

JACEK WOJS*

MOTOCYKLE DLA NIEPEŁNOSPRAWNYCH MOTORYCZNIE

MOTORCYCLES FOR DISABLED PEOPLE

Streszczenie

Artykuł jest przeglądem wybranych konstrukcji motocykli przeznaczonych dla osób niepełnosprawnych: zwykły motocykl jednośladowy ze specjalnymi kółkami pomocniczymi ustawianymi siłownikiem hydraulicznym, stabilizującymi pojazd, motocykle z wózkami bocznymi dla motocyklistów na wózkach i bez wózków inwalidzkich. W tych motocyklach i trójkołowcach stosuje się Kliktronic Electric Shifter, sprzęgła i przekładnie automatyczne. Przedstawiono także konstrukcje trójkołowców inwalidzkich. Opisano nakładkowe mechanizmy do sterowania układem kierowniczym dokonując klasyfikacji tego mechanizmu.

Słowa kluczowe: motocykl, niepełnosprawny motorycznie motocyklista

Abstract

There is review of construction of motorcycles for disabled in this paper. Normal motorcycle with special hydraulically operated side-mounted wheels that hold the bike upright at a stop and can be lowered by flipping a switch, and side-mounted wheels that stabilize the motorcycle. The Kliktronic Electric Shifter, automatic clutch, automatic gearboxes are applied to this motorcycles and tricycles. Special sidecars/trikers are used in this vehicles. Classification of special steering mechanism included this paper.

Keywords: motorcycle, disabled rider

* Dr inż. Jacek Wojs, Instytut Pojazdów Samochodowych i Silników Spalinowych, Wydział Mechaniczny, Politechnika Krakowska.

1. Wstęp

Zaburzone działalnością człowieka środowisko naturalne stało się przyczyną zwiększenia częstotliwości występowania upośledzeń narządów ruchu we współczesnych populacjach ludzkich. Działaniem proekologicznym jest w takiej sytuacji przywracanie tym ludziom możliwości uczestniczenia w normalnym życiu społecznym – pisałem blisko dwadzieścia lat temu w pierwszym swoim artykule [1] na temat technicznych środków wspomaganie człowieka niepełnosprawnego w dziedzinie pojazdów samochodowych.

Apele wielkich autorytetów moralnych naszych czasów, jak np. Jana Pawła II: „pomagajcie niepełnosprawnym także w tym, żeby same z siebie coś dawały i żeby ludzie ci współpracowali na miarę swoich możliwości w tworzeniu ludzkiego świata”, zaowocowały dyrektywami Unii Europejskiej, programami rządowymi [2], działaniami komercyjnymi, finansowymi i biznesowymi wspierającymi konstrukcje, badania i wdrożenia różnych rozwiązań technicznych w tej dziedzinie na całym świecie.

Rozwój takich konstrukcji jest w skali międzynarodowej tak dynamiczny, że np. ekspozycje samochodów dla niepełnosprawnych przekroczyły bariery największych salonów samochodowych, np. we Frankfurcie czy Genewie, gdzie każda licząca się firma eksponuje tak przerobione samochody i zostały zorganizowane specjalistyczne rokroczne, październikowe targi REHACARE w Duesseldorfie, obejmujące konstrukcje zarówno urządzeń nakładkowych do samochodów, jak i specjalistycznych pojazdów samochodowych, wózków, sprzętu rehabilitacyjnego i domowego wyposażenia dla osób z dysfunkcjami motorycznymi. Mogą tam znaleźć bogatą ofertę urządzeń i systemów wspomagających zresztą nie tylko niepełnosprawni motorycznie, lecz także osoby niesłyszące, częściowo i całkowicie niewidome oraz upośledzone połączonymi różnymi dysfunkcjami. Specjalistyczną pomoc techniczną uzyskują również osoby opiekujące się niepełnosprawnymi.

Miarą rozwoju cywilizacyjnego społeczeństw jest ich stosunek do problemu osób niepełnosprawnych, których udział w populacjach współczesnych sięga 15%, a brak takiego wsparcia byłby naruszaniem i ograniczaniem swobód obywatelskich [3], dlatego obserwowane ostatnio ograniczenia i oszczędności w państwowych programach pomocy dla osób niepełnosprawnych mogą niepokoić.

Rozwój światowych tendencji technicznej pomocy niepełnosprawnym osobom w oparciu o rozwiązania mechatroniczne, specjalistyczne roboty, manipulatory, pojazdy, nie ominął także motocykli. Z pozoru wydawać by się mogło, że człowiek z dysfunkcjami motorycznymi powstałymi często w wypadkach motocyklowych niewiele ma wspólnego w dalszym użytkowaniu tego niebezpiecznego w obiegowej opinii pojazdu.

Tymczasem motocykl przystosowany dla osoby niepełnosprawnej motorycznie to dziś rzeczywistość i to w postaci bardzo wielu różnorodnych rozwiązań konstrukcyjnych.

Niniejsze opracowanie stanowi przegląd wybranych konstrukcji motocykli i pojazdów pokrewnych skonstruowanych z przeznaczeniem dla osób z dysfunkcjami motorycznymi kończyn dolnych, a także urządzeń nakładkowych na standardowe motocykle, umożliwiających bezpieczne użytkowanie ich przez osoby z wrodzonym, a także nabytym inwalidztwem, często właśnie w wypadku motocyklowym.

Jak wynika z bardzo wielu przypadków losowych, przywiązanie do motocykla jest u takich osób większe od powypadkowego uprzedzenia do tego rodzaju pojazdu. Dobrze przystosowany motocykl, w którym brakujące w ciele kierowcy lub bezwładne ogniwa układu kinematycznego człowiek–maszyna–jezdni, zastąpione są odpowiednimi dodatkowymi

ogniwami nakładkowymi w motocyklu, jest pojazdem bezpiecznym, a motocykliści tacy jeżdżą bezpiecznie, mając za sobą niejednokrotnie trudną lekcję braku ostrożności w przeszłości. Świadczą o tym statystyki policyjne i praktyka odpowiednich zagranicznych uregulowań prawnych.

2. Motocykle jednośladowe

Motocykle bez bocznego wózka (dwukołowe) służą osobom z dysfunkcjami kończyn dolnych po zastosowaniu w nich bocznych kółek pomocniczych podpierających pojazd z niepełnosprawnym kierowcą w początkowej fazie ruchu. Podczas ruszania motocyklem z miejsca, po uzyskaniu prędkości wzdłużnej zapewniającej utrzymanie równowagi układu człowiek–maszyna, podpory z kółkami pomocniczymi zostają uniesione przy pomocy podnośników (obrót wokół osi poziomych odcinków wsporników w płaszczyźnie podłużnej) do pozycji, w której nie mają styku z jezdnią nawet przy dużych przechyłach bocznych. Podczas hamowania i zatrzymywania motocykla podpory zostają przemieszczone do pozycji współpracy kółek pomocniczych z jezdnią, zapewniając przyjęcie pozycji pionowej płaszczyzny strzałkowej motocyklisty oraz płaszczyzny wzdłużnej pojazdu. Motocykl z układem podpór wyposażonych w kółka pomocnicze przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Motocykl z podporowymi kółkami pomocniczymi dla osób z dysfunkcją nóg [4]

Fig. 1. Motorcycle with side-mounted wheel for leg disfunctions

Zakładając niewielkie kąty przechyłu i występującą małą prędkość jazdy, mamy do czynienia postacią ruchu *capsize* (odwróconego wahadła) umożliwiającą utrzymanie równowagi przez motocyklistę. Analiza stabilności dokonana przez Sharpa pozwoliła na określenie postaci ruchu pojazdu i zakresu prędkości, przy których one występują. Kolejno zostały one przez Sharpa nazwane: *capsize*, *weave* i *wobble*. Pierwsza z postaci występuje przy małych prędkościach i zazwyczaj jest kontrolowana przez ruchy ciała prowadzącego i moment przyłożony do kierownicy. *Weave* charakteryzuje się niską częstotliwością (2–4 Hz) drgań całego motocykla obejmując przechył poprzeczny, odchylenie oraz ruch układu kierowniczego. Jak wynika z analizy wykonanej przez Sharpa drgania te są dobrze tłumione przy średnich prędkościach, ale wartość tłumienia maleje wraz ze wzrostem prędkości. *Wobble* to drgania układu prowadzenia przedniego koła o wysokich częstotliwościach (8–10 Hz) dobrze tłumione przy małych prędkościach i znacznie słabiej przy większych. Wynika to również z analizy prezentowanej w pracy Sharpa. R. Sharp dokonał analizy wpływu zmiany parametrów motocykla na jego zachowanie, wykorzystując opracowany prosty model matematyczny. Badania te przytacza Paweł Ślusarczyk w pracy doktorskiej [8]. Wyniki analizy R. Sharpa [9] zostały przedstawione w tabeli 1.

Postacie ruchu motocykla [9]

Zmiana parametrów	Capsize	Weave		Wobble	
		Tłumienie	Częstotliwość	Tłumienie	Częstotl.
Prędkość rośnie	Maleje słabo	Maleje	Wzrasta	Maleje	
Prędkość maleje	Stabilne	Maleje mocno	Mocno maleje		
Tłumienie w kierownicy		Maleje słabo		Wzrasta mocno	
Obniżenie wysokości środka masy	Maleje	Maleje			
Przesunięcie środka masy do przodu	Maleje	Wzrasta		Wzrasta	
Przesunięcie środka masy do tyłu		Maleje słabo		Wzrasta	Maleje
Zmniejszenie kąta nachylenia widelca	Maleje słabo	Maleje słabo			
Zwiększenie kąta nachylenia widelca	Wzrasta słabo	Wzrasta słabo		Wzrasta słabo	
Zmniejszenie wyprzedzenia	Wzrasta słabo	Maleje		Maleje przy dużych prędkościach	Maleje
Zwiększenie wyprzedzenia	Maleje słabo	Wzrasta		Wzrasta słabo	Wzrasta
Zmniejszenie bezwładności zespołu przedniego	Maleje słabo	Wzrasta słabo	Maleje słabo	Maleje słabo	

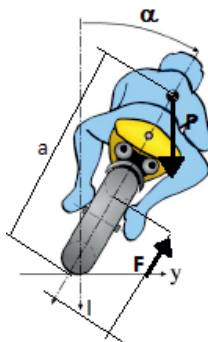
Wizualizując schematycznie mechanizm kółek podporowych, można oszacować siły występujące w podporach kółek pomocniczych w czasie podpierania układu mas motocykl–kierowca, w przedziale czasowym fazy rozpędzania poprzedzającym uzyskanie równowagi bez podpór i podczas zatrzymywania się. Upraszczając schematycznie ten mechanizm, zakładając jazdę po prostej z niewielkim kątem przechyłu z małą prędkością, można oszacować wielkości sił w podporach kółek pomocniczych. Dla lepszego zobrazowania układu kinematycznego, na schematycznym rysunku 2 przesadnie powiększono kąt przechyłu α podczas ruszania z miejsca. Będzie zatem z równowagi momentu przewracającego i podpierającego względem teoretycznego środka styku opony z jezdnią:

$$a \cdot P \cdot \sin \alpha = l \cdot F \quad (1)$$

zatem

$$F = \frac{P \cdot a \cdot \sin \alpha}{l} \quad (2)$$

Wtedy przy założeniach: położenia środka ciężkości na wysokości $a = 1$ m, odsunięcia podpór od płaszczyzny podłużnej motocykla $l = 0,25$ m, ciężaru układu $P = 250$ N i kąta przechyłu 1° do 2° , siła w pionowym odcinku podpory wyniesie 17 do 35 N. Ten szacunek potwierdza możliwość stosowania z pozoru delikatnej konstrukcji podpór, co obrazuje rys. 1.



Rys. 2. Schemat sił działających na motocykl (ruszanie z miejsca)

Fig. 2. Schematic of forces acting on a motorcycle (starting from the place)

W początkowej fazie ruchu można wskazać dwie strategie wyboru chwili czasowej, w której powinny kółka pomocnicze unieść się przy ruszaniu z miejsca lub opuścić przy zatrzymywaniu. Można tę czynność powierzyć kierowcy (sam ocenia kiedy przekracza granicę równowagi) albo ją zautomatyzować, wiążąc wyzwolenie obrotowego uniesienia wsporników kółek, z prędkością wzdłużną pojazdu. Sterowanie przekładnią motocykla zapewnia się, przenosząc napęd dźwigniowy cięgnami na kierownicę lub poprzez zastosowanie hydraulicznego siłownika połączonego z dźwignią nożnej zmiany biegów. Rys. 3 przedstawia taki siłownik przy nożnej dźwigni zmiany biegów. Przełączanie biegów odbywa się sekwencyjnie przez naciśnięcie przycisków na kierownicy (rozpędzanie przez biegi lub redukcja). Takie rozwiązanie pokazano na rys. 4.

Systemy te wraz z Kliktronic Shifter Electric pozwalają jeździć na motocyklu osobom z różnymi schorzeniami prawej i/lub lewej nogi, a nawet kierowcom z paraplegią, zapewniając im jazdę bezpieczną i łatwe prowadzenie oraz bezwysiłkowe sterowanie mechanizmem przeniesienia napędu motocykla.

Alternatywnym rozwiązaniem jest zastosowanie automatycznej skrzynki przekładniowej o osiach ruchomych lub przekładni bezstopniowej CVT powszechnie stosowanej w jednośladach małej mocy.



Rys. 3. Siłownik dźwigni zmiany biegów

Fig. 3. Kliktronic shifter with actuator



Rys. 4. Przyciski sekwencyjnej zmiany biegów obsługiwane ręcznie [4]

Fig. 4. Kliktronic shifter operator

3. Motocykle z wózkiem bocznym

Tę grupę specjalnych motocykli dla osób niepełnosprawnych wyposaża się w różne odmiany bocznych wózków, nawet takich, które umożliwiają zajęcie pozycji kierowcy w pojeździe, na wózku inwalidzkim.

Kierownica motocykla jest wtedy umieszczona w tym bocznym wózku w przedniej jego ścianie i przy pomocy prostego układu wodzikowego w postaci płaskiego mechanizmu czworoboku przegubowego połączona jest z węzłem konstrukcyjnym mocowania kierownicy do widelca w motocyklu. Jest to kierownica w całości przeniesiona z osi motocykla wraz z całym wyposażeniem, także z lusterkami. Tego rodzaju rozwiązanie przedstawiono na rys. 5.

Odmienne rozwiązanie techniczne polega na wykorzystaniu wózka bocznego motocykla jako podpory utrzymującej równowagę pojazdu także na postoju czy też podczas jazdy z małymi prędkościami oraz usytuowaniu przestrzeni dla kierowcy na wózku inwalidzkim w płaszczyźnie podłużnej motocykla, a nie wózka. Tę koncepcję obrazuje rys. 6 [5].



Rys. 5. Motocykl z bocznym wózkiem najazdowym dla wózków inwalidzkich [4]

Fig. 5. Motorcycle with sidecar/triker



Rys. 6. Motocykl z bocznym podpierającym wózkiem dla kierowcy na wózku inwalidzkim

Fig. 6. Motorcycle with sidecar for rider on wheelchair

To, że człowiek przykuty jest do wózka inwalidzkiego, nie oznacza, że nie może prowadzić motocykla [7]. Widoczna poniżej maszyna (rys. 7) może osiągnąć prędkość do 170 km/h.



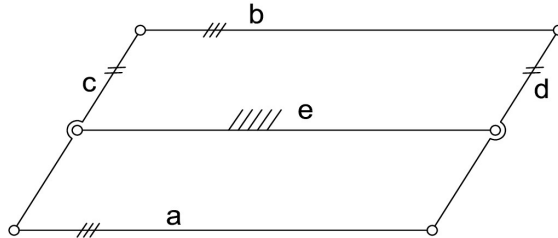
Rys. 7. Motocykl z kierowcą na wózku inwalidzkim

Fig. 7. Rider on the wheelchair in special motorcycle

Zastosowany w tym rozwiązaniu mechanizm przeniesienia sił z dźwigni kierownicy pomocniczej na dźwignię skrzętu koła przedniego zamocowaną w miejsce kierownicy motocykla można w przybliżeniu potraktować jako płaski mechanizm grupy III, klasy II, przedstawiony na rys. 8. Jest to mechanizm z pozorną więzią, która wynika z warunków geometrycznych $a = e = b$ i $d = c$. Gdzie e jest podstawą; ogniwem odniesienia.

W takim przypadku ruchliwość mechanizmu obliczana przy uwzględnieniu ogniwi: e , d , b , c wynosi:

$$w = 3n_r - 2p_s = 3 \cdot 3 - 2 \cdot 4 = 1 \quad (3)$$



Rys. 8. Pomocniczy inwalidzki mechanizm sterowania kierownicą – schemat kinematyczny

Fig. 8. Kinematic scheme of motorcycle steering mechanism

Schemat nie uwzględnia samej kierownicy motocykla, która sztywno połączona jest z jednym z bocznych ogniwi i stanowi z nim jeden element. W zależności od rozwiązania konstrukcyjnego motocykla inwalidzkiego, ten schemat obrazuje zarówno mechanizm przeniesienia przemieszczenia kątownego kierownicy umieszczonej w bocznym wózku na przednie koło motocykla, opisany w rozdziale 2, jak też przeniesienia tego ruchu z kierownicy na widelec w przypadku opisanym w rozdziale 3 tego artykułu.

4. Trójkołowce

Ta grupa motocykli może dobrze służyć osobom niepełnosprawnym motorycznie ze względu na trzy punkty podparcia, a więc stałe utrzymywanie równowagi. Tego rodzaju rozwiązania są niezwykle rozpowszechnione zwłaszcza w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej. Typowy amerykański trójkołowiec przedstawiono na rys. 9.



Rys. 9. Typowy amerykański trójkołowiec

Fig. 9. Typical American tricycle

Pojazdy takie, o czym świadczy niezwykle szeroka oferta handlowa (kilkadziesiąt modeli różnych firm), znajdują np. w Stanach Zjednoczonych wielu nabywców nie tylko wśród osób motorycznie upośledzonych; są popularne także wśród młodzieży i osób w podeszłym wieku.

5. Wnioski

Motocykl dla kierowcy motorycznie upośledzonego jest nadzwyczajnym udogodnieniem, pod warunkiem zapewnienia właściwych warunków technicznych w postaci dodatkowych nakładkowych urządzeń do zachowania równowagi przy ruszaniu z miejsca i zatrzymywaniu albo też jako pojazd o specjalnej konstrukcji dla inwalidów, także inwalidów na wózkach. Są to konstrukcje rozpowszechnione szczególnie w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej.

Pojazdy tego rodzaju stanowią dla osób niepełnosprawnych motorycznie środek lokomocji, ale także obiekt rekreacji i rozrywki. Przywracają im radość życia. Dostarczają osobom niepełnosprawnym chwil zadowolenia w obciążonym inwalidztwem życiu. Osoby niepełnosprawne tworzą kluby i zrzeszenia motocyklistów i choć w Europie jest to mało rozpowszechnione, a nawet wydaje się mało prawdopodobne, to w Stanach Zjednoczonych organizacje te działają prężnie, mają swoje zloty, rajdy, strony internetowe i inne publikatory, symbole, logo itp.

Rysunek 10 obrazuje przykład takiej działalności: logo motocykla z laską inwalidzką zawieszoną na kierownicy amerykańskiej National Association of Bikers with a Disability [6].



Rys. 10. Logo z laską inwalidzką używane przez American National Association of Bikers with a Disability

Fig. 10. Logo with walking stick of American National Association of Bikers with a Disability

Wydaje się kwestią czasu rozpowszechnienie się takich konstrukcji motocykli także w naszym regionie.

Literatura

- [1] Wojs J., *Wybrane zagadnienia z dziedziny udostępnienia komunikacji zbiorowej osobom niepełnosprawnym*, Materiały konferencyjne KONMOT, Kraków 1994.
- [2] Walczak S., Wojs J., *Ocena wybranych urządzeń do samochodu dla osób z dysfunkcją kończyn dolnych; rozwój usprawnienia*, Konferencja LON'99, Wyd. Polskiej Akademii Nauk, Krynica 1999.

- [3] Wojs J., *Wybrane urządzenia specjalne dla osób niepełnosprawnych*, Czasopismo Techniczne 6-M/1998, Wydawnictwo PK, Kraków 1998.
- [4] Safety Features (www.safetyfeatures.com).
- [5] Portal v10.pl (www.v10.pl).
- [6] National Association of Bikers with a Disability – papers, www.anabd.com.
- [8] Ślusarczyk P., praca doktorska, *Analiza wpływu wybranych parametrów konstrukcyjnych na stateczność i kierowalność motocykla*, Politechnika Krakowska, Kraków 2007.
- [9] Sharp R.S., *Stability, Control and Steering Response of Motorcycle*, Vehicle System Dynamics vol. 35, No. 4–5, 2001.