

TEXTAR®

Ocena uszkodzeń okładzin hamulców tarczowych i tarcz hamulcowych

Dane techniczne





Ocena uszkodzeń okładzin hamulców tarczowych i tarcz hamulcowych

Podstawy optymalnego funkcjonowania hamulców



Okładziny hamulcowe

- Wybór okładziny hamulcowej zgodnie z zaleceniem Textar
- Wymiana (osiowo) wg konkretnych wskazówek instrukcji montażowej
- Docieranie zgodnie z zaleceniami producenta pojazdu lub z instrukcją montażową



Tarcza hamulcowa

- Czyste powierzchnie cierne
- Bicie boczne, równoległość, bicie wysokościowe i różnica grubości zgodnie z zaleceniami Textar
- Wymiana (osiowo) wg zaleceń producenta pojazdu



Hamulec kół

- Hamulec z czystymi elementami prowadzącymi
- Elementy sterownicze (tłok, nasadki ochraniające, sprężyny) w nieuszkodzonym stanie



Koła

- Wyważenie zgodnie z wytycznymi producenta pojazdu
- Montaż zgodnie z momentami obrotowymi podanymi przez producenta i wskazówkami instrukcji montażowej



Okładziny hamulców tarczowych

Wprowadzenie

Hamulce tarczowe w samochodach osobowych stosowane są, z małymi wyjątkami, jako hamulce kół osi przedniej. Na osi tylnej montowane są, w zależności od obciążenia, hamulce tarczowe lub bębnowe. W poniższej charakterystyce ograniczamy się do hamulca tarczowego.

Duże obciążenie mechaniczne i termiczne układu hamulcowego

Stopa naciskająca na pedał hamulca działa jako siła napierająca, która przyciska okładziny hamulcowe do tarcz hamulcowych. Dzięki powstającej przy tym sile tarcia większa część energii pojazdu zostaje w krótkim czasie przekształcona w ciepło. Obciążenia mechaniczne i termiczne oddziałujące na tarczę hamulcową i okładziny hamulcowe są bardzo duże. Występująca podczas hamowania moc hamowania może w ekstremalnych przypadkach stanowić wielokrotność maksymalnej mocy silnika.

Duże mechaniczne i termiczne obciążenie układu hamulcowego

Najważniejsze wymagania stawiane układowi hamulcowemu

Najważniejsze wymagania stawiane układowi hamulcowemu można podsumować w następujący sposób:

Najważniejsze wymagania stawiane układowi hamulcowemu

- osiągnięcie możliwie krótkiej drogi hamowania we wszystkich warunkach eksploatacyjnych,
- dobry komfort hamowania (bez zgrzytu, skrzypienia, dobre wyczucie pedału),
- właściwa trwałość części zużywalnych.

Dla tarcz i okładzin hamulcowych jako ważnych elementów w przebiegu hamowania oznacza to:

- stabilność wartości ciernej w bardzo wysokich temperaturach,
- mała zależność wartości ciernej od docisku, prędkości i wpływów środowiska,
- dobra trwałość mechaniczna i niezmienność kształtu,
- stan zużycia w ramach ustanowionej wartości granicznej,
- tolerancja części zamiennych w ramach przewidzianej wartości granicznej,
- odpowiednie zużywanie się okładzin hamulcowych i tarcz hamulcowych.

Tarcza i okładziny hamulcowe są elementami o ogromnym znaczeniu dla bezpiecznego funkcjonowania pojazdu. Stawiane wymagania można osiągnąć tylko dzięki komponentom, które zostały dla danego pojazdu wyprodukowane lub dopasowane. Poprzez właściwą konserwację można uniknąć ryzyka niebezpieczeństwa oraz zmniejszenia komfortu i trwałości.



Okładziny hamulców tarczowych

Szmery w samochodach podczas hamowania

Szmery podczas hamowania są coraz rzadziej akceptowane ze względu na rosnącą świadomość kierowców co do jakości. Skąd pochodzą te częściowo nieprzyjemne szmery i w jaki sposób można im przeciwdziałać? Podczas hamowania wskutek suchego tarcia powstają nieuchronne wibracje (drgania), które w zależności od częstotliwości opisywane są za pomocą najróżniejszych wyrażeń.

W zakresie małej częstotliwości mówimy np. o skrzypieniu, trzeszczeniu lub brzęczeniu, natomiast w zakresie średniej i wysokiej częstotliwości o piskczeniu lub szorowaniu.

Aby zapobiec tym zjawiskom firma TMD, która jest wiodącym producentem okładzin hamulcowych na świecie, od wielu lat prowadzi intensywne badania nad ich usunięciem. Wyniki tych badań również przyczyniają się do optymalizacji komfortu hamowania już w bardzo wczesnej fazie prac projektowych nad nowym pojazdem.

Już w trakcie prac nad nowymi komponentami okładzin hamulcowych szczegółowo sprawdzane są ich drgania własne i właściwości tłumiące. W oparciu o uzyskane wyniki przeprowadza się analizy szmerów wytwarzanych przez nowe pojazdy i ich elementy na specjalnych stanowiskach kontrolnych z zamontowanymi kompletnymi prototypami części osi i hamulców. Podczas tej wczesnej fazy rozwoju można jeszcze dokonać zmian w hamulcu kół i konturze okładziny.

W późniejszym momencie badań dochodzą testy zachowania się pojazdu prowadzone w warunkach zbliżonych do rzeczywistych, podczas których można ustalić intensywność, częstotliwość i częstość ewentualnych szmerów. Do zakresu testowania należą np. przebiegi długodystansowe w wysokich temperaturach (Hiszpania), ocena pojazdu podczas pokonywania tras po mieście, prowadzenie testów na skrzypienie podczas maksymalnych prędkości osiąganych przez pojazd (tor wyścigowy, Anglia). Duże znaczenie ma tutaj ustalenie elementu konstrukcyjnego odpowiedzialnego za drgania w określonej częstotliwości. Aby temu zapobiec należy dokładnie dopasować te elementy zmieniając ich kontury poprzez rowkowanie i/lub fazowanie. Można również zmienić ściśliwość okładzin hamulcowych w ramach przedziałów tolerancji.



Okładziny hamulców tarczowych

Opatentowana przez Firmę TMD warstwa pośrednia okładziny w kształcie klina przyczynia się również, w zależności od zastosowania, do optymalizacji komfortu hamowania. W tym przypadku można zrezygnować z zastosowania tzw. środków pomocniczych jak na przykład szelak, folia klejąca, przeciwcieżary itp. Należy pamiętać, że wymienione środki mogą wprawdzie przyczynić się do poprawy komfortu, ale mają również wpływ na wycucie pedału, rozmiar zużycia okładziny i oczywiście koszty.

Z tych właśnie względów przy opracowaniu okładziny hamulcowej należy zawsze szukać kompromisu pomiędzy bezpieczeństwem, komfortem i opłacalnością.

Właściwe zaszeregowanie różnych komponentów okładzin hamulcowych jest równie istotne jak ocena ogólnego stanu całego hamulca oraz pozostałych elementów osiowych i zawieszenia kół.

Konieczna jest świadomość, że każda zmiana dokonana w pojeździe, jak np. szerokość opon, zmiana rozstawu kół, wysokość bieżnika opony itp. mają istotny wpływ na szmery i komfort jazdy.



Spis treści

Ocena uszkodzeń okładzin hamulców tarczowych

Oderwanie masy okładzinowej

- na skutek korozji _____ 8–9
- na skutek uszkodzenia termicznego _____ 10
- na skutek wpływów mechanicznych _____ 10
- na skutek wady produkcyjnej _____ 11

Oderwanie okładziny od płyty nośnej okładziny _____ 12–13

Uszkodzenie uwarunkowane zużyciem

- Pęknięcia powierzchniowe _____ 14
- Wyrwania krawędzi _____ 15
- Rozwarstwienie/oderwanie krawędzi _____ 16
- Wadliwy obszar cierny _____ 17–18

Wady fabryczne _____ 19–20

Błąd montażowy _____ 21–24

Szkody spowodowane oddziaływaniami zewnętrznymi _____ 25

Specjalne wskazówki montażowe _____ 26–27



Spis treści

Ocena uszkodzeń okładzin hamulców tarczowych

Tarcie hamulców	28
Tarcie termiczne	28–29
Tarcie niskotemperaturowe	30–32
Silne drgania spowodowane plamami powstałymi na skutek korozji	33
Piszczenie podczas hamowania	33
Dalsze możliwe usterki	34
Pęknięcia tarcz hamulcowych	34
Wyżłobienie tarczy hamulcowej	35
Zbyt szybkie zużycie tarczy hamulcowej	35
Podsumowanie i rysunki	36
Silne tarcie termiczne	37
Tarcie niskotemperaturowe	37
Plamy spowodowane korozją	38
Pęknięta tarcza hamulcowa	38
Wyżłobiona tarcza hamulcowa	39
Całkowicie zużyte okładziny hamulcowe	39
Skorodowane tarcze hamulcowe	40
Zewn. i wewn. pierścień cierny o różnej grubości	40
Różnica grub. pierścienia ciernego	41
Silna korozja podpowierzchniowa tarczy	41
Jama usadowa	42
Pęknięcie w obrębie kołnierza tarczy hamulcowej	42
Kontakt i serwis	43
Notatki	44–47



Okładziny hamulców tarczowych

Oderwanie masy okładzinowej na skutek korozji

Przyczyna:

- oderwanie krawędzi z powodu zastosowania nowych okładzin hamulcowych na mocno zużyte tarcze hamulcowe
- niewystarczające napięcie sprężyny dociskającej
- inne przeciążenie mechaniczne
- ustawiczne wysokie termiczne obciążenie okładzin hamulców tarczowych



► oderwanie krawędzi

- masa okładzinowa staje się porowata (całkowicie lub punktowo)
- masa okładzinowa odpryskuje na skutek rdzy
- płyta nośna okładziny ma wyraźne ślady rdzy
- resztki kleju
- warstwa pośrednia i masa okładzinowa są widoczne na płycie nośnej okładziny



► silna korozja podpowłokowa



Okładziny hamulców tarczowych

Oderwanie masy okładzinowej na skutek korozji



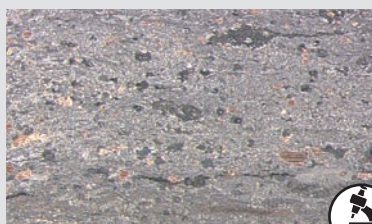
- ▶ Brak informacji o nadmiernym obciążeniu temperaturą



▶ Widok: przekrój

Wyjaśnienie:

widoczne są części składowe receptury zawierające elastomery, cząstki grafitowe, węgiel cierny i włókno aramidowe, które znajdują się jeszcze bezpośrednio pod warstwą cierną.



- ▶ Wyraźne ślady obciążenia termicznego



▶ Widok: przekrój

Wyjaśnienie:

elastomery i cząstki grafitowe nie znajdują się już bezpośrednio pod warstwą cierną, a węgiel cierny znajduje się jeszcze tylko bezpośrednio nad warstwą pośrednią. Włókno aramidowe zawarte jest ok. 4 mm pod warstwą cierną. Widoczna korozja pod warstwą pośrednią.



Okładziny hamulców tarczowych

Oderwanie masy okładzinowej na skutek uszkodzenia termicznego

Wyjaśnienie:

okładziny tarcz hamulcowych przekroczyły maks. dopuszczalną temp. podczas eksploatacji przez czas dłuższy niż 15 – 20 min. Uszkodzeniu ulegają wówczas substancje i tworzywa, które w istotny sposób przyczyniają się do trwałości okładzin.



- Materiał okładziny rozpada się, częściowo wyłamuje i/lub warstwa pośrednia i klej ulegają uszkodzeniu. Okładzina całkowicie się odkleja, lakier odpryskuje. Częściowe zabarwienie płyty nośnej okładziny. Masa okładziny stwardniała, o twardym dźwięku, czerwono-brązowe zabarwienie masy okładziny, częściowo biały pył.

na skutek wpływów mechanicznych

Wyjaśnienie:

okładziny tarcz hamulcowych odpadły lub zostały przechylnie zamontowane lub odkształcone wskutek ekstremalnego „uderzenia” w zacisku.



- Materiał okładziny odkleja się od płyty nośnej. Dochodzi do rozwarstwienia. Okładzina tarczy hamulcowej oddziela się powyżej warstwy kleju lub warstwy pośredniej. Widoczne uszkodzenia płyty nośnej okładziny.

Widoczne uszkodzenie płyty nośnej okładziny wskutek wadliwego obciążenia.

Nadmierne bicie w zacisku hamulcowym.



Okładziny hamulców tarczowych

Odklejenie masy okładzinowej z powodu wady produkcyjnej



- Masa okładzinowa odkleiła się już przy małym obciążeniu.
Brak dostatecznej ilości kleju.

Wyjaśnienie:

- płyta nośna okładziny gładka, a warstwa pośrednia i klej tylko częściowo widoczne,
- nieodpowiedni klej, warstwa pośrednia wadliwie rozwarstwiona.



Okładziny hamulców tarczowych

Odklejenie masy okładziny od płyty nośnej

Uwaga:

wady występują często w kombinacji.

Odklejenie na skutek	Przyczyna
Korozja	- Odklejenie krawędzi na skutek zużycia tarczy hamulcowej; niewystarczająco mocna sprężyna dociskająca. - Stałe wysokie obciążenie termiczne okładzin tarcz hamulcowych.
Wadliwa produkcja	Nieodpowiedni klej. Warstwa pośrednia wadliwie rozwarstwiona.
Klej, zniszczenia termiczne warstwy pośredniej i masy ciernej okładziny	Okładziny tarcz hamulcowych przekroczyły max dopuszczalną temp. przez okres dłuższy niż 10-20 min., podczas której ulegają zniszczeniu składniki materiału, które w znacznej mierze przyczyniają się do jej trwałości.
Zniszczenia mechaniczne	Okładziny tarcz hamulcowych np. na skutek upadku.



Okładziny hamulców tarczowych

Skutek	Znak rozpoznawczy
Masa powłoki staje się w całości lub punktowo porowata. Masa powłoki na skutek rdzy odpryskuje.	Płyta nośna okładziny ma widoczne ślady rdzy, resztki kleju, warstwa pośrednia i masa powłoki są widoczne na płycie nośnej okładziny.
Okładzina odrywa się już przy małym obciążeniu.	Płyta nośna okładziny gładka lub warstwa pośrednia i klej tylko częściowo widoczne.
Masa cierna rozpada się i częściowo wyłamuje a warstwa pośrednia i klej są zniszczone - okładzina zupełnie się odrywa.	Lakier odpryskuje, częściowe zabarwienie płyty nośnej okładziny na niebiesko, utwardzona masa powłoki wydaje twarde dźwięki, czerwono - brązowe zabarwienie masy czarnej, częściowo biały pył.
Materiał okładziny odrywa się od płyty nośnej, dochodzi do rozdzielania warstw.	Oddzielenie powyżej kleju wzgl. warstwy pośredniej. Widoczne uszkodzenia płyty nośnej okładziny.

Uwaga:

- oderwanie się może mieć różne przyczyny, przy czym wadliwa produkcja wchodzi w zakres naszej odpowiedzialności, zatem uznawana jest jako reklamacja,
- z reguły nagrzewa się najpierw hamulec kół, a następnie zostaje uszkodzona okładzina,
- odcięta okładzina hamulcowa nigdy nie stanowi przyczyny przegrzania hamulca kół.



Okładziny hamulców tarczowych

Uszkodzenia uwarunkowane zużyciem Pęknięcia powierzchniowe

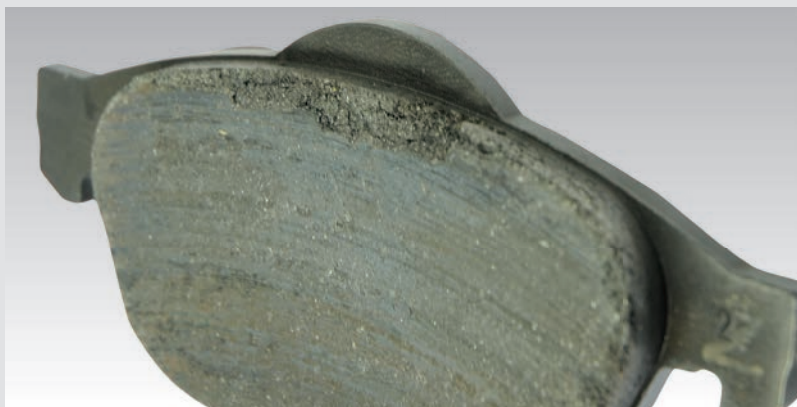


- Pęknięcia powierzchniowe można zlekceważyć, nie stanowią zagrożenia. Również w przypadku rowkowanych okładzin hamulcowych pęknięcia nie wpływają na ich wytrzymałość.



Okładziny hamulców tarczowych

Uszkodzenie uwarunkowane zużyciem Wyrwania krawędzi



► Wyrwanie można zlekceważyć, nie stanowi zagrożenia.

Wyjaśnienie:

- uwarunkowane rodzajem oddziaływania, które w zależności od obciążenia termicznego lub mechanicznego mogą być widoczne w różnym stopniu
- wyrwania dopuszczalne są do maks. 10% całkowitej powierzchni okładziny.



► Wyrwania dopuszczalne są w zaznaczonym obszarze, jednakże mogą pokrywać do max 10% całkowitej powierzchni okładziny.

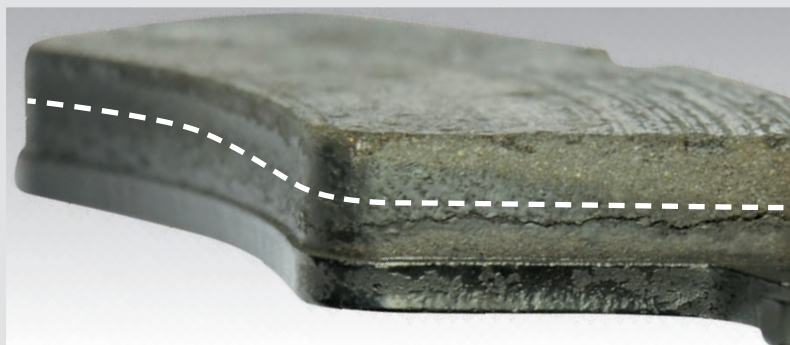


Okładziny hamulców tarczowych

Uszkodzenia eksploatacyjne **Rozwarstwienie/oderwanie krawędzi**

Wyjaśnienie:

- w tym obszarze nie są dopuszczalne wyrwania lub oderwania,
- pęknięcia lub oderwania w obszarze łączenia materiału ciernego nie są dopuszczalne.



► Chroniony obszar łączenia okładziny pod znakowaniem.



► Okładzina z niedopuszczalnymi oderwaniami.



Okładziny hamulców tarczowych

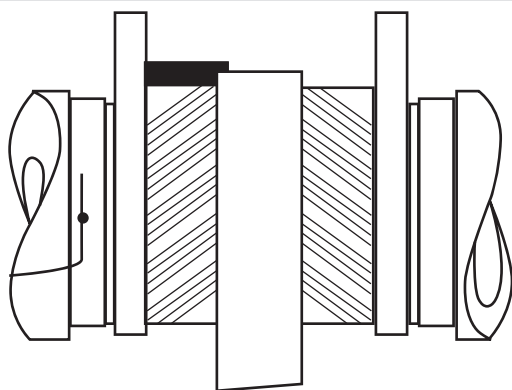
Uszkodzenia eksploatacyjne **Wadliwy obszar cierny**



► Okładzina z niedostatecznym obszarem ciernym.

Przyczyna:

- zużyta lub niewłaściwa tarcza hamulcowa,
- defekt hamulca/zanieczyszczenie,
- zbyt małe obciążenie hamulców,
- patrz również błąd montażowy/ błąd produkcyjny.



► Uszkodzenie na skutek wysunięcia ponad krawędź tarczy.



Okładziny hamulców tarczowych

Szkody eksploatacyjne

Wyjaśnienie:

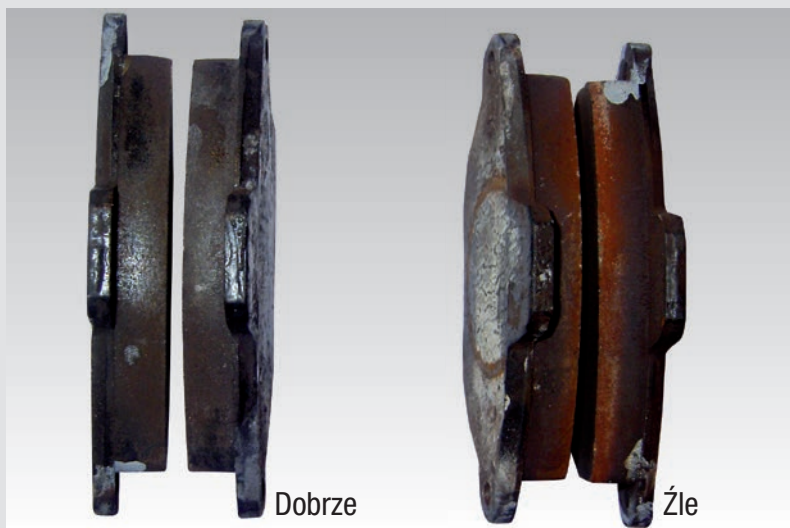
- zniszczenie materiału okładzinowego na skutek przeciążenia punktowego mechanicznego i termicznego.



- Zastosowanie nowych okładzin hamulcowych na mocno wyżłobioną/zdartą tarczę hamulcową.

Wyjaśnienie:

- niewystarczająco swobodny ruch na skutek usterki hamulca,
- może wystąpić zarówno kołowo jak i osiowo.

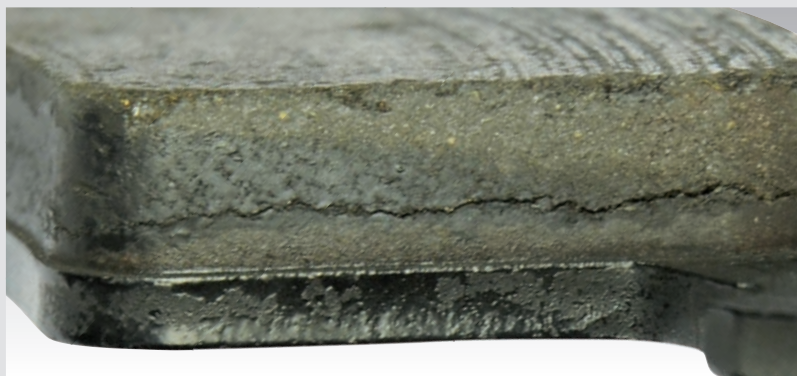


- Obraz: jednostronne wysokie obciążenie termiczne



Okładziny hamulców tarczowych

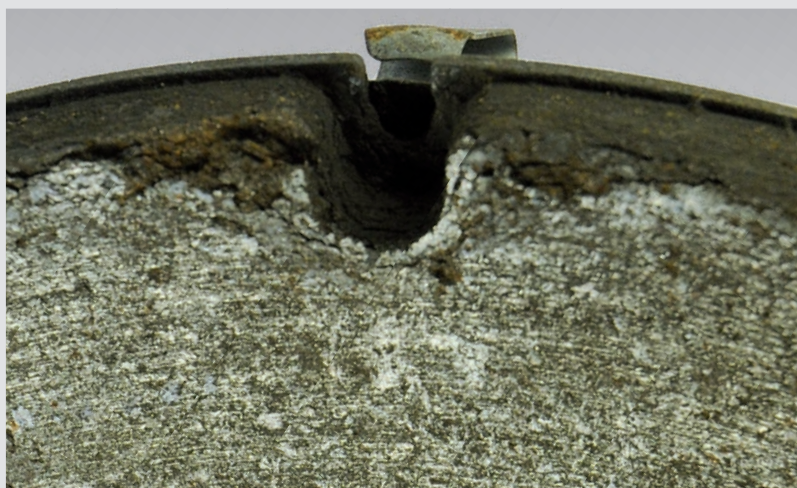
Wady fabryczne



- ▶ Oderwanie warstwy/pęknięcie warstwy nowej okładziny hamulcowej

Wyjaśnienie:

- niedopuszczalna wada powstała na skutek złego sprasowania,
- pęknięcia równoległe do płyty nośnej okładziny są niedopuszczalne.



- ▶ Wyłamania na powierzchni, brak oznak wysokiego obciążenia termicznego.

Wyjaśnienie:

- niewystarczająca trwałość materiału ciernego na skutek wady sprasowania prowadzi do porowatości i do wyszczerbień na powierzchni.



Okładziny hamulców tarczowych

Wady fabryczne

Przyczyna:

niedopuszczalna wada sprasowania.



► Wyszczerbienie na krawędziach

Przyczyna:

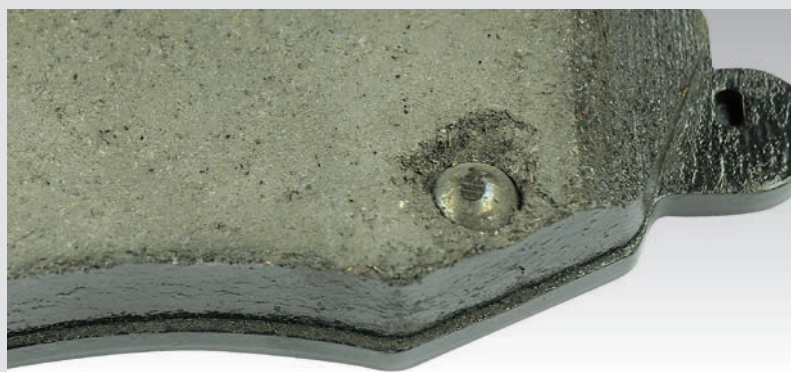
uwarunkowany konstrukcyjnie występ sprasowania w celu całkowitego wykorzystania pierścienia trącego tarczy hamulcowej.



► Dopuszczalny występ sprasowania

Wyjaśnienie:

ciała obce w masie ciernej są niedopuszczalne, niejednorodne cząstki mieszaniny są dopuszczalne do max 5% powierzchni.



► Ciała obce w masie okładziny



Okładziny hamulców tarczowych

Błąd montażowy



- Widoczne wgniecenia/ślady na płycie nośnej okładziny.

Przyczyna:

złe ułożenie klocka po zamontowaniu.



- Niedopuszczalne skrzywienie sprężyny tłokowej.

Przyczyna:

nieodpowiednie postępowanie przed lub przy montażu.



Okładziny hamulców tarczowych

Błąd montażowy

Przyczyna:

okładzinę hamulcową zamontowano nieprawidłowo.



► Zniszczona sprężyna dociskowa

Przyczyna:

akcesoria ulegają zużyciu. Wymiana akcesoriów powinna nastąpić zgodnie z instrukcją montażową.



► Zużyta blacha amortyzująca

Przyczyna:

nie przestrzegano montażu zgodnego z zaznaczonym kierunkiem.

Uwaga:

należy zwracać uwagę na prawidłowe ułożenie w zacisku, aby zapewnić prawidłowe funkcjonowanie.



► Nieprawidłowy odcisk tłoka



Okładziny hamulców tarczowych

Błąd montażowy



- ▶ Widoczne uszkodzenie na skutek oddziaływania zewnętrznego

Przyczyna:

tor prowadnicy zabrudzony i skorodowany; odchyłka wymiaru płyty nośnej okładziny.



- ▶ Zniszczenie blachy tłumiącej i sprężyny tłokowej - nieprawidłowe funkcjonowanie hamulca.

Przyczyna:

tłok hamulcowy zabrudzony i skorodowany; nadmierne smarowanie.



- ▶ Nieodpowiednio zmieniona geometria okładziny

Przyczyna:

niedopuszczalne dokonanie zmiany montażowej.



Okładziny hamulców tarczowych

Błąd montażowy

Przyczyna:

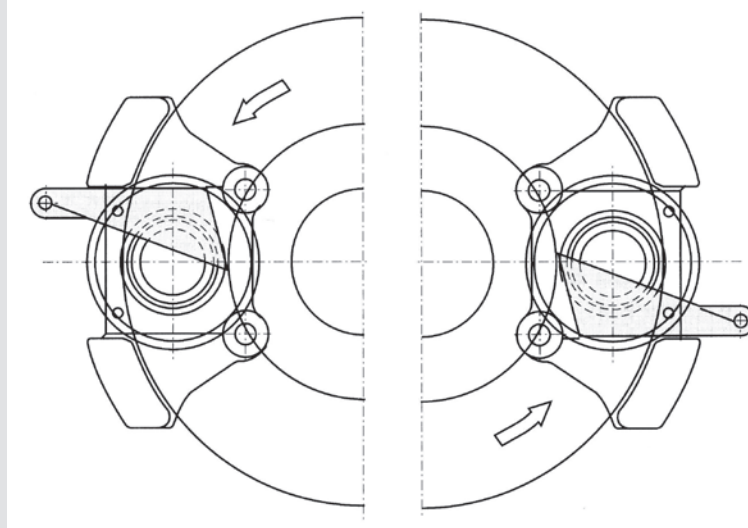
nieprawidłowe osadzenie okładziny hamulcowej w zacisku.



► Odcisk tłoka na całej płaszczyźnie.

Przyczyna:

stopniowe przemieszczanie tłoków zacisku.

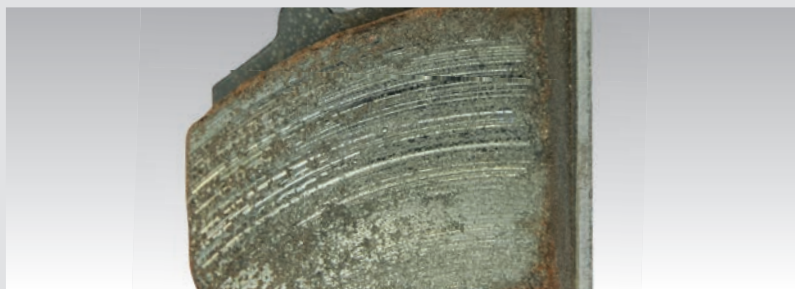


► Kontrolować odpowiednimi przyrządami mierniczymi stopniowe przemieszczanie tłoków.



Okładziny hamulców tarczowych

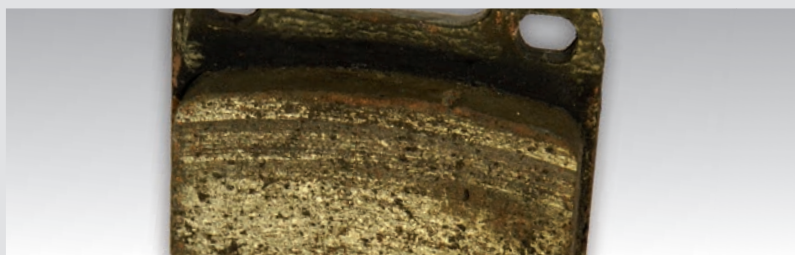
Szkody spowodowane oddziaływaniami zewnętrznymi



► Zesklenie powierzchni ciernej



► Zanieczyszczenie powierzchni ciernej



► Głębokie bruzdy na powierzchni okładziny



► Tworzenie żebrek - przenikanie metalu do powierzchni okładziny

Przyczyna:

nadmierne obciążenie cieplne, zbyt krótkie hamowanie oczyszczające.

Przyczyna:

często nie osiąga się właściwej temperatury eksploatacyjnej; nie następuje samooczyszczenie. Zanieczyszczenie powierzchni ciernej spowodowane np. rdzą, brudem, solą lub korozją.

Przyczyna:

zamontowanie uszkodzonej tarczy hamulcowej; przenikanie ciał obcych jak np. brud, sól lub korozja, niewystarczające rozdzielanie ziaren ciernych w masie okładziny.

Przyczyna:

przejście materiału z tarczy hamulcowej na okładzinę hamulcową z powodu np. zmiennego obciążenia, stanu pogody i/lub niezgodności materiału.



Okładziny hamulców tarczowych

Uwaga!

Aby uniknąć szmerów, tarć, pęknięć tarcz oraz zużycia skośnego należy przestrzegać specjalnych wskazówek montażowych zawartych w instrukcji montażowej.

Specjalne wskazówki montażowe



- Specjalne wskazówki montażowe dotyczą również dodatkowych elementów jakimi są płytki tłumiące drgania.



Okładziny hamulców tarczowych



Wszystkie ilustracje przedstawiają jedynie przykłady uszkodzeń i nie mogą zastąpić oceny dokonanej przez fachowca. W zależności od pojazdu lub zastosowanej wersji hamulców uszkodzenia mogą mieć różne konsekwencje. Często występują też kombinacje uszkodzeń.



Tarcze hamulcowe do samochodów osobowych

Odróżnianie
„tarcia termicznego” od
„tarcia niskotemperaturowego”

Tarcie hamulców

Pod pojęciem „tarcie hamulców” należy rozumieć występowanie nierównomiernych przebiegów momentów obrotowych, a tym samym wahań siły hamowania, które występują podczas hamowania lub, mówiąc dokładniej, podczas obrotu tarczy hamulcowej. Ze względu na przyczynę powstawania zjawiska te dzielą się na tarcie termiczne, które powstaje w trakcie hamowania przy dużej prędkości i tarcie niskotemperaturowe, które może wystąpić podczas wszystkich prędkości.

Tarcie termiczne

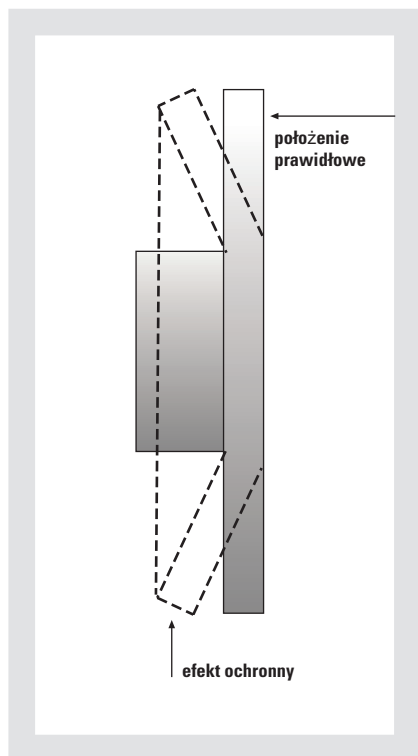
Pojawiający się efekt „tarcia termicznego” można opisać w następujący sposób:

- **huczenie** w zakresie częstotliwości 100 - 250 Hz. - Podczas hamowania hałas może wykazywać zmienne natężenia, które nie mają wpływu na hamowanie,
- **wahania momentu obrotowego** i/lub wibracje na kole kierownicy oraz pulsujący pedał hamulca i wibrujące części nadwozia.

Zjawiska te występują podczas hamowania i są zależne od chwilowo działającej siły hamowania (siły nacisku pedału). Skutki działania termicznego tarcia to z reguły pierścieniowe **plamy** widoczne na powierzchni tarcz hamulcowych. Wskutek oddziaływania maksymalnej temperatury podczas hamowania następuje przeniesienie materiału z okładziny hamulca tarczowego na tarczę hamulcową i/lub powstaje trwała zmiana struktury w tworzywie lanym tarczy hamulcowej. Przeniesienie materiału zostaje z reguły usunięte poprzez hamowania w normalnym zakresie obciążenia, natomiast występująca punktowo zmiana struktury tarczy, nazywana również „ukształtowaniem martenzytycznym” jest twardsza aniżeli struktura wyjściowa i może zostać usunięta tylko poprzez obróbkę skrawaniem. Należy przy tym pamiętać o całkowitym usunięciu stwardniałej struktury.

Przyczyny **tworzenia plam** przez miejscowo występujące przegrzanie są różne:

- niedostateczna dbałość o niezmienną kształtu tarczy hamulcowej znajdującej się pod wpływem warunków termicznych powstających podczas hamowania. Powierzchnia pierścienia ciernego danej tarczy hamulcowej może w tych warunkach odkształcić się w sposób odwracalny lub nieodwracalny. W tym wypadku mówimy o tzw. **efekcie ochronnym**.
- **Wartość minimalnej grubości** tarczy hamulcowej jest **poniżej dolnej granicy** (patrz: zalecenia producenta) i tym samym kumulacja ciepła jest mocno zredukowana.
- Zamontowane okładziny hamulców tarczowych są zbyt **mocno zużyte i efekt tłumienia** nie jest już wystarczający.
- Tworzywo lane i tolerancja tarcz hamulcowych nie odpowiadają specyfikacji producenta.





Tarcze hamulcowe do samochodów osobowych

- Zamontowane okładziny hamulców tarczowych zostały niewłaściwie dobrane i nie odpowiadają **oryginalnemu wyposażeniu** lub porównywalnemu standardowi jakości.
- Nieprawidłowe funkcjonowanie układu hamulcowego lub części układu nie odpowiadają zalecanym wymiarom.

Poza opisanymi przyczynami powstawania „tarcia termicznego” wskutek punktowego przegrzania należy jeszcze uwzględnić inne czynniki mogące wywołać i wzmocnić to zjawisko. Należą do nich: niedostatecznie wyważone koła, zużyty układ kierowniczy i łożyska zawieszenia kół oraz wadliwie zamontowana półoś przednia.

Zazwyczaj istnieje równocześnie kilka przyczyn występowania tarcia termicznego, dlatego nie jest łatwo określić jednoznacznie jego źródła i konieczne jest rozważne postępowanie w celu zbadania przyczyny i usunięcia uszkodzenia. Pozostawia się to doświadczonemu personelowi warsztatów branżowych.

Zasadniczo przebieg badania technicznego przedstawia się następująco:

- na wstępie należy jednoznacznie stwierdzić, czy zakłócenia powstają na **osi przedniej** czy **tylnej**,
- przyczyny uszkodzeń należy stwierdzić na podstawie **ogłędzin**; mocno uszkodzone tarcze hamulcowe lub okładziny hamulców tarczowych należy wymieniać osiowo,
- sprawdzić montowane okładziny hamulców tarczowych według technicznego dopuszczenia zgodnie z zaleceniem **producenta**,
- sprawdzić **funkcjonowanie** hamulca tarczowego, w szczególności części poślizgowych i w razie potrzeby naprawić,
- sprawdzić **koła** pod kątem niewyważenia i w razie konieczności wyważyć,
- sprawdzić funkcjonowanie **zawieszenia kół** i **części układu kierowniczego**, a uszkodzone części wymienić,
- sprawdzić poszczególne komponenty **łożyska koła** pod względem uszkodzeń i w razie potrzeby wymienić (luz łożyskowy),
- sprawdzić **geometrię osiową** zgodnie z wytycznymi producenta pojazdu i w razie konieczności skorygować.

Przebieg badania technicznego

Wybór właściwego materiału ciernego w znaczny sposób korzystnie wpływa na tarcie termiczne, o ile stan techniczny pozostałych wymienionych elementów pojazdu jest dobry. W związku z tym trzeba podkreślić, że takiego rodzaju optymalizacje należy rozpatrywać również zgodnie z wszystkimi wymogami stawianymi układowi hamulcowemu.



Tarcze hamulcowe do samochodów osobowych

Przyczyny nierównomiernej grubości

Tarcie niskotemperaturowe

Pojawienie się efektu „tarcia niskotemperaturowego” można ustalić podczas prawidłowego hamowania na podstawie pulsowania pedału hamulca, wahań momentu obrotowego kierownicy i/lub wibracji i drgań części osi i podwozia.

Cechą odróżniającą od „tarcia termicznego” jest fakt, że efekty tarcia niskotemperaturowego mogą wystąpić w każdym procesie hamowania, a zakres częstotliwości jest wyraźnie niższy (ok. 5 do 50 Hz). Zmienna intensywność może wystąpić odpowiednio z daną prędkością pojazdu.

Główną przyczyną tarcia niskotemperaturowego jest **nierównomierna grubość pierścienia trącego** tarczy hamulcowej. Ponadto efektem wzmacniającym to zjawisko są, tak jak przy „tarcu termicznym”, uszkodzone części łożyska i niewyważone koła.

W jaki sposób powstaje nierównomierna grubość? Każda nowa tarcza hamulcowa ma **mikrousterki ruchu obrotowego** (bicie), które dopuszcza tolerancja produkcyjna i montażowa. Podczas jazdy bez hamowania okładziny hamulców tarczowych nie są bezpiecznie i trwale oddalone od tarczy hamulcowej. Przy każdym obrocie koła następują punktowe zetknięcia okładziny hamulcowej z tarczą hamulcową. Mimo że siły zetknięcia są stosunkowo niskie, dochodzi w tym miejscu do zużycia tarczy hamulcowej (różnica grubości), która po przekroczeniu granicy tolerancji powoduje silne tarcie. Różnica grubości może zostać ponownie zredukowana lub usunięta poprzez prawidłowe hamowania, a układ hamulcowy może zostać utrzymany w akceptowalnej równowadze dzięki występującemu na przemian wytwarzaniu i redukcji różnic grubości, o ile istnieją ku temu określone podstawy. Podstawy te omówiono poniżej.

Czynniki wpływające na tworzenie się różnych grubości są następujące:

- **usterki ruchu obrotowego** (bicie boczne) tarcz hamulcowych w stanie zamontowanym,
- **agresywność tworzywa ciernego** wobec materiału tarcz hamulcowych w warunkach jazdy bez hamowania,
- **zdolność materiału** okładzin hamulców tarczowych do zredukowania wzgl. usuwania istniejących różnic grubości tarcz hamulcowych podczas prawidłowego hamowania,
- **poluzowanie elementów układu hamulcowego** i wynikająca z tego możliwość oddalenia się okładzin hamulców tarczowych względem tarczy hamulcowej,
- **warunki używania** pojazdu i technika jazdy kierowcy

Oddziaływanie istniejących i znacznych **różnic grubości** tarcz hamulcowych można sklasyfikować w zależności od typu pojazdu. Jest ono zależne od opisanych czynników przenoszenia energii oraz zdolności tłumiących części osi, kierownicy i podwozia.



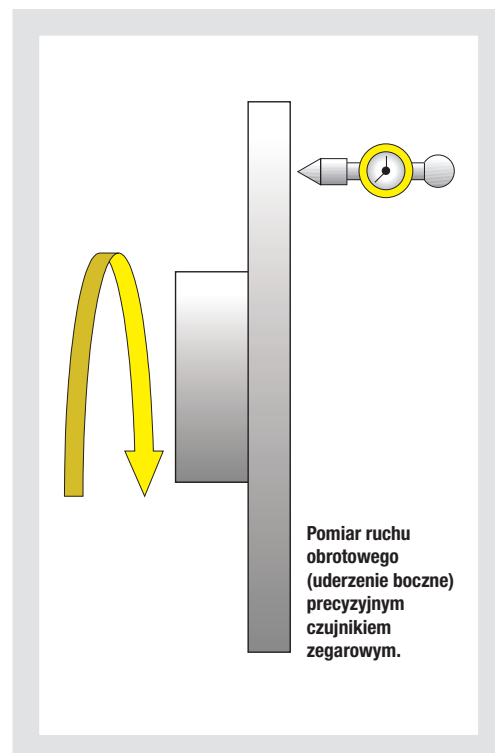
Tarcze hamulcowe do samochodów osobowych

Przyczyny silnego tarcia można stwierdzić stosując się do następujących wskazówek:

- badanie ruchu obrotowego (bicie boczne) tarcz hamulcowych przeprowadza się razem z idealnie zamontowanym kołem. Bicie boczne jest mierzone czujnikiem zegarowym mającym dokładność pomiaru co najmniej 0,01 mm, ok. 10-15 mm poniżej zewnętrznego promienia tarczy. Wystarczy również pomiar środkowego promienia ciernego. Wartość pomiaru w nowszych pojazdach, mierzona na podstawie kilku obrotów kół, nie powinna przekraczać 0,07 mm (pojazdy specjalne: <0,04 mm). Należy podkreślić, że badanie to zdaje egzamin tylko w przypadku nowych tarcz hamulcowych.

W starszych pojazdach tak niskie wartości pomiaru są często nieosiągalne ze względu na tolerancję elementów konstrukcji. Z reguły jednak można osiągnąć optymalizację, jeżeli tarcza hamulcowa zostanie na piaście w stosunku do otworów mocujących tak ustawiona, że powstanie najmniejsza wartość pomiarowa. Odchylenia ruchu obiegowego tarcz hamulcowych wielkości 0,10 mm nie mogą również zostać przekroczone w starszych pojazdach. W razie konieczności należy to zoptymalizować poprzez wymianę/kombinację elementów konstrukcyjnych (piasta, tarcza hamulcowa, łożysko). Należy również dbać o czystość i prawidłowy stan powierzchni przylegania i pasowania.

- Jak już wspomniano, również **piasta** może w dużej mierze ponosić odpowiedzialność za uderzenia boczne i należy ją zmierzyć pod kątem usterki ruchu obrotowego. Jako podstawę można przyjąć maksymalną wartość 0,03 mm, która odnosi się do promienia zewnętrznego. W przypadku większych odchyśleń należy wymienić piastę koła.
- **Falistość tarczy hamulcowej** stanowi również kryterium w odniesieniu do wpływu na dokładność ruchu obrotowego. Dlatego też celowe jest sprawdzenie równoległości pomiędzy pierścieniami, która nie powinna przekraczać 0,05 mm. Badanie to można jednak przeprowadzić tylko stosując specjalistyczne przyrządy.
- Dokładnego **pomiaru różnic głębokości** pierścienia ciernego tarczy hamulcowej można dokonać tylko specjalistycznymi przyrządami. Z wystarczającą dokładnością można jednakże dokonać pomiaru również precyzyjną śrubą mikrometryczną o dokładności pomiarowej +0,001 mm. Pomiaru należy dokonać w 12-15 miejscach obwodu oraz ok. 10-15 mm poniżej zewnętrznego promienia. W zależności od pojazdu nierównomierne grubości od 0,012 do 0,015 mm (pojazdy specjalne: <0,008 mm) już mogą powodować silne tarcie. Wartości te nie mogą zatem zostać przekroczone w przypadku nowych tarcz, a dla tarcz hamulcowych TEXTAR są absolutną granicą tolerancji.





Tarcze hamulcowe do samochodów osobowych

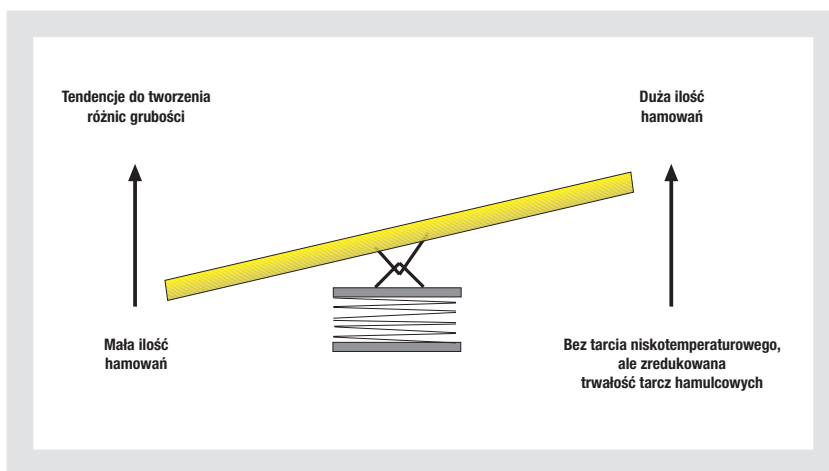
Dalsze badania techniczne

Zaleca się przeprowadzenie również niektórych badań opisanych w rozdziale „Tarcie termiczne”. Obejmują one: funkcjonowanie hamulców tarczowych, łożyska kół, zawieszenie kół i części układu kierowniczego, ustawienie osi przedniej oraz techniczne dopuszczenie stosowania okładzin hamulców tarczowych.

Z powyższego wynika, że wykazanie przyczyny powstania znaczącej usterki ruchu obrotowego, a tym samym tworzenia się różnic grubości nie jest łatwe. Jednakże poprzez możliwość pomiaru części konstrukcyjnych i ewentualną ich wymianę można usterki znacznie ograniczyć.

Jak już wspomniano również technika jazdy i warunki komunikacyjne współdecydują o tworzeniu się różnic Grubość-ci tarcz hamulcowych.

W przypadku przejechania kilku tysięcy kilometrów autostradą bez częstego hamowania, a zatem generując niską siłę tarcia może dojść do wytworzenia różnic grubości, które prowadzą do wystąpienia wstrząsów. Następująca po tym jazda z wieloma hamowaniami może ponownie zregenerować tarczę.





Tarcze hamulcowe do samochodów osobowych

Silne drgania spowodowane plamami powstałymi na skutek korozji

Po dłuższym okresie postoju pojazdu, a w szczególności pod wpływem działania wilgoci i/lub soli, okładziny tarcz hamulcowych mogą mocno skorodować. Również na okładzinie leżącej naprzeciwko powierzchni tarczy może dojść do **silnego skorodowania**, co powoduje wystąpienie dużego tarcia. W przypadku mocnego skorodowania może dojść do rozwarstwienia (oderwania) masy ciernej od płyty nośnej. W przypadku „zapiecznienia” należy zdemontować układ hamulcowy, a tarczę hamulcową przeszlifować lub wymienić. W przypadku uszkodzenia okładziny hamulców tarczowych należy również wymienić. Jeżeli po okresie dłuższego postoju wystąpi lekkie tarcie, to sytuacja ta może ulec normalizacji po przejechaniu pewnej trasy. Jeżeli natomiast tarcie jest zbyt intensywne i uciążliwe lub efekt tarcia nie jest redukowany poprzez hamowanie, to tarcze hamulcowe należy poddać dodatkowej obróbce lub wymienić.

Piszczenie podczas hamowania

O ile pod względem konstrukcyjnym układ hamulcowy nie ma bezpośredniego wpływu na powstawanie piszczenia, to tarcza hamulcowa może być współodpowiedzialna za szmery i piski. Dzieje się tak wówczas, gdy współpraca pomiędzy tarczą hamulcową a okładziną hamulcową jest wadliwa lub też powierzchnie tarcz zostały uszkodzone przez korozję etc. Ze względu na pewne uwarunkowania geometryczne tarczy hamulcowej jest ona niejednokrotnie źródłem szmerów.

W celu usunięcia usterek zaleca się następujący sposób postępowania:

- sprawdzić **stan zużycia i stan powierzchni** okładzin hamulców tarczowych i tarcz hamulcowych, w razie konieczności wymienić,
- sprawdzić, czy zamontowano **homologowane i właściwe** okładziny tarcz hamulcowych,
- sprawdzić stan zastosowanych **elementów** tłumienia szmerów (blaszki tłumiące drgania, lakiery i pasty tłumiące),
- zweryfikować **sprawność poruszania się** elementów prowadzących i tłoczka w zacisku hamulca tarczowego.

Pod względem fizycznym hamowanie można zaszeregować do tarcia suchego, które łatwo wytwarza drgania i szmery. Z uwagi na opisane powyżej przyczyny powstawania pisków i szmerów ich całkowita eliminacja jest bardzo trudna, jednakże dzisiejszy stan techniki osiągnął wysoki stopień niezawodności.



Tarcze hamulcowe do samochodów osobowych

Niedostateczne działanie hamulca

Dalsze możliwe usterki

W większości przypadków, a w szczególności jeśli chodzi o hamulce osi przedniej, przyczyna usterki nie jest tarcza hamulcowa. W takich przypadkach należy stwierdzić czy okładziny hamulców tarczowych są prawidłowo zamontowane, czy nie są one nadmiernie zużyte, czy powierzchnie tarcz hamulcowych i okładzin nie mają usterek, a także czy układ hamulcowy pracuje prawidłowo (tłoki, prowadnice, wahacze).

Z powodu zbyt małego obciążenia na tarczy hamulcowej **hamulca tarczowego osi tylnej** może pojawić się korozja, która wpływa na efektywność hamowania. Kierowca nie jest jednak w stanie tego wyczuć z powodu zbyt małego udziału siły hamowania osi tylnej. W takich przypadkach należy tarcze hamulcowe poddać ponownej obróbce lub wymienić na nowe. Należy wówczas wymienić również okładziny hamulców tarczowych.

Pęknięcia tarcz hamulcowych

Obciążenia związane z szokiem termicznym mogą doprowadzić do tworzenia pęknięć w strukturze odlewu na powierzchni pierścienia trącego tarczy hamulcowej. Pęknięcia w strukturze odlewu wpływają na wytrzymałość elementu konstrukcji i mogą w zależności od ich wielkości stanowić przyczynę całkowitego pęknięcia materiału. Trudno wypowiadać się wiążąco na temat dopuszczalnej wielkości pęknięć, jednak, aby **uniknąć ryzyka**, należy wymienić tarcze hamulcowe, gdy tylko pęknięcia można rozpoznać gołym okiem. Należy też pamiętać, że zagrożenie oderwania się rośnie wraz z długością pęknięcia.

Oprócz potencjalnego zagrożenia oderwania, pęknięcia wskutek działania podobnego do skrobaka są również przyczyną większego zużycia materiału na okładzinach hamulców tarczowych. Efekt ten ulega wzmocnieniu pod wpływem temperatury, ponieważ następuje wówczas wydłużenie szczeliny.



Tarcze hamulcowe do samochodów osobowych

Wyżłobienie tarczy hamulcowej

Przyczyną powstania wyżłobień na powierzchni pierścienia ciernego może być:

- **niewłaściwy materiał cierny** na okładzinach hamulców tarczowych,
- **silne oddziaływanie brudu** na tarcze hamulcowe i okładziny hamulców tarczowych,
- **działanie korozji**,
- **przeciążenie** układu hamulcowego,
- **zbyt miękkie** tworzywo tarcz hamulcowych.

Wyżłobienia odlewu mają bardzo zróżnicowaną strukturę - od delikatnej po zgrubną, dlatego też trudno o uogólnienie czy dany stan mieści się jeszcze w granicach tolerancji. Doświadczenie fachowca gwarantuje z reguły podjęcie właściwej decyzji. Tworzenie bruzd w określonych granicach nie wpływa ujemnie na skuteczność hamowania, jednakże przy zmianie okładziny należy tarcze poddać ponownej obróbce lub wymienić na nowe.

Zbyt szybkie zużycie tarczy hamulcowej

Czas użytkowania tarcz hamulcowych oraz okładzin hamulców tarczowych jest tylko jednym z wielu, ale niezwykle ważnym warunkiem w procesie konstruowania układu hamulcowego. W normalnych warunkach eksploatacyjnych dąży się do zastosowania na osi przedniej tarczy o takiej żywotności, która wytrzyma dwukrotną zmianę okładzin hamulcowych. Aby osiągnąć konkretne i ważne cele jak np. **uniknięcie tarcia niskotemperaturowego**, czas użytkowania tarczy może być krótszy.

Osiągane w praktyce okresy użytkowania zależne są od następujących czynników:

- technika jazdy kierowcy,
- warunki komunikacyjne,
- topograficzne i klimatyczne warunki eksploatacji,
- oddziaływanie brudu,
- skład i struktura odlewu tarczy hamulcowej,
- agresywność okładziny hamulca tarczowego,
- sprawność uruchamiania elementów ślizgowych i prowadzących.

W związku z mnogością czynników czas użytkowania tarcz przedstawia się w praktyce jako wielkość statystyczną, przy czym żywotność niektórych tarcz jest 10-15 razy dłuższa od pozostałych. W odniesieniu do konkretnych przebiegów zakres może się mieścić np. między 20.000 km a 300.000 km, przy czym w pojedynczych przypadkach możliwe są przebiegi powyżej i poniżej tych wartości. Z tego też powodu zarówno producent jak i dystrybutor nie udzielają gwarancji na czas użytkowania.



Tarcze hamulcowe do samochodów osobowych

Typowe przykłady rozważanych czynników zakłócających

Podsumowanie i rysunki

Obserwując i analizując **reklamacje** dotyczące układu hamulcowego, można zauważyć, że procentowo **najczęstszą przyczyną** reklamacji jest **tarcza hamulcowa**, a dokładniej mówiąc silne **bicia hamulców**.

Ze względu na złożoność i mnogość wpływów należy zdawać sobie sprawę, że często trudno jest stwierdzić czy jakaś tarcza hamulcowa jest uszkodzona i jaka jest tego przyczyna. Na podstawie doświadczenia można jednak stwierdzić, że w większości przypadków, w których doszło do rzeczywistego uszkodzenia tarczy hamulcowej, przyczyny należy szukać w innym miejscu (duże bicia tarcz z powodu zbyt ogólnej tolerancji, niewłaściwe okładziny hamulcowe, uszkodzony hamulec kół itd.). W wielu przypadkach reklamowane tarcze hamulcowe są w przepisowym stanie, a przyczyny usterki nie wykryto. Nieuchronnie prowadzi to do konieczności odrzucenia reklamacji wraz z wszystkimi nieprzyjemnymi skutkami, jak badania wymagające czasu i nakładów finansowych oraz irytację wszystkich zainteresowanych stron. W dodatku wymiana części nie gwarantuje długotrwałych efektów i te same usterki po jakimś czasie powracają.

Polepszenie sytuacji, a tym samym zadowolenie klientów można osiągnąć tylko wówczas, **kiedy przyczyna uszkodzenia zostanie bezspornie stwierdzona, zastosowane będą tylko przepisowe i homologowane części zamienne, a serwisowanie układu hamulcowego będzie przeprowadzone z najwyższą precyzją.**



Tarcze hamulcowe do samochodów osobowych

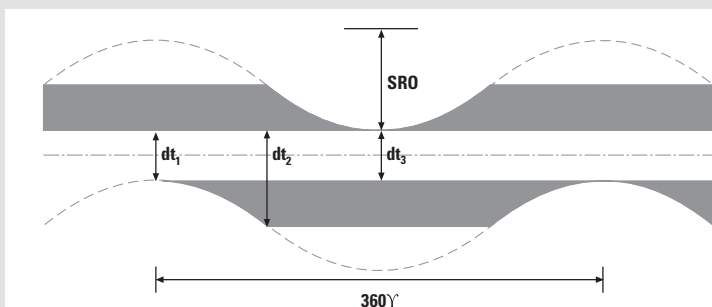
Silne tarcie termiczne



- Miejscowo przegrzana tarcza hamulcowa z „plamami tarcia”

Głośne szmery i wibracje podczas hamowania z wysokich prędkości.

Tarcie niskotemperaturowe



dt_1 : minimalna (min.) grubość tarczy spowodowana częściowym zużyciem poprzez tarcie
 dt_2 : grubość wyjściowa
 dt_3 : grubość tarczy po wyrównaniu uderzenia
 $dt_3 - dt_1$: maksymalna (maks.) różnica grubości tarczy
 SRO : maksymalne (maks.) uderzenie tarczy

- Różnica grubości tarczy hamulcowej

Wyjaśnienie:

Drgania części podwozia, drgania obrotowe kierownicy lub pulsacja pedału hamulca w przypadku hamowania prawie przy wszystkich zakresach prędkości.



- Pomiar bicia tarczy w pojeździe



Tarcze hamulcowe do samochodów osobowych

Przyczyna:

korozja powstała wskutek wpływu wilgoci, oddziaływania soli lub innych czynników środowiska.

Plamy spowodowane korozją

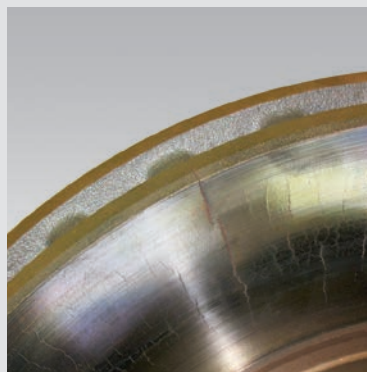


► Tarcza hamulcowa z plamą spowodowaną korozją

Przyczyna:

występujące na przemian wysokie obciążenie termiczne i mechaniczne.

Pęknięta tarcza hamulcowa



► Tarcza hamulcowa z mocnymi pęknięciami termicznymi (cieplnymi).

Przyczyna:

zużycie tarczy hamulcowej powyżej dopuszczalnego stopnia zużycia.

Skutek:

nagle występujące silne tarcia.



► Pęknięta tarcza hamulcowa.



Tarcze hamulcowe do samochodów osobowych

Wyżłobiona tarcza hamulcowa



► Tarcza hamulcowa z wyżłobieniami

Przyczyna:

oddziaływanie brudu, przeciążenie, niewłaściwe tworzywo tarczy i/lub tworzywo okładziny.

Całkowicie zużyte okładziny hamulcowe



► Tworzywo cierne zużyte aż do płytki nośnej

Przyczyna:

wymiana okładziny nie nastąpiła w odpowiednim czasie.



► Uszkodzona tarcza hamulca



Tarcze hamulcowe do samochodów osobowych

Przyczyna:

długi czas postoju z wilgotnym hamulcem, zmiana struktury pierścienia ciernego na skutek korozji.

Skutek:

chropowaty hamulec, szmery podczas hamowania, silne tarcie.

Skorodowane tarcze hamulcowe

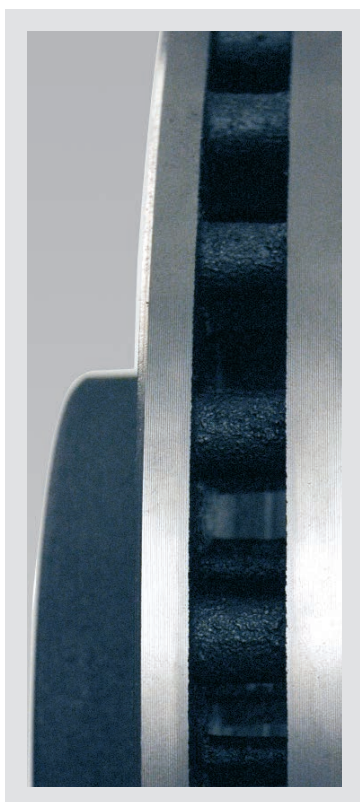


► Skorodowana tarcza hamulcowa

Konstrukcja uzależniona od oddziaływania temperatur różnych wysokości.

Dopuszczalna różnica na każdy pierścień cierny maksymalnie 0,5 mm

Zewnętrzny i wewnętrzny pierścień cierny o różnej grubości





Tarcze hamulcowe do samochodów osobowych

Różnica grubości pierścienia ciernego



► Różnica grubości

Przyczyna:

niewłaściwa obróbka, eksploatacja ze zbyt dużym biciem tarczy przy równoczesnym rzadkim używaniu hamulców.

Skutek:

tarcie niskotemperaturowe

Silna korozja podpowierzchniowa tarczy

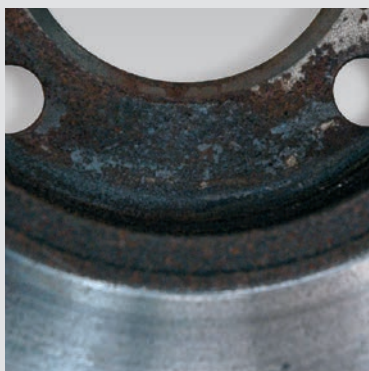


Przyczyna:

niedostateczne czyszczenie, uszkodzenie powłoki poprzez zanieczyszczenie.

Skutek:

tworzenie różnic grubości poprzez niedopuszczalne bicie boczne.



► Silna korozja podpowierzchniowa



Tarcze hamulcowe do samochodów osobowych

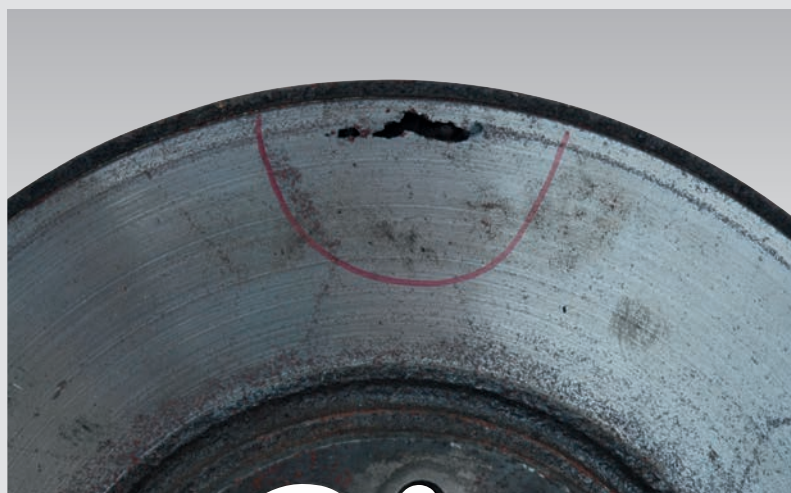
Przyczyna:

błąd podczas procesu odlewania (skurczenie odlewu w procesie stygnięcia)

Skutek:

redukcja (zmniejszenie) trwałości

Jama usadowa



► Jama usadowa

Przyczyna:

- błąd montażowy (źle ustawiony moment dokręcenia w Nm na kluczu dynamometrycznym przy montażu tarczy hamulcowej).
- niewłaściwe osadzenie tarczy hamulcowej poprzez niedotrzymanie tolerancji opisanych powyżej.

Skutek:

redukcja (zmniejszenie) trwałości; szmery.

Pęknięcie w obrębie kołnierza tarczy hamulcowej

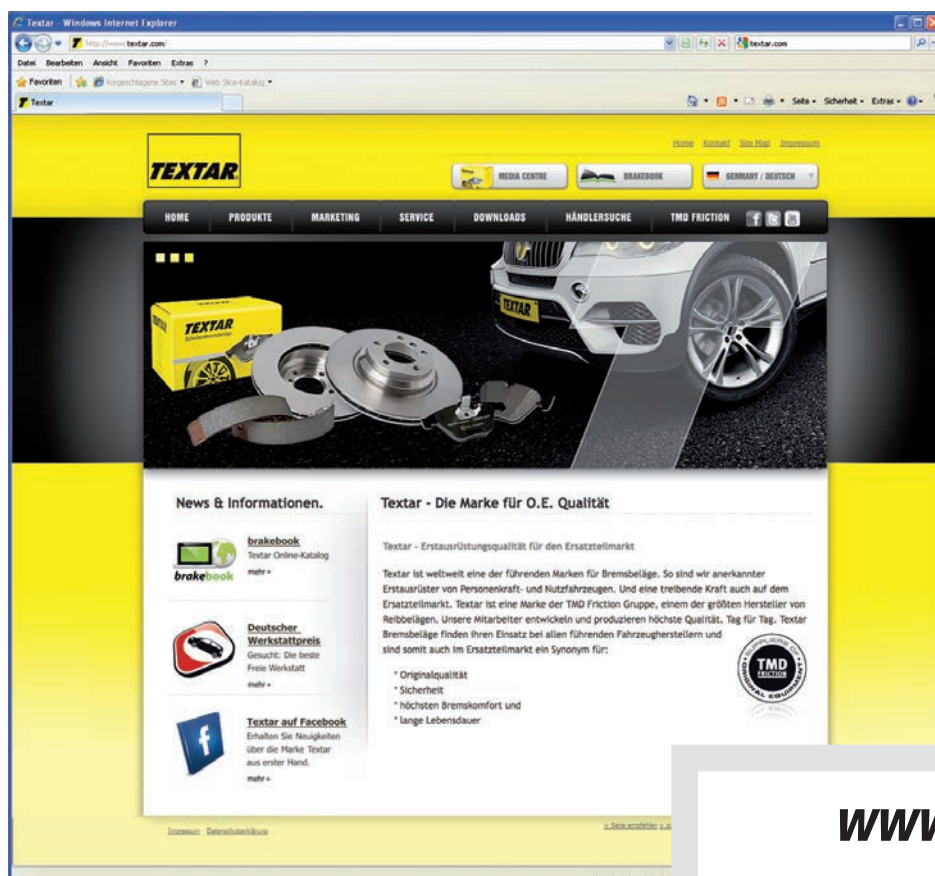


► Pęknięcie w obrębie kołnierza tarczy hamulcowej



Ocena uszkodzeń okładzin hamulców tarczowych i tarcz hamulcowych

Więcej informacji można znaleźć również na stronie internetowej:



www.textar.com



Textar Serviceline

**pod numerem telefonu
+49 (0)2171/703 397**

Chętnie odpowiemy na Państwa pytania techniczne dotyczące produktu. Jesteśmy również zainteresowani Państwa uwagami praktycznymi. Prosimy o kontakt telefoniczny we wszystkie dni robocze.



TMD FRICTION
A NISSHINBO GROUP COMPANY

TMD Friction Services GmbH
Schlebuscher Str. 99
51381 Leverkusen
Germany
info@textar.com

Textar is a registered trademark of TMD Friction.

www.textar.com