

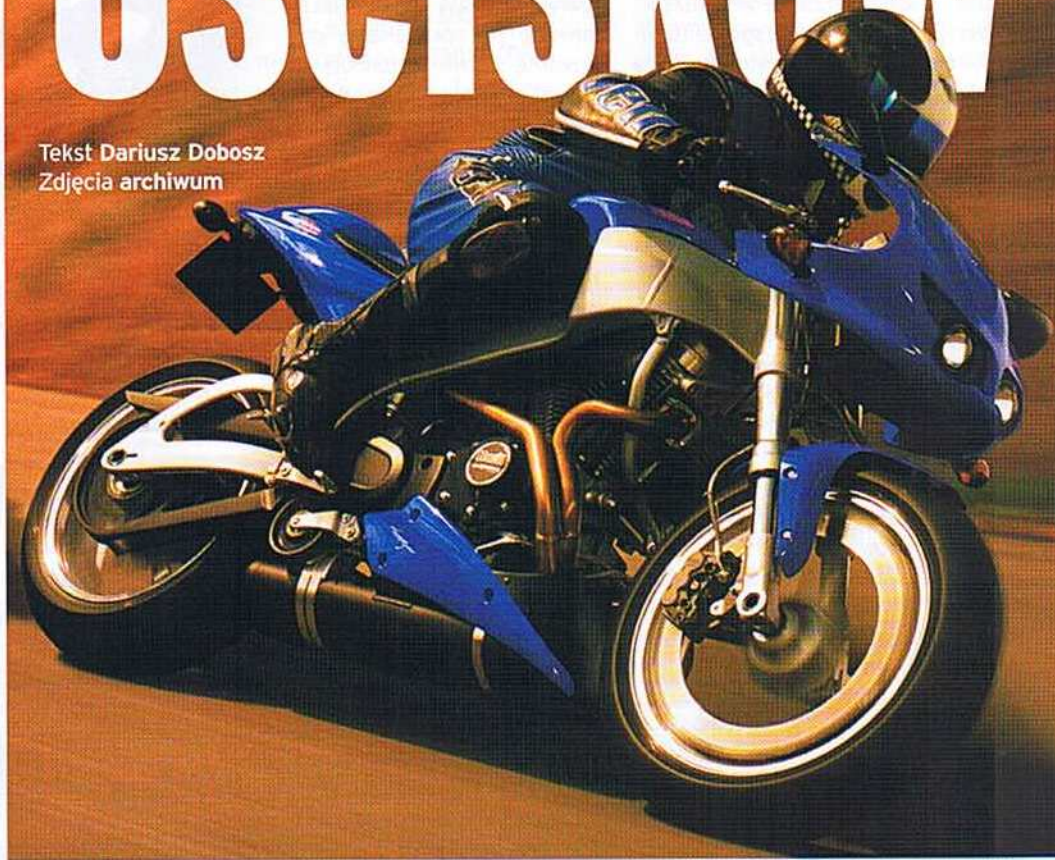
# MOC

**Hamulce to element, który w najbardziej istotny sposób wpływa na bezpieczeństwo jazdy. Dlatego cały czas jest poprawiany. Na razie najlepiej spisują się tarcze i zaciski, ale czy do nich należy przyszłość?**

**E**wolucja hamulców obejmowała w przestrzeni lat niemal wszystkie ich elementy. Na początku wystarczały gumowe klocki dociskane do opony lub obręczy albo parciane taśmy zaciskane na specjalnych pierścieniach. W poszukiwaniu coraz bardziej wydajnych rozwiązań mogących sprostać rosnącym osiągom jednoślądów sięgnięto w końcu po inne rozwiązania. Tarcza hamulcowa pojawiła się po raz pierwszy w 1902 r., bęben hamulcowy - cztery lata później. I właśnie bęben przetrwał kilkadziesiąt lat, nie będąc do końca wyparty przez tarcze hamulcowe zdobywające rynek od początku lat 70. Bębny spotyka się nadal w jednoślądach, bowiem w wielu przypadkach takie właśnie rozwiązanie stanowi dobry kompromis pomiędzy skutecznością a ceną. Nie ulega jednak wątpliwości, że motocyklami zawładnęły tarcze hamulcowe. Zwłaszcza tam, gdzie w grę wchodzi dobra dynamika pojazdu, żaden inny typ hamulca nie radzi sobie tak dobrze. I nie chodzi tutaj tylko o siłę, jakie powstają na zatrzymywanych

# UŚCISKÓW

Tekst Dariusz Dobosz  
Zdjęcia archiwum



elementach, ale również o łatwość odprowadzania ciepła. Far przecież proces zatrzymywania pojazdu to nic innego jak zamiana energii kinetycznej w ciepło.

## Pół wieku historii

Tarcze hamulcowe we współczesnym wydaniu przemysł motocyklowy przejął - jak wiele innych rozwiązań - z przemysłu samochodowego. Po raz pierwszy znalazły one zastosowanie w autach Chryslera w 1949 r. Do jednoślądów zostały one zaadaptowane wraz z elementami samochodowych podwozi. Tak było w wyścigówkach z wózkiem BMW 500 z połowy lat 60. Dodajmy, że hydrauliczny układ hamulcowy, który od lat niepodzielnie panuje w motocyklach wraz z tarczami hamulcowymi, został opatentowany przez Louisa Chavriera w 1911 r.

## Hamulcowy duet

Bębny hamulcowe zostały wyparte przez tarcze z wielu powodów. Przede wszystkim dlatego że tarcze gwarantują dużą siłę ha-

**Tarcze rozpowszechniła Honda CB 750 z 1969 r., ale po raz pierwszy zamontowano je wraz z hydraulicznym układem uruchamiającym w MV Agusta 600 z 1966 r.**

mowania przy małej sile potrzebnej do uruchomienia układu hamulcowego. Znacznie łatwiej też odprowadzają ciepło. Są zatem bardziej odporne na przegrzanie. Na dodatek przy porównywalnej skuteczności są lżejsze. A to bardzo ważne nie tylko dla masy całego pojazdu. Hamulce montowane na piastach kół wchodzi w skład masy nieresorowanej. A ta powinna być jak najmniejsza, z korzyścią dla precyzji działania zawieszek. Jeszcze jedna zaleta to łatwość wymiany okładzin hamulcowych. Wadę tarcz stanowi ich odkryta konstrukcja. Gdy są mokre (na przykład podczas jazdy w deszczu czy przy przejechaniu przez kałużę), tracą na skuteczności. Kryte tarcze nie przyjęły się jedynie w motocyklach terenowych stosuje się tylko niewielkie osłony chroniące przed błotem. Tarcza hamulcowa to element dość prosty od strony konstrukcyjnej i technologicznej. Można ją wykonać z żeliwa perlitycznego, jest wtedy tania, ale bardzo podatna na korozję i odkształcenia (po gwałtownym schłodzeniu). Droższe tarcze wy-



konane są ze stali wysokogatunkowej. W sporcie wyczynowym najwyższego lotu stosuje się tarcze z włókien węglowych. Pracują skutecznie tylko w bardzo wysokich temperaturach, dlatego nie mają racji bytu w jednośladałach codziennego użytku (nawet tych sportowych). W sporcie stosuje się również lekkie, ale nietrwałe tarcze aluminiowe. Szczytem wyrafinowania konstrukcyjnego są tarcze mocowane pływająco. Odpowiednie prowadnice zapewniają tarczy niewielki luz poosiowy umożliwiający samoczynne ustawianie się względem okładzin ciernych (bez ocierania) podczas swobodnego ruchu. Jednak tarcze hamulcowe to tylko jeden z elementów nowoczesnego układu hamulcowego. Bez zacisków hamulcowych, z którymi tworzą nierozłączny duet, nie zrobiłyby niczego. Tak jak bez instalacji hydraulicznej, pompy czy płynu hamulcowego.

### Pływać, nie pływać?

Zacisk hamulcowy to konstrukcja znacznie bardziej skomplikowana od tarczy hamulcowej. Dawniej odlewano je z żeliwa lub stali, ale szybko zauważono, że zacisk, podobnie jak tarcza, musi skutecznie odprowadzać ciepło. Dlatego dzisiaj zaciski wykonuje się ze stopów aluminium, co dodatkowo wpływa korzystnie na obniżenie masy pojazdu (i zmniejszenie masy nieresorowanej). Ewolucja zacisków hamulcowych dotyczyła zazwyczaj liczby tłoczków montowanych w obudowie zacisku oraz sposobu dociskania okładzin. W zaciskach pływających wystarczy tłoczek (lub tłoczki) pracujący tylko po jednej stronie zacisku. Jeden z klocków hamulcowych jest dociskany do tarczy tłoczkiem. Drugi klocek dzięki specjalnym prowadnicom jest jakby

„przyciągany” do tarczy wraz z ruchomą częścią zacisku. Taki zacisk pracuje bardziej komfortowo, łatwiej dobiera się odpowiednią siłę na dźwigni hamulca. Większa jest również trwałość kształtu tarcz, mniejsze są odkształcenia poprzeczne. Łatwiej deformują się jednak okładziny cierne. W zaciskach stałych obudowa nie ma prowadnic, nie ma także ruchomych elementów. Tłoczki są po dwóch stronach zacisku (czyli po dwóch stronach tarczy) i z dwóch stron dosuwają klocki. Takie rozwiązanie podwyższa skuteczność hamowania, ale utrudnia dobieranie siły na dźwigni. Dlatego w popularnych jednośladałach codziennego użytku stosuje się zazwyczaj zaciski pływające. Zaciski stałe preferowane są przez konstruktorów bardzo dynamicznych maszyn sportowych.

### Festiwal tłoczków

Różnice w zaciskach hamulcowych obejmują również liczbę tłoczków. Na początku lat 70., gdy tarcze hamulcowe torowały sobie drogę do popularności, wystarczał jeden tłoczek. Dzisiaj liczba tłoczków w seryjnych hamulcach tarczowych wzrosła do sześciu, ale zazwyczaj wystarczają cztery tłoczki w zaciskach stałych lub dwa w zaciskach pływających. Zwiększenie liczby tłoczków owocuje niewielkim wzrostem skuteczności hamulców, podrażając jednocześnie cały układ. Są przykłady na to, że producenci powrócili do mniejszej liczby tłoczków w zaciskach przy kolejnej modernizacji modelu. Obecnie bowiem bardziej poszukuje się możliwości komfortowego obsługiwanie hamulców i poprawiania możliwości wyczuwania siły hamowania. Ważną sprawą stało się również zapobieganie ukosowaniu okładzin. Stosuje się w tym celu różne zabiegi, między innymi różnicowanie średnicy tłoczków w zaciskach. Nacięcia i otwory w tarczach pomagają pozbyć się zanieczyszczeń (pył i cząstki ze startych okładzin), pełniąc jednocześnie funkcję wentylującą. Temperatura w hamulcach tarczowych osiąga wysokie wartości, stanowi więc poważny problem. Podczas normalnej jazdy w mieście albo na szosie oscyluje w granicach 250-300°C, na drogach górskich nawet 800°C.

### Tajemnice okładzin

Temperatury, jakie powstają w procesie hamowania na tarczach hamulcowych, są ściśle powiązane z rodzajem okładzin na klockach hamulcowych. Dawniej stosowa-



■ Tak wyglądają zasadnicze elementy nowoczesnego hamulca tarczowego:  
 1 - tarcza, 2 - zacisk, 3 - tłoczki, 4 - klocki hamulcowe. Każdy z tych elementów musi być dostosowany do charakteru i dynamiki jednoślada

no powszechnie okładziny z domieszką azbestu, ale po odkryciu rakotwórczych właściwości tego materiału zaczęto go sukcesywnie eliminować. Europa robiła to od połowy lat 70., by pod koniec lat 80. całkowicie zakazać jego używania. Opracowano okładziny ze spieków osiągające bardzo wysoki współczynnik tarcia 0,7, wytrzymujące wysokie obciążenia mechaniczne. Doskonale odprowadzają ciepło, co niestety w wielu przypadkach stanowi poważny problem. Mogą spowodować powstawanie pęcherzyków pary w płynie hamulcowym, a to stanowi zagrożenie dla bezpieczeństwa. W wielu modelach motocykli obowiązuje zakaz stosowania okładzin ze spieków. Znacznie bezpieczniejsze są powszechnie stosowane obecnie okładziny organiczne osiągające współczynnik tarcia 0,45. Mają one bardzo uniwersalny charakter i nie powodują zagrożeń



■ W zaciskach stałych tłoczki hamulcowe umieszczone są po obu stronach tarczy. W takim rozwiązaniu trudniej jest dobierać siłę hamowania, ale można osiągnąć większy moment hamujący



micznych. Wykonuje się je z materiału bazowego, włókien wzmacniających, wypełniaczy, środków wiążących i metali. Podawane są procesom starzenia w celu usunięcia gazów. Dzięki temu szybciej się docierają, osiągając pełną skuteczność. Proces docierania nowych okładzin jest niezwykle ważny. Nowe klocki hamulcowe nie od razu działają na 100 proc. swoich możliwości. Trzeba to wziąć pod uwagę podczas pierwszych kilometrów po wymianie okładzin.

### **Im więcej, tym lepiej?**

Zwiększanie średnicy tarcz hamulcowych ma swoje uzasadnienie. Moment hamujący wzrasta wraz ze wzrostem promienia roboczego tarczy (odległość między osią koła a osią wyznaczoną przez centralne punkty tłoczków). To dlatego bardziej dynamiczne motocykle mają większe tarcze hamulcowe w przednim kole, najbardziej obciążonym podczas procesu hamowania. Montowanie tarcz o średnicy zbliżonej do średnicy obręczy ma zatem swoje uzasadnienie, tyle że jest to rozwiązanie drogie i ciężkie. Z uwagi na zachowanie stabilno-

ści jednoślada hamulce tylne powinny być mniej wydajne. Taka sama skuteczność hamulca przedniego i tylnego wcale nie jest korzystna. Sprawa zwiększania liczby tłoczków hamulcowych w zacisku wcale nie jest już tak oczywista jak w przypadku zwiększania średnicy tarcz. Co prawda w zacisku sześciotłoczkowym w porównaniu z czterotłoczkowym promień roboczy tarczy wzrasta bez zwiększania średnicy zewnętrznej tarczy (a więc i bez przyrostu masy), ale wymiernym tego efektem jest wzrost momentu hamującego o zaledwie 1,5 proc. Nawet jeśli dodamy, że dłuższy i węższy klocek hamulcowy zacisku tłoczkowego wykazuje mniejszą tendencję do ukosowania (zużywa się bardziej równomiernie), to i tak nie ma to większego znaczenia, bowiem taki zacisk jest aż o 15 proc. cięższy, a na dodatek droższy w produkcji.

### **Co nas czeka?**

Dzisiaj wiadomo już, że zaciski sześciotłoczkowe stosowane w sporcie od 1991 r. to bardziej chwyt marketingowy niż konstrukcyjna konieczność. Nawet dwu-

**Być może w niedalekiej przyszłości pojawią się tarcze hamulcowe z elektrycznymi mechanizmami zamiast klasycznych zacisków**

tłoczkowy zacisk może bez trudu zatrzymać koło współczesnego motocykla. To dlatego w niektórych firmach nastąpił odwrót od takiego rozwiązania. Czego jednak możemy spodziewać się w przyszłości w hamulcach tarczowych? Być może niebawem doczekamy się tego, co zrobił Mercedes w swoich samochodach sportowych. Tam nie ma już dużego fragmentu instalacji hydraulicznej, ruchy dźwigni hamulca przetwarzane są na sygnały docierające wprost do pompy. Elektryczno-hydrauliczny mechanizm odpowiada za proces hamowania. Gotowe jest jednak jeszcze ciekawsze rozwiązanie - hamulec elektryczny. Do jego wprowadzenia niezbędne są jednak zmiany w prawie o ruchu drogowym, a zwłaszcza w warunkach technicznych dla samochodów i motocykli. Tarcze hamulcowe z elektrycznymi mechanizmami w miejscu klasycznych zacisków być może pojawią się w niedalekiej przyszłości. Będą jednak wymagać instalacji elektrycznej o napięciu 42V i nowego podejścia do zagadnień bezpieczeństwa. Zobaczmy, czy zainteresują się nimi konstruktorzy jednośladow.