SYMULACJA RUCHU POJAZDU W TRAKCIE TESTÓW WYKONYWANYCH W OŚRODKACH DOSKONALENIA TECHNIKI JAZDY

DOI: 10.24136/atest.2018.280

Data zgłoszenia: 30.08.2018. Data akceptacji: 25.09.2018.

Jednym z zadań ośrodka doskonalenia techniki jazdy (ODTJ) jest nauka poprawnego zachowania się kierowcy po zaburzeniu ruchu pojazdu przed wjazdem na tzw. „płytę poślizgową”. Zaburzenia tego dokonuje się z wykorzystaniem „płyty dynamicznej”. „Płyta poślizgową” i „płytę dynamiczną” stanowią obowiązkowe wyposażenie ODTJ. Artykuł przedstawia model pojazdu oraz podłoża z wydzieloną, okresowo ruchomą, „płytę dynamiczną” o wysokiej przyczepności powierzchni kontaktu z kołami samochodu. Zaprezentowano przykładowe wyniki symulacji, obrazujące skalę zaburzenia ruchu pojazdu, na które musi zareagować szkolony kierowca. Ze względu na ograniczoną objętość artykułu autor odsyła czytelnika do obszerniejszych, bardziej szczegółowych własnych publikacji przedstawiających różne aspekty zastosowań zaprezentowanego w pracy modelu.

WSTĘP

Wymagania dotyczące „płyty poślizgowej” i „płyty dynamicznej” są zawarte w Rozporządzeniu Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 16 stycznia 2013r. w sprawie doskonalenia techniki jazdy [11]. Zaburzenie ruchu pojazdu polega na wywołaniu ruchu poprzecznego „płyty dynamicznej” w stosunku do toru ruchu pojazdu w czasie, gdy na płycie znajdują się tylko koła jednej osi samochodu. Zmusza to kierowcę do wykonania manewrów obronnych. Najczęściej jest to obrót kołem kierownicy.

Autor przedstawia model pojazdu w trakcie manewru w ODTJ. Oceniane jest zachowanie samego pojazdu, bez ingerencji prowadzącego pojazd; w trakcie pierwszej sekundy po zaburzeniu, gdy kierowca nie zdążył jeszcze zareagować. Wartość użyteczna wyników odnosi się do okresu odpowiadającego czasowi reakcji kierowcy.

Użycie zaawansowanego, zweryfikowanego eksperymentalnie modelu matematycznego ruchu samochodu osobowego umożliwia określenie kluczowych parametrów konstrukcji „płyty dynamicznej”, takich jak wymagana siła wymuszająca zakłócenie ruchu pojazdu, moc efektywna zespołu generującego szarpnięcie płyty a także wyznaczenie optymalnej prędkości ruchu badanego pojazdu w trakcie testu, w zależności od przyjętego kryterium oceny.

Zaprezentowane w artykule obliczenia wykonano na rzecz firmy UNIMETAL ze Złotowa, która produkuje wyposażenie niezbędne do przeprowadzania opisanych testów.

Na rys. 1 przedstawiono „płytę dynamiczną” produkcji firmy UNIMETAL ze Złotowa [15] na tle „płyty poślizgowej”.

Rys. 1. „Płyta poślizgową” (obszar o jasnym kolorze) wraz z „płytą dynamiczną” (czarny czworokąt) produkcji krajowej – firmy UNIMETAL ze Złotowa [15]

1. MODEL SYMULACYJNY DYNAMIKI SAMOCHODU WRAZ Z UKŁADEM ZABURZAJĄCYM RUCH POJAZDU

Na rys. 2 przedstawiono model fizyczny pojazdu wraz z przyjętymi układami współrzędnych. Analizowany jest przede wszystkim jego ruch podstawowy, reprezentowany przez współrzędne położenia bryły nadwozia i ich pochodne.

Pojazd traktowany jest jako zbiór brył sztywnych i punktów materialnych połączonych elementami wodzącymi, sprężystymi i tłumiącymi. Pomijane są względne ruchy pasażerów, kierowcy, ładunku i zespołu napędowego z silnikiem. Elementy te wchodzi w skład bryły sztywnej obrazującej kadłub pojazdu - nadwozie. Przyjmuje się, że ma ona podłużną płaszczyznę symetrii.

Wymuszenia wewnętrzne pochodzą głównie od kierowcy, oddziałującego na mechanizmy sterowania pojazdem.

Nawierzchnia drogi jest nieodkształcalna. Dopuszcza się pochYLENIE WZDŁUŻNE I BOCZNE drogi oraz jej nierówności. Pojazd oddziałuje na podłoże przez podatne koła ogumione.

Wprowadzono rzeczywistą charakterystykę kątów skrętu kół jako funkcję kąta obrotu kierownicy α_k dla układu nieobciążonego. Uwzględniono podatność układu kierowniczego. Dodatkowe kąty skrętu kół są funkcjami momentów stabilizujących oraz podatności skrętnej kolumny kierowniczej wraz z przekładnią oraz podatności lewej i prawej strony układu zwrotniczego [6].

W opisie sił kontaktowych wykorzystano model HSRI-UMTRI [1, 2] uzupełniony o model stanów nieustalonych ogumienia IPG-Tire [6]. Siły powstające w kontakcie koło-droga są także efektem modelowania własności sprężystych koła ogumionego [5, 6] oraz dostępną dokumentacją producenta modelowanego pojazdu.

Bardziej szczegółowy opis rodzinny modeli ruchu i dynamiki pojazdów dwuosiowych oraz opis współpracy koła ogumionego z nawierzchnią drogi można znaleźć w pozycjach literaturowych [5, 6, 7] autora niniejszej pracy.

Rys. 2. Rzeczywisty pojazd [16] (samochód dwuosiowy z niezależnym zawieszeniem przednim i tylnym) oraz jego model fizyczny wraz z przyjętymi układami współrzędnych [7]. Modele podukładów: koła kierowanego i układu kierowniczego

Równania ruchu wyprowadzono wykorzystując równania Lagrange'a II rodzaju (np. [3, 6]). Wcześniej przyjęto 14 następujących współrzędnych uogólnionych:

$q_1=x_{Oc}$, $q_2=y_{Oc}$, $q_3=z_{Oc}$ - współrzędne określające położenie środka O_c masy bryły nadwozia w inercyjnym układzie odniesienia $Oxyz$;

$q_4=\psi_c$, $q_5=\varphi_c$, $q_6=\theta_c$ - współrzędne opisujące ruch kulisty bryły nadwozia względem jej środka masy O_c ; są to kąty quasi-eulerowskie (samolotowe) - kąt odchylenia, przechyłu wzdłużnego i boczno;

$q_7=\zeta_{cO1}$, $q_8=\zeta_{cO2}$, $q_9=\zeta_{cO3}$, $q_{10}=\zeta_{cO4}$ - współrzędne opisujące ruch punktów O_1 , O_2 , O_3 , O_4 względem bryły nadwozia w kierunku $O_c\zeta_c$ układu $O_c\zeta_c\eta_c\zeta_c$; do tych punktów redukowane są "masy niesorowane" zawieszania;

$q_{11}=\varphi_1$, $q_{12}=\varphi_2$, $q_{13}=\varphi_3$, $q_{14}=\varphi_4$ - kąty obrotu kół jezdnych (odpowiednio: przedniego lewego i prawego, tylnego lewego i prawego).

Rys. 3 przedstawia schemat, stanowiący podstawę modyfikacji modelu i programu symulacyjnego ruchu pojazdu na torze, na którym prowadzone są testy badanych kierowców. Dla ilustracji opisu, wybrano najczęściej stosowany wariant zaburzenia ruchu kół tylnych [12, 13, 14, 15], gdy koła przednie zjechały już z „płyty dynamicznej” (co obrazuje rys. 3).

Część ruchoma płyty ma długość l_p [m] i szerokość s_p [m]. Założono tu, że zmiana kąta odchylenia (kąta kierunkowego) pojazdu ψ_c [rad] i prędkości pojazdu v [m/s] (V [km/h]) w czasie przebywania kół pojazdu na płycie t_{np} [s] jest na tyle mała, że dla fazy ruchu pojazdu na „płycie dynamicznej” można przyjąć przybliżenie (1).

$$v_x = v_{\xi} = v \quad (1)$$

Wspomniane wprowadzenie do modelu ruchu pojazdu zakłócenia w postaci przemieszczenia poprzecznego „płyty dynamicznej” polega na zmodyfikowaniu wartości prędkości wzdłużnej $v_{\xi k}$ [m/s] i poprzecznej $v_{\eta k}$ [m/s] rzutu na płaszczyznę drogi prędkości środka k -tego koła O_k .

Rys. 3. Schemat, stanowiący podstawę modyfikacji modelu i programu symulacyjnego ruchu pojazdu na torze w ośrodku ODTJ, wyposażonym w „płytę poślizgową” oraz „płytę dynamiczną” („szarpak”)

Są one obliczane w układzie lokalnym $O_k\zeta_k\eta_k\zeta_k$ związanym z kołem jezdnym. Modyfikacja ta, opisana zależnościami (2) i (3), uwzględnia skutki ruchu poprzecznego, umieszczonej przed wjazdem na „płytę poślizgową”, „płyty dynamicznej” z prędkością v_{yp}

[m/s] Na rys. 3 przedstawiono te wielkości dla koła prawego tylnego ($k=4$).

$$V_{\xi kw} = V_{\xi k} - V_{yp} \cdot \sin \psi_C \quad (2)$$

$$V_{\eta kw} = V_{\eta k} - V_{yp} \cdot \cos \psi_C \quad (3)$$

gdzie $v_{\xi kw}$ [m/s] i $v_{\eta kw}$ [m/s] to składowa wzdłużna i poprzeczna rzutu na płaszczyznę drogi prędkości środka k -tego koła O_k , mierzona względem ruchomej „płyty dynamicznej”.

2. PRZYJĘTE DANE: BADANEGO POJAZDU, ZAKŁÓCENIA ORAZ WARUNKÓW RUCHU

Przyjęto dane samochodu osobowego klasy średniej KIA Cee'd w stanie gotowości do jazdy, obciążonemu kierowcą i instruktorem jazdy [8, 9]. Masa całkowita wynosiła 1570kg. Rozstaw osi dla tego pojazdu to $l=2,655$ m, odległość środka masy od osi przedniej $l_1=0,976$ m, od osi tylnej $l_2=1,679$ m, statyczna wysokość środka masy $z_{oc}=0,516$ m. Uzyskano dla niego bardzo dobre wyniki weryfikacji eksperymentalnej w testach zalecanych przez ISO.

Dane „płyty dynamicznej” wzorowano na parametrach urządzenia polskiego producenta UNIMETAL [8, 9, 15]. Długość płyty $l_p=3,0$ m, szerokość $s_p=2,7$ m, prędkość przesuwu poprzecznego $v_{yp}=1,5$ m/s, ekstremalne przemieszczenie poprzeczne płyty wynosi $s_{yp}=\pm 0,3$ m, przyjęto $s_{yp}=0,3$ m. „Płyta dynamiczna” pokryta jest materiałem o maksymalnej wartości współczynnika przyczepności równego 0,8. Dla „płyty poślizgowej” przyjęto maksymalną wartość współczynnika przyczepności równą 0,5. Założono, że nawierzchnia drogi i płyt stanowiska testowego jest pozioma, równa.

Badania symulacyjne wykonano dla wielu wartości prędkości ruchu pojazdu V : od 20 do 80 km/h, co zaprezentowano w pracach [8, 9]. Założono, że w chwili rozpoczęcia testu samochód porusza się ruchem prostoliniowym ze stałą prędkością V , torem równoległym do osi Ox układu związanego z drogą (rys. 3), przecinającym środek części ruchomej „płyty dynamicznej”. Przyjęto typowy test „otwarty” a więc bez sprzężenia zwrotnego w układzie sterowania kierowca-pojazd-otoczenie-kierowca [6]. W trakcie testu kierowca nie reaguje, czyli nie zmienia kąta obrotu kierownicy, położenia „pedału gazu”, nie naciska na pedał hamulca ani sprzęgła. Układy asystenckie są wyłączone, co często ma miejsce w trakcie szkolenia kierowców na wyższym (niż podstawowy) poziomie.

3. PRZYKŁADOWE WYNIKI SYMULACJI W DZIEDZINIE CZASU I ICH OCENA

Rysunki 4, 5, 6 i 7 przedstawiają przykładowe wyniki obliczeń symulacyjnych wybranych wielkości w funkcji czasu dla prędkości pojazdu $V=60$ km/h, dla przypadku zaburzenia ruchu kół osi przedniej i tylnej. Są to: przemieszczenie poprzeczne środka masy pojazdu y_{oc} , kąt odchylenia (kąt kierunkowy) pojazdu ψ_C , prędkość kątowna odchylenia $d\psi_C/dt$ i przyspieszenie poprzeczna pojazd $a_{\eta h}$. Skalę czasu zmieniono tak, aby $t=0$ odpowiadało chwili, gdy przednie samochodu wjeżdżają na „płytę dynamiczną” („szarpak”).

W przypadku zaburzania ruchu kół osi przedniej, „płyta dynamiczna” rozpoczyna wtedy ruch poprzeczny. Gdy zaburzany jest ruch kół osi tylnej „płyta dynamiczna” rozpoczyna przemieszczanie, gdy koła osi przedniej zjadą z niej. W efekcie takiego zdefiniowania punktu $t=0$ wykresów, odpowiadającego czasowi równemu zero, przebiegi obrazujące wyniki dla zaburzenia ruchu kół osi tylnej są, dla prędkości 60 km/h, przesunięte o 0,18 s, co odpowiada czasowi przejazdu pojazdu przez „płytę dynamiczną” (długość jej wynosi 3 m).

Kolejne rysunki 8, 9 i 10 przedstawiają analogiczne wyniki dla wielkości: moment na kole kierownicy EMK, suma sił poprzecznych na kołach przednich F_{boczp} i tylnych F_{boczt} oraz moc efektywna urządzeń wzbudzających wymuszenie na „płyty dynamicznej” P_{boczp} i P_{boczt} .

Porównując wyniki dla obu przypadków zaburzenia ruchu pojazdu, widocznym jest (patrz rys. 4-10), że zakłócenie ruchu kół osi tylnej prowadzi do większych wartości modułów wielkości przyjętych jako kryteria oceny ruchu pojazdu. Efekt zakłócenia trwa o wiele dłużej, co jest szczególnie widoczne dla prędkości kątownej odchylenia, przyspieszenia poprzecznego, momentu na kole kierownicy i sił poprzecznych na kołach jezdnych.

Wyjątkiem jest, dla zaburzenia ruchu kół przednich, duża wartość ekstremum momentu na kole kierownicy (wartość 1,8 razy większa niż dla przypadku zaburzenia ruchu kół osi tylnej, choć to zaburzenie trwa w tym przypadku znacznie krócej) i wymaganej mocy efektywnej urządzeń wzbudzających wymuszenie „płyty dynamicznej” (wartość 1,55 raz większa), co wymaga użycia droższych urządzeń w konstrukcji płyty.

Rys. 5. Wyniki obliczeń symulacyjnych wybranych wielkości w funkcji czasu. $V=60$ km/h. Kąt odchylenia (kąt kierunkowy) pojazdu ψ_C (na rysunku: ψ_C)

Rys. 6. Wyniki obliczeń symulacyjnych wybranych wielkości w funkcji czasu. $V=60$ km/h. Prędkość kątowna odchylenia $d\psi_C/dt$ (na rysunku: ψ_Cp)

Rys. 7. Wyniki obliczeń symulacyjnych wybranych wielkości w funkcji czasu. $V=60$ km/h. Przyspieszenie poprzeczne pojazdu a_{gh} (na rysunku: a_{etah})

Rys. 8. Wyniki obliczeń symulacyjnych wybranych wielkości w funkcji czasu. $V=60$ km/h. Moment na kole kierownicy EMK

Rys. 9. Wyniki obliczeń symulacyjnych wybranych wielkości w funkcji czasu. $V=60$ km/h. Suma sił poprzecznych na kołach przednich F_{boczp} i tylnych F_{boczt} (na rysunku: F_{boczp} i F_{boczt})

Rys. 10. Wyniki obliczeń symulacyjnych wybranych wielkości w funkcji czasu. $V=60$ km/h. Moc efektywna urządzeń wzbudzących wymuszenie na „płyty dynamicznej”

Przedstawione przykładowe przebiegi czasowe wskazują na duży wpływ zastosowanego zaburzenia na ruch, dynamikę samochodu, w którym znajduje się badany, szkolony kierowca. Efekt ten jest znacznie większy w przypadku zaburzania ruchu kół jezdnych osi tylnej.

4. ZASTOSOWANIA OPISANEGO MODELU SYMULACYJNEGO

Zaprezentowany model ruchu samochodu został zastosowany w ocenie skali zaburzenia ruchu pojazdu w trakcie testów w ośrodkach doskonalenia techniki jazdy (ODTJ).

W pracach [8, 9] oceniano zachowanie samego pojazdu, bez ingerencji prowadzącego; w trakcie pierwszej sekundy po zaburzeniu, gdy kierowca nie zdążył jeszcze zareagować a więc w okresie odpowiadającym czasowi reakcji kierowcy.

Publikacja [8] zawiera prezentację metodyki badań. Określono wartości kluczowych parametrów konstrukcji „płyty dynamicznej”, takich jak wymagana siła wymuszająca zakłócenie ruchu pojazdu i moc efektywna zespołu generującego szarpnięcie płyty a także wyznaczenie optymalnej prędkości ruchu badanego pojazdu w trakcie testu, w zależności od przyjętego kryterium oceny. Kryteria mi tymi były (patrz też rys. 4-10):

- kryterium 1:** moduł ekstremum przemieszczenia poprzecznego środka masy pojazdu y_{oc} [m] w trakcie pierwszej sekundy od wystąpienia zaburzenia (w czasie reakcji kierowcy);
- kryterium 2:** moduł ekstremum kąta odchylenia bryły nadwozia ψ_c [rad] w trakcie pierwszej sekundy od wystąpienia zaburzenia;
- kryterium 3:** moduł ekstremum prędkości kątowej odchylenia bryły nadwozia $d\psi_c/dt$ [rad/s] w trakcie pierwszej sekundy od wystąpienia zaburzenia;
- kryterium 4:** moduł ekstremum przyspieszenia poprzecznego środka masy pojazdu a_{gh} [m/s²] w trakcie pierwszej sekundy od wystąpienia zaburzenia;
- kryterium 5:** moduł ekstremum momentu na kole kierownicy EMK [Nm] w trakcie pierwszej sekundy od wystąpienia zaburzenia;
- kryterium 6:** moduł ekstremum sumy sił poprzecznych na kołach tylnych F_{boczt} [N] w trakcie pierwszej sekundy od wystąpienia zaburzenia;
- kryterium 7:** moduł ekstremum mocy oporów (sił poprzecznych F_{boczt}) na powierzchni płyty przesuwnej P_{boczt} [W] (wymagana moc efektywna urządzeń wzbudzących wymuszenie na

„płyty dynamicznej”) w trakcie pierwszej sekundy od wystąpienia zaburzenia;

kryterium 8: czas kontaktu kół tylnych z płytą (czyli przebywania kół tylnych na „płyty przesuwnej”) [s]; dla koła lewego / prawego;

kryterium 9: czas przebywania kół tylnych na „płyty przesuwnej”, gdy płyta wykonuje ruch poprzeczny [s]; dla koła lewego / prawego.

Na rys. 11 przedstawiono wartości optymalne prędkości ruchu pojazdu dla zaburzenia ruchu kół osi tylnej, w zależności od przyjętego kryterium oceny. Jak widać prędkości 40 i 50 km/h w największym stopniu spełniają postawione kryteria oceny. Szczegółowy opis wspomnianego zadania optymalizacyjnego można znaleźć w pracy [8].

W pracy [9] przedstawiono szczegółowe wyniki porównania symulacji dla zaburzenia ruchu kół osi przedniej w stosunku do analogicznego przypadku zaburzenia ruchu kół osi tylnej. Powyżej zostały przytoczone fragmenty tego porównania.

PODSUMOWANIE

Testy wykonywane w ośrodkach doskonalenia techniki jazdy (ODTJ), w których przed wjazdem na płytę o obniżonej przyczepności zaburza się ruch pojazdu za pomocą „płyty dynamicznej”, zmuszają kierowcę do wykonania manewrów obronnych.

W artykule przedstawiono model dynamiki samochodu oraz sposób wprowadzenia opisanego zaburzenia. Zaprezentowano wyniki symulacji obrazujące skalę zaburzenia ruchu pojazdu, na które musi zareagować szkolony kierowca.

Wskazano na inne prace autora, prezentujące metodykę i wyniki wyboru prędkości ruchu pojazdu w trakcie testu oraz porównanie efektów zaburzenia ruchu kół osi przedniej i tylnej.

Rys. 11. Zobrazowanie wyników poszukiwania zakresu prędkości ruchu pojazdu spełniającego w jak najwyższym stopniu przyjęte kryteria oceny [11]

INFORMACJA

Artykuł powstał w ramach współpracy między Wydziałem Transportu Politechniki Warszawskiej a firmą UNIMETAL Sp. z o.o. ze Złotowa.

Wykorzystywany w obliczeniach model symulacyjny ruchu samochodu osobowego powstał jako efekt projektu Nr O ROB 0011 01/ID/11/1 *Symulator kierowania pojazdami uprzywilejowanymi podczas działań typowych i ekstremalnych*, dotyczącego budowy

symulatora kierowania pojazdami uprzywilejowanymi przez firmę ETC-PZL AI z Warszawy.

BIBLIOGRAFIA

1. Dugoff H., Fancher P.S., Segel L., *An analysis of tire traction properties and their influence on vehicle dynamic performance*. SAE Technical Paper 700377.
2. Fancher P.S. Jr., Bareket Z., *Including roadway and tread factors in semi-empirical model of truck tyres*. Supplement to Vehicle System Dynamics, Vol. 21 (1993), pp. 92–107.
3. Gutowski R., *Mechanika analityczna*. PWN. Warszawa 1971 r.
4. Kamiński E., Pokorski J., *Teoria samochodu. Dynamika zawiesznień i układów napędowych pojazdów samochodowych*. WKŁ. Warszawa 1983 r.
5. Lozia Z., *Symulatory jazdy samochodem*. WKŁ Warszawa 2008. ISBN: 978-83-206-1663-7.
6. Lozia Z., *Analiza ruchu samochodu dwuosowego na tle modelowania jego dynamiki*. Monografia. Prace Naukowe PW. Transport. Zeszyt 41. Warszawa 1998 r.
7. Lozia Z., *Modele symulacyjne ruchu i dynamiki dwóch pojazdów uprzywilejowanych*. Czasopismo Techniczne, zeszyt 8, rok 109. Mechanika, zeszyt 3-M/2012. Str. 19-34.
8. Lozia Z., *Modelling and simulation of a disturbance to the motion of a motor vehicle entering a skid pad as used for tests at Driver Improvement Centres / Modelowanie i symulacja zakłócenia ruchu samochodu w trakcie wjazdu na płytę poślizgową stosowaną w ośrodkach doskonalenia techniki jazdy*. The Archives of Automotive Engineering – Archiwum Motoryzacji. Vol. 69, No 3 (2015), pp. 87-103 (Eng)/str. 173-188 (Pl).
9. Lozia Z., *Simulation testing of two ways of disturbing the motion of a motor vehicle entering a skid pad as used for tests at Driver Improvement Centres (Symulacyjna ocena dwóch sposobów zakłócania ruchu samochodu w trakcie wjazdu na płytę poślizgową stosowaną w ośrodkach doskonalenia techniki jazdy)*. The Archives of automotive Engineering – Archiwum Motoryzacji. 2016; 72(2): 111-125, <http://dx.doi.org/10.14669/AM.VOL72.ART.6>
10. Maryniak J., *Dynamiczna teoria obiektów ruchomych*. Politechnika Warszawska. Prace Naukowe. Mechanika. Nr 32. WPW. Warszawa 1976 r.
11. Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 16 stycznia 2013r. w sprawie doskonalenia techniki jazdy. Dziennik Ustaw RP. Warszawa, dnia 18 stycznia 2013 r. Poz. 91.
12. http://www.hytronic.at/index.php?option=com_content&view=article&id=11&Itemid=52&lang=en (Dostęp 15.05.2015 r.).
13. <http://odtj.lublin.pl/osrodek.html> (Dostęp 15.05.2015 r.).
14. <http://www.szc-zasada.pl/odtj-bednary/tor-szc> (Dostęp 15.05.2015 r.).
15. <http://www.unimetal.pl/pl/diagnostyka/oferta/andere-gerate/plyta-dynamiczna/> (Dostęp 09.05.2015 r.).
16. <http://www.autogaleria.pl/news/index.php?id=1000> (Dostęp: 10.02.2012 r.)

Simulation of vehicle motion during tests performed in driving improvement centers

One of the tasks of the driving technique improvement center (ODTJ) is learning the correct behavior of the driver after disturbing the movement of the vehicle before entering the so-called "sliding plate". This disorder is made using the "dynamic plate". "Sliding plate" and "dynamic plate" are mandatory equipment of ODTJ. The article presents the model of the vehicle and the ground with a separate, periodically moving, "dynamic plate" with high adhesion of the contact surface with the wheels of the car. Examples of simulation results showing the scale of motion disorder of the vehicle to which the trained driver has to react are presented. Due to the limited volume of the article, the author refers the reader to more comprehensive, more detailed own publications presenting various aspects of the application of the model presented in the work.

Autor:

Zbigniew Lozia - Wydział Transportu Politechniki Warszawskiej, ul. Koszykowa 75, 00-662 Warszawa, Polska,
e-mail: lozia@wt.pw.edu.pl