам дорожнього руху, один з засобів регулювання дорожнього руху.

Дорожньо-транспортна пригода (road-traffic accident)

Подія, що сталася під час руху транспортного засобу, внаслідок якої загинули або поранені люди чи завдані матеріальні збитки.

Експертиза (examination)

Дослідження будь-яких матеріальних об'єктів, процесів, явищ, яке проводиться за чийсь дорученням спеціалістом у певній галузі знань (експертом) для вирішення питання, яке відноситься до даної галузі, з наданням мотивованого висновку.

Ефективність використання (operational efficiency)

Ефективність пристрою, системи, яку можна оцінити узагальненими критеріями: продуктивністю, економічністю, непошкоджуваністю.

Зазор (clearance)

Відстань між поверхнями спряжених деталей, яка регламентована для правильного функціонування або виникла в результаті експлуатації, неправильного виготовлення або складання.

Занос (skidding)

Рух транспортного засобу з боковим ковзанням задніх коліс, що призводить до швидкого зменшення радіуса повороту.

Звис (overhang)

Частина транспортного засобу, яка виступає за межі його колісної бази.

Зчеплення (clutch)

Пристрій для короткочасного роз'єднання вала двигуна і трансмісії транспортного засобу та плавного їх з'єднання.

Зупинний шлях (stop way)

Шлях, який проходить транспортний засіб від виникнення небезпеки до його повної зупинки.

Картер (case, casing, housing)

Нерухома частина пристрою, зазвичай закритого коробкового перерізу, для опори рухомих деталей і захисту їх від пошкоджень та забруднень.

Колесо (wheel)

Пристрій у вигляді диска чи обода зі спицями, який зазвичай застосовується для передачі обертального руху або перетворення його в поступальний рух.

Колесо автомобільне (car wheel)

Колесо, яке складається з пневматичної шини, обода, маточини та з'єднувального елемента.

Колія (1 - track, 2 - wheel span)

1. Відбиток від коліс, який залишає транспортний засіб на ґрунті або дорозі.

2. Відстань між середніми лініями слідів колісного чи гусеничного транспортного засобу.

Колодка гальмова (brake block)

Деталь гальмового механізму з фрикційною накладкою на циліндричній поверхні, стоїть на опорі з одного кінця і притискається приводною силою – з іншого, яка передає через накладку гальмове зусилля на гальмовий барабан, що обертається.

Конструкція (construction)

Будова і взаємне розташування окремих частин із певних матеріалів, втілених в конкретну форму з певними розмірами.

Коефіцієнт (coefficient, factor)

Показник, виражений зазвичай безрозмірною величиною.

Коефіцієнт ковзання (slip ratio)

Відношення швидкості ковзання колеса до швидкості його кочення без ковзання у ведучому режимі чи до його реальної швидкості у гальмівному режимі.

Коефіцієнт опору кочення (coefficient of rolling resistance)

Відношення сили опору перекочуванню тіла по деякій поверхні до сили нормальної реакції з боку цієї поверхні.

Коефіцієнт зчеплення (adhesion factor)

Величина, яка відповідає коефіцієнту тертя ковзання шини по поверхні дороги, тобто при коефіцієнті ковзання, рівному одиниці; зазвичай коефіцієнтом зчеплення називають всі його значення при коефіцієнтах ковзання від одиниці до значення, яке відповідає максимальному коефіцієнту зчеплення.

Коефіцієнт тертя кочення (rolling friction factor)

Відношення моменту сили опору перекочуванню тіла по деякій поверхні до сили нормальної реакції з боку сторони цієї поверхні.

Коефіцієнт тертя спокою (quiescent friction factor)

Відношення сили тертя спокою до сили реакції, яка виникає при прикладанні навантаження, що притискає одно тіло до іншого та направлена перпендикулярно до поверхні їх дотику.

Коефіцієнт тертя ковзання (coefficient of sliding friction)

Відношення сили тертя ковзання до сили реакції, яка виникає при прикладанні навантаження, що притискає одно тіло до іншого та направлена перпендикулярно до поверхні їх дотику.

Коефіцієнт врахування обертальних мас (rotational inertia coefficient)

Відношення суми мас, що поступально рухаються і обертаються, зведених до ланки з основною масою, що рухається поступально, до цієї основної маси.

Коефіцієнт корисної дії (coefficient of efficiency)

Відношення відведеної від пристрою потужності до потужності, підведеної до нього.

Критерій (criterion)

Ознака, на основі якої виконується вибір вимірника кількісної оцінки.

Кузов (body)

Частина автомобіля, призначена зазвичай для розміщення водія, пасажирів, вантажів чи спеціального обладнання.

Люфт (looseness; play)

Сумарний зазор між спряженими декількома послідовно розташованими деталями.

Люфт рульового колеса (steering wheel play)

Кут повороту рульового колеса, при якому ще не відбувається поворот керованих коліс автомобіля.

Маневреність (maneuverability, mobility)

Здатність транспортного засобу до зміни свого положення на обмеженій площадці і в проїздах заданої форми та розмірів без почергового використання заднього і переднього ходів.

Маса корисна (useful weight)

Маса вантажу, пасажирів, водія і спорядження.

Маса повна транспортного засобу (gross vehicle weight)

Сума власної маси і маси вантажу та пасажирів, відповідної номінальної вантажопідйомності і пасажиромісткості даного транспортного засобу.

Механізм (device, gear, mechanism)

З'єднання вузлів і деталей, яке забезпечує певні кінематичні і силові зв'язки, необхідні для виконання частини робочого процесу машини.

Механізм гальмовий (brake gear)

Механізм, який служить для зменшення швидкості руху транспортного засобу чи для утримання його в нерухомому стані.

Механізм пригоди (mechanism of accident)

Процес зближення транспортного засобу з місцем виникнення аварійної ситуації (місцем наїзду, зіткнення, перекидання і под.) з моменту виникнення небезпечної обстановки і процес розвитку аварійної ситуації до моменту, коли настання негативних наслідків припиняється.

Механізм рульовий (steering gear)

Механізм, який забезпечує поворот керованих коліс автомобіля при обертанні рульового колеса.

Модель (1 – form, model, 2 - mock-up facility, 3 - templet)

1. Зразок для масового виробництва виробу.
2. Об'єкт, відтворений в збільшеному чи зменшеному вигляді.
3. Об'єкт чи процес, досліджувані властивості якого відповідають властивостям реального об'єкта чи процесу.

Міст автомобіля (1 - axle, 2 - axle assembly)

1. Елемент ходової частини автомобіля, який призначений для підтримання рами чи кузова і сприймає всі сили, що діють між підвіскою та колесами.

2. Складальна одиниця, яка включає в себе автомобільний міст, а також колеса і деталі для їх приводу чи керування.

Міст ведучий (driving axle)

Автомобільний міст, колеса якого є ведучими, разом з головною передачею, міжколісним диференціалом і приводом ведучих коліс.

Міст керований (steering axle)

Автомобільний міст, колеса якого є керованими.

Міцність (strength)

Властивість твердих тіл опиратися руйнуванню і незворотній зміні форми під дією зовнішніх навантажень.

Навантаження (load)

Сукупність сил, які діють на деталь, вузол, машину, поверхню і т. д.

Параметр (parameter, quantity, rating, value)

1. Змінна величина, постійна в межах одного рішення, від якої залежать значення іншої змінної величини.

2. Величина, яка характеризує істотну властивість об'єкта, явища.

Педаля (pedal; foot bar)

Орган керування чи кінцева ланка приводу у вигляді важеля, що приводиться в дію ногою.

Передача (drive, transmission, gear)

Механізм, який призначений для передавання руху з перетворенням силового параметра (крутного моменту, сили) та відповідною зміною кінематичного параметра (кутової чи лінійної швидкості).

Передача головна (final drive)

Передача в трансмісії транспортного засобу, призначена для збільшення крутного моменту і зменшення кутової швидкості до значень, необхідних для ведучих коліс.

Підсилювач (booster)

Пристрій, який полегшує керування механізмами завдяки використанню додаткової енергії, що отримується від стороннього джерела; складається з джерела енергії, розподільного пристрою та виконавчого механізму.

Пластичність (ductility, malleability, plasticity)

Властивість твердих тіл незворотно змінювати свої розміри і форму під дією механічних навантажень.

Поворотність (agility; turnability)

Властивість автомобіля змінювати кривизну траєкторії (радіус повороту) при зміні швидкості руху.

Підвіска (suspension)

Сукупність пристроїв транспортного засобу, які забезпечують пружний зв'язок між підресореною і непідресореною масами.

Покришка (tyre casing)

Тороподібна пружна оболонка, яка утворює шину разом з камерою і стрічкою обода чи шаром герметика на внутрішній поверхні.

Потужність (power)

Фізична величина, рівна відношенню виконаної роботи або зміни енергії до проміжку часу, протягом якого була виконана робота чи відбувалась зміна енергії.

Привод (actuator)

Пристрій, який складається в загальному випадку з двигуна, передавальних механізмів і системи керування для приведення в рух машин та механізмів.

Привод гальмовий (brake gear)

Частина гальмової системи, що передає енергію, яка розподіляється керувальним пристроєм. З'єднує керувальний чи енергопостачальний пристрій з гальмовими механізмами, в яких створюються зусилля, спрямовані проти руху автомобіля. Він може бути механічного, гідравлічного, пневматичного, вакуумного, електричного чи комбінованого, наприклад, гідромеханічного, гідропневматичного типу.

Пристрій (1 - equipment, 2 - arrangement)

1. Сукупність деталей, вузлів, елементів, яка характеризується конструктивною та функціональною єдністю.

2. Будова і взаємне розташування окремих частин, які відображають основні функціональні та конструктивні ознаки, що властиві даному технічному об'єкту.

Причіп (trailer)

Транспортний засіб, що з'єднується з автомобілем-тягачем тягово-зчіпним пристроєм, не має власного джерела енергії і використовується для перевезення вантажів.

Просвіт дорожній (road clearance)

Відстань між поверхнею дороги та найнижчою точкою транспортного засобу без врахування шин і брудовідбивачів.

Процес робочий (operation, working procedure)

Сукупність фізичних, фізико-хімічних та інших явищ, які виникають під час роботи в агрегатах і системах, їх послідовність, причинність, взаємозв'язок.

Регулятор (controller, tuner)

Пристрій для підтримання в заданих межах певного параметра машини чи процесу.

Режим (1 - routine, 2 - mode, 3 - operating / working conditions)

1. Точно встановлений у часі та за додатковими умовами розпорядок будь-яких дій.

2. Система правил, заходів для досягнення цілі.

3. Конкретний стан робочої машини чи механізму, який визначається її кінематичними параметрами і конкретним станом системи керування.

Сила (force)

Міра механічного впливу на матеріальну точку чи тіло з боку інших тіл.

Синхронізатор (synchronizer)

Пристрій коробки передач для безударного включення передачі шляхом попереднього вирівнювання кутових швидкостей за допомогою з'єднувальних деталей; при цьому блокувальний пристрій не дозволяє зубцям зубчастих муфт дотикатись, поки кутові швидкості з'єднувальних деталей не стануть рівними.

Система (1 - system, 2 - structure)

1. Сукупність пристроїв, зв'язаних загальною функцією в робочому процесі агрегата чи машини.
2. Об'єкти з їх зв'язками.

Система гальмова автоматична (automatic braking system)

Устаткування, яке автоматично загальмовує причіп при його випадковому від'єднанні від тягача.

Система гальмова антиблокувальна (antilock brake system, ABS)

(АБС) Частина робочої гальмової системи, яка запобігає блокуванню одного чи декількох коліс при гальмуванні автомобіля. Керування силами гальмування на колесах здійснюється на основі датчиків, що контролюють швидкість обертання кожного колеса чи безпосередньо за непрямыми параметрами.

Система гальмова допоміжна (secondary brake system)

Устаткування, що дозволяє водію підтримувати швидкість руху автомобіля чи зменшувати на протяжних дорожніх спусках. Вона повинна нормально діяти, забезпечуючи (без застосування робочої гальмової системи) стабілізацію швидкості руху автомобіля чи автопоїзда в діапазоні 30 – 40 км/год на уклоні 8 % незалежно від його довжини. Середні значення сповільнення при зниженні швидкості від 40 до 20 км/год повинні складати не менше $0,6 \text{ м/с}^2$.

Система гальмова запасна (emergency brake system)

Устаткування, що дозволяє водію зменшувати швидкість руху транспортного засобу і зупиняти його при несправності робочої гальмової системи. Вона повинна забезпечувати не менше 40 % ефективності, порівняно з робочою системою.

Система гальмова основна (primary braking system)

Устаткування, що дозволяє водію знижувати швидкість руху транспортного засобу і зупиняти його при звичайному режимі експлуатації. Вона повинна забезпечувати максимально можливі сповільнення ($5,8 \text{ м}\cdot\text{с}^{-2}$ для транспортних засобів категорії М1 і $5,0 \text{ м}\cdot\text{с}^{-2}$ для транспортних засобів інших категорій). При цьому необхідно контролювати тривалість спрацьовування гальмової системи (t_c), яка для ДТЗ з гідравлічним приводом повинна бути не більше ніж 0,5 с, а для ДТЗ з іншими типами привода - не більше ніж 0,8 с.

Система гальмова стоянкова (parking brake system)

Устаткування, яке дозволяє утримувати транспортний засіб в нерухомому стані на похилій поверхні і при відсутності водія. Вона повинна при відключеному від трансмісії двигуні забезпечувати нерухомий стан: транспортних засобів з повним навантаженням – на уклоні не менше ніж 16 %; легкових автомобілів, їхніх модифікацій для перевезення вантажів, а також автобусів у спорядженому стані – на уклоні не менше 23 %; вантажних автомобілів і автопоїздів у спорядженому стані – на уклоні не менше 31 %.

Склад рухомий автомобільного транспорту (vehicles)

Склад, що складається з автомобілів, причепів, напівпричепів.

Смуга руху транспортного засобу (bar of motion of transport vehicle)

Смуга, по якій транспортний засіб фактично пройшов чи по якій повинен пройти при певному положенні кермового колеса.

Tuck (pressure)

Величина, яка характеризує інтенсивність дії сил на поверхню тіла по нормалі до неї, при рівномірному розподілі сил по поверхні дорівнює відношенню сили до площі поверхні.

Трансмiсія (transmission; power drive)

З'єднання механізмів та агрегатів (зчеплення, коробки передач, карданної передачі, головної передачі, диференціала та півосей), які призначаються для передачі крутного моменту від двигуна до рушія транспортного засобу.

Трансмiсія автоматична (automatic transmission)

Трансмiсія з автоматичною коробкою передач.

Транспорт автомобільний (motor transport)

Галузь транспорту, яка здійснює перевезення людей і вантажів на автомобілях.

Траєкторія (trajectory)

Лінія, що задає зміну положення матеріальної точки в просторі.

Хід педалі (pedal movement)

Хід, що відповідає відстані між крайніми початковими і кінцевими положеннями педалі гальма, зчеплення і т. д.

Центр інерції (center of inertia, center of mass)

Центр, в якому умовно зосереджена маса механічної системи.

Шина (tire)

Пружна оболонка, яка встановлюється на обід колеса і взаємодіє з дорогою, частково пом'якшуючи удари та поглинаючи поштовхи від дорожніх нерівностей.

ЛІТЕРАТУРА

1. Автомобильный справочник Bosch / [перевод с англ. Первое русское издание] – М. : ЗАО КЖИ «За рулем», 2002. – 896 с.
2. Боровский Б. Е. Безопасность движения автомобильного транспорта / Боровский Б. Е.- Л. : Лениздат, 1984.- 305 с.
3. Волков В. П. Теорія експлуатаційних властивостей автомобіля / Володимир Петрович Волков – Харків : ХНАДУ, 2003. – 292 с.
4. Совершенствование методов автотехнической экспертизы при дорожно-транспортных происшествиях / [Волков В. П., Торлин В. Н., Мищенко В. М. и др.] ; под. ред. В. П. Волкова – Харьков : ХНАДУ, 2010. – 476 с.
5. Вонг Дж. Теория наземных транспортных средств / Джон Вонг – М. : Машиностроение, 1982. – 285 с.
6. Дорожно-транспортні пригоди в Україні (оперативна інформація за 12 місяців 1996 року). – Київ, 1997. – 79 с. (Матеріал підготовлений Управлінням Державної автомобільної інспекції Міністерства внутрішніх справ України).
7. Засоби транспортні дорожні. Експлуатаційні вимоги безпеки до технічного стану та методи контролю : ДСТУ 3649-97. – [Чинний від 1999-01-01]. – К. : Вид-во стандартів, 1997. – 26 с. – (Нормативний документ Міністерства транспорту та зв'язку України).
8. Експертний аналіз дорожно-транспортних пригод / [Галаса П. В., Кисельов В. Б., Куйбіда А. С. та інші] ; за заг. ред. П. В. Галаси – Київ : Експерт-сервіс, 1995. – 192 с.
9. Иларионов В. А. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий / Иларионов В. А.– Москва : «Транспорт», 1989. – 255 с.
10. Кашканов В. А. Результаты экспериментального исследования тормозной эффективности автомобилей / Виталий Альбертович Кашканов // Автомобильный транспорт. – 2003. – Вып. 13. – С. 62-64.
11. Кнороз В. И. Работа автомобильной шины / под. общ. ред. В. И. Кнороза – М. : «Транспорт», 1976. – 238 с.
12. Кошарний М. Ф. Основи механіки та енергетики автомобіля / Кошарний М. Ф. – К. : Вища школа, 1992, – 200 с.
13. Кужель В. П. Методика зменшення невизначеності в задачах автотехнічної експертизи ДТП при ідентифікації дальності видимості дорожніх об'єктів в темну пору доби : монографія / Кужель В. П., Кашканов А. А., Кашканов В. А. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 200 с.
14. Литвинов А. С. Автомобиль: Теория эксплуатационных свойств : учебник для вузов по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство» / А. С. Литвинов, Я. Е. Фаробин – М. : «Машиностроение», 1989, – 240 с.

15. Немчинов М. В. Сцепные качества дорожных покрытий и безопасность движения автомобиля / Немчинов М. В. – М. : Транспорт, 1985. – 231 с.
16. Осепчугов В. В. Автомобиль: анализ конструкций, элементы расчета / В. В. Осепчугов, А. К. Фрумкин – М. : «Машиностроение», 1989. – 305 с.
17. Подлих Э. Г. Исследование коэффициента сцепления автомобильной шины с покрытием / Подлих Э. Г. – М. : Автотрансиздат, 1963. – 42 с.
18. Правила №13 ЕЭК ООН. Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения транспортных средств категорий М, N и O в отношении торможения. – Приложение 10.
19. Правила дорожного руху України. – Х. : Світлофор, 2007. – 80 с. (Бібліотека офіційних видань).
20. Ребедайло В. М. Вплив коефіцієнта зчеплення на показники гальмування автомобіля / В. М. Ребедайло, В. А. Кашканов // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, 2004. – № 7(77), ч. 1, – С. 220-224.
21. Смирнов Г. А. Теория движения колесных машин / Смирнов Г. А. – М. : «Машиностроение», 1981. – 271 с.
22. Стецюк Л. С. Сцепление колеса с дорогой и безопасность движения / Стецюк Л. С. – М. : Автотрансиздат, 1963. – 67с.
23. Эдуард Домке. Расследование и экспертиза дорожно-транспортных происшествий : учебник для студентов вузов / Эдуард Домке – Москва : Академия ИЦ, 2009. – 287 с.

Навчальне видання

Вадим Миколайович Ребедайло
Віталій Альбертович Кашканов

ЕКСПЕРТИЗА **ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНИХ ПРИГОД**

Навчальний посібник

Редактор Т. Старічек
Оригінал-макет підготовлено В. Кашкановим

Підписано до друку
Формат 29,7x42 ¼ Папір офсетний.
Гарнітура Times New Roman.
Друк різнографічний Ум. друк. арк.
Наклад прим. Зам. №

Вінницький національний технічний університет,
навчально-методичний відділ ВНТУ.
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95.
ВНТУ, к. 2201.
Тел. (0432) 59-87-36.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.

Віддруковано у Вінницькому національному технічному університеті
в комп'ютерному інформаційно-видавничому центрі.
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95,
ВНТУ, ГНК, к. 114.
Тел. (0432) 59-85-32.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.