

## ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА БЕЗПЕКА РУХУ

**УДК 625.72; 656.006; 656.13.08**

**Кисельов В.Б.**, д-р техн. наук, **Поліщук В.П.** д-р техн. наук

### ОСНОВИ МЕТОДУ ВИЗНАЧЕННЯ ШВИДКОСТЕЙ РУХУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ПРИ ЇХ ЗІТКНЕННІ

**Анотація.** В статті подано основи вибору методу визначення швидкостей транспортних засобів при їх зіткненні під час дорожньо-транспортної пригоди. Практичне значення роботи полягає в можливості використання методик в практиці судових автотехнічних експертиз. Рекомендації представлено у вигляді алгоритму вибору методики визначення швидкості руху транспортних засобів, придатного для використання кваліфікованими експертами-автотехніками. Метод визначення швидкостей руху автомобілів з застосуванням коефіцієнта відновлення доцільно використовувати, якщо транспортні засоби після зіткнення не відкидаються один від одного, а зберігають стан тісного контакту до повної зупинки. Визначення швидкості руху транспортних засобів з використанням діаграм розтягування використовують у випадках, коли деформації їх конструктивних елементів близькі до лінійного напруженого стану. У випадку пластично деформованих тіл за умов їх складного деформування при визначенні швидкості руху транспортних засобів слід використовувати діаграми пластичності і стійкості.

Визначення швидкості руху з застосуванням емпіричних залежностей являє собою єдиний метод, який можна використовувати як експрес-метод.

Визначення швидкості руху автомобілів з використанням вимірювань твердості дає можливість не тільки визначити швидкість руху, але й встановити напрямок удару.

**Ключові слова:** дорожньо-транспортна пригода, зіткнення транспортних засобів, автотехнічні експертизи.

**Анотація.** В статті приведені основи вибору метода определения скоростей транспортных средств при их столкновении во время ДТП. Практическое значение работы состоит в возможности использования методик в практике судебных автотехнических экспертиз. Рекомендации представлены в виде алгоритма выбора методики, пригодного для использования квалифицированными экспертами-автотехниками. Метод определения скоростей движения автомобилей с применением коэффициента восстановления целесообразно использовать, если транспортные средства после столкновения не отбрасываются друг от друга, а сохраняют состояние тесного контакта до полной остановки. Определение скорости движения с использованием диаграмм растяжения используют в случаях, когда деформации их конструктивных элементов близки к линейному напряженному состоянию. В случае пластически деформированных тел в условиях их сложного деформирования при определении скорости движения транспортных средств следует использовать диаграммы пластичности и устойчивости.

Определение скорости движения с применением эмпирических зависимостей представляет собой единственный метод, который можно использовать как экспресс-метод.

Определение скорости движения автомобилей с использованием измерений твердости дает возможность не только определить скорость движения, но и установить направление удара.

**Ключевые слова:** дорожно-транспортное происшествие, столкновение транспортных средств, автотехнические экспертизы.

**Abstract.** The article describes the basics of choosing the method of determining the speed of the vehicles being crashed in the course of traffic accident. The practical significance of the work is the fact that it is possible to use the methods in the practice of judicial automobile technic forensic examination. The recommendations are presented in the form of algorithm of methodology selection for determining the speed of the vehicles, suitable for use by qualified automobile technical experts. The method

of determination of vehicle speed, using the rate of recovery, might be used, if after the collision the vehicles were not discarded from each other, and keep close contact state until complete stop. The determination of the speed of vehicles using the tensile diagram might be used in cases where the deformations of structural elements are close to linear stress state. In case of plastically deformed objects, given that the deformation is complex, the diagrams of plasticity and firmness might be used in determining the speed of the vehicles.

Determination of the speed by using the empirical dependencies is the integral method that can be used as an express-method.

Determination of vehicles speed using the measurements of hardness gives the possibility not only to determine the speed, but also set the direction of impact.

**Keywords:** road traffic accidents, vehicle collisions, auto technical expertise.

Сутність проблеми. Вибір методу визначення швидкостей руху транспортних засобів при їхньому зіткненні залежить від багатьох обставин [1].

Серед них:

- геометричні і механічні параметри ДНІ ( попутне, стрічне, перехресне зіткнення, кут між траєкторіями руху, відбулося чи не відбулося відкидання автомобілів після зіткнення і т. ін.);
- необхідний ступінь точності визначення швидкостей;
- термін проведення експертизи.

Стан досліджень і результати. Нижче подано (рис.1) основні рекомендації щодо вибору методу визначення швидкостей руху транспортних засобів залежно від перелічених обставин.

1. Визначення швидкості руху транспортних засобів з використанням коефіцієнта відновлення (коефіцієнта реституції) [2]

Метод відносно простий у використанні і не потребує суттєвих витрат часу, проте його використання значною мірою обмежено відсутністю науково обґрунтованого призначення коефіцієнту відновлення. Область найбільш ефективного використання методу обмежено випадками, коли транспортні засоби після зіткнення не відкидаються один від одного, а зберігають стан тісного контакту до повної зупинки. Такий випадок є характерним для блокувального удару при прямому стрічному зіткненні автомобілів, оскільки тут очевидно, що явище можна вважати повністю пластичним, відтак  $\kappa = 0$ . Крім

того, цей метод можна використовувати і тоді, коли коефіцієнт реституції хоча і не дорівнює нулю, проте його величина все ж таки відома з інших джерел або обставин.

2. Визначення швидкості руху транспортних засобів з використанням діаграм розтягування[2]

Для побудови діаграм провадяться лабораторні випробування шляхом осьового розтягування зразків матеріалів, з яких виготовлено конструкції автомобілів. За найденими міцнісними і деформаційними характеристиками визначається питома робота деформації будь-якої ушкодженої деталі ТЗ.

Цю методику доцільно використовувати в тих випадках, коли при зіткненні автомобілів деформації їх конструктивних елементів близькі до лінійного напруженого стану, наприклад, до одновимірного розтягу або стиску. У випадку складніших схем деформування замість діаграми розтягування належить скористатися з єдиної кривої пластичної течії.

В порівнянні з натурними випробуваннями (crash-тестами) автомобілів цей метод оцінки роботи деформації і руйнування деталей автомобілів, що зіткнулися, дешевший і менш трудомісткий, проте його недоліком є те, що розглядаючи окремо кожну ушкоджену деталь, при визначенні роботи деформації не вдається врахувати конструктивну міцність і жорсткість автомобіля в цілому, а таке неврахування вносить певні похибки в остаточну оцінку. Крім того, метод потребує суттєвих витрат часу - для побудови згаданих діаграм і для визначення за ними роботи деформації і руйнування деталей автомобілів.

3. Визначення швидкостей руху з застосуванням емпіричних залежностей для оцінки роботи деформування [3].

Емпіричні формули побудовано шляхом обробки численних натурних випробувань (crash- тестів) транспортних засобів в умовах реальних зіткнень [4]. Такі залежності використовуються для оцінки роботи деформування кожної ушкодженої деталі і являють собою інтегральні залежності, в яких константи енергоємності та коефіцієнти апроксимації підінтегральних кривих відшуковуються в процесі статистичної обробки експериментальних даних для різних схем зіткнень транспортних засобів. Залежно від геометричної форми

пошкоджень в кожному конкретному випадку інтегральна формула перетворюється в алгебраїчну залежність, зручну для інженерних розрахунків.

Цей метод розрахунку швидкості руху ТЗ має суттєві переваги порівняно з іншими методами, оскільки при визначенні роботи деформації автомобілів враховуються їхня конструкційна міцність і жорсткість як єдиних цілісних систем. Крім того, використання цього методу не потребує значних витрат часу і коштів. Метод підтверджено деклараційними патентами на винахід за участю автора і в теперішній час є робочим інструментом у автотехнічних експертів [5,6,7].

Метод має і певні недоліки, які обмежують область його застосування. Метод може бути поширено лише на легкові автомобілі і не використовується в разі зіткнення вантажних автомобілів, автобусів і мікроавтобусів. Ще одне обмеження полягає в тому, що маса автомобілів не може перевищувати 2000 кг. Крім того, отриманих констант енергоємності і коефіцієнтів апроксимацій для визначення швидкостей руху при зіткненні сучасних автомобілів потребує додаткових перевірок і уточнень, оскільки емпіричні залежності було отримано на підставі стазії-тестів понад 10 років тому.

Належить також враховувати певні ускладнення з встановленням певної величини перерозподілу робіт на деформування частин автомобілів на їхній висоті в разі, якщо пошкодження транспортних засобів мають комбінований характер (частина є наскрізними і поширюється на всю висоту кузова, інша частина займає лише частину висоти).

Попри перелічені обмеження цей метод визначення швидкостей руху ТЗ може вважатися єдиним методом, який можна використовувати як експрес-метод, коли потрібні швидкі недеталізовані розрахунки, наприклад, розрахунки не точної швидкості, а досить широкого діапазону швидкостей, в якому шукана швидкість може лежати - при оцінці транспортних пригод в роботі страхових агенцій.

Нижче описано ще два методи визначення швидкостей руху транспортних засобів. Вони базуються на феноменологічній теорії деформування металів. Застосування цих методів доцільне за наявності складних видів деформацій (плоский або об'ємний напружений стан), що, власне, найчастіше і трапляється в реальних дорожньо-транспортних пригодах. Викладені нижче методи доповнюють один одного і можуть в певний спосіб слугувати "контролерами"

правильності визначення енергетичних витрат на пластичне деформування конструкцій автомобілів. Важливою особливістю методів є можливість їхнього застосування не лише для листових матеріалів, використовуваних а автомобілебудуванні, а й для деталей набагато більшої товщини.

4. Визначення швидкостей руху транспортних засобів з використанням діаграм пластичності і стійкості [1]

Для визначення енергії пластично деформованих тіл за умов складного деформування необхідно мати механічні характеристики матеріалів, з яких було зроблено пошкоджені деталі. Такі характеристики представляються у вигляді спеціальних функцій, які дозволяють сформувати технологічний паспорт матеріалу, а саме єдину криву течії, також діаграми пластичності і стійкості. Такий метод визначення швидкостей руху ТЗ дозволяє визначити енергію пластичного деформування при будь-якому виді напруженого стану і за будь-якої історії навантаження.

Метод здебільшого використовується:

- в разі наявного локального пластичного деформування конструктивного елемента автомобіля;
- в разі руйнування елемента;
- в разі втрати стійкості тієї чи іншої форми напруженого стану елемента.

5. Визначення швидкості руху транспортних засобів з використанням вимірювань твердості.

Цей метод може визначати енергію пластичного деформування елементів конструкцій автомобілів з урахуванням неоднорідності і нерівномірності розподілу деформацій. Найголовнішою перевагою методу порівняно з іншими є те, що метод дає можливість визначати енергетичні витрати у випадку, якщо ступінь деформації в частині елементів конструкцій не досяг критичної межі, тобто не видно ознак мікроруйнування, відсутні видимі пошкодження, хоча деформація відбулася. За допомогою цього методу можна визначати не лише енергетичні витрати, але й розв'язувати важливе для судової автотехнічної експертизи питання про встановлення напрямку удару.

### **Перелік посилань**

1. Огородников В.А. Энергия. Деформации. Разрушение (задачи автотехнической экспертизы): монография / В.А. Огородников, В.Б. Киселев, И.О.

Сивак. - Винница: УНІВЕРСУМ, 2005.-204 с.

2. Кисельов В.Б. Нові методи визначення швидкості руху автомобіля при зіткненні (для судових авто технічних експертиз) / В.Б. Кисельов. - К.: Вид. дім «АДЕФ Україна», 2007. - 144 с.

3. Байков В.П. Моделирование процесса столкновения двух транспортных средств / В.П. Байков, В.Б. Киселев // Экспертное обеспечение правосудия на современном этапе судебноправовой реформы: сб. науч.-практ. материалов. - Симферополь: ХНДІСЕ, Крым, отд-ние, 2000. - С. 127-129.

4. Байков В.П. Ударное взаимодействие транспортных средств при их столкновения / В.П.

5. Байков, В.Б. Киселев // Безпека дорожнього руху України: наук.-техн. вісник. - К.: ТОВ «Журнал «Радуга», 2000. - №1(6). - С. 81-96.

6. Пат. 39037 А Україна. Спосіб визначення швидкостей руху транспортних засобів при зіткненні / В.П. Байков, В.Б. Кисельов, К.А. Любарський; заявник і патентовласник Київський науково-дослідний інститут судових експертиз Міністерства юстиції України; заявл. 18.01.2001; опубл. 15.05.2001, Бюл. № 4.

7. Пат. 54738 Україна. Спосіб визначення швидкостей руху транспортних засобів при зіткненні / В.П. Байков, В.Б. Кисельов, К.А. Любарський; заявник і патентовласник Київський науково-дослідний інститут судових експертиз Міністерства юстиції України; заявл. 11.03.2002; опубл. 17.03.2003, Бюл. № 3.

8. Пат. 2275612 Россия. Способ определения скоростей движения транспортных средств при столкновении / В.П. Байков, В.Б. Киселев, К.А. Любарский; заявитель и патентовладелец Киевский научно-исследовательский институт судебных экспертиз Министерства юстиции Украины; заявл. 01.03.2001; опубл. 27.04.2006, Бюл. № 12.

9. Киселев В.Б. Оценка работы деформаций и разрушения элементов конструкции транспортных средств, поврежденных в результате дорожно-транспортных происшествий / В.Б. Киселев // Вісник Донбаської державної машинобудівної академії: зб. наук, праць. - Краматорськ: ДДМА, 2006. - № 1(3). - С. 129-134.

10. Огородников В.А. Оценка скорости транспортных средств при их столкновении по энергетическим потерям / В.А. Огородников, В.Б. Киселев // Вестник Херсонского государственного технического университета. - Херсон: ХГТУ, 2002. - № 2(15). - С. 357-359.