

ANALYZIS METHODS FOR DETERMINATION OF BRAKING DECELERATION

Eng. Daniel Ivanov, PhD student

Department of Transport Engineering and Technologies,
Technical University of Varna, Bulgaria
E-mail: d.ivanov8@yahoo.com

Assoc. Prof. Radostin Dimitrov, PhD

Department of Transport Engineering and Technologies,
Technical University of Varna, Bulgaria
Phone: +359 52 383 464
E-mail: r_dimitrov@tu-varna.bg

***Abstract:** The paper shows an analysis of methods using from different type of devices for measure braking deceleration of vehicles. The various measurement methods for braking deceleration are described and analyzed. The analyzed methods are: measurement by 5th wheel, measurement by 3D position accelerometer and measurement by GPS tracker. In the report is made description, how various devices measure deceleration and the advantages and disadvantages of the different methods are shown. Two of the most commonly used methods were compared experimentally and the obtained results were analyzed.*

***Keywords:** Braking deceleration, GPS, Accelerometer, 5th wheel*

***JEL Codes:** R40, R41*

ИЗЛОЖЕНИЕ

Акселерометри

Акселерометърът е електромеханично устройство, използвано за измерване на силите на ускорение. Такива сили могат да бъдат статични, като силата на гравитацията или както е при много мобилни устройства, динамични за възприемане на движение или вибрации.

Ускорение представлява изменението на скоростта за единица време.

Приложението на акселерометрите обхваща множество приложения, както научни, така и ориентирани към потребителите. Акселерометрите също се използват в автомобилите като индустриален метод за отчитане на автомобилни катастрофи и задействане на въздушни възглавници почти мигновено.

Акселерометрите позволяват на потребителя да разбере по-добре обкръжението на даден елемент. С това малко устройство можете да определите дали даден обект се движи нагоре, дали ще падне, ако се наклони повече, или лети хоризонтално или под ъгъл надолу.

Принцип на действие

Акселерометърът се състои от много елементи и работи основно по два принципа - пиезоелектричният ефект и капацитетният сензор.

Пиезоелектричният ефект е най-често срещаната форма на акселерометър и използва микроскопични кристални структури, които се усилват поради ускоряващите сили. Тези кристали създават напрежение от напрежението, а акселерометърът интерпретира напрежението, за да определи скоростта и ориентацията.

Капацитетният акселерометър усеща промени в капацитета между микроструктурите, разположени до устройството. Ако ускорителна сила премести една от тези структури, капацитетът ще се промени и акселерометърът ще преобразува този капацитет в напрежение за интерпретация.

Типичните акселерометри се състоят от множество оси, две за определяне на двумерното движение с възможност за трета за 3D позициониране. Автомобилите използват

двуосни, за да определят момента на удара. Чувствителността на тези устройства е доста висока, тъй като те са предназначени да измерват дори много малки промени в ускорението. Колкото по-чувствителен е акселерометърът, толкова по-лесно той може да измери ускорението. Но фиг.1 е показана схема на акселерометър.



Фиг. 1 Схема на акселерометър

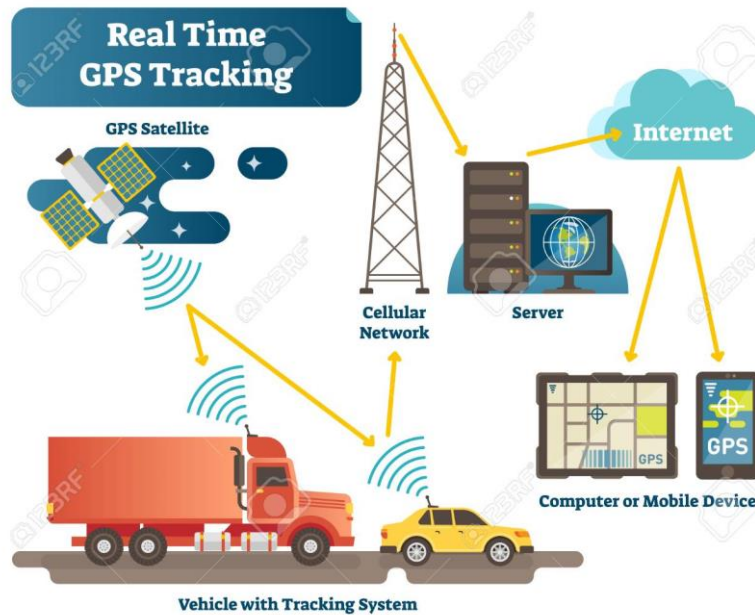
GPS система за позициониране.

Друг метод за измерване на ускорение е използването на GPS система за позициониране.

Глобалната система за позициониране (GPS) е световна радионавигационна система, формирана от съзвездие от 24 спътника и техните наземни станции.

GPS система за проследяване използва мрежата на Глобалната навигационна сателитна система (GNSS). Тази мрежа включва набор от сателити, които използват микровълнови сигнали, които се предават на GPS устройства, за да предоставят информация за местоположението, скоростта на превозното средство, времето и посоката. Така че, GPS системата за проследяване може потенциално да предоставя както данни в реално време, така и исторически навигационни данни за всякакъв вид пътуване. GPS осигурява специални сателитни сигнали, които се обработват от приемник. Тези GPS приемници не само проследяват точното местоположение, но също така могат да изчислят скоростта и времето. Позициите могат дори да бъдат изчислени в триизмерни изгледи с помощта на четири GPS сателитни сигнала.

GPS система може да работи по различни начини. От търговска гледна точка GPS устройствата обикновено се използват за записване на положението на превозните средства, докато пътуват. Някои системи имат възможност да съхраняват данните в самата GPS система за проследяване (известна като пасивно проследяване), а други изпращат информацията до централизирана база данни или система чрез модем в рамките на GPS системния блок редовно (известен като активно проследяване) или 2- Начин на GPS. НА фигура 2 е показана схема на GPS система.



Фиг. 2 GPS система

Специализирана апаратура за измерване на ускорения

Устройството за тестване BrakeSafe е нашият преносим тестер за спирачки, който се доставя в комплект с вграден принтер.

BrakeSafe е подходящ за използване от тестови центрове на UK MOT, както и от гаражи и оторизирани тестови съоръжения по целия свят. Той е одобрен от DVSA от GEA, включително за трансфер на данни със схемата за тестване на MOT (MTS).

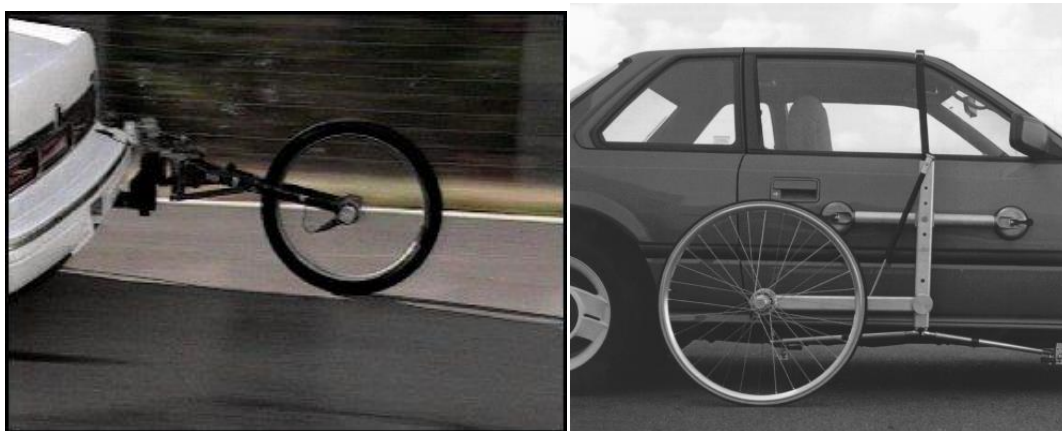
Компактен и лесен за експлоатация, той може да се използва за измерване на ефективността на спирачките в автомобили, LGV (големи товарни превозни средства), HGV (тежкотоварни превозни средства) и PSV (превозни средства за обществени услуги). BrakeSafe предлага и режим на тестване на ремарке HGV.

Гъвкав и лесен за употреба, той може да се използва за тестване на различни класове превозни средства, което го прави идеален за организации, извършващи тестване и мониторинг на автопарка, както и за MOT центрове и правителствени органи за движение. BrakeSafe измерва пика и означава напълно развито забавяне бързо и точно (по-добре от $\pm 2\%$ g). За стандартно тестване на спирачките BrakeSafe не е необходимо да се свързва с автомобила и може просто да се постави безжично вътре в него. За стандартно тестване преносимият тестер може да бъде разположен навсякъде в автомобила. Той се самонивелира, така че автоматично ще се подравнява с посоката на движение на превозното средство, което го прави бърз и лесен за използване, тъй като не е необходимо да бъде точно подравнен. Това може да спести много време, ако тествате големи обеми превозни средства в тестов център или тествате цели паркове. За да се измери силата на педала и времето на забавяне, BrakeSafe може да бъде свързан към спирачния педал с датчик. Инструментът има светлини за преминаване и отказ, за да демонстрира бързо състоянието на автомобила. Прагът за преминаване / неуспех може да се регулира от потребителя в зависимост от специфичните му изисквания за тестване. Тестовите данни могат да бъдат отпечатани незабавно и запазени с датата, часа, идентификатора на превозното средство и идентификатора на оператора. BrakeSafe е снабден с 2GB SD карта с памет, както и с вътрешна памет от 4MB, така че данните могат да се прехвърлят директно от BrakeSafe към компютър или да се прехвърлят по-късно от картата. На фиг 3 е показан излед на устройството.



Фиг.3 Устройство BrakeSafe

Най-точно изминатият път се измерва със специално измерително устройство "пето колело". То се състои от пето колело (от където и уредът е наречен "пето колело", измерителен преобразувател и измерителен механизъм.



фиг.4. Контактни преобразуватели на път от типа "пето колело"

Петото колело се състои от ходово колело, рама, двоен цилиндричен шарнир, захранващо устройство, възприемател и притискащо устройство.

Основните предимства на петите колела, поради което те се използват широко при изпитване на АТК са, че при движение те запазват постоянен кинематичен радиус, защото не са натоварени с въртящ и спирачен момент (не буксуват и не приплъзват). Те също така запазват постоянен динамичен радиус поради това, че на тях практически не влияе преразпределението на тежестта при ускоряване и спиране.

По конструкция на измерителния преобразувател петите колела биват механични, електрични, електромеханични и електронни.

Механичните пети колела (TEL, HASLER-BERN-Швейцария) имат изключително сложна кинематична схема и висока цена. Те дават възможност за определянето на пътя, скоростта и времето при изследване динамиката на АТК. Данните се получават чрез сложни и трудоемки графо-аналитични пресмятания. Поради това по-широко приложение в практиката на изпитване на АТК са намерили пети колела с електрични измерителни преобразуватели (PAISELER-Германия).

Електромеханичните пети колела (тип PAISELER и др.) обикновено регистрират резултатите от измерването. Носителят на записа се задвижва механично от ходовото колело чрез конична зъбна предавка, гъвкавия вал и многостъпалния редуктор. Електромагнитният

съединител прекъсва кинематичната връзка между ходовото колело и механизма за задвижване на носителя. По този начин преместването на носителя е пропорционално на изминатия път от автомобила.

Този вид пети колела дават шифрована информация за изминатия път, скоростта и времето. За да се получат обикновените характеристики на динамиката, е необходимо допълнително графо-аналитично обработване на експерименталните данни. Както се вижда обемът на първичната информация е малък.

Съвременните методи на изпитване на АТК изискват получаването на по-голям обем информация без допълнителна обработка на експерименталните данни. Схема на ПК-о с индукционен преобразувател е показана на фиг.5.



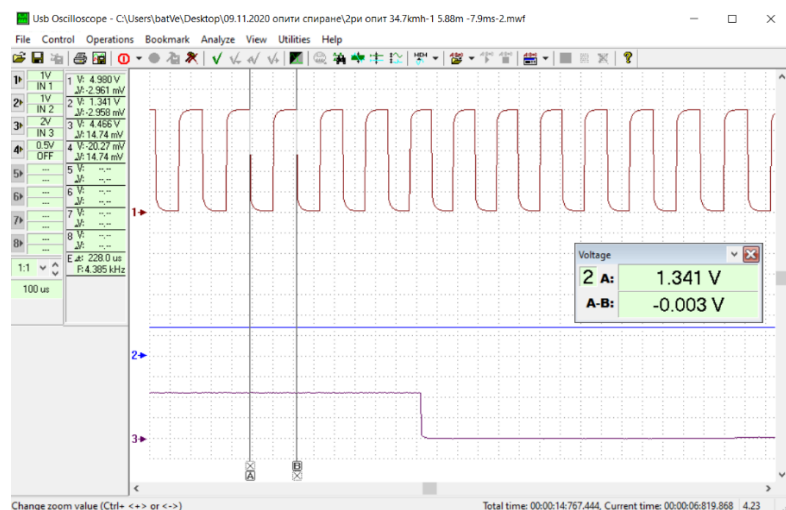
Фиг. 5 Система Пето колело

Експериментална част

Проведени са експерименти използвайки два от описаните метода. Използвани са уред на измерване на ускорение (закъснение) BrakeSafe и система Пето колело. Опитите са проведени при еднакви условия – суха пътна настилка, хоризонтален пътен участък, еднаква температура на околната среда. Резултатите от измерванията са показани на фигури 6 и 7.



Фиг.6 Измерване с BrakeSafe



Фиг.6 Измерване със система Пето колело

Резултати от проведените изследвания

Измерванията проведени със системата BrakeSafe показват резултати от основни параметри при спирането на автомобила – максимално спирачно закъснение, средно спирачно закъснение, време за спиране и разстояние до пълното спиране на авт омобила.

Измерванията проведени със системата Пето колело чрез използване на подходяща състема са запис и сбор на данни, имат възможност за последващо анализиране и обработване, като получената информация може да се раздели през хилядни части от секундата. Това дава възможност за мого тояно и прецизно определяне на параметрите при спиране на автомобила.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Най-точен и прецизен резултат се получава при измерване проведено с 5то колело.
2. При измерване с устройство BRAKESAFE точността на измерване е по-ниска и не винаги резултата е адекватен на измерването. Бюджетен вариант.
3. При използването на GPS система точността е ниска (обновяване 1,0с, точност на позициониране 5м). По-сложна и скъпа система.

REFERENCES

- Ondruš, J., & Hockicko, P. (2015). Braking deceleration measurement using the video analysis of motions by sw tracker. *Transport and Telecommunication*, 2015, volume 16, no.2, 127-137.
- Sokolovskij, E. (2005). Experimental investigation of the braking process of automobiles. *Transport - 2005*, Vol XX, No 3, 91-95.
- Kudarauskas, N. (2007). Analysis of emergency braking of a vehicle. *Transport - 2007*, Vol XXII, No 3, 154-159.
- Sokolovskij, E. (2006). Parameters of automobile movement in case of braking and bumping by wheels to the vertical protrusion of road covering. ISSN 1392 - 1207. *MECHANIKA*. 2006 Nr.1(57).
- Rievaj, V., Vrábel, J., & Hudák, A. (2013). Tire inflation pressure influence on a vehicle stopping distances. *International Journal of Traffic and Transportation Engineering* 2013, 2(2): 9-13.
- Mitunevičius, V., Nagurnas, S., Unarski, J., & Wach, W. (2009). Research of car braking in winter conditions. *Proceedings of the 6th International Scientific Conference TRANSBALTICA 2009*.
- <https://www.livescience.com/40102-accelerometers.html>
- <https://www.eetimes.com/how-does-a-gps-tracking-system-work/#>
- <https://turnkey-instruments.com/product/brakesafe/>
- <https://www.peiseler-gmbh.de/eng/>