

Robert KAŁUŻA, Piotr CZECH, Tomasz FIGLUS, Piotr GUSTOF, Katarzyna TURON

WYBRANE PROBLEMY EKSPLOATACJI UKŁADÓW HAMULCOWYCH ROWERÓW

W wielu polskich miastach można zauważyć wzrost inwestycji w zakresie infrastruktury rowerowej. Jest to bezpośrednim wynikiem wzrostu zainteresowania rowerem, jako środka codziennego transportu, jak również sposobu na spędzenie wolnego czasu. Prognozy pokazują, że tendencja ta będzie się dalej utrzymywać a zainteresowaniem rowerem nie będzie słabnąć. W związku z tym wydaje się celowe zwrócenie uwagi na szereg aspektów związanych z eksploatacją tego rodzaju środka transportu, w tym najważniejszego układu w jaki wyposażony jest rower, czyli układu hamulcowego. W artykule przedstawiono wybrane problemy dotyczące eksploatacji układów hamulcowych rowerów.

WSTĘP

Jak podaje World Health Organization i Bank Światowy, wypadki drogowe są jednym z największych zagrożeń występujących na świecie [4].

W ostatnich latach na drogach Unii Europejskiej zginęło pół miliona osób, a ponad półtora miliona zostało rannych. Roczny koszt wypadków drogowych wynosi 160 mld euro, co stanowi ok. 2% PKB UE. Można przy tym zauważyć, że szczególnie wysoki poziom ryzyka występuje na drogach centralnej i wschodniej części Europy [9].

Pośród wszystkich zdarzeń drogowych występują zdarzenia z udziałem rowerzystów. Jak pokazują raporty policji, wśród zdarzeń drogowych z udziałem rowerzystów zdecydowana większość miała miejsce w dzień, przy dobrej lub bardzo dobrej widoczności, a wszyscy uczestnicy zdarzenia byli trzeźwi. Raporty te zaprzeczają powszechnej opinii, że to głównie pijani lub źle oświetleni rowerzyści powodują wypadki.

Ekspertki od rekonstrukcji wypadków drogowych wyodrębniają trzy grupy zdarzeń. Pierwsza to przypadki, gdy rowerzysta zostaje potrącony przez wyraźnie szybszy pojazd w ruchu poprzecznym lub wzdłużnym. Druga, w której rowerzysta uderza w jadący bardzo powoli, przemieszczający się poprzecznie lub stojący pojazd. W tym przypadku decydującą rolę w występujących uszkodzeniach i obrażeniach ma prędkość roweru. Do trzeciej grupy należą wypadki, do których doszło przy skręcającym w prawą stronę samochodem ciężarowym lub autobusem [1,5,9,10,24-28,30,31].

Statystyki prowadzone przez Komisję Europejską ds. Transportu Drogowego, pozwalają jednak zauważyć wyraźną tendencję zmniejszania liczby zabitych rowerzystów w wypadkach drogowych, pomimo wzrostu natężenia ruchu drogowego.

Wypadki rowerzystów w ponad połowie przypadków nie są spowodowane przez rowerzystów, lecz przez innych uczestników ruchu [1,5,9,10,24-28,30,31].

Do najczęściej popełnianych błędów przez rowerzystów zalicza się:

- nieustąpienie pierwszeństwa przejazdu,
- nieprawidłowo wykonywany manewr skrętu,
- nieprawidłowy sposób przejazdu przez przejścia dla pieszych.

Natomiast do najczęściej popełnianych błędów przez innych uczestników ruchu zalicza się:

- nieustąpienie pierwszeństwa przejazdu,
- nieprawidłowe wymijanie, omijanie, wyprzedzanie,
- niedostosowanie prędkości do warunków panujących na drodze.

Żadna ze statystyk nie pokazuje jednak ile zdarzeń było spowodowanych usterkami technicznymi. Można jednak założyć, że w wielu przypadkach obrażenia mogłyby być mniejsze, lub do wypadku mogłoby w ogóle nie dojść, gdyby układ hamulcowy roweru był w pełni sprawny, oraz co ważniejsze, prawidłowo wykorzystany. Należy zauważyć, że zdecydowana większość użytkowników rowerów używa tylko hamulca tylnego, głównie z obawy przed wywróceniem spowodowanym zbyt mocnym zaciśnięciem hamulca przedniego. Nieużywanie hamulca przedniego na co dzień powoduje, że w sytuacji kryzysowej nie ma odruchu skorzystania z niego, co w konsekwencji może znacząco wpłynąć na wydłużenie drogi hamowania.

Wystąpienie kolizji lub wypadku drogowego zależy od wielu czynników, w tym od czynników ludzkich, stanu technicznego pojazdów oraz infrastruktury drogowej. Na całym świecie prowadzone są liczne badania w celu zmniejszenia prawdopodobieństwa zaistnienia tego typu zdarzeń. Należy tutaj m.in. zaliczyć badania dotyczące zwiększenia trwałości i niezawodności elementów pojazdów oraz ich diagnostyki [6-8,11,12,14-16,18,19,23,29,32,34,37,38].

1. UKŁADY HAMULCOWE STOSOWANE W ROWERACH

Stosowane w rowerach systemy hamulcowe można podzielić na:

- nożne,
- ręczne mechaniczne,
- ręczne hydrauliczne.

Systemy hamulca nożnego (rys. 1), uruchamiane przez obrót korby do tyłu, są coraz rzadziej spotykane [49]. Są proste w budowie i niezawodne w działaniu. Niemożliwe jest stosowanie tego typu systemów w rowerach posiadających biegi, co spowodowało stopniowe wycofanie z użytku. Główną wadą jest całkowita utrata hamulca w przypadku spadnięcia lub zerwania łańcucha napędu roweru. Również czas potrzebny do rozpoczęcia hamowania jest

większy niż w przypadku hamulców uruchamianych ręcznie, gdyż trzeba wykonać znaczny ruch nogami w kierunku przeciwnym do napędu. W latach 90 wiele rowerów wyposażonych w tego typu system, dodatkowo miało hamulec szczękowy na przednim kole.



Rys. 1. Piasta koła tylnego z hamulcem nożnym

Pośród systemów hamulców ręcznych mechanicznych można wyróżnić hamulce:

- szczękowe,
- typu Cantilever,
- typu V-brake,
- bębnowe,
- tarczowe.

System hamulców szczękowych to pierwszy szeroko rozpowszechniony typ hamulców, których sterowanie odbywa się dźwigniami zamontowanymi na kierownicy. Ze względu na prostą konstrukcję używane były we wszystkich typach rowerów. Dzisiaj stosowane są tylko w rowerach szosowych, ze względu na odpowiednie przełożenie ruchu kłamki hamulcowej, która w tych rowerach jest wygięta w łuk (rys. 2). Główną ich wadą jest mała siła hamowania, która w przypadku opon o dużych rozmiarach stosowanych w rowerach górskich jest niewystarczająca. Natomiast przy stosowaniu wąskich opon w rowerach szosowych uzyskiwana siła jest w zupełności wystarczająca.



Rys. 2. Hamulec szczękowy w rowerze szosowym oraz kłamka hamulcowa

Hamulce typu Cantilever (rys. 3) powstały z potrzeby zapewnienia wystarczającej siły hamowania rowerom górskim, które przeżywały swój rozkwit na początku lat 80. Konstrukcja zapewnia większą siłę hamowania niż w hamulcach szczękowych, oraz łatwiejsze operowanie siłą hamowania. Ich główną wadą jest trudna regulacja. Do wad należy komplikacja w budowie w postaci stosowania dwóch linek, z których jedna łączy oba ramiona hamulca, a druga połączona z kławką ciągnie za pierwszą linkę. Do dziś używane są w rowerach przełajowych, ponieważ są to hamulce o największej sile hamowania, które mogą współpracować z wygiętymi kławkami hamulcowymi, identycznymi jak te stosowane w rowerach szosowych.



Rys. 3. Hamulec typu Cantilever

Z biegiem czasu problemem okazało się mocowanie pancerza, które musiało być w stałej odległości od piwotów hamulcowych. O ile nie było to problemem przy sztywnym zawieszeniu, to przy zastosowaniu amortyzatorów stanowiło poważną wadę. Rozwiązanie tego problemu znalazła firma Rock Shox (rys. 4) [50].



Rys. 4. Mocowanie hamulca typu Cantilever na widelcu amortyzowanym

Ze względu na swoją budowę, do hamulców tego typu stosuje się długie kławki hamulcowe (rys. 5). W porównaniu do kłamek hamulcowych do hamulców tarczowych mechanicznych, oraz V-brake przy naciśnięciu pobiera niewielką długość linki. Długa kłamka zapewnia zwiększoną siłę ciągnięcia linki, co jest ważne w tych niezbyt mocnych hamulcach.



Rys. 5. Porównanie długości klamek hamulcowych stosowanych w hamulcach typu Cantilever (a) oraz V-brake (b)

Rozwój kolarstwa górskiego, a w szczególności zastosowanie w rowerach amortyzacji, wiązał się z koniecznością opracowania nowego typu hamulców. Odpowiedzią na tę potrzebę był system typu V-brake. Zapewnia on bardzo dobrą siłę hamowania oraz prostotę w regulacji. Dodatkowo niewysoka cena jest ich niezaprzeczalnym atutem. Jest to typ hamulców najczęściej stosowany w dzisiejszych rowerach górskich oraz turystycznych. Celem dodatkowego usprawnienia działania tego typu hamulców stosuje się tzw. boostery (rys. 6) [51]. Są to elementy w kształcie podkowy, które mocuje się na wspólnych piwotach z hamulcem. Zapobiegają one rozginaniu się ramy/widelca na skutek działania siły hamulcowej.



Rys. 6. Booster stosowany do hamulców typu V-brake

Duża siła hamowania, oraz konieczność pociągnięcia większej ilości linki niż w przypadku hamulców typu Cantilever wymusiła zmodyfikowanie klamki hamulcowej. Przykładowa klamka, w której

skrócono ramię przyłożenia siły celem umożliwienia większego ruchu kątowego została pokazana na rysunku 5.

Powstało wiele odmian tego typu hamulców, z czego za najlepsze uznaje się opracowane przez firmę Shimano (rys. 7). W hamulcach tych klocki poruszają się prostopadle do powierzchni koła, a nie jak w większości hamulców ruchem po łuku wokół piwotów hamulcowych.



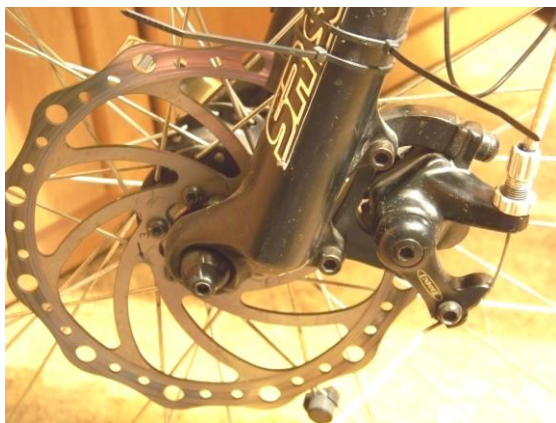
Rys. 7. Hamulec typu V-brake

System hamulców bębnowych, zwanych również rolkowymi, jest mało popularny i stosowany głównie w rowerach miejskich (rys. 8) [52]. Ze względu na wysoką cenę spotykany jest prawie wyłącznie w rowerach wyższej klasy. Hamulce tego typu są w zasadzie bezobsługowe i bardzo mało wrażliwe na warunki pogodowe. Największą wadą, dyskwalifikującą ich stosowanie w rowerach górskich, jest bardzo słabe odprowadzanie ciepła. W przypadku ich zastosowania, najczęściej montowane są na przednim kole.



Rys. 8. Hamulec bębnowy

Hamulce mechaniczne jest to najprostszy typ hamulców tarczowych. Tarcza hamulcowa jest przykręcana bezpośrednio do piasty koła, a zacisk do ramy (rys. 9). Naciśnięcie dźwigni hamulca, poprzez linkę, powoduje przesunięcie dźwigni hamulca, a dźwignia na zasadzie dokręcania śruby dociska klocki do tarczy. Większość hamulców tarczowych mechanicznych posiada tylko jeden ruchomy klocek. Dociska on tarczę do drugiego nieruchomego klocka. Rozwiązanie to upraszcza budowę oraz ułatwia regulację. Wadą tego typu rozwiązania jest możliwość skrzywienia tarczy przy długotrwałym użytkowaniu w ciężkich warunkach. Niedogodnością jest również nierównomierne zużywanie klocków hamulcowych.



Rys. 9. Zacisk mechaniczny razem z tarczą hamulcową

W systemach hamulców ręcznych hydraulicznych zamiast linki hamulcowej występują przewody hydrauliczne, w których czynnikiem przenoszącym siłę hamowania między kławką a zaciskiem jest płyn hamulcowy. W tego typu systemach można wyróżnić hamulce szczękowe oraz tarczowe.

Hamulce szczękowe hydrauliczne są mało rozpowszechnione ze względu na wysoką cenę i skomplikowany sposób działania. W chwili wprowadzenia na rynek zapewniały największą siłę hamowania. Dzisiaj ich właściwości hamujące ustępują tylko hamulcom tarczowym. Ich wysoka cena była spowodowana skomplikowaną budową oraz zastosowaniem rozwiązań hydraulicznych. Ich bardzo wysoka siła hamowania spowodowała, że rozpowszechniły się one wśród rowerów trialowych, gdzie nie jest istotna dobra modulacja siły hamowania, tylko szybkie uzyskanie jak największej siły blokującej koło. Ich siła hamowania jest tak duża, że seryjnie były wyposażone w boostery które zapobiegały uszkodzeniom ramy/widelca (rys. 10) [53].



Rys. 10. Hamulec szczękowy hydrauliczny

Hamulce tarczowe hydrauliczne należą do najskuteczniejszego typu hamulców rowerowych. Budowa i zasada działania jest analogiczna do hamulców stosowanych w motocyklach (rys. 11) [54].

W kławce hamulcowej znajduje się tłoczek, który wytwarza ciśnienie w układzie hamulcowym. Zacisk może być jedno-, dwu- lub czterotłoczkowy. Zacisk jednotłoczkowy, tak jak w przypadku hamulca mechanicznego, dociska tarczę hamulcową do klocka nieruchomego. W zaciskach dwu- i czterotłoczkowych oba klocki hamulcowe są ruchome, więc tarcza nie jest wyginana. Hamulce tego typu mają wysoką cenę, są skomplikowane w budowie, regulacji oraz naprawie.

W hamulcach tarczowych mechanicznych i hydraulicznych można poprawić własności hamujące stosując większą tarczę hamulcową. Standardowo używa się tarcz o średnicy 160 mm na kole tylnym oraz 180 mm na kole przednim. W rowerach zjazdowych na obu kołach mogą być zamontowane tarcze 200 mm.



Rys. 11. Hydrauliczny hamulec tarczowy

2. PROBLEMY EKSPLOATACJI UKŁADÓW HAMULCOWYCH

Wszystkie typy systemów hamulcowych, z wyjątkiem hamulców nożnych, tarczowych i bębnowych, mają jedną wspólną wadę. Powierzchnia o którą trą klocki hamulcowe jest obręcz koła. Wiąże się z tym wiele niedogodności. Pierwszą z nich jest ścieranie ścianki obręczy, co obniża jej wytrzymałość. Jest to uciążliwe głównie w rowerach górskich, gdzie siła nacisku klocka jest duża oraz w rowerach trekkingowych, gdzie przebieg który można by przejechać na jednej obręczy skraca się. Przykładowe uszkodzenie powstałe na skutek mocnego uderzenia w felgę widoczne jest na rysunku 12. Obręcz była osłabiona długotrwałym użytkowaniem zużytych klocków hamulcowych.



Rys. 12. Przykład uszkodzonej obręczy koła osłabionej przez tarcie zużytego klocka hamulcowego

Innym problemem jest skrzywienie koła. Każde skrzywienie powoduje ocieranie obręczy koła o klocek hamulcowy, co utrudnia jazdę. Wiele osób, które nie potrafią samodzielnie wyprostować obręczy, osłabia hamulce rozregulowując je, lub co gorsza, całkowicie demontuje hamulec.

Drugą zasadniczą wadą systemów hamulcowych jest podatność na zabrudzenie. W mokrym, błotnistym terenie wystarczy niewielkie zapadnięcie się kół w błoto aby zabrudzić obręcz koła, która jako jedna z powierzchni trących powinna być jak najczystsza. Oprócz osłabienia siły tarcia przez wodę, następuje również przy-

spieszne zużycie klocków hamulcowych oraz obręczy spowodowane ziarenkami piasku obecnymi w błocie. Zabrudzeniu ulegają nie tylko powierzchnie hamujące, ale cały mechanizm hamulca, co może spowodować szybsze zużywanie wszystkich ruchomych elementów.

Trzecią wadą systemów hamulcowych jest słabe odprowadzanie ciepła. Po długich zjazdach, obręcz koła jest bardzo mocno nagrzana, co zmniejsza jej wytrzymałość mechaniczną, oraz w skrajnych przypadkach powoduje pęknięcie opony i dętki. Jeżeli w trakcie długiego zjazdu na lekko zaciśniętym hamulcu rozgrzeje się koło, a następnie zostanie zablokowany hamulec, klocek może się przytąpić do obręczy, co jest bardzo niebezpieczne. W wyciecznych rowerach górskich zdarzają się również przypadki, w których podczas zjazdu z intensywnym użyciem hamulców, po przejechaniu przez strumyk zimna woda dostająca się na fragment obręczy deformowała ją lub nawet powodowała jej pęknięcie.

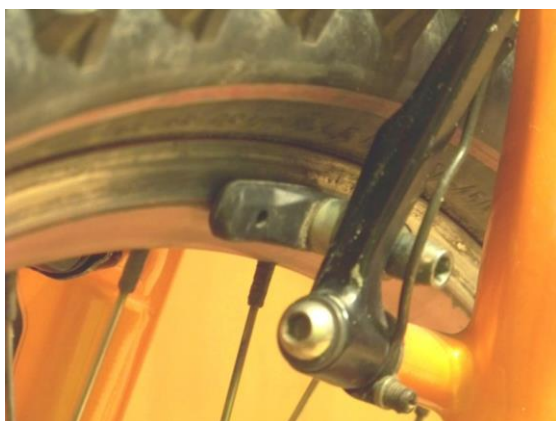
Niezwykle istotne w rowerowych systemach hamulców jest prawidłowe wyregulowanie oraz okresowo wykonywane serwisowanie. Niestety spora część rowerów poruszających się po drogach nie ma w pełni sprawnego układu hamulcowego. Najczęściej spotykane błędy i uszkodzenia to:

1. Niedostateczne naciągnięcie linki hamulcowej.

W tym przypadku pomimo pełnego zaciśnięcia klamki hamulcowej nie uzyskuje się maksymalnej siły docisku klocków hamulcowych do obręczy koła lub tarczy hamulcowej. Luzowanie linki hamulcowej zwykle następuje stopniowo w wyniku zużywania klocków hamulcowych lub słabego dokręcenia śruby mocującej linkę w hamulcu. Zdarza się, że luzowanie linki jest celowym działaniem użytkownika roweru. Zwiększa się w ten sposób odległość pomiędzy klockiem hamulcowym a obręczą koła, co w przypadku krzywego koła likwiduje ocieranie klocka o obręcz.

2. Niepoprawnie ustawione klocki hamulcowe.

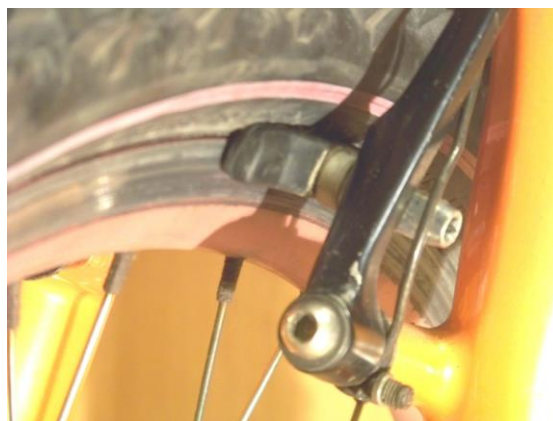
Klocki hamulcowe mogą być ustawione krzywo we wszystkich płaszczyznach. Ważne jest, aby zapewnić maksymalną powierzchnię tarcia między klockiem a obręczą koła. Przykładowo, klocek może być zamontowany zbyt nisko, wtedy powierzchnia tarcia jest mała, a klocek zużywa się tylko na niewielkiej powierzchni (rys. 13).



Rys. 13. Klocek hamulcowy ustawiony zbyt nisko niezapewniający możliwie dużej powierzchni trącej

W przypadku ustawienia klocka hamulcowego zbyt wysoko, nie tylko nie przylega on całą powierzchnią do obręczy, ale ociera o oponę (rys. 14). W przypadku jazdy z tak źle ustawionymi hamulcami możliwe jest przetarcie opony oraz dętki i nagła utrata powietrza. Boki opony rowerowej są wzmocnione jedynie warstwą nylonu, który może być łatwo przetarty przez klocek. Przy długotrwałym

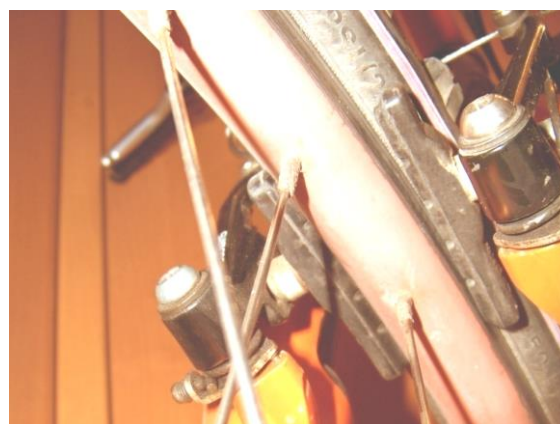
używaniu hamulca (np. przy zjeździe) boki opony są też osłabiane przez wytwarzającą się wysoką temperaturę.



Rys. 14. Klocek hamulcowy ustawiony zbyt wysoko powodujący przecieranie bocznej ścianki opony oraz niezapewniający możliwie dużej powierzchni trącej

Połączeniem obu wymienionych błędów jest sytuacja, w której jedna część klocka jest ustawiona za nisko, a druga za wysoko (skręcenie klocka hamulcowego), przez co siła hamowania jest mała i następuje tarcie klocka o oponę.

Klocki hamulcowe mogą być również ustawione nierównoległe do obręczy koła (rys. 15). Tak ustawione klocki podczas hamowania będą dociskane do obręczy stopniowo, co daje lepszą modulację hamowania, ale powoduje wyginanie klocka hamulcowego oraz jego nierównomierne zużywanie. Ustawienie takie jest dopuszczalne w hamulcu przedniego koła celem ułatwienia dozowania siły hamowania. Należy jednak mieć na uwadze sprawdzanie stanu zużycia klocka.



Rys. 15. Nierównoległe do obręczy koła ustawienie klocka hamulcowego

3. Zużyte klocki hamulcowe.

Klocki hamulcowe posiadają specjalne rowki, które pozwalają na odprowadzenie wody, błota oraz innych zanieczyszczeń. W miarę ścierania klocka rowki te stają się coraz płytsze, aż do powstania całkowicie płaskiej powierzchni klocka. Powierzchnia trąca jest wtedy większa, jednak nie są odprowadzane zanieczyszczenia. Dalsze ścieranie klocka powoduje odsłonięcie metalowej konstrukcji. Hamowanie takim zużytym klockiem jest mniej efektywne ze względu na niższy współczynnik tarcia między dwoma powierzchniami metalowymi, a dodatkowo dochodzi do zużycia obrę-

czy. Przykłady zużytych klocków hamulcowych przedstawiono na rysunku 16.



Rys. 16. Przykłady zużytych klocków hamulcowych

W klockach do hamulców tarczowych najczęstszym uszkodzeniem jest ukruszenie kawałka okładziny. Jedną z przyczyn jest przegrzanie klocka, a następnie gwałtowne hamowanie. Uszkodzony kłosek, w którym widoczne są braki w okładzinie przedstawiony został na rysunku 17.



Rys. 17. Zużyty kłosek hamulca tarczowego

4. Rozwarstwiona linka hamulcowa.

Linka hamulcowa składa się z 12 splecionych ze sobą cienkich drutów, które mogą się zerwać w miejscach występowania zwiększonego tarcia. Zwykle jest to miejsce, w którym linka wchodzi do pancerza lub z niego wychodzi, oraz w miejscach, gdzie pancerz jest uszkodzony. Naderwana linka blokuje się w pancerzu, więc do hamowania potrzebna jest większa siła. Po zakończonym hamowaniu sprężyny w hamulcu oraz kłamec hamulcowej mogą nie mieć wystarczającej siły do poruszenia linką w pancerzu, przez co hamulec pozostanie lekko zaciśnięty. Ostre krawędzie naderwanej linki powodują dalsze zrywanie linki oraz uszkodzenie wewnętrznej części pancerza. Przykład uszkodzenia tego typu pokazano na rysunku 18.



Rys. 18. Przerwany jeden z drutów linki hamulcowej

5. Uszkodzony pancerz linki hamulcowej.

Uszkodzenie pancerza linki hamulcowej występuje najczęściej w postaci pęknięcia. Pancerz pęka najczęściej w wyniku zmęczenia mechanicznego zewnętrznego tworzywa (rys. 19). Metalowa konstrukcja jest wówczas narażona na warunki atmosferyczne, przez co koroduje i staje się krucha. Najczęściej pękają pancerze, które są mocno wygięte. Pęknięty pancerz swoimi ostrymi krawędziami powoduje przetarcie linki hamulcowej.



Rys. 19. Przerwany jeden z drutów linki hamulcowej

Jeżeli końcówka pancerza nie była zabezpieczona specjalną nakładką, to przy gwałtownym hamowaniu z dużą siłą, może nastąpić przeciągnięcie pancerza przez mocowanie w ramie, co skutkuje utratą hamulca (rys. 20).



Rys. 20. Uszkodzony pancerz hamulcowy

6. Zatluszczona obręcz/tarcza oraz zatluszczone klocki w hamulcu tarczowym.

Zatluszczona obręcz koła znacząco zmniejsza skuteczność hamowania. Nawet zapewniając dużą siłę docisku klocka hamulcowego, niemożliwe jest wytworzenie wystarczającej siły tarcia. W

hamulcach z klockami hamulcowymi gumowymi należy klocki delikatnie zetrzeć papierem ściernym, a obręcz koła przemyć środkiem odtłuszczającym. Trudniejsze jest w tym przypadku poprawienie skuteczności działania hamulców tarczowych. Klocki takiego hamulca zbudowane są ze spieków, w których duża liczba porów magazynuje zatłuszczenie. Najprostszą metodą jest podgrzewanie klocka nad płomieniem, aż wypali się cały tłuszcz. Niestety po takim zabiegu klocki nie mają już takiej żywotności jak przed tym zabiegiem oraz są bardziej wrażliwe na uszkodzenia mechaniczne. Tarczę hamulcową również należy odtłuścić. W rowerach z hamulcem tarczowym należy szczególnie uważać, aby nie zatłuścić hamulca, co niestety zdarza się podczas np. smarowania okolic tylnej przetrutki smarem w sprayu.

PODSUMOWANIE

Współczesne miasta borykają się z całym szeregiem problemów wynikających z rozwoju technicznego. Do takich problemów należą niewątpliwie wzrost liczby samochodów, zanieczyszczenie powietrza, hałas, kongestia, wypadki drogowe. Ma to ogromny wpływ na potrzebę nowej kultury mobilności w miastach [20-22]. Sposoby kształtowania nowej kultury mobilności w miastach zapisano w Zielonej Księdze transportu UE [35], natomiast w Białej Księdze transportu określono kierunki strategiczne i propozycje legislacyjne [2]. Wymaga się równoważenia rozwoju systemu transportowego poprzez rezygnację z indywidualnych środków transportu na rzecz transportu zbiorowego oraz środków transportu wykorzystujących alternatywne źródła energii. Należy również wspierać wszelkie działania tworzące lepsze warunki w miastach do przemieszczania się pieszo lub z wykorzystaniem roweru.

Komunikacja rowerowa posiada cały szereg zalet, w tym ekonomicznych – niewielkie koszty utrzymania roweru, które są szczególnie ważne dla użytkowników środków transportu. Poza tym występuje potrzeba tylko niewielkiego zaangażowania organizacyjnego i technicznego związana z eksploatacją roweru. Dodatkowo komunikacja rowerowa wykorzystuje stosunkowo niewielką przestrzeń, nie emituje zanieczyszczeń i hałasu, nie zużywa ograniczonych zasobów paliw kopalnych, a także przynosi korzyści zdrowotne. Nie należy zapominać, że rower jako środek transportu nie tylko wiąże się z zaspokajaniem indywidualnych potrzeb użytkownika, ale również jego wykorzystanie może mieć charakter zarobkowy [33].

Rower może być wykorzystywany jako środek transportu umożliwiający odbycie całej podróży, jak też jako element łańcucha mobilności. W intermodalnym łańcuchu podróży niezwykle istotne i promowane są obecnie wszelkie działania likwidujące bariery utrudniające realizację takiego transportu – przykładowo przystosowanie środków komunikacji miejskiej do przewozu rowerów [17].

Na całym świecie obserwuje się także zwiększenie zainteresowania wdrażaniem systemu wypożyczalni rowerów publicznych. Wzrasta liczba państw, w których implementuje się rowery publiczne [21]. Według danych z [3] wypożyczalnie rowerów funkcjonują już w 49 krajach oferując ok. 520 tysięcy rowerów.

Patrząc na powyższe argumenty prawdziwym wydaje się być stwierdzenie, że rower jako środek transportu będzie coraz bardziej wykorzystywany (szczególnie na terenie miast). Niekorzystnym zjawiskiem pojawiającym się przy tym może być zwiększona liczba zdarzeń drogowych z udziałem rowerzystów. Obecnie na terenie wielu miast prowadzi się politykę zmierzającą do zwiększenia zarówno atrakcyjności jak i bezpieczeństwa tego rodzaju transportu.

Zapewnienie bezpieczeństwa dla ruchu rowerowego wymaga spełnienia określonych warunków, w tym [33]:

- trasy rowerowe powinny mieć charakter ciągły,

- powierzchnia drogi powinna być dostatecznie szeroka i w miarę gładka,
- ciągi rowerowe należy lokalizować w dostatecznie bezpiecznej odległości od wejść do budynków, bram, parkujących samochodów, itp.
- należy przygotować odpowiednie miejsca wjazdu i zjazdu ze ścieżek rowerowych,
- nie należy tarasować miejsc dla ruchu rowerowego samochodami osobowymi lub ruchem pieszym,
- zalecane są jednokierunkowe ścieżki rowerowe z ciągiem ruchu na jezdni, a nie dwukierunkowe lub „pod prąd” (za wyjątkiem ulic jednokierunkowych),
- konieczne jest zainstalowanie odpowiednich sygnalizacji świetlnych dla rowerzystów i innych form oznakowania ruchu rowerowego.

Pomimo spełnienia wymienionych warunków, z winy użytkowników dróg lub stanu technicznego środka transportu, należy się spodziewać, że i tak będzie dochodziło do zdarzeń drogowych z udziałem rowerzystów. Należy mieć nadzieję, że jak najmniejsza ich liczba będzie wynikała ze złego stanu technicznego rowerów oraz nieprawidłowej eksploatacji.

BIBLIOGRAFIA

1. Ambrożak A., *Rear impact to bicycle. A new look on accident analysis*, XII Konferencja Problemy Rekonstrukcji Wypadków drogowych. Zakopane 2011.
2. Biała Księga. Plan utworzenia jednolitego europejskiego obszaru transportu – dążenie do osiągnięcia konkurencyjnego i zasobooszczędnego systemu transportu. Bruksela 2011.
3. Earth Policy Institute. Dostępny: <http://www.earth-policy.org/>.
4. Global status report on road safety. Time for action. World Health Organization WHO 2009.
5. Green J. M., *Bicycle accident reconstruction for the forensic engineer*, 2001.
6. Grega R., Homišin J., Krajňák J., Urbanský M., *Analysis of the impact of flexible couplings on gearbox vibrations*, „Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport” 2016, vol. 91, p. 43-50. ISSN: 0209-3324, DOI: <https://doi.org/10.20858/sjsutst.2016.91.4>.
7. Harachová D., *Deformation of the elastic wheel harmonic gearing and its effect on toothing*, „Grant journal” 2016, vol. 5, no. 1, p. 89-92, ISSN: 1805-0638.
8. Homišin J., Kaššay P., Puškár M., Grega R., Krajňák J., Urbanský M., Moravič M., *Continuous tuning of ship propulsion system by means of pneumatic tuner of torsional oscillation*, „International Journal of Maritime Engineering: Transactions of The Royal Institution of Naval Architects” 2016, vol. 158, no. Part A3, p. A231-A238, ISSN: 1479-8751.
9. Jamroz K., Kustra W., *Bezpieczeństwo ruchu drogowego w Polsce na tle krajów Unii Europejskiej*, X Konferencja Naukowo-Techniczna „Systemy Transportowe – Teoria i praktyka”. Katowice 2013.
10. Janoško I., *Efektywność hamowania wybranych modeli rowerów*, „Paragraf na drodze” 2008, vol. 9.
11. Kaššay P., Homišin J., Urbanský M., Grega R., *Transient torsional analysis of a belt conveyor drive with pneumatic flexible shaft coupling*, „Acta Mechanica et Automatica” 2017, vol. 11, p. 69-72. DOI: 10.1515/ama-2017-0011.
12. Kaššay P., Urbanský M., *Torsional natural frequency tuning by means of pneumatic flexible shaft couplings*, „Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport” 2015,

- vol. 89, p. 57-60, ISSN: 0209-3324, DOI: <https://doi.org/10.20858/sjstst.2015.89.6>.
13. Kohoutek P., *Problems of e-bikes*, XXII Międzynarodowa Konferencja Inżynierii Sądowej, Brno 2014.
 14. Łebkowski A., *Electric Vehicle Battery Tester*, „Przegląd Elektrotechniczny”, 2017, vol. 93.
 15. Łebkowski A., *Electric vehicles trucks - overview of technology and research selected vehicle*, „Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Gdyni”, 2017, vol. 98.
 16. Łebkowski A *Light electric vehicle powertrain analysis*, „Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport”, 2017, vol. 94.
 17. Löbe M., Baron S.: *Fahrradmitnahme im SPNV: Status Quo und Perspektiven*, Der Nahverkehr. nr 3/ 2012.
 18. Mantič M., Kulka J., Kopas M., Faltinová E., Petróci J., *Special device for continuous deceleration of freight cableway trucks*, „Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport” 2016, vol. 91, p. 89-97, ISSN: 0209-3324, DOI: <https://doi.org/10.20858/sjstst.2016.91.9>.
 19. Medvecká-Beňová S., *Influence of the face width and length of contact on teeth deformation and teeth stiffness*, „Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport” 2016, vol. 91, p. 99-106, ISSN: 0209-3324, DOI: <https://doi.org/10.20858/sjstst.2016.91.10>.
 20. Merkiśz-Guranowska A., Stańko K., *Proekologiczne zachowania mieszkańców Poznania związane z transportem miejskim*, „Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe”, 2014, nr 5.
 21. Okraszewska R.: *Technical and organizational challenges of the public bicycle sharing systems development*. X Konferencja Naukowo-Techniczna „Systemy Transportowe – Teoria i praktyka”. Katowice 2013.
 22. Okraszewska R., *Wpływ kultury organizacyjnej na decyzje pracowników dotyczące wyboru roweru jako środka transportu w dojazdach do pracy w kontekście tworzenia nowej kultury mobilności w mieście na przykładzie trzech gdańskich firm z branży IT*, X Konferencja Naukowo-Techniczna „Systemy Transportowe – Teoria i praktyka”. Katowice 2013.
 23. Puskar M., Fabian M., Kadarova J., Blist'an P., Kopas M., *Autonomous vehicle with internal combustion drive based on the homogeneous charge compression ignition technology*, „International Journal of Advanced Robotic Systems” 2017, vol. 14(5). DOI: 10.1177/1729881417736896.
 24. Reza A., *Hamowanie, prędkość i przyspieszanie rowerów*, „Paragraf na drodze” 2009, vol. 6.
 25. Reza A., *Opóźnienia i przyspieszenia rowerów*, „Paragraf na drodze” 2010, vol. 5.
 26. Świder P., *Prędkość roweru jadącego na spadku*, V Konferencja Problemy Rekonstrukcji Wypadków Drogowych, Kraków 1996.
 27. Świder P., Gibczyński Z., Jakusz-Gostomski M., *Parametry ruchu rowerów. Część 1: Dynamika podłużna*, „Paragraf na drodze” 2013, vol. 1.
 28. Świder P., Gibczyński Z., Jakusz-Gostomski M., *Parametry ruchu rowerów. Część 2: Manewr skrętu w lewo*, „Paragraf na drodze” 2013, vol. 2.
 29. Tomko T., Puskar M., Fabian M., Boslai R., *Procedure for the evaluation of measured data in terms of vibration diagnostics by application of a multidimensional statistical model*, „Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport” 2016, vol. 91, p. 125-131, ISSN: 0209-3324, DOI: <https://doi.org/10.20858/sjstst.2016.91.13>.
 30. Wach K., Wolak S., *Badanie dynamiki ruchu rowerzysty z wykorzystaniem aparatury VBOX*, „Paragraf na drodze” 2013.
 31. Wierciński J., Reza A. (red.), *Wypadki drogowe. Vademecum biegłego sądowego*, Wydawnictwo Instytutu Ekspertyz Sądowych, Karków 2011.
 32. Vojtková J., *Reduction of contact stresses using involute gears with asymmetric teeth*. „Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport” 2015, vol. 89, p. 179-185. ISSN: 0209-3324. DOI: 10.20858/sjstst.2015.89.19.
 33. Zamkowska S., *Bike as a component of urban transport*, X Konferencja Naukowo-Techniczna „Systemy Transportowe – Teoria i praktyka”. Katowice 2013.
 34. Zelić A., Zuber N., Šostakov R., *Experimental determination of lateral forces caused by bridge crane skewing during travelling*, „Eksploatacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability” 2018, vol. 20(1), p. 90-99. DOI: <http://dx.doi.org/10.17531/ein.2018.1.12>. ISSN: 1507-2711.
 35. Zielona Księga. W kierunku nowej kultury mobilności w mieście. KOM(2007) 551, Bruksela 2007.
 36. Zuber N., Bajrić R., *Application of artificial neural networks and principal component analysis on vibration signals for automated fault classification of roller element bearings*, „Eksploatacja i Niezawodność - Maintenance And Reliability” 2016, vol. 18(2), p. 299-306. DOI: 10.17531/ein.2016.2.19. ISSN: 1507-2711.
 37. Zuber N., Bajrić R., Šostakov R., *Gearbox faults identification using vibration signal analysis and artificial intelligence methods*, „Eksploatacja i Niezawodność - Maintenance And Reliability” 2014, vol. 16(1), p. 61-35, ISSN: 1507-2711.
 38. Portal internetowy: ECOMOTO. Dostępny: <http://www.ecomoto.info/>.
 39. Portal internetowy: www.roweryelektryczne.info. Dostępny: <http://www.roweryelektryczne.info/>.
 40. Portal internetowy: [wRower.pl](http://wrower.pl/). Dostępny: <http://wrower.pl/>.
 41. Portal internetowy: Electric Bike Simulator. Dostęp: <http://www.electricbikesimulator.com/index.pl.html>.
 42. Portal internetowy: MaxEV. Dostęp: <http://http://www.maxev.pl/>.
 43. Portal internetowy: EKONAPĘDY. Dostęp: <http://ekonapedy.com/>.
 44. Portal internetowy: EncyklopediaRowerowa.pl. Dostęp: <http://www.encyklopediarowerowa.pl/>.
 45. Portal internetowy: geobike rowery elektryczne. Dostęp: <http://www.geobike.com.pl/>.
 46. Portal internetowy: PORTAL rOwerowy pl. Dostęp: <http://www.portal-rowerowy.pl/>.
 47. Portal internetowy: rower.com.pl. Dostęp: <https://rower.com.pl/>.
 48. Portal internetowy: ecobike. Dostęp: <http://www.rowery-elektryczne.pl/>.
 49. Portal internetowy: roweryokey.pl. Dostęp: <http://roweryokey.pl/>.
 50. Portal internetowy: pinkbike. Dostęp: <http://www.pinkbike.com/>.
 51. Portal internetowy: Miasta dla rowerów. Dostęp: <http://www.rowery.org.pl/>.
 52. Portal internetowy: PETRA CYCLES. Dostęp: <http://www.petracycles.co.uk/>.
 53. Portal internetowy: Probikeshop. Dostęp: <http://www.probikeshop.com/>.
 54. Portal internetowy: wigggle. Dostęp: <http://www.wigggle.co.uk/>.

Selected problems of using bicycle braking systems

In many Polish cities, an increase in investments in the area of cycling infrastructure can be noticed. This is a direct result of increased interest in cycling as a means of everyday transport as well as a way to spend free time. Forecasts show that this trend will continue and interest in cycling will not diminish. Therefore, it seems advisable to pay attention to a number of aspects related to the operation of this type of transport, including the most important system in which the bicycle is equipped, i.e. the braking system. The article presents selected problems regarding the operation of bicycle brake systems.

Autorzy:

mgr inż. **Robert Kałuża** – Wydział Transportu, Politechnika Śląskadr hab. inż. **Piotr Czech**, prof. PŚ – Wydział Transportu, Politechnika Śląskadr hab. inż. **Tomasz Figlus**, prof. PŚ – Wydział Transportu, Politechnika Śląskadr inż. **Piotr Gustof** – Wydział Transportu, Politechnika Śląskamgr inż. **Katarzyna Turoń** – Wydział Transportu, Politechnika Śląska

JEL: L62 DOI: 10.24136/atest.2018.120

Data zgłoszenia: 2018.05.23 Data akceptacji: 2018.06.15