

Andrzej Damm
Ryszard Czajka
Stanisław Traczyk
Marek Gołaszewski
Tomasz Szczepański*

KONSTRUKCJA PRZYRZĄDU DO POMIARU PRĘDKOŚCI MAKSYMALNEJ MOTOROWERU

W niniejszym artykule została przedstawiona konstrukcja przyrządu do pomiaru maksymalnej prędkości motoroweru. Podjęcie się tego zadania było dość trudne – nie tyle z konstrukcyjnego, co z prawnego punktu widzenia.

Cel konstrukcji przyrządu

Coraz częściej na drogach pojawiają się pojazdy zarejestrowane jako motorowery, ale swoimi właściwościami daleko odbiegające od możliwości motorowerów, bardziej przypominają za to motocykl. Kierują nimi zwykle osoby, nieposiadające prawa jazdy kategorii A, które zakupiły motorower, a następnie ingerowały w jego właściwości konstrukcyjne w taki sposób, aby móc poruszać się nim po drogach tak jak motocyklem.

W świetle prawa taki pojazd jest wówczas motocyklem, zarejestrowanym bezpodstawnie jako motorower, a osoba kierująca takim pojazdem jest kierowcą motocykla bez odpowiedniego prawa jazdy.

Sytuacja jest tym bardziej niebezpieczna, że jako kierowców tego typu pojazdów coraz częściej można spotkać dzieci lub młodzież, które nie tylko łamią w ten sposób prawo, ale narażają się na duże niebezpieczeństwo.

* mgr inż. Andrzej Damm, inż. Ryszard Czajka
Instytut Transportu Samochodowego – Zakład Procesów Diagnostyczno-Obługowych
ul. Jagiellońska 80, 03-301 Warszawa, tel.: (+48 22) 811 02 97

mgr inż. Stanisław Traczyk, mgr inż. Marek Gołaszewski, mgr inż. Tomasz Szczepański
Instytut Transportu Samochodowego – Zakład Procesów Diagnostyczno-Obługowych
ul. Jagiellońska 80, 03-301 Warszawa, tel.: (+48 22) 675 61 96

W związku z powyższym – powstała idea stworzenia przenośnego przyrządu, który mógłby być na wyposażeniu policji (lub innych służb) do kontrolowania, czy pojazd spotkany na drodze jest motorowerem czy motocyklem.

Jako podstawowy (najbardziej kluczowy) parametr, bo decydujący o bezpieczeństwie, brany pod uwagę przy ocenie właściwości takiego pojazdu jest jego prędkość maksymalna. Dlatego właśnie zapadła decyzja by skonstruować przyrząd do pomiaru prędkości maksymalnej motoroweru.

Dotychczasowe badania prędkości motoroweru

Dotychczas jedyna forma tego typu badań była podyktowana przez przepisy homologacyjne (Directive 95/1/EC of the European Parliament and of the Council of 2 February 1995 on the maximum design speed, maximum torque and maximum net engine power of two or three-wheels motor vehicles). Zapis ten poleca przeprowadzenie testu na wcześniej przygotowanej drodze i w ściśle sprecyzowanych warunkach (w tym warunkach pogodowych).

W przypadku prowadzenia pomiarów w wybranym miejscu na drogach publicznych należy się jednak liczyć z wieloma trudnościami.

Jedną z poważniejszych trudności stanowi znalezienie odpowiedniej drogi (spełniającej wszystkie wymogi), a także oczekiwanie na odpowiednie warunki pogodowe. Przyrząd powinien być tak skonstruowany, aby umożliwić przeprowadzenie badania w dowolnie wybranym miejscu i czasie.

Wiążą się ograniczenia prawne Z przejęciem pojazdu do badań (policjant nie ma prawa poruszać się zatrzymanym motorowerem). Nie można również nakazać właścicielowi, aby poruszał się w czasie testu z prędkością maksymalną, (ponieważ ma prawo odmówić wykonania takiego polecenia).

Ciekawą drogą postępowania, rozwiązującą większość z tych problemów, jest umieszczenie pojazdu na specjalnym stanowisku, uruchomienie go i przeprowadzenie testu. Przykładem takiego stanowiska może być większość małych, przenośnych hamowni podwoziowych dla motocykli i motorowerów. Takie rozwiązanie jest proste w swojej koncepcji i skuteczne, ale niestety stosunkowo kosztowne, ponieważ ceny wspomnianych hamowni są dość wysokie.

Ogólna koncepcja przyrządu

W związku z powyższymi uwagami zespół konstrukcyjny doszedł do wniosku, że dalsze rozważania powinny skupiać się na możliwościach uproszczenia skomplikowanego stanowiska hamownianego dla celów prowadzenia jedynie pomiaru prędkości maksymalnej motoroweru.

Zdecydowano się więc, na zastosowanie urządzenia rolkowego, na które wjeżdżałby pojazd kołem napędowym (zwykle tylnym). W przypadku pojazdu o więcej, niż jednym kole napędowym (na przykład w przypadku pojazdu trójkołowego) – konieczne byłoby zastosowanie dwóch identycznych urządzeń rolkowych.

Pojazd byłby unieruchamiany za pomocą specjalnych zaczepów w taki sposób, żeby nie mógł zjechać z rolek nawet w przypadku zsunięcia się koła napędowego na brzeg rolki i zahaczenia o krawędź przyrządu. Jest to podstawowy wymóg bezpieczeństwa przeprowadzenia badania.

Pojazd byłby dociążany przez osobę badającą, siedzącą na siedzeniu kierowcy lub poprzez specjalne pasy przyciągające pojazd w kierunku rolek, (czyli do dołu).

Przyrząd odczytywałby podczas badania prędkość jednej z rolek i przeliczał tę wielkość na odpowiadającą jej prędkość pojazdu. Wynik widoczny byłby na wyświetlaczu oraz rejestrowany w pamięci modułu elektronicznego stanowiącego interfejs.

Przyrząd byłby także wyposażony w urządzenie dmuchające w stronę silnika powietrzem. Ma to zapewnić odpowiednie chłodzenie silnika w trakcie badania, ponieważ pojazd stojący nieruchomo (a pracujący z mocą maksymalną silnika) nie jest wystarczająco chłodzony w zwykły sposób.

Powyższe aspekty konstrukcyjne nie były zbyt kłopotliwe do ustalenia. Jednak jeden parametr wymagał bardzo szczegółowego rozważenia. Był to sposób i cel hamowania rolek – tak, jak dzieje się to na hamowni podwoziowej – stosownie do potrzeb. Aby ocenić owe potrzeby, należało rozpocząć rozważania od samej definicji motoroweru.

Celowość hamowania koła napędowego w trakcie badania

Z definicji motoroweru [Prawo o ruchu drogowym (z dnia 20 czerwca 1997 r.), artykuł 2, punkt 46: „motorower – pojazd jednośladowy lub

dwuśladowy zaopatrzony w silnik spalinowy o pojemności skokowej nieprzekraczającej 50 cm³, którego konstrukcja ogranicza prędkość jazdy do 45 km/h”] wynika m.in.:

- konstrukcja motoroweru ma nie tylko nie rozpędzać pojazdu do prędkości 45 km/h, ale i ograniczać prędkość jazdy ponad wartość graniczną,
- z powyższego można wnioskować, że pojazd, jeśli jest motorowerem, nie może rozpędzać się do prędkości powyżej 45 km/h, nawet pod wpływem czynników zewnętrznych (jak np. nachylenie drogi, wiatr), a przy zbliżaniu się do tej prędkości (nawet pod wpływem czynników zewnętrznych) konstrukcja ma „ograniczać prędkość”, czyli zapobiegać przekroczeniu prędkości granicznej,
- gdyby powyższy wniosek nie był prawdziwy, to dozwolone byłoby poruszanie się po drogach publicznych motorowerem z prędkością większą niż 45 km/h pod warunkiem udowodnienia, że silnik spalinowy nie jest jedynym źródłem jego napędu (ale na przykład wiatr wiejący od tyłu wspomaga rozpędzanie).

Jeśliby przyjęć taką interpretację definicji motoroweru (o nie przekraczaniu prędkości 45 km/h pod wpływem dowolnych czynników), to konstrukcja przyrządu do pomiaru prędkości maksymalnej motoroweru mogłaby być bardzo prosta, ponieważ nie musiałby zapewniać jakichkolwiek oporów zewnętrznych dla kół (lub dowolnego innego elementu układu napędowego) podczas prowadzenia badania. Jeżeli bowiem pojazd ma nie przekraczać prędkości 45 km/h w żadnych warunkach, to także w warunkach braku oporów zewnętrznych. W takim przypadku wystarczyłoby zamontowanie czujnika prędkości obrotowej na uniesione tylne koło, rozpędzenie tego koła do maksymalnej prędkości obrotowej i porównanie tej prędkości z prędkością odpowiadającą (dla danego promienia dynamicznego koła) prędkości jazdy wynoszącej 45 km/h.

Być może konieczne okazałoby się jednak sprawdzenie, czy konstrukcja motoroweru faktycznie zapobiega, rozpędzaniu go powyżej prędkości 45 km/h w przypadku wymuszenia większej prędkości za pomocą czynników zewnętrznych. Wówczas przyrząd do pomiaru prędkości maksymalnej motoroweru musiałby napędzać koło (lub koła) jezdne pojazdu, pokonując opory układu napędowego motoroweru.

Pojawia się więc podejrzenie, że w takim przypadku wszystkie dopuszczone do ruchu motorowery (lub ich większość) przeszłyby przez badanie z wynikiem negatywnym. Konieczna jest wobec tego analiza elementów konstrukcyjnych motorowerów odpowiedzialnych za ograniczanie

prędkości jazdy do 45 km/h. Do rozwiązań konstrukcyjnych występujących we współczesnych motorowerach można zaliczyć następujące:

- przewężenie w dolocie powietrza do filtra powietrza – ograniczające napełnianie cylindrów mieszanką paliwowo-powietrzną i tym samym ograniczające moc silnika,
- blokada maksymalnego otwarcia przepustnicy – ograniczająca napełnianie cylindrów mieszanką paliwowo-powietrzną i tym samym ograniczająca moc silnika,
- odpowiednio mała średnica króćca dolotowego lub przewężenie w jego przekroju – ograniczająca napełnianie cylindrów mieszanką paliwowo-powietrzną i tym samym ograniczająca moc silnika,
- odpowiednio mała średnica dyszy paliwowej w gaźniku – ograniczająca wzbogacanie mieszanki paliwowo-powietrznej i tym samym ograniczająca moc silnika,
- odpowiednio mały filtr paliwa, charakteryzujący się większymi oporami przepływu, co ogranicza wzbogacenie mieszanki paliwowo-powietrznej i tym samym ogranicza moc silnika,
- odcięcie zapłonu lub specjalne jego wysterowanie w zależności od prędkości obrotowej silnika lub od prędkości obrotowej koła jezdnego (proporcjonalnej do prędkości jazdy motoroweru) – powodujące spadek mocy silnika podczas zbliżania się do prędkości 45 km/h lub uniemożliwiające pracę silnika z dużą prędkością obrotową, przy której moc byłaby wystarczająca do przekroczenia prędkości granicznej,
- dobór takich parametrów konstrukcyjnych silnika, jak na przykład jego objętość skokowa, mające na celu ograniczenie mocy silnika, potrzebnej do osiągnięcia określonych prędkości jazdy w zadanych warunkach ruchu,
- zwiększenie oporu przepływu spalin w tłumiku lub w innym elemencie układu wydechowego (np. w reaktorze katalitycznym, kolektorze wydechowym lub w dowolnym obszarze rury wydechowej) – mające na celu zdławienie silnika w warunkach pracy z większą mocą, kiedy natężenie przepływu spalin jest większe (przy większej prędkości obrotowej silnika oraz przy większym napełnianiu cylindra/cylindrów – większym obciążeniu silnika),

- dobór przełożeń w skrzyni biegów i/lub przełożenia głównego uniemożliwiające pełne wykorzystanie mocy silnika do pokonania oporów ruchu przy większych prędkościach jazdy,
- blokada określonego przedziału przełożenia w bezstopniowej skrzyni biegów uniemożliwiająca pełne wykorzystanie mocy silnika do pokonania oporów ruchu przy większych prędkościach jazdy,
- dobór sterowania przełożeniami w wariatorze za pomocą doboru sztywności jego sprężyny i masy jego rolek – uniemożliwiający pracę silnika z optymalną prędkością obrotową i tym samym wykorzystanie maksymalnej jego mocy.

Analizując powyższe rozwiązania, można dojść do wniosku, że żadne z przedstawionych rozwiązań konstrukcyjnych nie zapewnia pełnego ograniczenia prędkości jazdy motoroweru powyżej 45 km/h, ponieważ w przypadku odłączenia napędu od kół jezdnych (np. poprzez sprzęgło) pojazd zostaje także odłączony od jakiegokolwiek ograniczenia prędkości, co umożliwia rozpędzenie się motoroweru do większych prędkości na przykład podczas zjazdu ze stromego wzniesienia.

Ograniczeniem najbliższym „idealnego” jest odcięcie zapłonu silnika przy prędkości powyżej 45 km/h, ponieważ wówczas silnik działa jako hamulec prędkości i motorower (o ile silnik nie jest odłączony od koła napędowego) faktycznie nigdy nie powinien przekroczyć prędkości granicznej. Nawet jeśli czynniki zewnętrzne (jak np. wiatr) wpływałyby na napędzanie pojazdu, zostanie on zahamowany przez silnik, sprowadzając motorower do prędkości nieprzekraczającej 45 km/h.

Pozostałe rozwiązania konstrukcyjne mające na celu ograniczenie prędkości jazdy jedynie zmniejszają prawdopodobieństwo przekroczenia prędkości dopuszczalnej dla tego typu pojazdów, ponieważ nie uwzględniają wszystkich warunków ruchu, w których może nastąpić przekroczenie prędkości. Są one skuteczne jedynie wówczas, gdy pojazd porusza się:

- po drodze o odpowiednim nachyleniu (powodującym opory wzniesienia lub przynajmniej nie powodującym rozpędzania pojazdu ze wzniesienia),
- po drodze o nawierzchni charakteryzującej się odpowiednimi współczynnikami oporów toczenia,
- pod obciążeniem siły pionowej (siły ciężkości samego skutera, kierowcy i ewentualnego pasażera i/lub bagażu), powodującej wystąpienie sił oporu toczenia,

- z kierowcą (oraz ewentualnym pasażerem i/lub bagażem) powodującym wraz z samym motorowerem odpowiednie opory powietrza,
- przy braku dodatkowych czynników mogących rozpędzać pojazd (jak np. wiatr),
- przy odpowiednich czynnikach atmosferycznych wpływających na właściwą pracę silnika,
- przy odpowiednim stanie technicznym motoroweru – braku uszkodzeń oraz modyfikacji jego konstrukcji mogących wpłynąć na sposób pracy układu napędowego.

Wobec niedoskonałości większości systemów ograniczających prędkość jazdy motorowerów do 45 km/h należy zastanowić się, w jakich warunkach przeprowadzać pomiar maksymalnej prędkości osiągniętej przez motorower.

Jedną z koncepcji jest dobór możliwie najbardziej niekorzystnych warunków – a więc takich, w których występuje wymuszenie przyspieszania za pomocą czynników zewnętrznych, a zadaniem konstrukcji pojazdu jest zapobieżenie przyspieszaniu powyżej prędkości jazdy wynoszącej 45 km/h. Kwestią otwartą jest dobór maksymalnej siły wymuszającej przyspieszanie (lub odpowiadającego jej momentu obrotowego zadawanego na przykład na koło napędowe).

Drugą koncepcją może być dobór neutralnych warunków ruchu – to znaczy takich, w których zapobiega się występowaniu jakichkolwiek sił zewnętrznych oddziałujących na pojazd (zarówno sprzyjających przyspieszaniu, jak i ograniczających przyspieszanie).

Innym rozwiązaniem jest dobór określonych oporów zewnętrznych ruchu pojazdu (lub odpowiadającego mu ruchu wybranego elementu układu napędowego – jak np. koło napędowe). Można w tym wypadku dobrać większe lub mniejsze wartości oporów – wpływające odpowiednio bardziej lub mniej korzystnie na ograniczenie prędkości pojazdu. Należy w tym przypadku rozważyć co najmniej dwie możliwości:

- dobór oporów ruchu najbardziej sprzyjających rozpędzaniu motoroweru, uwzględniających najmniejszą (statystycznie) masę oraz wzrost kierowcy, który będzie miał prawo kierować danym pojazdem, najmniejsze (statystycznie) opory toczenia i powietrza, a być może nawet biorąc pod uwagę średnie (statystycznie) nachylenie drogi (w kierunku – ku dołowi) oraz średnie (statystycznie) prędkości wiatru (skierowanego zgodnie z wektorem prędkości pojazdu),

- dobór oporów ruchu średnio sprzyjających rozpędzaniu, uwzględniających średnie (statystycznie) parametry kierowcy, nawierzchni i wszystkich innych czynników.

We wszystkich przedstawionych koncepcjach podejścia do tego problemu należy rozważyć także dobór czynników atmosferycznych wpływających na pracę silnika oraz ewentualną kontrolę stanu technicznego pojazdu (m.in. jakość zastosowanego paliwa).

Biorąc pod uwagę praktyczne zastosowanie metody pomiarowej do występujących obecnie motorowerów, celowy wydaje się dobór warunków ruchu zakładający istnienie oporów ruchu średnio sprzyjających rozpędzaniu, ponieważ takie właśnie warunki ruchu zakładają przepisy homologacyjne, wyrażone we wspomnianej już dyrektywie Directive 95/1/EC i można się spodziewać, że współczesne motorowery są projektowane tak, aby spełniały jedynie tam zawarte ograniczenia. Należy jednak przy tym wyraźnie stwierdzić, że takie rozwiązanie problemu nie stanowi pełnego i rzetelnego pomiaru prędkości maksymalnej motoroweru wynikającej z definicji motoroweru ujętej w prawie o ruchu drogowym.

Pojawia się też istotne pytanie, czy głównym celem prowadzonych pomiarów jest możliwość weryfikacji poszczególnych egzemplarzy motorowerów jako zgodnych z definicją motoroweru (w celu podważenia poprawności homologacji), czy możliwość weryfikacji zgodności ich parametrów z parametrami ujętymi w homologacji (w celu wykrycia ewentualnych zmian konstrukcyjnych wprowadzonych po dokonaniu homologacji). W przypadku tej drugiej ewentualności – powyższy wybór staje się w pełni uzasadniony.

Praktyczna realizacja obciążenia koła napędowego

Zdecydowano się na realizację obciążenia koła napędowego poprzez opory toczne wynikające ze współpracy koła napędowego z rolkami.

Biorąc pod uwagę zarówno celowość realizacji takiego obciążenia, jak i potrzebę zwartości i prostoty konstrukcji podyktowaną łatwością transportu przyrządu – było to rozwiązanie optymalne.

Nie należy się jednak spodziewać, że tak realizowane opory będą mniejsze niż odpowiadające im opory na drodze. Współpraca koła jezdnego z zespołem dwóch rolek o niewielkiej średnicy (200 mm) jest zjawiskiem generującym duże opory ruchu. Można przyjąć, że są one o tyle większe od oporów

występujących na gładkiej drodze, aby z powodzeniem zastąpiły także opory powietrza.

Dodatkowo możliwe jest precyzyjne ustawienie oporów toczenia za pomocą pionowego obciążania pojazdu poprzez opisywane wcześniej pasy. Precyzyjny naciąg pasów umożliwia wobec tego precyzyjne zadanie obciążenia na koło (lub koła) napędowe.

Wykonanie projektu i prototypu

Projekt przyrządu wykonano w Instytucie Transportu Samochodowego, w Zakładzie Procesów Diagnostyczno-Obsługowych.

Wykonanie projektu zlecono firmie zewnętrznej.

Obecnie przyrząd znajduje się we wstępnej fazie testów.

Artykuł recenzował prof. dr hab. inż. Krzysztof Olejnik

